

Seletividade de atrazine e [paraquat + diuron]
em *Crotalaria* spp. e controle de soja voluntária



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrossilvipastoril
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
6**

Seletividade de atrazine e [paraquat + diuron]
em *Crotalaria* spp. e controle de soja voluntária

*Fernanda Satie Ikeda
Adauto Kennedy Rubenich
Ana Paula Encide Olibone
Laís Denise Smaniotto
Sidnei Douglas Cavalieri
Aleixa de Jesus Silva
Helen Maila Gabe Woiland*

Embrapa Agrossilvipastoril
Sinop, MT
2021

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrossilvipastoril
Rodovia MT-222, Km 2,5, C.P. 343
CEP 78550-970, Sinop, MT
Fone: (66) 3211-4220
Fax: (66) 3211-4221
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Flavio Jesus Wruck

Secretária-Executiva
Dulândula Silva Miguel Wruck

Membros
*Aisten Baldan, Alexandre Ferreira do Nascimento,
Daniel Rabelo Ituassú, Eulália Soler Sobreira
Hoogerheide, Fernanda Satie Ikeda, Jorge Lulu,
Rodrigo Chelegão, Vanessa Quitete Ribeiro da Silva*

Normalização bibliográfica
Aisten Baldan (CRB 1/2757)

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Diagramação
Renato da Cunha Tardin Costa

Foto da capa
Fernanda Satie Ikeda

1ª edição
Publicação digitalizada (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agrossilvipastoril

Ikeda, Fernanda Satie

Seletividade de atrazine e [paraquat + diuron] em *Crotalaria* spp. e controle de
soja voluntária / Fernanda Satie Ikeda... [et al.]. – Sinop, MT: Embrapa, 2021.
PDF (18 p.) : il. color.; 22cm. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Agrossilvipastoril, ISSN 2675-0813; 6).

1. Herbicida. 2. Controle Químico. 3. *Crotalaria ochroleuca*. 4. *Crotalaria
spectabilis*. 5. Fitotoxicidade. 6. Planta daninha. 7. Erva Daninha. I. Ikeda,
Fernanda Satie. II. Rubenich, Aduino Kennedy. III. Olibone, Ana Paula Encide. IV.
Smaniotto, Laís Denise. V. Cavalieri, Sidnei Douglas. VI. Silva, Aleixa de Jesus.
VII. Woiland, Helen Maila Gabe. VIII. Embrapa Agrossilvipastoril. IX. Título. X. Série

CDD 632.954

Aisten Baldan (CRB 1/2757)

© Embrapa, 2021

Sumário

| | |
|-----------------------------|----|
| Resumo | 4 |
| Abstract | 5 |
| Introdução..... | 6 |
| Material e métodos | 7 |
| Resultados e discussão..... | 9 |
| Conclusões..... | 16 |
| Referências | 16 |

Seletividade de atrazine e [paraquat + diuron] em *Crotalaria* spp. e controle de soja voluntária

Fernanda Satie Ikeda¹, Adauto Kennedy Rubenich², Ana Paula Encide Olibone³, Laís Denise Smaniotto⁴, Sidnei Douglas Cavalieri⁵, Aleixa de Jesus Silva⁶, Helen Maila Gabe Woian⁷

Resumo – Na sucessão soja-milho+crotalária, há dificuldade no controle da soja voluntária no consórcio. Por isso, objetivou-se neste estudo, identificar doses, épocas e modalidades de aplicação de atrazine e de [paraquat+diuron] em pré-emergência para o controle da soja voluntária seletivos para *Crotalaria ochroleuca* e *Crotalaria spectabilis*. Foi conduzido um ensaio para cada cultura com 12 tratamentos {testemunha sem aplicação, combinações de doses (250 g i.a ha⁻¹ e 500 g i.a ha⁻¹) e modalidades/épocas de aplicação de atrazine [pré-emergência (PRÉ), PRÉ e pós-emergência (PÓS) aos 14 dias ou 21 dias após a semeadura (DAS) e sequencial em PÓS aos 14 DAS e 28 DAS), além dos tratamentos de [paraquat+diuron] [500+250 g i.a ha⁻¹] em PRÉ, associado ou não às duas doses de atrazine em PÓS aos 28 DAS)}. Apenas as aplicações sequenciais de atrazine em PÓS e as de 500 g i.a ha⁻¹ de atrazine em PÓS aos 14 DAS e 21 DAS controlaram a soja voluntária. Entre esses tratamentos, *C. spectabilis* foi altamente suscetível a eles e apenas atrazine (500) PRÉ/atrazine (500) PÓS aos 21 DAS apresentou menor intoxicação de *C. ochroleuca*. Concluiu-se que apenas a aplicação atrazine (500) PRÉ/atrazine (500) PÓS aos 21 DAS pode ser aplicada em *C. ochroleuca* para o controle de soja voluntária.

Termos para indexação: controle químico, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, fitotoxicidade, herbicida, plantas daninhas, erva daninha.

¹ Doutora em Fitotecnia, pesquisadora, Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT.

² Graduado em Engenharia Agrônômica, consultor de negócios, Basf, Sorriso, MT.

³ Doutora em Agronomia, professora, IFMT, Sorriso, MT.

⁴ Especialista em Tecnologia e Produção de Sementes, Sorriso, MT.

⁵ Doutor em Agronomia, pesquisador, Embrapa Algodão, Sinop, MT.

⁶ Graduanda em Agronomia, estudante, UFMT, Sinop, MT.

⁷ Graduanda em Agronomia, estudante, UFMT, Sinop, MT.

Selectivity of atrazine and [paraquat + diuron] in *Crotalaria* spp. and volunteer soybeans control

Abstract – In the soybean-corn+crotalaria succession, there is difficulty in controlling volunteer soybeans in the intercropping. Therefore, the aim of this study was to identify doses, times and modalities of application of atrazine and [paraquat+diuron] in pre-emergence for the control of volunteer soybeans selective for *Crotalaria ochroleuca* and *Crotalaria spectabilis*. A trial was conducted for each crop with 12 treatments {control without application, dose combinations (250 g ai ha⁻¹ and 500 g ai ha⁻¹) and atrazine application modalities/times [pre-emergence (PRE), PRE and post-emergence (POST) at 14 days or 21 days after sowing (DAS) and sequentially in POST at 14 DAS and 28 DAS), in addition to treatments of [paraquat+diuron] [500+250 g ai ha⁻¹] in PRE, associated or not with two doses of atrazine POST at 28 DAS)}. Only sequential applications of atrazine POST and 500 g ai ha⁻¹ of atrazine POST at 14 DAS and 21 DAS controlled volunteer soybeans. Among these treatments, *C. spectabilis* was highly susceptible to them and only atrazine (500) PRE/atrazine (500) POST at 21 DAS showed less intoxication of *C. ochroleuca*. It was concluded that only the application of atrazine (500) PRE/atrazine (500) POST at 21 DAS can be applied for volunteer soybeans control in *C. ochroleuca*.

Index terms: chemical control, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, phytotoxicity, herbicides, weeds

Introdução

O Brasil é atualmente o maior produtor de soja e um dos maiores de milho no mundo, enquanto o estado de Mato Grosso é o maior produtor de soja e milho do país (Acompanhamento..., 2021). Devido à grande importância da oleaginosa para o estado, a cultura do milho é posicionada em sua sucessão, sendo considerada como segunda safra, devido às suas atuais dimensões. Tal prática possibilita a maximização do uso da terra ao produzir duas safras no mesmo ano agrícola. Porém, devido à má regulação, ineficiência de máquinas mais antigas na colheita da soja ou até mesmo a fatores fisiológicos da cultura, como a abertura precoce de vagens ou fatores climáticos que contribuem para a queda das sementes no solo, ocorre a germinação da semente da oleaginosa dando origem a uma nova planta, denominada de soja voluntária ou soja guaxa (Yorinori et al., 2004).

O controle da soja voluntária é obrigatório em vários estados brasileiros, incluindo-se o de Mato Grosso por ser hospedeira de pragas e inóculos de doenças, notadamente da ferrugem asiática (Mato Grosso, 2015). Considerando-se que a maioria da área plantada no país é constituída por cultivares de soja com resistência ao herbicida glyphosate (ISAAA, 2017), o mesmo não pode ser utilizado para o controle da soja voluntária presente nos cultivos de milho solteiro com a mesma tecnologia ou quando consorciado com outras culturas na segunda safra.

Nos consórcios de milho com as crotalárias, as espécies podem ser mantidas em convivência durante todo o período de cultivo ou apenas em uma parte dele com o propósito de melhorar o potencial produtivo do solo e reduzir a incidência de pragas, doenças e plantas daninhas (Calegari, 2001). Entretanto, para que as perdas no rendimento por competição sejam reduzidas, torna-se importante o controle químico de plantas daninhas ou plantas voluntárias em meio às culturas consorciadas. Embora as espécies de *Crotalaria* sejam competitivas e possam suprimir as plantas daninhas (Silva et al., 2009), o controle químico ainda se faz necessário, não somente para complementar o controle obtido com essas espécies, mas também para controlar a alta incidência e o rápido desenvolvimento inicial da soja voluntária geralmente encontrada nas áreas.

Atualmente, o herbicida atrazine vem sendo, de maneira geral, o mais utilizado para a cultura do milho (Ceccon et al., 2010), devido à sua alta eficácia no controle da soja voluntária quando aplicado em pós-emergência (Oliveira Junior; Inoue, 2011) e controle das principais espécies normalmente encontradas na cultura, além do seu menor custo de aquisição. No entanto, verifica-se a necessidade de ajustes de dose, época e/ou modalidade de aplicação de atrazine para que sejam seletivos às espécies de *Crotalaria* em consórcio com o milho safrinha. Objetivou-se neste estudo avaliar o controle de soja voluntária e a seletividade do herbicida atrazine em diferentes doses e modalidades de aplicação e da mistura de [paraquat+diuron] em pré-emergência de *Crotalaria ochroleuca* e *Crotalaria spectabilis*.

Material e métodos

Um ensaio com soja (*Glycine max*) e outros dois com *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca*, sendo cada um com uma espécie, foram instalados com delineamento em blocos casualizados com 12 tratamentos (Tabela 1) e três blocos em casa de vegetação, totalizando 36 parcelas por ensaio. Os ensaios foram conduzidos em vasos de seis litros preenchidos com solo coletado na profundidade de 0 cm a 20 cm e previamente peneirado. Segundo a análise de solo realizada no Laboratório de Solos da Embrapa Agrossilvipastoril, o solo apresentava como características físicas: textura franco-argilosa (areia: 444,7 g kg⁻¹; silte: 214,3 g kg⁻¹; argila: 335,9 g kg⁻¹), e químicas: pH em CaCl₂: 5,87; e M.O.: 6,43%.

Os vasos foram irrigados até a capacidade de campo e depois semeados com cinco sementes de soja ou quatro sementes de uma das espécies de crotalaria por vaso, conforme tratamento, com distribuição simétrica e profundidade de 2 cm e 1 cm, respectivamente. A cultivar de soja utilizada no experimento foi a BRS 7380 RR (ciclo precoce de 95 a 120 dias) com 99% de pureza e 80% de germinação, enquanto as sementes de *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* estavam com 90% de germinação, conforme testes previamente realizados no laboratório de Sementes da Embrapa Agrossilvipastoril, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Tabela 1. Herbicidas, doses, épocas e modalidades de aplicação nos tratamentos.

| Tratamento | Pré-emergência | Pós-emergência (14 DAS) | Pós-emergência (21 DAS) | Pós-emergência (28 DAS) |
|------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Atrazine (250 g ha ⁻¹) | - | - | - |
| 2 | Atrazine (500 g ha ⁻¹) | - | - | - |
| 3 | - | Atrazine (250 g ha ⁻¹) | - | Atrazine (250 g ha ⁻¹) |
| 4 | - | Atrazine (500 g ha ⁻¹) | - | Atrazine (500 g ha ⁻¹) |
| 5 | Atrazine (250 g ha ⁻¹) | Atrazine (250 g ha ⁻¹) | - | - |
| 6 | Atrazine (250 g ha ⁻¹) | Atrazine (500 g ha ⁻¹) | - | - |
| 7 | Atrazine (500 g ha ⁻¹) | - | Atrazine (250 g ha ⁻¹) | - |
| 8 | Atrazine (500 g ha ⁻¹) | - | Atrazine (500 g ha ⁻¹) | - |
| 9 | Paraquat + diuron [500+250] | - | - | Atrazine (250 g ha ⁻¹) |
| 10 | Paraquat + diuron [500+250] | - | - | Atrazine (500 g ha ⁻¹) |
| 11 | Paraquat + diuron [500+250] | - | - | - |
| 12 | Testemunha | Testemunha | Testemunha | Testemunha |

DAS: dias após a semeadura.

Após a semeadura das culturas nos vasos, as aplicações dos herbicidas em pré-emergência foram realizadas no mesmo dia a 0,5 m da superfície do solo, enquanto as aplicações em pós-emergência das espécies de interesse foram realizadas a uma altura de 0,5 m das plantas. Nas aplicações com atrazine foi utilizado produto comercial Atrazine Atanor (500 g i.a L⁻¹), em suspensão concentrada (SC) e naqueles com [paraquat+diuron] foi utilizada a mistura comercial Gramocil [200 g e 100 g i.a L⁻¹, respectivamente] em suspensão concentrada (SC).

As aplicações foram realizadas aos 14 dias, 21 dias e 28 dias após a semeadura (DAS), conforme tratamento, com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado com CO₂, munido de barra contendo quatro pontas de pulverização do tipo jato plano XR 110.02 espaçadas de 0,5 m com pressão de 2,11 kgf cm⁻², proporcionando volume de aplicação de 200 L ha⁻¹. Após as aplicações, os vasos foram mantidos em casa de vegetação em condições controladas de temperatura e umidade e com irrigações diárias.

As avaliações de intoxicação de *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* foram realizadas aos 7 dias, 14 dias, 21 dias e 28 dias após a última aplicação de cada tratamento herbicida (DAA) e aos 56 DAS para todos os tratamentos. Para essas avaliações foram atribuídas notas de 0% a 100%, conforme escala visual de fitotoxicidade da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (Velini et al., 1995), sendo que 0% representa nenhuma injúria às plantas e 100%, a morte da planta. A avaliação de controle da soja voluntária foi realizada por meio de notas de 0% a 100%, segundo a Asociación Latinoamericana de Malezas (Alam, 1974), em que 0% representa ausência de controle e 100% representa controle total.

A contagem das plantas por vaso foi realizada na mesma data das avaliações de intoxicação das culturas aos 7 DAA, 14 DAA, 21 DAA e 28 DAA. Para a avaliação da massa de matéria seca das culturas, as plantas foram cortadas rente ao solo aos 60 dias após a semeadura. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa constante e, posteriormente, pesadas em balança analítica.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) no sistema SAS 9.1 e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) no programa Sisvar. As análises de normalidade, homocedasticidade e independência de resíduos foram realizadas no sistema SAS 9.1.

Resultados e discussão

A aplicação isolada da mistura comercial de [paraquat+diuron] PRÉ não controlou a soja voluntária (Tabela 2), assim como praticamente não proporcionou fitointoxicação nas duas espécies de crotalária em todas as avaliações realizadas, resultando em massa de matéria seca e número de plantas igual

à testemunha das três culturas (Tabelas 3 e 4). Essa falta de controle com a aplicação do tratamento na pré-emergência da cultura, simulando uma dessecação em sistema plantio direto, condiz com a recomendação da mistura para a cultura, sendo associada à completa adsorção de paraquat à argila e à seletividade de diuron em soja na dose recomendada da mistura (Rodrigues; Almeida, 2018).

A seletividade de diuron em *C. spectabilis*, observada neste estudo, estaria associada provavelmente à menor dose aplicada do produto, já que em outro trabalho a dose de 2,0 kg ha⁻¹ proporcionou intoxicação acima de 95% da espécie quando aplicado isoladamente em pré-emergência da cultura em solo franco-argilo-arenoso (Braz et al., 2015). Esses resultados também podem ser justificados pelo fato do diuron não ser ionizável, além de ser adsorvido pelos colóides de argila e matéria orgânica (Rodrigues; Almeida, 2018), já que o solo empregado neste estudo foi classificado como sendo de textura franco-argilosa e apresentava elevado teor de matéria orgânica.

Embora não seja comum, aguardar a emergência da soja antes da semeadura da segunda safra para aplicar a mistura de [paraquat+diuron] em pós-emergência da soja seria uma alternativa para o uso desse tratamento, tendo sua eficácia comprovada por Dan et al. (2011) e Dan et al. (2009). Dessa forma, também não ocasionaria efeito nas duas espécies de crotalária em decorrência dessa aplicação em pré-emergência dessas culturas. Além do mais, isso poderia contribuir também no controle residual de algumas espécies de plantas daninhas de folhas largas e algumas de folhas estreitas (Rodrigues; Almeida, 2018), que ocorrem na segunda safra de milho, se considerarmos um consórcio de milho com crotalárias. Entretanto, há atualmente uma ressalva para esse tratamento, devido à proibição neste ano (2021) do uso do paraquat no Brasil. Com isso, a aplicação de tal mistura ficou inviabilizada, mas a eventual aplicação de diuron em outras misturas, poderia ser adotada na dessecação, desde que na dose estudada de 250 g i.a ha⁻¹.

A associação da aplicação da mistura de [paraquat+diuron] PRÉ com a aplicação de atrazine (250 g i.a ha⁻¹ ou 500 g i.a ha⁻¹) PÓS nas duas espécies de crotalária ocasionou intoxicação maior do que 70% aos 28 DAA e redução significativa da massa de matéria seca das crotalárias (Tabelas 3 e 4), principalmente na maior dose, causando inclusive a morte das plantas de *C. spectabilis* (Tabela 3). Na menor dose, houve porcentagem média de fitointoxi-

Tabela 2. Número de plantas (P) e porcentagem de intoxicação (F) de soja com doses de atrazine em pós-emergência (PÓS) e em diferentes épocas com ou sem a aplicação de [paraquat + diuron] e doses de atrazine em pré-emergência (PRÉ) aos 7 dias, 14 dias, 21 dias e 28 dias após a última aplicação (DAA) e aos 56 dias após a semeadura (DAS) e massa de matéria seca (MS) aos 56 DAS.

| Trat. | Controle soja voluntária (%) | | | | | | | | | | MS (g) |
|--------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|-------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | 7 DAA | | 14 DAA | | 21 DAA | | 28 DAA | | 56 DAS | | |
| | C | P | C | P | C | P | C | P | C | P | |
| 1 | 2 b | 4,0 c | 1 a | 4,3 b | 2 b | 3,7 b | 1 a | 3,7 b | 1 a | 3,7 b | 10,2 e |
| 2 | 3 b | 4,7 c | 1 a | 4,7 b | 2 b | 4,3 b | 1 a | 4,3 b | 1 a | 4,3 b | 12,4 f |
| 3 | 94 g | 2,0 b | 100 e | 0,0 a | 100 f | 0,0 a | 100 e | 0,0 a | 100 e | 0,0 a | 0,0 a |
| 4 | 100 g | 0,0 a | 100 e | 0,0 a | 100 f | 0,0 a | 100 e | 0,0 a | 100 e | 0,0 a | 0,0 a |
| 5 | 70 e | 3,3 c | 70 d | 2,7 b | 53 e | 1,7 b | 50 d | 1,3 a | 45 d | 1,3 a | 5,7 c |
| 6 | 77 f | 3,3 c | 94 e | 3,0 b | 100 f | 0,3 a | 100 e | 0,0 a | 100 e | 0,0 a | 0,0 a |
| 7 | 27 b | 4,3 c | 24 b | 4,3 b | 18 c | 4,3 b | 18 b | 4,3 b | 18 b | 4,3 b | 9,1 d |
| 8 | 65 e | 3,3 c | 100 e | 0,7 a | 100 f | 0,0 a | 100 e | 0,0 a | 100 e | 0,0 a | 0,0 a |
| 9 | 29 b | 4,7 c | 20 b | 4,7 b | 20 c | 4,7 b | 17 b | 4,7 b | 17 b | 4,7 b | 8,3 d |
| 10 | 36 d | 4,3 c | 33 c | 3,0 b | 35 d | 2,7 b | 33 c | 2,7 b | 32 c | 2,7 b | 4,7 b |
| 11 | 2 b | 3,7 c | 1 a | 4,0 b | 2 b | 4,0 b | 1 a | 3,7 b | 1 a | 3,7 b | 12,0 f |
| 12 | 0 a | 2,7 c | 0 a | 3,3 b | 0 a | 3,3 b | 0 a | 3,3 b | 0 a | 3,3 b | 11,6 f |
| F _{Bloco} | 0,1 ^{ns} | 2,7 ^{ns} | 0,0 ^{ns} | 0,7 | 0,8 ^{ns} | 0,6 ^{ns} | 2,1 ^{ns} | 0,6 ^{ns} | 2,0 ^{ns} | 0,6 ^{ns} | 0,2 ^{ns} |
| F _{Trat} | 323,8 ^{**} | 6,6 ^{**} | 241,4 ^{**} | 8,7 | 570,4 ^{**} | 11,8 ^{**} | 640,2 ^{**} | 11,1 ^{**} | 307,3 ^{**} | 11,1 ^{**} | 186,0 ^{**} |
| CV (%) | 4,8 | 14,0 | 7,3 | 19,3 | 6,2 | 20,0 | 4,8 | 21,6 | 6,4 | 21,6 | 4,5 |

Trat: tratamento; Ns: não significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade.

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados foram transformados pela função $y = \sqrt{x + 0,5}$

Tabela 3. Número de plantas (P) e porcentagem de intoxicação (F) de *C. spectabilis* com doses de atrazine em pós-emergência (PÓS) e em diferentes épocas com ou sem a aplicação de [paraquat + diuron] e doses de atrazine em pré-emergência (PRÉ) aos 7 dias, 14 dias, 21 dias e 28 dias após a última aplicação (DAA) e aos 56 dias após a semeadura (DAS) e massa de matéria seca (MS) aos 56 DAS

| Trat. | Fitointoxicação de <i>Crotalaria spectabilis</i> (%) | | | | | | | | | | MS (g) |
|--------------------|------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|
| | 7 DAA | | 14 DAA | | 21 DAA | | 28 DAA | | 56 DAS | | |
| | F | P | F | P | F | P | F | P | F | P | |
| 1 | 1 b | 2,7 b | 1 a | 2,7 b | 1 a | 2,7 b | 0 a | 2,7 b | 0 a | 2,7 b | 12,8 c |
| 2 | 2 b | 4,0 b | 1 a | 4,0 b | 0 a | 4,0 b | 0 a | 4,0 b | 0 a | 4,0 b | 16,0 c |
| 3 | 100 e | 0,0 a | 100 c | 0,0 a | 100 c | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 0,0 a |
| 4 | 100 e | 0,0 a | 100 c | 0,0 a | 100 c | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 0,0 a |
| 5 | 97 e | 3,0 b | 92 c | 0,3 a | 93 c | 0,3 a | 93 d | 0,3 a | 90 d | 0,3 a | 0,0 a |
| 6 | 98 e | 3,7 b | 100 c | 0,0 a | 100 c | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 0,0 a |
| 7 | 20 c | 3,7 b | 72 b | 2,3 b | 68 b | 2,3 b | 55 b | 2,3 b | 50 b | 2,3 b | 7,2 b |
| 8 | 77 d | 3,0 b | 98 c | 0,3 a | 98 c | 0,3 a | 98 d | 0,3 a | 98 d | 0,3 a | 0,0 a |
| 9 | 74 d | 3,7 b | 70 b | 3,0 b | 71 b | 3,0 b | 75 c | 2,7 b | 75 c | 2,7 b | 6,6 b |
| 10 | 97 e | 3,7 b | 100 c | 1,3 a | 100 c | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 0,0 a |
| 11 | 1 b | 3,3 b | 0 a | 3,3 b | 0 a | 3,3 b | 0 a | 3,3 b | 1 a | 3,3 b | 13,0 c |
| 12 | 0 a | 3,7 b | 0 a | 3,7 b | 0 a | 3,7 b | 0 a | 3,7 b | 0 a | 3,7 b | 12,4 c |
| F _{Bloco} | 1,1 ^{ns} | 0,8 ^{ns} | 0,9 ^{ns} | 0,6 ^{ns} | 0,9 ^{ns} | 0,1 ^{ns} | 1,2 ^{ns} | 0,1 ^{ns} | 1,0 | 0,1 ^{ns} | 0,8 ^{ns} |
| F _{Trat} | 787,9 ^{**} | 12,8 ^{**} | 178,7 ^{**} | 7,6 ^{**} | 185,4 ^{**} | 15,1 ^{**} | 406,9 ^{**} | 16,6 ^{**} | 228,1 | 16,6 ^{**} | 42,4 ^{**} |
| CV (%) | 3,3 | 10,1 | 5,3 | 24,3 | 5,7 | 17,6 | 4,2 | 17,0 | 4,8 | 17,0 | 18,8 |

Trat: tratamento; Ns: não significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade.

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados foram transformados pela função $y = \sqrt{x + 0,5}$

Tabela 4. Número de plantas (P) e porcentagem de intoxicação (F) de *C. ochroleuca* com doses de atrazine em pós-emergência (PÓS) e em diferentes épocas com ou sem a aplicação de [paraquat + diuron] e doses de atrazine em pré-emergência (PRÉ) aos 7 dias, 14 dias, 21 dias e 28 dias após a última aplicação (DAA) e aos 56 dias após a semeadura (DAS) e massa de matéria seca (MS) aos 56 DAS.

| Trat. | Fitointoxicação de <i>Crotalaria ochroleuca</i> (%) | | | | | | | | | | MS (g) |
|--------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | 7 DAA | | 14 DAA | | 21 DAA | | 28 DAA | | 56 DAS | | |
| | F | P | F | P | F | P | F | P | F | P | |
| 1 | 0 a | 3,3 b | 0 b | 3,7 b | 2 a | 3,7 b | 0 a | 3,3 b | 2 a | 3,3 b | 12,8 d |
| 2 | 3 b | 3,7 b | 1 b | 3,7 b | 1 a | 3,7 b | 1 a | 3,7 b | 4 a | 3,7 b | 13,5 d |
| 3 | 93 f | 0,3 a | 93 a | 0,3 a | 93 d | 0,3 a | 93 d | 0,3 a | 93 c | 0,3 a | 0,3 a |
| 4 | 100 f | 0,0 a | 100 a | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 100 d | 0,0 a | 100 c | 0,0 a | 0,0 a |
| 5 | 92 f | 2,0 b | 93 a | 0,7 a | 93 d | 0,7 a | 93 d | 0,7 a | 90 c | 0,7 a | 0,4 a |
| 6 | 91 f | 3,7 b | 92 a | 0,3 a | 92 d | 0,3 a | 93 d | 0,3 a | 90 c | 0,3 a | 0,4 a |
| 7 | 3 b | 3,0 b | 4 b | 3,0 b | 4 b | 3,3 b | 5 b | 3,3 b | 6 a | 3,3 b | 13,1 d |
| 8 | 7 c | 3,7 b | 68 a | 2,7 b | 69 c | 2,3 b | 65 c | 2,3 b | 43 b | 2,3 b | 5,6 c |
| 9 | 40 d | 2,3 b | 83 a | 2,0 b | 84 c | 2,0 b | 85 d | 1,7 b | 57 b | 1,7 b | 7,3 b |
| 10 | 72 e | 2,7 b | 72 a | 2,3 b | 72 c | 2,3 b | 72 c | 2,3 b | 72 c | 2,3 b | 2,5 b |
| 11 | 2 b | 3,0 b | 1 b | 3,0 b | 1 a | 2,7 b | 1 a | 2,7 b | 10 a | 2,3 b | 13,2 d |
| 12 | 0 a | 2,3 b | 0 | 2,3 b | 0 a | 2,3 b | 0 a | 2,3 b | 2 a | 2,3 b | 11,6 d |
| F _{Bloco} | 1,3 ^{ns} | 0,1 ^{ns} | 1,0 ^{ns} | 0,1 ^{ns} | 1,2 ^{ns} | 0,0 ^{ns} | 0,8 ^{ns} | 0,0 ^{ns} | 0,7 ^{ns} | 0,0 ^{ns} | 0,5 ^{ns} |
| F _{Trat} | 117,1 ^{**} | 5,8 ^{**} | 78,6 ^{**} | 6,1 ^{**} | 196,3 ^{**} | 6,3 ^{**} | 93,4 ^{**} | 6,4 ^{**} | 11,1 ^{**} | 6,3 ^{**} | 15,7 ^{**} |
| CV (%) | 8,5 | 18,0 | 17,2 | 23,1 | 8,8 | 23,0 | 7,5 | 22,5 | 36,5 | 22,7 | 23,1 |

Trat: tratamento; Ns: não significativo a 5% de probabilidade; **: significativo a 1% de probabilidade.

Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados foram transformados pela função $y = \sqrt{x + 0,5}$

cação menor do que 60% para *C. ochroleuca* aos 56 DAS (Tabela 4), indicando maior tolerância ao atrazine, conforme será mostrado mais adiante. Assim, tais resultados seriam provavelmente decorrentes da diferença de tolerância entre espécies de crotalária (menor para *C. spectabilis*) e também da época em que foi realizada a aplicação de atrazine em PÓS (aos 28 DAS), se considerado os resultados obtidos com a aplicação de atrazine aos 21 DAS, que corresponde aos tratamentos 7 e 8 (Tabela 3).

Do mesmo modo que esses tratamentos com [paraquat+diuron] não seriam os mais adequados para o controle de soja voluntária no cultivo das duas espécies de *Crotalaria*, também não seriam recomendados aqueles com a aplicação apenas de atrazine (250 g ha⁻¹ e 500 g ha⁻¹) PRÉ. Isso porque tais tratamentos também não controlaram a soja voluntária de forma eficaz (Tabela 2), embora não tenham proporcionado efeito fitotóxico significativo nas duas espécies de crotalária ou mesmo reduzido o número de plantas e a massa de matéria seca por planta das espécies estudadas (Tabelas 3 e 4). De forma semelhante, verificou-se na literatura que doses menores do que 500 g ha⁻¹ aplicadas em pré-emergência de *C. spectabilis* e de *C. ochroleuca* não causaram sintomas severos de intoxicação nessas espécies (Nogueira et al., 2014). Ademais, mesmo o residual de 1.500 g ha⁻¹ de atrazine (o triplo da maior dose aplicada nesses ensaios) também não foi prejudicial à soja semeada de 15 dias a 30 dias após a sua aplicação (Carvalho et al., 2010). Acredita-se que tais resultados também se devem, em parte, ao fato do herbicida atrazine ser moderadamente adsorvido no solo e apresentar maior adsorção e hidrólise do produto quando aplicado em solo de baixo pH (5,5 a 6,5) (Rodrigues; Almeida, 2018), situação em que foi realizado este ensaio.

Os tratamentos compostos por aplicações sequenciais de atrazine 250 g ha⁻¹ PÓS, assim como de 500 g ha⁻¹ PÓS com intervalo de 14 dias entre aplicações (14 DAS e 28 DAS), controlaram a soja voluntária, causando a morte total das plantas avaliadas nas avaliações iniciais de controle (Tabela 2). Após a primeira aplicação realizada aos 14 DAS, tanto para a dose de 250 g ha⁻¹ PÓS quanto para a de 500 g ha⁻¹ PÓS, observou-se amarelecimento das bordas das folhas nas plantas de soja que, posteriormente à segunda aplicação realizada aos 28 DAS, evoluíram para necrose total das folhas, de forma semelhante ao observado por Dan et al. (2009). Grigolli e Lourenção (2013) obtiveram resultados similares com a aplicação de dose única de 1.000 g ha⁻¹ de atrazine em pós-emergência no estágio V1 do milho, pois controlou a soja voluntária em

consórcio com o milho. Entretanto, tais tratamentos sequenciais não apenas controlaram eficazmente a soja neste ensaio, mas também causaram a morte das duas espécies de crotalária (Tabelas 3 e 4). O mesmo foi observado por Dias et al. (2017) com a aplicação da dose de 1.000 g ha⁻¹ em *C. spectabilis* aos 18 dias após emergência da cultura. Desse modo, esses tratamentos também não poderiam ser indicados para o controle de soja voluntária quando houvesse a presença dessas espécies na área.

Os resultados obtidos com a aplicação sequencial de atrazine (250 g ha⁻¹) PÓS aos 14 DAS e 28 DAS devem ser decorrentes tanto da aplicação sequencial quanto da época em que foi realizada a primeira aplicação aos 14 DAS (Tabelas 3 e 4), época em que tanto a soja quanto as espécies de crotalária seriam mais suscetíveis devido à menor quantidade de tecidos especializados e intensa atividade enzimática, que acabam favorecendo a ação do herbicida (Deuber, 2003). Em relação à época de aplicação no controle da soja voluntária, a associação de atrazine (250 g ha⁻¹) PRÉ com a aplicação com atrazine (250 g ha⁻¹) PÓS aos 14 DAS resultou em controle médio de 50% da soja, enquanto aos 21 DAS e 28 DAS resultaram em controles de aproximadamente 18% (atrazine e [paraquat+diuron] em PRÉ).

Para as duas espécies de crotalária, quando a primeira aplicação de atrazine (250 g ha⁻¹) PÓS foi realizada aos 14 DAS, houve também maior porcentagem de fitointoxicação (>90%), menor número de plantas e massa de matéria seca quando comparados às respectivas testemunhas (Tabelas 3 e 4). Quando essa mesma dose foi aplicada em PÓS nas outras duas épocas (21 DAS e 28 DAS, tratamentos 7 e 9, respectivamente), a fitointoxicação em *C. spectabilis* foi menor ou igual a 75% aos 56 DAS e a massa de matéria seca foi reduzida praticamente à metade da testemunha, embora não tenha ocorrido efeito em relação ao número de plantas (Tabela 3). Já em *C. ochroleuca*, a fitointoxicação aos 56 DAS foi de 6% com a aplicação aos 21 DAS e de 57% aos 28 DAS, quando houve a aplicação de atrazine e [paraquat+diuron] na semeadura, respectivamente, embora esses resultados não tenham sido provavelmente decorrentes dessas aplicações, conforme discutido anteriormente. Para esses dois tratamentos não houve redução no número de plantas, embora tenha reduzido a massa de matéria seca (à exceção da aplicação em *C. ochroleuca* aos 21 DAS). No tratamento com a aplicação de atrazine aos 21 DAS, houve amarelecimento nas bordas das folhas na primeira avaliação de *C. spectabilis* com menor fitointoxicação média nas avaliações realizadas após 14 DAA,

sendo indicativo de recuperação da cultura, o mesmo não ocorrendo para a aplicação aos 28 DAS.

A aplicação de 500 g ha⁻¹ de atrazine em PÓS resultou em controle excelente da soja voluntária, desde que a primeira aplicação tenha sido realizada até 21 DAS, que corresponde aos tratamentos 4, 6 e 8 (Tabelas 1 e 2). Tal dose de atrazine não poderia ser aplicada em PÓS de *C. spectabilis*, considerando-se a fitointoxicação maior do que 95% aos 56 DAS, independentemente de quando foi aplicada (Tabela 3). Entretanto, *C. ochroleuca* se mostrou mais tolerante à essa dose de atrazine em PÓS desde que essa primeira aplicação tenha sido realizada próxima aos 21 DAS, já que para essa época foi observada fitointoxicação em torno de 40% aos 56 DAS, sem reduzir o número de plantas, embora tenha ocorrido menor massa de matéria seca que a testemunha (Tabela 4).

Assim, a menor fitointoxicação e o menor efeito sobre a massa de matéria seca e número de plantas com a aplicação de atrazine (500 g ha⁻¹) PÓS aos 21 DAS antecedida da mesma dose em PRÉ indicaram que esse tratamento seria o mais indicado entre os avaliados para o controle de soja voluntária, considerando-se que também foi um daqueles com maior controle desse alvo.

Conclusões

Conclui-se que apenas a aplicação de atrazine (500 g ha⁻¹) PRÉ / atrazine (500 g ha⁻¹) PÓS aos 21 DAS pode ser realizada em *C. ochroleuca* para o controle da soja voluntária, enquanto nenhum dos tratamentos estudados pode ser aplicado em *C. spectabilis* para essa finalidade.

Referências

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2021/22: 2º levantamento, v. 9, n. 2, Brasília: Conab, p. 1-92, nov. 2021. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/37417_b8ca7d7975dafd0ff48ba4d5887bb0b0. Acesso: 24 nov. 2021.

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS (ALAM). Recomendaciones sobre unificación de sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.

BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; TAKANO, H. K.; CHASE, C. A.; FORNAZZA, F. G. F.; RAIMONDI, R. T. Selection of herbicides targeting the use in crop systems cultivated with showy crotalaria. **Planta Daninha**, v. 33, n. 3, p. 521-534, 2015.

CALEGARI, A. Sistemas de rotacao de culturas e seus efeitos ambientais e economicos no centro-sul do cerrado. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 5., 2001, Dourados. **Sustentabilidade, sim!** Anais. [Brasília]: APDC; Dourados: Embrapa Agropecuaria Oeste, 2001. p. 23-27. (Embrapa Agropecuaria Oeste. Documentos, 31).

CARVALHO, F. T.; MORETTI, T. B.; SOUZA, P. A. Efeito do residual no solo de nicosulfuron isolado e em mistura com atrazine sobre culturas agrícolas subsequentes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 9, n. 1, p. 26-34, 2010.

CECCON, G.; LUIZ NETO NETO, A.; PALOMBO, L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 359-364, 2010.

DAN, H. A.; BARROSO, A. L. de L.; PROCÓPIO, S. de O.; DAN, L. G. de M.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; BRAZ, G. B. P. Controle químico de plantas voluntárias de soja Roundup Ready® - **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 8, n. 3, p. 96-101, 2009.

DAN, H. A.; PROCOPIO, S. O.; BARROSO, A. L. de L.; DAN, L. G. de M.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N. Controle de plantas voluntárias de soja com herbicidas utilizados em milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 253-257, 2011.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP, 2003.

DIAS, R. de C.; MENDES, K. F.; GONÇALVES, C. G.; MELO, C. A. D.; TEIXEIRA, M. F. F.; SILVA, D. V.; REIS, M. R. Seletividade inicial de herbicidas aplicados em pós-emergência da crotalaria. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 1, p. 76-83, 2017.

GRIGOLLI, J. F. J.; LOURENÇÃO, A. L. F. Controle de soja tiguera com diferentes doses de atrazine em milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. **Estabilidade e produtividade**: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Disponível em: <https://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosufrinha2013/PDF/78.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

INTERNATIONAL SERVICE FOR THE ACQUISITION OF AGRI-BIOTECH APPLICATIONS (ISAAA). **Global status of commercialized biotech/GM crops in 2017**: biotech crop adoption surges as economic benefits accumulate in 22 years. 2017. ISAAA Brief 53. Disponível em: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/download/isaaa-brief-53-2017.pdf>.

Acesso em: 05 jan. 2021

MATO GROSSO. Instituto de Defesa Agropecuária Mato Grosso (INDEA-MT). Instrução Normativa Conjunta SEDEC/SEAF/INDEA-MT Nº 001/2015. Dispõe sobre as medidas fitossanitárias para prevenção e controle da ferrugem asiática da soja no Estado de Mato Grosso. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso**, ano 124, n. 26473, de 9 fev. 2015. p. 45-46. Disponível em: <https://www.iomat.mt.gov.br/portal/edicoes/download/3919>. Acesso em: 05 jan. 2021.

NOGUEIRA, C. H. P.; CORREIA, N. M.; FERREIRA, P. S. H. Seletividade de herbicidas pulverizados em pré-emergência para *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. **A ciência das plantas daninhas em clima de mudanças**: anais. [Londrina]: SBCPD, 2014.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; INOUE, M. H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 243-261.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 7 ed. Londrina: autores, 2018.

SILVA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 1, p. 22-28, 2009.

VELINI, E. D.; OSIPE, R.; GAZZIERO, D. L. P. (coord.). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995.

YORINORI, J. T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. (Embrapa Soja. Documentos, 247).

Embrapa

Agrossilvipastoril

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL