

Tolerância de cultivares de soja com e sem a tecnologia STS à aplicação de chlorimuron-ethyl em pré-emergência



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

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
4**

Tolerância de cultivares de soja com e sem a tecnologia STS à aplicação de chlorimuron-ethyl em pré-emergência

*Fernanda Satie Ikeda
Jackson Nogueira da Silva
Sidnei Douglas Cavalieri
Edson Ricardo de Andrade Junior*

Embrapa Agrossilvipastoril
Sinop, MT
2019

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
Fernanda Satie Ikeda

Membros
*Aisten Baldan, Alexandre Ferreira do Nascimento,
Daniel Rabelo Ituassú, Dulândula Silva Miguel Wruck,
Jorge Lulu, Rodrigo Chelegão, Silvio Tulio Spera,
Vanessa Quitete Ribeiro da Silva*

Normalização bibliográfica
Aisten Baldan (CRB 1/2757)

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Renato da Cunha Tardin Costa

Foto da capa
Gabriel Rezende Faria

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

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

Tolerância de cultivares de soja com e sem a tecnologia STS à aplicação de
chlorimuron-ethyl em pré-emergência / Fernanda Satie Ikeda ... [et al.]. –
Sinop, MT: Embrapa, 2019.
PDF (21 p.) : il. color.; 22cm. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Agrossilvipastoril, ISSN 2675-0813; 4).

1. Soja. 2. Tolerância. 3. Pré-emergencial. I. Ikeda, Fernanda Satie. II. Silva,
Jackson Nogueira da. III. Cavalleri, Sidnei Douglas. IV. Andrade Junior, Edson
Ricardo de. V. Embrapa Agrossilvipastoril. VI. Título. VII. Série

CDD 633.34

Aisten Baldan (CRB 1/2757)

© Embrapa, 2019

Sumário

Resumo	4
Abstract	5
Introdução.....	6
Material e métodos	8
Resultados e discussão.....	10
Conclusões.....	17
Agradecimento	17
Referências	17

Tolerância de cultivares de soja com e sem a tecnologia STS à aplicação de chlorimuron-ethyl em pré-emergência

Fernanda Satie Ikeda¹

Jackson Nogueira da Silva²

Sidnei Douglas Cavaliere³

Edson Ricardo de Andrade Junior⁴

Resumo – Com o advento da soja RR, aplicações sucessivas de glyphosate tornaram-se comuns nas áreas de produção de grãos, ocasionando a seleção de plantas daninhas resistentes e tolerantes ao herbicida. Devido à seleção, buscaram-se novas alternativas de controle, incluindo-se as cultivares STS, tolerantes à sulfoniluréias. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a tolerância de cultivares de soja com e sem a tecnologia STS a doses crescentes de chlorimuron-ethyl (0 g ha^{-1} , 20 g ha^{-1} , 40 g ha^{-1} e 80 g ha^{-1}) aplicadas em pré-emergência. As avaliações de fitointoxicação das cultivares foram realizadas aos 40 dias e 55 dias após a aplicação, atribuindo-se notas de 0 % a 100 %. Avaliou-se também a massa de 100 grãos, o número de vagens por planta e grãos por vagem, o estande final e o rendimento de grãos no final do ciclo da cultura. Há aumento de fitointoxicação para a cultivar sem a tecnologia STS com o aumento da dose de chlorimuron-ethyl em pré-emergência, demonstrando a susceptibilidade da cultivar para doses superiores a 20 g ha^{-1} com perdas de rendimento de até 20% quando utilizada a maior dose (80 g ha^{-1}), enquanto a cultivar com a tecnologia STS é tolerante à aplicação em pré-emergência de chlorimuron-ethyl até a dose de 80 g ha^{-1} .

Termos para indexação: tolerância a sulfoniluréias, seletividade, controle de plantas daninhas.

¹ Engenheira agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora, Embrapa Agrossilvipastoril.

² Engenheiro agrônomo, Confiança Representações.

³ Engenheiro agrônomo, doutor em Agricultura, pesquisador, Embrapa Algodão.

⁴ Engenheiro agrônomo, doutor em Agroicultura Tropical, pesquisador, Instituto Mato-Grossense do Algodão.

Tolerance soybean cultivars with and without sulfonylurea tolerance to chlorimuron ethyl applied in pre-emergence

Abstract – Successive applications of glyphosate to Roundup Ready (RR)® soybean crops in grain producing areas have led to the selection of herbicide-resistant weeds. For this reason, new weed control strategies have been developed, including the generation of RR + Sulfonylurea Tolerant Soybean (STS)® cultivars. The objective of this study was to evaluate the tolerance soybean cultivars with and without sulfonylurea tolerance to increasing doses of the sulfonylurea herbicide chlorimuron-ethyl applied at 0 g ha⁻¹, 20 g ha⁻¹, 40 g ha⁻¹ and 80 g ha⁻¹ in the pre-emergence. Phytotoxicity of the herbicide towards the cultivars was scored in the range 0 % to 100% at 40 days and 55 days after application. In addition, the weight of 100 grains, the numbers of grains per pod and pods per plant, and final stand and grain yield were evaluated at the end of the growth cycle. Phytotoxicity increased in the non-STS cultivar with increasing doses of chlorimuron-ethyl, revealing susceptibility at doses higher than 20 g ha⁻¹ and losses in yield of up to 20% at a dose of 80 g ha⁻¹. In contrast, the STS cultivar was tolerant to 80 g ha⁻¹ and showed no signs of phytotoxicity or loss of yield.

Index terms: sulfonylurea tolerance, selectivity, weed control.

Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma leguminosa de grande importância para o agronegócio nacional, sendo a principal cultura na maioria das regiões agrícolas do país (Balbinot Júnior, et al., 2017). Na safra 2018/2019, a oleaginosa foi cultivada no Brasil em 35,9 milhões de hectares, com produção de cerca de 115 milhões de toneladas de grãos (Acompanhamento..., 2019), sendo a grande maioria das áreas exploradas com cultivares transgênicas (Infomativo..., 2016).

Dentre as tecnologias transgênicas introduzidas nas cultivares brasileiras, a primeira e a mais amplamente adotada foi obtida por meio da inserção de um gene no DNA da planta que codifica a enzima EPSPs (5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato-sintase), tornando-a insensível ao glyphosate, conhecida comercialmente como soja Roundup Ready, ou soja RR. Entre outras vantagens dessa tecnologia, citam-se aquelas relacionadas ao próprio herbicida, como a sua eficácia e amplo espectro de controle, o que reduz a necessidade de aplicação de outros herbicidas no ciclo todo, além de possibilitar maior intervalo para que essa aplicação possa ser realizada (Andreoli, 2000; Gazziero et al., 2007; Oliveira Júnior, 2011).

A facilidade oferecida pela tecnologia RR fez com que se tornasse muitas vezes a única prática no controle de plantas daninhas (Gazziero et al., 2001) e o sucesso na adoção dessa tecnologia levou à ampliação do seu uso em cultivares de milho (Cruz et al., 2014) e de algodoeiro. Isso vem contribuindo para o aumento do número de aplicações de glyphosate, já que muitas vezes essas culturas são cultivadas em sucessão à soja (Ikeda, 2013). Assim, com esse uso constante, aumenta-se a pressão de seleção sobre a comunidade de plantas daninhas dessas áreas e, conseqüentemente, a seleção de biótipos resistentes à ação dessa molécula (Christoffoleti; Nicolai, 2016). Essa pressão de seleção já selecionou oito espécies de plantas daninhas resistentes ao herbicida no Brasil: *Chloris elata*, *Lolium perenne* ssp. *multiflorum*, *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis* e *Conyza sumatrensis*, *Digitaria insularis*, *Amaranthus palmeri* e *Eleusine indica* (Heap, 2019).

A seleção pelo glyphosate também ocorre para aquelas espécies consideradas tolerantes ao herbicida (Monquero, 2003), como é o caso de *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), *Commelina bengalensis* (trapoeraba), *Richardia*

brasilensis, entre outras (Vargas; Gazziero, 2008). Dessa forma, como consequência de tais seleções, torna-se necessária a proposição de alternativas para o controle dessas comunidades de plantas daninhas.

O emprego de cultivares convencionais com a aplicação de herbicidas seletivos para a cultura pode ser uma alternativa para a comercialização em mercados que não aceitam transgênicos (Ikeda, 2013), o que seria uma alternativa para a rotação de herbicidas. Entretanto, mesmo nas áreas com cultivares RR, existe a possibilidade de se realizar misturas de herbicidas em tanque para o controle de plantas daninhas consideradas de difícil controle, seja em pós-emergência ou na dessecação com herbicida pré-emergente (Rizzardi; Silva, 2014). A fitointoxicação causada por essas misturas pode variar com a cultivar e a combinação de doses nas aplicações em pós-emergência (Maciel et al., 2009), assim como o controle pode diferir em função dessa combinação (Procópio et al., 2007).

O desenvolvimento de cultivares com resistência ou tolerância a outros herbicidas tem sido também uma dessas alternativas, principalmente em decorrência da dificuldade na obtenção de novas moléculas. Um exemplo são as cultivares de soja com maior tolerância às sulfoniluréias (STS). No mercado, existem ao todo 12 cultivares de soja registradas com essa tolerância (Mantovani, 2017).

A tecnologia STS introduzida nas cultivares de soja, foi desenvolvida pela técnica de mutagênese de sementes com o uso do indutor alquilante etilmetanosulfonato (EMS), que causa a mutação por meio da modificação da base nitrogenada guanina já presente no DNA da planta com a introdução de um radical aquil (Silva, 2015). Nesse caso, a inserção dos alelos Als1 e/ou Als2 que conferem tolerância às sulfoniluréias não afetaria as características agrônômicas da soja (Mantovani, 2017). Segundo a empresa que desenvolveu essas cultivares, doses crescentes de chlorimuron-ethyl aplicadas em pós-emergência, até quatro vezes a dose recomendada, não afetam a produtividade dessas cultivares STS (Cooperativa..., 2019; Silva, 2015).

A maior tolerância às sulfoniluréias levaria à redução de perdas na produtividade de grãos pela fitotoxicidade desses herbicidas, tanto na forma isolada como em associação com o glyphosate, possibilitando maior diversificação na utilização de herbicidas na cultura mesmo em estádios mais avançados. Como consequência, podem aumentar as chances de sucesso no controle

plantas daninhas tolerantes ao glyphosate, além de terem efeito sobre o banco de sementes no solo, devido à sua ação residual (Monquero et al., 2008).

O chlorimuron-ethyl, pertencente ao grupo químico das sulfoniluréias, atua inibindo a enzima acetolactato sintase (ALS) e caracteriza-se pelo amplo espectro de ação, principalmente no controle de espécies dicotiledôneas (Silva, 2015). Para as cultivares que não apresentam a tecnologia STS, as doses recomendadas de chlorimuron-ethyl variam entre 10 g ha⁻¹ e 20 g ha⁻¹ em função das espécies de plantas daninhas encontradas, podendo-se aplicar em pré ou pós-semeadura da soja ou na pós-emergência da cultura a partir do estágio V3 (Rodrigues; Almeida, 2011). No solo, a sua persistência varia de acordo com as condições a que foram expostas, sendo a meia vida (T_{1/2}) de aproximadamente 60 dias (Vidal, 2002).

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância de cultivares de soja com e sem tecnologia STS à aplicação de doses crescentes de chlorimuron-ethyl em pré-emergência.

Material e métodos

O experimento foi conduzido entre os meses de novembro e março, durante a safra 2016/2017, na área experimental do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt), localizado no município de Sorriso, MT, latitude 12°45'47" S, longitude 55°50'14" W e altitude de 400 m. O clima da região segundo Köppen-Geiger é classificado como Aw - tropical com estação seca de inverno. Na Figura 1 estão apresentados os dados pluviométricos durante o tempo de duração do experimento.

O solo no local do experimento foi identificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (Santos et al., 2018) com as seguintes características granulométricas e químicas na camada de 0 m a 0,2 m: 640 g kg⁻¹ de argila, 170 g kg⁻¹ de silte e 190 g kg⁻¹ de areia; pH em (CaCl₂) de 5,4; 18 mg dm⁻³ de P; 65 mg dm⁻³ de K; 3,9 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,4 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,0 cmol_c dm⁻³ de Al; 4,2 cmol_c dm⁻³ de H+Al; 4,1 g kg⁻¹ de matéria orgânica; CTC de 5,4 cmol_c dm⁻³ e 56,43 % de saturação por bases.

O experimento foi conduzido em faixas com delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4 e oito repetições. Nas fai-

xas longitudinais foram semeadas duas cultivares de soja (com e sem a tecnologia STS) e nas transversais quatro doses de chlorimuron-ethyl (0 g ha^{-1} , 20 g ha^{-1} , 40 g ha^{-1} e 80 g ha^{-1}) e a testemunha capinada. As parcelas foram constituídas por sete linhas de semeadura com espaçamento entre linhas de 0,45 m e três metros de comprimento, ajustada a uma população de 16 plantas por metro linear. Para a área útil foi desconsiderado 0,5 m das extremidades e uma linha de cada lado da parcela.

Quatro dias antes da semeadura foi realizada dessecação total da área experimental com o uso de 960 g ha^{-1} de glyphosate. As cultivares utilizadas foram MONSOY 7739 RR, com hábito semi-determinado e BRASMAX GARRA IPRO, com hábito de crescimento indeterminado, tolerante as sulfoniluréias (STS) e resistente ao glyphosate (RR), ambas com ciclo médio de aproximadamente 110 dias (Brasmax, 2019; Monsoy, 2019a; Monsoy, 2019b). A semeadura foi realizada no dia 11 de novembro de 2016, de forma mecanizada, com espaçamento entre linhas de 0,45 m, sendo aplicados na linha de cultivo 300 kg ha^{-1} de MAP (9 % de N e 48 % de P_2O_5) para a adubação de plantio e 30 dias após a semeadura (DAS) foi realizada a aplicação de 200 kg ha^{-1} de KCl (58 % de K_2O) a lanço.

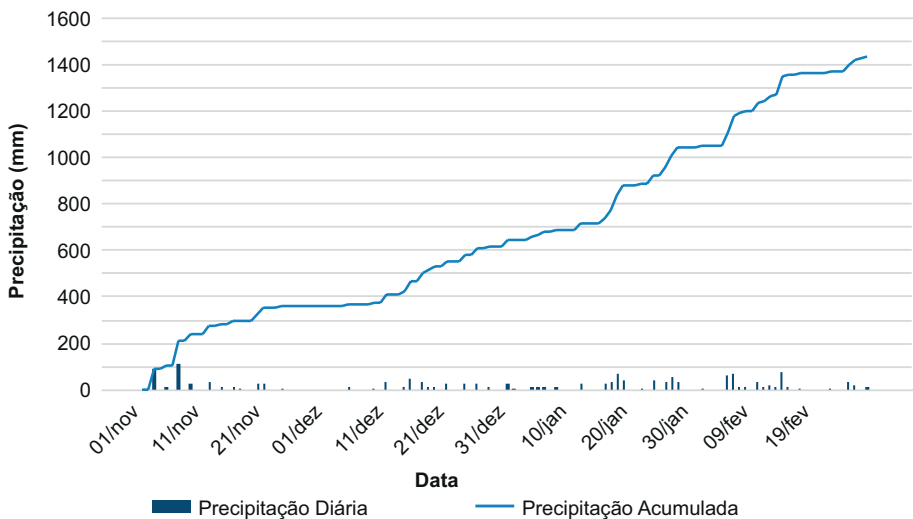


Figura 1. Índices pluviométricos (mm dia^{-1}) registrados na área experimental (IMAMt) durante a safra 2016/2017. Sorriso, MT, 2017.

As aplicações dos tratamentos com herbicida ocorreram logo após semeadura, com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com uma barra de aplicação de seis pontas de jato plano modelo XR 110.02, com espaçamento entre bicos de 0,50 m e volume de aplicação de 200 L ha⁻¹. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura (Tecnologias..., 2013).

A avaliação de fitotoxicidade foi realizada aos 40 e 55 dias após a aplicação do herbicida chlorimuron-ethyl, atribuindo-se notas visuais de 0% a 100%, em que 0 representa a ausência de injúrias e 100 a morte da planta. As análises de estande final e altura de plantas foram realizadas juntamente com a colheita. A avaliação de estande foi realizada pela contagem das plantas presentes em quatro linhas centrais de 1 m. Nessa mesma área foi determinada a altura de 10 plantas escolhidas aleatoriamente e colhidas as plantas manualmente para avaliação de rendimento com 96 dias de ciclo.

Também foram avaliados os seguintes componentes de produção no laboratório de Plantas Daninhas da Embrapa Agrossilvipastoril: número de vagens por planta, grãos por vagem, massa de 100 grãos (g) e rendimento total da parcela (kg ha⁻¹). O número de vagens por planta foi determinado pela contagem manual em 10 plantas, selecionadas aleatoriamente entre aquelas retiradas para a avaliação de rendimento. As contagens do número de grãos por vagem foram realizadas em 10 vagens por parcela. A massa de 100 grãos foi determinada pela pesagem de 100 grãos em uma balança analítica, conforme Regra para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009). A massa de 100 grãos e o rendimento foram corrigidos para 13 % de umidade, de acordo com as RAS, sendo o segundo extrapolado para a área de um hectare.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Os resultados de fitointoxicação aos 40 DAA e 55 DAA, massa de 100 grãos e rendimento foram analisados por regressão linear ($y = a + bx$) com o auxílio do programa SAS.

Resultados e discussão

Para a cultivar sem a tecnologia STS, a fitointoxicação aumentou linearmente com a aplicação de doses crescentes de chlorimuron-ethyl nas avaliações realizadas aos 40 e 55 DAA (Figuras 2 e 3). Essa fitointoxicação chegou

a 35% de danos com a aplicação de 80 g ha⁻¹ de chlorimuron-ethyl na primeira avaliação (Figura 2), sendo próximo a 20% na segunda avaliação (Figura 3), devido à capacidade de recuperação e desenvolvimento da soja. Nesse caso, a metabolização do chlorimuron-ethyl ocorre por conjugação homo-glutathiona (Rodrigues; Almeida, 2011), o que faz com que não ocorra a morte da planta como no caso de espécies suscetíveis (Gillespie et al., 2011).

Embora a soja tenha esse mecanismo de metabolização do herbicida, ele provavelmente teria suas limitações, já que foram observados sintomas fitotóxicos maiores com o aumento das doses quando não havia os alelos de tolerância ao herbicida. Além disso, em outro estudo, os sintomas de fitointoxicação causados por doses crescentes de chlorimuron-ethyl em pré-emergência em progênies sem os alelos de tolerância às sulfoniluréias também se mantiveram constantes em todas as avaliações realizadas até 28 DAA (Mantovani, 2017). Isso também deve ser decorrente de sua meia-vida em torno de 40 a 60 dias, dependendo do pH e da umidade no solo (Vidal, 2002; Gillespie et al., 2011; Newson; Shaw, 1992), que embora contribua no controle de plantas daninhas também estenderia o efeito fitotóxico nas cultivares de soja.

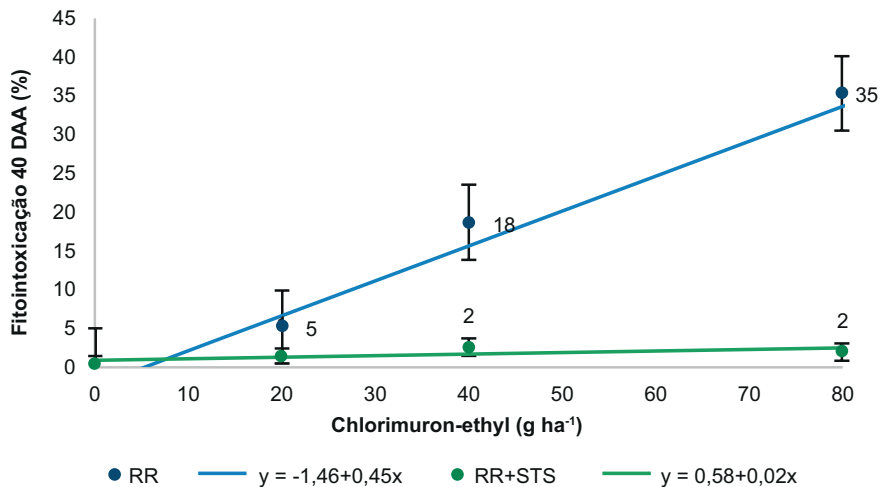


Figura 2. Fitointoxicação (%) em cultivares de soja Monsoy 7739 RR e Brasmox Garra lpro RR + STS em função da aplicação de doses crescentes de chlorimuron-ethyl aos 40 dias após a aplicação. Sorriso, MT, 2017.

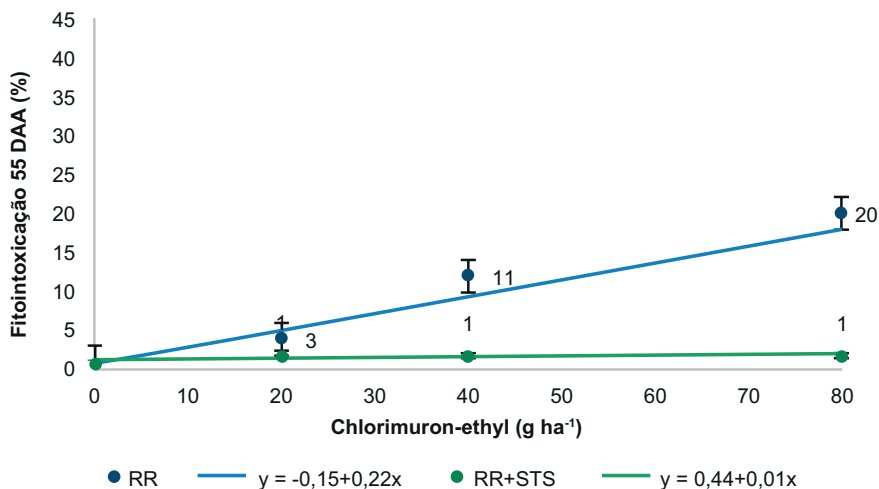


Figura 3. Fitointoxicação (%) de cultivares de soja Monsoy 7739 RR e Brasmax Garra lpro RR + STS em função da aplicação de doses crescentes de chlorimuron-ethyl, aos 55 dias após a aplicação. Sorriso, MT, 2017.

Em geral, os resultados obtidos na literatura para a aplicação em pré-emergência de chlorimuron-ethyl em cultivares RR se restringem às doses recomendadas para o herbicida na dessecação pré-semeadura da soja (10 e 15 g ha⁻¹), onde não se observaram sintomas fitotóxicos (Roman, 2002) ou em pré-emergência após a semeadura da soja, em que os sintomas foram observados apenas na avaliação inicial (Osipe et al., 2014). Neste estudo, observou-se que mesmo em avaliações mais tardias, ainda havia fitointoxicação ao redor de 5% na cultivar de soja RR na menor dose (Figuras 2 e 3).

Em relação à cultivar com tecnologia STS, a fitointoxicação ficou próxima a 0% nas duas avaliações (Figuras 2 e 3), comprovando sua tolerância ao herbicida mesmo em maiores doses. Do mesmo modo, que em outro estudo com progênies em que foram inseridos os alelos Als1 e Als1+Als2 (Mantovani, 2017). Silva (2015) também não observou quaisquer sintomas de fitointoxicação nas cultivares CD 250 RR + STS e CD 26300 RR + STS para a aplicação em pós-emergência de doses de até 90 g ha⁻¹ de chlorimuron-ethyl.

Não houve interação entre os fatores para as variáveis estande final, número de vagens por planta e número de grãos por vagem com aplicação em pré-emergência de doses crescentes de chlorimuron-ethyl em cultivares de soja com e sem a tecnologia STS. As doses do herbicida também não

influenciaram nessas variáveis para as duas cultivares (Tabela 1), demonstrando o mesmo efeito que a aplicação em pós-emergência dentro das doses recomendadas em cultivares RR e sem a tecnologia STS (10 e 15 g ha⁻¹), tanto na forma isolada como em mistura com glyphosate (600 g ha⁻¹) (Osipe et al., 2014; Correia et al., 2008). Isso também se observou em cultivares com alelos de tolerância às sulfoniluréias com a aplicação de doses crescentes de chlorimuron-ethyl em pós-emergência (Silva, 2015), não sendo, portanto, os melhores indicativos para a ação herbicida ou tolerância da cultivar a ele. Nesse caso, as diferenças observadas para essas variáveis foram devidas apenas às cultivares avaliadas, ou seja, à genética de cada uma.

Tabela 1. Estande final, vagens por planta e grãos por vagem com aplicação em pré-emergência de doses crescentes de chlorimuron-ethyl em cultivares de soja Monsoy 7739 RR e Brasmax Garra Ipro RR + STS. Sorriso, MT.

Cultivar	Estande (plantas m ⁻¹)	Vagens planta ⁻¹	Grãos vagem ⁻¹
RR	12,57 a	1,5 a	2,28 a
RR + STS	15,88 b	1,6 b	2,56 b
CV (%)	9,76	4,41	5,80
Bloco	3,5*	3,56*	2,85*
Cultivar	90,84**	49,27**	60,09**
Dose	0,54 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,92 ^{ns}
Cultivar*dose	0,73 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,47 ^{ns}

*Médias seguidas por letras distintas nas colunas são diferentes, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Foram observadas interações entre as cultivares e as doses aplicadas de chlorimuron-ethyl para a massa de 100 grãos. Os resultados dessa variável foram ajustados ao modelo de regressão linear para a cultivar de soja sem a tecnologia STS (Figura 4), enquanto para a cultivar com a tecnologia STS foi apresentada apenas a média das doses por não ter sido significativo o desdobramento. Nesse caso, observou-se que o valor médio de 14,0 g foi inferior ao descrito para a cultivar de 18,9 g (Brasmax, 2019), assim como a média observada em Mato Grosso para a cultivar Monsoy 7739 RR de 18,0 g sem a aplicação do herbicida (Monsoy, 2019b). Embora a massa de 100 grãos tenha sido 6,7% maior na cultivar sem a tecnologia STS em relação àquela com a tecnologia sem a aplicação do herbicida, observou-se que essa primeira cultivar apresentou tendência de redução da massa de 100 grãos e, conseqüentemente, aumento de sua fitointoxicação com o aumento da dose

de chlorimuron-ethyl. Nesse caso, a redução foi de 13,3% para a maior dose aplicada (80 g ha⁻¹) (Figura 4).

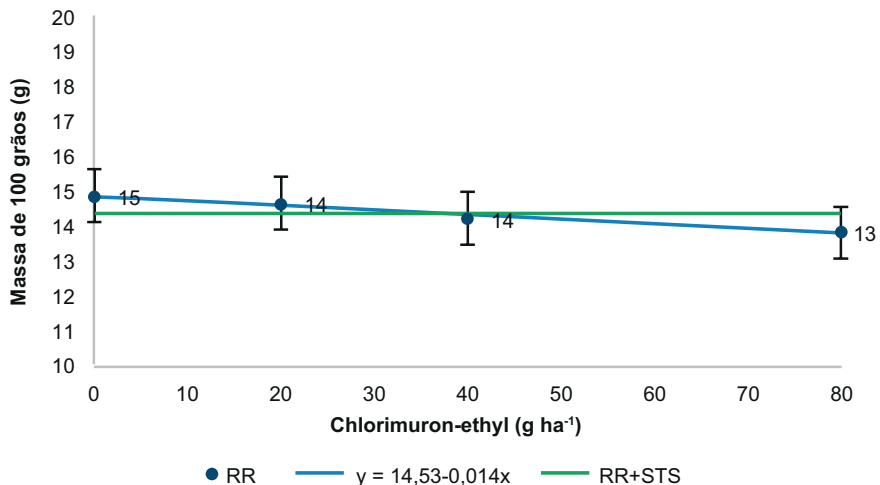


Figura 4. Massa de 100 grãos (g) de cultivares de soja Monsoy 7739 RR e Brasmax Garra Ipro RR + STS em função da aplicação em pré-emergência de dosagens crescentes de chlorimuron-ethyl. Sorriso, MT, 2017.

A susceptibilidade da cultivar sem a tecnologia STS ao herbicida chlorimuron-ethyl é mais visível quando se observa o gráfico de rendimento (Figura 5), onde houve redução de 20% na dose de 80 g ha⁻¹ em relação à testemunha. Nesse caso, deve-se considerar também o comportamento do herbicida no solo. Assim, considerando-se que o pKa de chlorimuron-ethyl é de 4,2 e o pH do solo no ensaio foi de 5,4, o herbicida provavelmente se encontrava dissociado e com menor capacidade de retenção no solo por ser um ácido fraco (Silva et al., 2014), estando mais disponível para a planta. Além disso, regimes maiores de água no solo, como os que ocorreram durante este ensaio (Figura 1), podem contribuir para a perda de rendimento, como se observou em outro estudo com a aplicação de 80 g ha⁻¹ de chlorimuron-ethyl em algumas cultivares de soja. Tais perdas foram de 450 kg ha⁻¹ ou mais, além de ter ocorrido redução da altura de plantas (Newson; Shaw, 1992).

Entretanto em doses menores, essas perdas de rendimento não foram significativas, sendo de 1, 5 e 10 % com as doses de chlorimuron-ethyl de 4, 20 e 40 g ha⁻¹, respectivamente, conforme a equação do modelo de regressão (Figura 5). De forma semelhante, Osipe et al. (2014) também não obser-

varam reduções de rendimento nas aplicações com doses de 10 g ha⁻¹ e 15 g ha⁻¹ realizadas em cultivares de soja RR e sem a tecnologia STS.

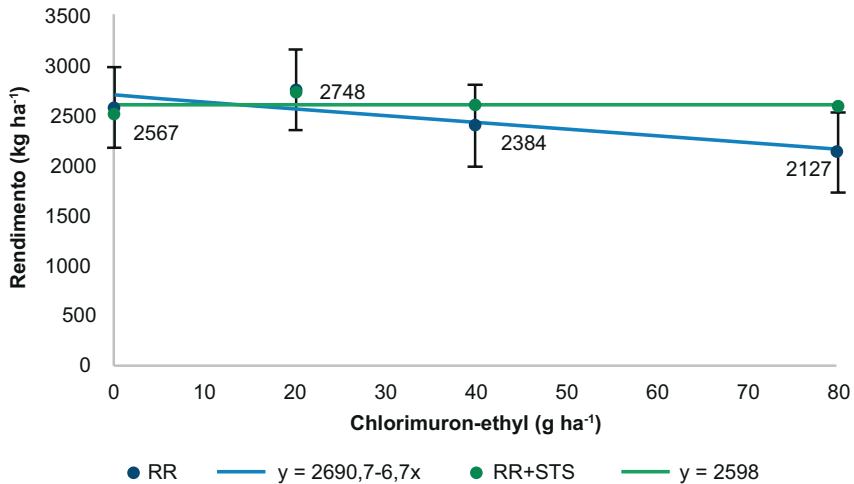


Figura 5. Rendimento (kg ha⁻¹) de cultivares de soja Monsoy 7739 RR e Brasmex Garra Ipro RR + STS em função da aplicação em pré-emergência de doses crescentes de chlorimuron-ethyl. Sorriso, MT, 2017.

Embora a cultivar Brasmex Garra Ipro não seja recomendada para o estado de Mato Grosso, verificou-se rendimento próximo ao obtido pela cultivar Monsoy 7739 RR que possui recomendação para a região (Figura 5). Isso se deve em parte, provavelmente à semeadura 10 dias após o período final recomendado (Monsoy, 2019b).

Em relação aos resultados obtidos para a cultivar com a tecnologia STS (Figura 5), foi possível observar a maior tolerância da cultivar até a dose de 80 g ha⁻¹ para aplicações em pré-emergência de chlorimuron-ethyl. Resultados semelhantes foram observados em avaliação de progênies com e sem os alelos de tolerância às sulfoniluréias (Als1, Als1+Als2), em que se verificaram perdas no rendimento de 1,1 %, 3,0 %, 3,1 % para a aplicação em pré-emergência das doses (D): 1xD, 2xD, 4xD de [20 g ha⁻¹ de chlorimuron-ethyl + 15 g ha⁻¹ de sulfometuron methyl], respectivamente, comprovando a tolerância dos materiais com a inserção desses alelos (Mantovani, 2017). Em outro estudo, também não se observou efeito da aplicação em pós-emergência de doses crescentes do herbicida em outras duas cultivares de soja com a tecnologia

STS, CD 250 RR + STS e CD 26300 RR + STS, nos resultados de massa de 100 grãos e rendimento (Silva, 2015).

Tais estudos tem a finalidade de demonstrar a tolerância dessas cultivares STS às sulfoniluréias e as doses máximas com que podem ser aplicadas para o controle de plantas daninhas. No Brasil, a tecnologia STS é recomendada para áreas infestadas com *Conyza* spp., *Ipomoea* spp. e *C. benghalensis* com a aplicação de glyphosate associado a 80 g ha⁻¹ de chlorimuron-ethyl para a primeira espécie em plantas menores do que 30 cm e com 60 g ha⁻¹ para as outras duas espécies (Cooperativa..., 2019). Essa tecnologia também está sendo recomendada na Argentina, com a aplicação de glyphosate associado à mistura comercial de 20 g ha⁻¹ de chlorimuron-ethyl e 15 g ha⁻¹ de sulfometuron-methyl em cultivares de soja com os alelos Als1 e Als1+Als2 cultivadas em áreas infestadas com gramíneas em geral, infestantes de folhas largas, plantas voluntárias de milho RR e *Conyza* spp. (Dupont, 2019).

Em relação à outras espécies de plantas daninhas, Gallon (2005) obteve 100% de controle de *R. brasiliensis* até os 28 DAA com a aplicação em pré-emergência de 22,5 g ha⁻¹ de chlorimuron-ethyl, embora outras espécies não tenham sido controladas eficazmente com a aplicação de 20 g ha⁻¹ de chlorimuron-ethyl em pré-emergência como *Euphorbia heterophylla* (Sancho et al., 2017) ou com a mistura de glyphosate + chlorimuron (1.620 g ha⁻¹ + 10 g ha⁻¹ ou 20 g ha⁻¹) em dessecação de pré-semeadura da soja como *Sida santaremnensis*, *Digitaria insularis*, *Eleusine indica*, *Chamaesyce hirta*, *Alternanthera tenella*, *Senna obtusifolia* e *Bidens pilosa*, em avaliação realizada aos 34 DAA (Procópio et al., 2006).

Nesses casos, talvez a aplicação de maiores doses de chlorimuron-ethyl em pré-emergência possa apresentar melhores resultados, já que essa molécula é registrada, por exemplo, para o controle de *B. pilosa*, *E. heterophylla*, *A. tenella* e *S. obtusifolia* em pós-emergência e para a primeira espécie seja mencionado o controle residual com a aplicação em dessecação (Brasil, 2019; Rodrigues; Almeida, 2011).

Há ressalvas no caso de *B. pilosa* e *E. heterophylla*, já que existem registros de resistência ao herbicida (Heap, 2019). Além disso, considerando-se que a aplicação de chlorimuron-ethyl vinha sendo realizada comumente na dessecação pré-semeadura em Mato Grosso, deve-se observar nas áreas se já não houve seleção anterior a esse herbicida, ou outros com o mes-

mo mecanismo de ação. Ademais, destaca-se que no Brasil existem relatos de biótipos resistentes para outras espécies: *Amaranthus palmeri* (caruru-gigante), *Parthenium hysterophorus* (losna-branca) e *Conyza sumatrensis* com resistência múltipla ao chlorimuron-ethyl e ao glyphosate (Heap, 2019).

Conclusões

Há aumento de fitointoxicação para a cultivar sem a tecnologia STS com o aumento da dose de chlorimuron-ethyl em pré-emergência, demonstrando a susceptibilidade da cultivar para doses superiores a 20 g ha⁻¹ com perdas de rendimento de até 20 % quando utilizada a maior dose (80 g ha⁻¹), enquanto a cultivar com a tecnologia STS é tolerante à aplicação em pré-emergência de chlorimuron-ethyl até a dose de 80 g ha⁻¹.

Agradecimentos

Ao Instituto Mato-Grossense do Algodão por disponibilizar a área e auxiliar na condução do ensaio.

Referências

ACOMPANHAMENTO da safra brasileira de grãos: safra 2018/19: décimo segundo levantamento. Brasília: Conab, v. 6, n. 12, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/28484_9a9ee12328baa359b3708d64e774e5d8>. Acesso em: 18 out. 2019.

ANDREOLI, C. Plantas transgênicas: soja resistente a glyphosate. In: ENCONTRO PAULISTA DE SOJA, 2., 2000, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: CATI, 2000. p. 25-33.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; HIRAKURI, M. H.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; RIBEIRO, R. H. **Análise da área, produção e produtividade da soja no Brasil em duas décadas (1997-2016)**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. (Embrapa Soja. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 11). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156652/1/Boletim-de-PD-11.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: < http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 24 out. 2019.

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

BRASMAX. **Brasmax Garra Ipro**: 63164RSF IPRO. Disponível em: <<http://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-sul/?produto=1103>>. Acesso em 21 out. 2019.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas ao Herbicidas, 2016.

COOPERATIVA CENTRAL DE PESQUISA AGRÍCOLA – Coodetec. **Sistema STS**. Disponível em: <<http://www.coodetec.com.br/sts>>. Acesso em: 24 out. 2019.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Seletividade da soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia de controle de *Commelina benghalensis* com herbicidas aplicados isolados e em misturas. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 663-671, 2008.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. de P. **478 cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2014/2015**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 167).

DUPONT. **Ligate STS®**. Disponível em: <https://www.dupont.com.ar/content/dam/assets/products-and-services/crop-protection/assets/Etiqueta_Ligate_v2.pdf>. Acesso em 28 out. 2019.

GALLON, M. **Efeito de fatores ambientais e tolerância a herbicidas em três espécies de plantas daninhas da família Rubiaceae**. 2015. 180 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2015.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; PRETE, C. E. C.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. de F. **As plantas daninhas e a semeadura direta**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 59 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 33). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSo/18514/1/circotec33.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. **Indicações para o uso de glyphosate em soja transgênica**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Embrapa Soja. Circular técnica, 49).

GILLESPIE, W. E.; CZAPAR, G. F.; HAGER, A. G. **Pesticide fate in the environment**: a guide for field inspectors. Champaign: University of Illinois at Urbana-Champaign, 2011. Contract Report 2011-07.

HEAP, I. **The international survey of herbicide resistant weeds**. [online]. Disponível em <<http://www.weedscience.org/Summary/ResistByActive.aspx>> Acesso em: 04 nov. 2019.

IKEDA, F. S. Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 276, p. 58-65, 2013.

INFORMATIVO Biotecnologia: 2º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17. [Uberlândia]: Céleres, 2016. IB16.03. Disponível em: <<http://www.celeres.com.br/2o-levantamento-de-adoacao-da-biotecnologia-agricola-no-brasil-safra-201617/>>. Acesso em: 24 out. 2019.

MACIEL, C. D. G.; AMSTALDEN, S. L.; RAIMONDI, M. A. Seletividade de cultivares de soja RR submetidos a misturas em tanque de glyphosate + chlorimuron-ethyl associadas a óleo mineral e inseticidas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, p. 755-768, 2009.

MANTOVANI, E. E. **Caracterização agrônômica de progênies de soja contendo alelos para tolerância a herbicidas das sulfoniluréias**. 2017. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

MONQUERO, P. A. **Dinâmica populacional e mecanismos de tolerância de espécies de plantas daninhas ao herbicida glyphosate**. 2003. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MONQUERO, P. A.; BINHA, D. P.; SILVA, A. C. Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca. **Planta daninha**, v. 26, n. 1, p. 185-193, 2008.

MONSOY. **Caderno de produtividade**: safra 2016/2017/Região Norte. Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/site/wp-content/uploads/2016/08/Monsoy_2016_caderno_produtividade_norte.pdf>. Acesso em: 21 out. 2019a.

MONSOY. **M 7739 IPRO**. Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/variedades_2_monsoy/m7739-ipro/>. Acesso em 21 out 2019b.

NEWSOM, L. J.; SHAW, D. R. Soybean (*Glycine max*) response to chlorimuron and imazaquin as influenced by soil moisture. **Weed Technology**, v. 6, n. 2, p. 389-395, 1992.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Mecanismo de ação dos herbicidas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ompipax, 2011. cap. 7, p.141-192.

OSIPE, J. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; RIOS, F. A.; FRANCHINI, L. H. M.; GHENO, E. A.; RAIMONDI, M. A. Seletividade de aplicações combinadas de herbicidas em pré e pós-emergência para a soja tolerante ao glyphosate. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 623-631, 2014.

PROCÓPIO, S. O.; MENEZES, C. C. E.; PIRES, F. R.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; RUDOVALHO, M. C.; MORAIS, R. V.; SILVA, M. V. V.; CAETANO, J. O. Eficácia de imazethapyr e chlorimuron-ethyl em aplicações de pré-semeadura da cultura da soja. **Planta daninha** v. 24, n. 3, p. 467-473, 2006.

RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. Manejo de plantas daninhas eudicotiledôneas na cultura da soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 683-697, 2014.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. L. S. de. **Guia de Herbicidas**. 6.ed. Londrina: Ed. dos Autores, 2011.

ROMAN, E. S. Eficácia de herbicidas na dessecação e no controle residual de plantas daninhas no sistema desseque e plante. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 3, n. 1, 2002.

SANCHOTENE, D. M.; DORNELLES, S. H. B.; BOLZAN, T. M.; VOSS, H. M. G.; ESCOBAR, O. dos S.; LEON, C. B.; MULLER, E. N.; SHIMÓIA, E. P. Desempenho de diferentes herbicidas pré-emergentes para controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja. **Perspectiva**, v. 41, n.155, p. 7-15, 2017.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

SILVA, A. A.; D'ANTONINO, L.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JR., R. S. de. Comportamento de herbicidas no solo. In: MONQUERO, P. A.(Org.). **Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas**. São Carlos: Rima Editora, 2014. cap. 8. p. 167-216.

SILVA, A. F. M. **Seletividade de herbicidas aplicados de forma isolada e associada em soja RR/STS**. 2015. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. Manejo de plantas daninhas tolerantes e resistentes ao glyphosate no Brasil. In: SEMINARIO INTERNACIONAL VIABILIDAD DEL GLIFOSATO EN SISTEMAS PRODUCTIVOS SUSTENTABLES, 2008, Bastión Del Carmen, Colonia. **Trabajos...** Bastión Del Carmen, Colonia: INIA La Estanzuela, 2008. p. 70-74.

VIDAL, R. A. **Ação dos herbicidas**: absorção, translocação e metabolização. Porto Alegre: Evangraf, 2002. v. 1.

Embrapa

Agrossilvipastoril

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL