

UniRV- UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

MANEJO QUÍMICO DE SOJA VOLUNTÁRIA NO CONSÓRCIO
MILHO COM CROTALÁRIA

GUSTAVO DE SOUZA OLIVEIRA
Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL
2022

GUSTAVO DE SOUZA OLIVEIRA

**MANEJO QUÍMICO DE SOJA VOLUNTÁRIA NO CONSÓRCIO MILHO COM
CROTALÁRIA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para à obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2022**

Universidade de Rio Verde
Biblioteca Luiza Carlinda de Oliveira
Bibliotecário: Juatan Tiago da Silva – CRB 1/3158
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – (CIP)

O47m Oliveira, Gustavo de Souza

Manejo químico de soja voluntária no consórcio milho com crotalária. / Gustavo de Souza Oliveira. – 2022.
52 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz.

Dissertação (Mestrado) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2022.

Inclui índice de figuras e tabelas.

1. *Crotalaria spectabilis*. 2. *Glycine max*. 3. Plantas daninhas. 4. Seletividade.
I. Braz, Guilherme Braga Pereira. II. Título.

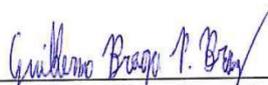
CDD: 632.954

GUSTAVO DE SOUZA OLIVEIRA

MANEJO QUÍMICO DE SOJA VOLUNTÁRIA NO CONSÓRCIO MILHO COM
CROTALÁRIA

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

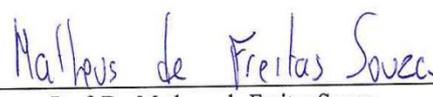
APROVAÇÃO: 30 de agosto de 2022



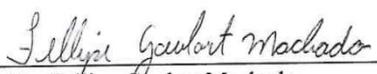
Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz
Presidente da Banca Examinadora
Membro – FA/UniRV



Prof. Dr. Carlos César Evangelista de Menezes
Membro - FA/UniRV



Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza
Membro - FA/UniRV



Dr. Felipe Goulart Machado
Membro - Centro AGRO Pesquisa

EPÍGRAFE

“Os nossos pais amam-nos porque somos seus filhos, é um fato inalterável. Nos momentos de sucesso, isso pode parecer irrelevante, mas nas ocasiões de fracasso, oferecem um consolo e uma segurança que não se encontram em qualquer outro lugar”.

Bertrand Russell

DEDICATÓRIA

A Deus, que esteve ao meu lado, mesmo nos momentos mais difíceis, sempre direcionando-me no caminho correto a percorrer ao longo desta trajetória. Agradeço por ter me fornecido: saúde, força de vontade e fé para vencer todas as etapas deste projeto.

Ao meu pai Rogério Oliveira Silva, minha mãe Kênia Patrícia de Souza Oliveira, minha namorada Raniele Ferreira Dias e todos os meus familiares, que me ajudaram durante a construção deste sonho. Muito obrigado por acreditarem em mim!

Ao meu orientador Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz, pois sem ele eu não teria conseguido passar por todos as etapas visando à obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aos meus professores, que durante o período de aprendizagem puderam transmitir os seus conhecimentos possíveis, ajudando a me tornar um profissional de extrema qualidade.

Por fim, a todos que contribuíram de alguma maneira para este momento de vitória: muitíssimo obrigado!

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por me proporcionar: saúde, força de vontade, fé e por estar ao meu lado em todos os momentos, mostrando-me o melhor caminho a seguir, tornando todos os obstáculos difíceis mais fáceis e por ter me ajudado a sentir amor pela profissão.

Aos meus pais Rogério Oliveira Silva e Kênia Patrícia de Souza Oliveira, aos quais sou eternamente grato e sinto todo o amor, por todo o esforço para que meu sonho fosse possível, sem eles nada disso seria possível. É por eles que eu luto e me esforço todos os dias para enchê-los de orgulho.

Aos meus avós maternos Iray Donaldo de Souza e Marli da Silva Souza e avós paternos Célio da Silva e Maria Abadia Oliveira Silva, a quem sou grato pelo dom da vida dos meus pais. Sinto orgulho e gratidão por tudo que fazem por mim!

A minha namorada Raniele Ferreira Dias, por estar sempre me apoiando e por acreditar tanto em mim.

Ao meu amigo e orientador Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz, que transmitiu segurança e conhecimento necessário para a realização deste trabalho. Palavras não são suficientes para expressar a gratidão que sinto pela oportunidade a mim concedida e por tê-lo como amigo.

Aos membros da banca examinadora deste trabalho, por terem aceitado o convite em contribuir com a melhoria da redação do mesmo, bem como, para fortalecer o meu crescimento pessoal e profissional.

À Universidade de Rio Verde (UniRV) e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

A todos os professores da Universidade de Rio Verde, que me acompanharam durante o período em que fui discente do PPGPV, me passando ensinamentos.

À secretária do PPGPV, Rizzia Prado, pelo atendimento profissional e competente durante este período de convivência.

A Cooperativa Comigo, por todo suporte na condução do experimento.

Ao Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano (GAPES), pelo auxílio financeiro e por ceder o local para a realização dos experimentos, em especial ao Gerente de Pesquisa Eng. Agr. Me. Túlio Porto Gonçalo e aos pesquisadores: Eng. Agr. Me. Aline Guimarães Cruvinel e Eng. Agr. Me. Danillo Neiva de Andrade, por todo o suporte necessário.

A Plantec Insumos, por confiar em mim como profissional e me conceder todo o apoio necessário para a realização desta obra, em especial a minha gestora Eng. Agr. Ana Paula Órfão.

Aos meus amigos, impossível citar todos os nomes aqui, pois Deus me deu a graça de estar sempre ao lado de pessoas maravilhosas, as quais expresso minha gratidão e amor.

A todos que participaram direta e indiretamente deste sonho, fica registrado o meu muito obrigado!

BIOGRAFIA

GUSTAVO DE SOUZA OLIVEIRA, filho de Rogério Oliveira Silva e Kênia Patrícia de Souza Oliveira, nasceu no município de Rio Verde, Estado de Goiás, aos 17 dias do mês de setembro do ano de 1998. Em fevereiro de 2016, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade de Rio Verde (UniRV) no município de Rio Verde, Estado de Goiás. Durante a graduação entre os anos de 2018 e 2019 realizou estágio supervisionado pelo Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz. No segundo semestre de 2019, iniciou estágio no Centro de Inovação e Tecnologia do Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano (GAPES) na área de Pesquisa e Proteção de Plantas.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica, em fevereiro de 2020. No mesmo período, ingressou como aluno regular no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV) da UniRV, com trabalho direcionado para o controle de soja voluntária com herbicidas aplicados em pós-emergência da crotalária, sob orientação do Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz. No segundo semestre de 2020 começou a trabalhar no GAPES, ocupando o cargo de Assistente de Pesquisa, sendo responsável pela condução de pesquisas na área de Ciência das Plantas Daninhas. Em fevereiro de 2021, começou a trabalhar como Promotor de Vendas na KWS Sementes na Região Sudoeste de Goiás, atuando com as culturas da soja e do milho. Em outubro de 2021, começou a trabalhar de Consultor de Vendas na PLANTEC INSUMOS na Região Sudoeste de Goiás, atuando com as culturas: soja, milho e algodão. Defendeu a dissertação para à obtenção do título de Mestre em 30 de Agosto de 2022.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO GERAL.....	ix
GENERAL ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1 - CONTROLE DE SOJA VOLUNTÁRIA COM HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA DA CROTALÁRIA.....	3
RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
3.1 Uso de pyriithiobac visando o controle de soja voluntária na crotalária.....	9
3.2 Uso de ethoxysulfuron visando o controle de soja voluntária na crotalária.....	15
4 CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	19
CAPÍTULO 2 - ASSOCIAÇÕES HERBICIDAS COM ETHOXYLSULFURON VISANDO AO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO CONSÓRCIO MILHO E CROTALÁRIA.....	21
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	22
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Precipitações diárias observadas durante o período de condução a campo dos experimentos realizados com a cultura da crotalária visando à busca por alternativas para o controle de soja voluntária. Rio Verde (GO), 2019..	7
FIGURA 2	Porcentagem de controle de soja voluntária após a aplicação de doses crescentes de pyriithiobac em dois estádios fenológicos. Rio Verde (GO), 2019.....	13
FIGURA 3	Porcentagem de intoxicação de plantas de crotalária submetidas a aplicação de doses crescentes de pyriithiobac em dois estádios fenológicos da soja voluntária. Rio Verde (GO), 2019.....	14
FIGURA 4	Massa seca de parte aérea de plantas de crotalária submetidas a aplicação de doses crescentes de pyriithiobac em dois estádios fenológicos. Rio Verde (GO), 2019.....	14
FIGURA 5	Porcentagem de controle de soja voluntária após a aplicação de doses crescentes de ethoxysulfuron em dois estádios fenológicos. Rio Verde (GO), 2019.....	17
FIGURA 6	Porcentagem de intoxicação de plantas de crotalária submetidas a aplicação de doses crescentes de ethoxysulfuron em dois estádios fenológicos. Rio Verde (GO), 2019.....	18
FIGURA 7	Precipitações, temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar e luminosidade, durante o período de condução do experimento. Rio Verde (GO), 2021.....	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Resumo da análise de variância ($F_{\text{Calculado}}$ e CV) das variáveis-respostas analisadas no experimento conduzido com pyriithiobac aplicado na cultura da crotalária visando ao controle de soja voluntária. Rio Verde (GO), 2019.....	10
TABELA 2	Porcentagem de controle de soja voluntária, intoxicação e massa seca de parte aérea de plantas de crotalária submetidas a aplicação de pyriithiobac. Rio Verde (GO), 2019.....	11
TABELA 3	Resumo da análise de variância ($F_{\text{Calculado}}$ e CV) das variáveis-respostas analisadas no experimento conduzido com ethoxysulfuron aplicado na cultura da crotalária visando ao controle de soja voluntária. Rio Verde (GO), 2019.....	15
TABELA 4	Porcentagem de controle de soja voluntária, intoxicação e massa seca de parte aérea de plantas de crotalária submetidas a aplicação de ethoxysulfuron. Rio Verde (GO), 2019.....	16
TABELA 5	Análise química e física do solo da área experimental. Rio Verde (GO), 2021.....	25
TABELA 6	Relação de herbicidas avaliados no experimento de controle de plantas daninhas em consórcio de cultivo milho e crotalária. Rio Verde (GO), 2021.....	26
TABELA 7	Resumo da análise de variância ($F_{\text{Calculado}}$ e CV) para as variáveis-respostas altura do milho (AP_{Milho}), fitointoxicação de crotalária ($F_{\text{Crotalária}}$), porcentagem de controle de soja (C_{Soja}) e planta daninha ($C_{\text{Planta daninha}}$), densidade de soja (D_{Soja}), crotalária ($D_{\text{Crotalária}}$) e plantas daninhas ($D_{\text{Planta daninha}}$) em função da aplicação de diferentes associações herbicidas. Rio Verde (GO), 2021.....	28
TABELA 8	Altura de plantas de milho (AP_{Milho}), fitointoxicação da crotalária ($F_{\text{Crotalária}}$), controle de soja voluntária (C_{Soja}) e de plantas daninhas ($C_{\text{Planta daninha}}$), densidade de crotalária ($D_{\text{Crotalária}}$) e soja (D_{Soja}) após a aplicação de associações herbicidas. Rio Verde (GO), 2021.....	29

TABELA 9	Altura de plantas de milho (AP_{Milho}), fitointoxicação da crotalária ($F_{\text{Crotalária}}$), controle de soja voluntária (C_{Soja}) e de plantas daninhas ($C_{\text{Planta daninha}}$), densidade de crotalária ($D_{\text{Crotalária}}$), soja (D_{Soja}) e plantas daninhas ($D_{\text{Planta daninha}}$) após a aplicação de associações herbicidas. Rio Verde (GO), 2021.....	31
TABELA 10	Massa seca de parte aérea de plantas de crotalária, soja e plantas daninhas após a aplicação de associações herbicidas. Rio Verde (GO), 2021.....	32

RESUMO

OLIVEIRA, G. S. **Seleção de herbicidas para o controle de soja voluntária no consórcio milho com crotalária.** Universidade de Rio Verde – UniRV. Agosto de 2022. 52 p. Orientador: Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz.

Diante do aumento de inserção de plantas de cobertura nos sistemas de produção, a crotalária (*Crotalaria spectabilis*) tem se destacado por apresentar benefícios como a supressão de nematoides, fixação biológica de nitrogênio e a redução de plantas daninhas. Ademais, esta espécie tem apresentado boa adaptabilidade em cultivos consorciados com milho. Contudo, um dos desafios que persiste e tem limitado a ampliação do cultivo de crotalária é o controle de plantas daninhas, em especial da soja voluntária. Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a eficiência de herbicidas no controle de soja voluntária em pós-emergência, bem como avaliar a seletividade destas moléculas para a crotalária quando cultivada em consórcio com o milho. Para isto o presente trabalho foi dividido em duas etapas, sendo que na primeira foram conduzidos dois experimentos a campo no delineamento de blocos completos ao acaso, estando os tratamentos dispostos em arranjo fatorial (2x4)+2, com 4 repetições. Nestes, o primeiro fator correspondeu a aplicação dos herbicidas em pós-emergência em dois estádios fenológicos das plantas de soja: V3 e V7. O segundo fator, foi constituído por doses crescentes de cada herbicida, sendo utilizadas 14, 22,4, 30,8 e 39,2 g ha⁻¹ de pyriithiobac-sodium e 18, 30, 42 e 54 g ha⁻¹ de ethoxysulfuron, com 2 tratamentos adicionais sendo estes o controle sem aplicação de herbicidas e outro capinado. Na segunda etapa, foi realizado um experimento a campo no delineamento experimental blocos completos ao acaso, avaliando-se 14 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constituíram-se da combinação na utilização de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência das culturas consorciadas (milho e crotalária) em diferentes doses. Os herbicidas avaliados foram: ethoxysulfuron, S-metolachlor, atrazine, trifluralin, nicosulfuron e glyphosate. Com base nos resultados obtidos na primeira etapa, constata-se que o ethoxysulfuron apresenta maior potencial para ser utilizado visando ao controle de soja do que o pyriithiobac, uma vez que este apresenta boa eficácia no controle de plantas voluntárias e proporciona baixa intoxicação à crotalária. Acerca dos resultados da segunda etapa, verifica-se que sistemas herbicidas contemplando aplicação de S-metolachlor em pré-emergência e ethoxysulfuron em pós-emergência proporcionam controle satisfatório da soja voluntária e da comunidade infestante sem causar níveis elevados de intoxicação à crotalária e milho.

Palavras-chave: *Crotalaria spectabilis*, *Glycine max*, plantas daninhas, seletividade.

ABSTRACT

OLIVEIRA, G. S. **Selection of herbicides for the control of voluntary soybean in the intercropping corn with showy crotalaria.** Universidade de Rio Verde – UniRV. August 2022. 52 p. Advisor: Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz.

Faced with the increase in the use of cover crops in production systems, showy crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) has stood out for presenting benefits such as suppression of nematodes, biological nitrogen fixation and reduction of weeds. Furthermore, this species has shown good adaptability in intercropping with corn. However, one of the challenges that persists and has limited the expansion of showy crotalaria cultivation is the control of weeds, especially voluntary soybean. In view of the above, the objective of the present study was to evaluate the effectiveness of postemergence herbicides in the control of voluntary soybean, as well as to evaluate the selectivity of these molecules for showy crotalaria when exploited in consortium with corn. For this, the present work was divided into two stages, in the first two experiments were carried out in the field in a complete randomized block design, with the treatments arranged in a factorial arrangement (2x4)+2, with 4 replications. In these, the first factor corresponded to the application of post-emergence herbicides in two distinct phenological stages of the soybean plants: V3 and V7. The second factor, for each experiment, consisted of increasing doses of each herbicide, using 14, 22.4, 30.8, and 39.2 g ha⁻¹ of pyriithiobac-sodium and 18, 30, 42, and 54 g ha⁻¹ of ethoxysulfuron. In the second stage, a field experiment was carried out in a complete randomized block design, evaluating 14 treatments and 4 replications. The treatments consisted of the use of herbicides applied in pre- and post-emergence of intercropped crops (corn and showy crotalaria) at different doses. The herbicides evaluated were: ethoxysulfuron, S-metolachlor, atrazine, trifluralin, nicosulfuron, and glyphosate. Based on the results obtained in the first stage, it appears that ethoxysulfuron has greater potential to be used for soybean control than pyriithiobac, since it has good efficacy on volunteer plants and provides low intoxication to showy crotalaria. Regarding the results of the second stage, it appears that herbicide systems contemplating the application of S-metolachlor in pre-emergence and ethoxysulfuron in post-emergence provide satisfactory control of voluntary soybean and the weed community without causing high levels of intoxication to showy crotalaria and corn.

Keywords: *Crotalaria spectabilis*, *Glycine max*, weed, selectivity.

1 INTRODUÇÃO GERAL

No atual cenário da agricultura, algumas mudanças e inovações vem ocorrendo dentro do sistema do plantio direto (SPD), as quais estão se consolidando como práticas comuns e de extrema importância para a manutenção da viabilidade deste sistema conservacionista de produção. Esta nova realidade advém do fato de que os produtores começaram a perceber que para o sucesso em suas lavouras e o aumento de produtividade em suas áreas, cada vez mais o nível de conhecimento investido deve ser maior.

Entre as inovações que vêm acontecendo, uma delas está sendo a introdução de plantas de cobertura no sistema de produção, seja de forma isolada ou em cultivo consorciado, uma vez que com o uso dessa prática podem ocorrer melhorias nas propriedades: físicas, químicas e biológicas do solo, além de algumas espécies vegetais contribuírem para o controle de nematoides e redução na germinação e emergência de plantas daninhas. Entre as diversas espécies de plantas de cobertura, destacam-se como as mais utilizadas em áreas de produção no bioma Cerrado: as crotalárias, braquiárias e o milheto.

Em função da alta rentabilidade que o cultivo de soja proporciona aos produtores na safra principal (verão), majoritariamente, as plantas de cobertura vem ganhando espaço para serem cultivadas na segunda safra (safrinha), sendo que a cultura com maior predomínio é o milho. Nestes ambientes de produção, as plantas de cobertura são empregadas em cultivos isolados, e em outras situações em cultivo consorciado. A premissa básica da inserção destas plantas de cobertura é promover a rotação de culturas, visando eliminar a sucessão da soja e milho safrinha, o que tem trazido excelentes benefícios, principalmente, com o aumento de produtividade e também da rentabilidade.

Entre as opções que podem ser utilizadas, a crotalária (*Crotalaria spectabilis*) vem se tornando uma das principais plantas de cobertura implantada, devido seus benefícios serem de extrema importância, comportando-se como excelentes na supressão de nematoides no solo, atuando como uma espécie fornecedora de nitrogênio no sistema e auxiliando no controle cultural de plantas daninhas. Apesar disto, por ser uma espécie que não viabiliza a comercialização direta de seu produto final (sementes), muitos produtores têm trabalho com o cultivo consorciado da crotalária com o milho, observando-se excelentes resultados deste consórcio para o sistema de produção.

Nestes sistemas consorciados que estão crescendo em área de cultivo e ganhando espaço no cenário agrícola, um dos grandes desafios que os produtores vêm enfrentando é a

ocorrência de plantas daninhas e o manejo destas em áreas exploradas com o consórcio milho e crotalária. Além das plantas daninhas verdadeiras, pelo fato do consórcio milho e crotalária ser implementado após a soja, é muito comum a ocorrência de plantas voluntárias desta leguminosa nas áreas de produção, as quais interferem sob o desenvolvimento das espécies consorciadas. Somada a problemática da interferência que a soja voluntária pode proporcionar ao milho e a crotalária, o controle desta espécie é mandatório, uma vez que é requerida a eliminação de plantas emergidas de soja durante o período de vazio sanitário. Para solucionar os problemas que são causados com a presença da soja voluntária das áreas cultivadas em consórcio, diferentes métodos de controle podem ser avaliados, incluindo a possibilidade de combinação entre estes.

De maneira geral, em se tratando da agricultura comercial, o principal método de controle de plantas daninhas utilizado é o químico, mediante a aplicação de herbicidas. Apesar disto, a viabilidade de implantação depende da seletividade que as moléculas herbicidas apresentam para a cultura. Contudo, em sistemas consorciados, o entrave é ainda maior, uma vez que se torna necessário encontrar moléculas seletivas para ambas as culturas, para se ter um bom manejo da comunidade infestante sem causar prejuízos ao desenvolvimento das espécies de interesse econômico.

Com base na necessidade de informações aferindo a eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas, entre estas a soja voluntária, bem como de resultados que mensurem a seletividade destes produtos para o milho e crotalária, objetivou-se com o presente estudo avaliar a eficácia de herbicidas aplicados no controle de soja voluntária, bem como avaliar a seletividade destes para a crotalária (*C. spectabilis*) consorciada com o milho.

CAPÍTULO I

CONTROLE DE SOJA VOLUNTÁRIA COM HERBICIDAS APLICADOS EM PÓS-EMERGÊNCIA DA CROTALÁRIA

RESUMO

Entre as espécies de cobertura que têm sido cultivadas em sistemas de rotação com a soja, a crotalária (*Crotalaria spectabilis*) tem se destacado pela elevada eficácia em suprimir nematoides. Devido ao cultivo ser realizado em segunda safra, tem sido comum observar a presença de plantas voluntárias de soja em lavouras de crotalária, sendo essencial proceder ao manejo das mesmas. O objetivo com o presente trabalho foi avaliar a eficácia dos herbicidas pyriithiobac-sodium e ethoxysulfuron aplicados isoladamente em pós-emergência da crotalária visando o controle de soja voluntária, determinando se há influência da dose utilizada ou estágio de desenvolvimento das plantas sobre a eficiência dos mesmos. Para tanto, foram instalados dois experimentos a campo em área experimental localizada em Rio Verde, Goiás. O delineamento utilizado em ambos os experimentos foi o de blocos completos ao acaso, estando os tratamentos dispostos em arranjo fatorial $(2 \times 4) + 2$, totalizando 10 tratamentos e sendo adotadas 4 repetições. O primeiro fator correspondeu a aplicação em pós-emergência dos herbicidas em dois estádios fenológicos distintos das plantas de soja: V3 e V7. No segundo fator, para cada experimento, foram avaliadas doses crescentes dos herbicidas, sendo utilizadas as doses de: 14, 22,4, 30,8 e 39,2 g ha⁻¹ para pyriithiobac, e 18, 30, 42 e 54 g ha⁻¹ para ethoxysulfuron. Os tratamentos adicionais corresponderam a um controle sem aplicação de herbicidas e outro capinado. Para aferir o efeito dos tratamentos, foram realizadas avaliações de controle da soja voluntária, bem como, de fitointoxicação, estande, altura e massa seca de parte aérea das plantas de crotalária. Para o controle de soja voluntária com pyriithiobac, verifica-se que este herbicida apresenta eficácia apenas em doses a partir de 30,8 g ha⁻¹ em aplicações realizadas em plantas de soja no estágio V3. Doses de pyriithiobac superiores a 30,8 g ha⁻¹ proporcionam aumento da intoxicação das plantas de crotalária quando aplicadas em estádios mais precoces. O ethoxysulfuron apresenta eficácia no controle de soja voluntária, em ambos os estádios de aplicação e em todas as dosagens avaliadas. A aplicação em pós-emergência de ethoxysulfuron em doses a partir de 18 g ha⁻¹ proporciona elevados níveis de injúrias às plantas de crotalária. O ethoxysulfuron apresentou melhor potencial para ser utilizado em crotalária visando ao controle de plantas voluntárias de soja do que o pyriithiobac.

Palavras-chave: *Crotalaria spectabilis*, *Glycine max*, inibidores da ALS, rotação de cultura.

CHAPTER 1

CONTROL OF VOLUNTARY SOYBEAN WITH HERBICIDES APPLIED IN POST-EMERGENCE OF SHOWY CROTALARIA

ABSTRACT

Among the cover crop species that have been cultivated in rotation systems with soybean, showy crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) has been highlighted for its high efficiency in suppressing nematodes. Due to the cultivation being carried out in the second season, it has been common to observe the presence of voluntary soybean plants in showy crotalaria areas, and it is essential to proceed with their management. The objective of the present work was to evaluate the effectiveness of the herbicides pyriithiobac-sodium and ethoxysulfuron applied isolated in post-emergence of showy crotalaria to control voluntary soybean, determining whether there is an influence of the dose used or phenological stage of plant development on their effectiveness. For that, two field experiments were installed in the experimental area located in Rio Verde, Goiás. The design used in both experiments was complete randomized blocks, with treatments arranged in a factorial arrangement $(2 \times 4) + 2$, totaling 10 treatments and 4 replications being adopted. The first factor corresponded to the post-emergence application of herbicides in two different phenological stages of soybean plants: V3 and V7. In the second factor, for each experiment, increasing doses of herbicides were evaluated, using doses of 14, 22.4, 30.8, and 39.2 g ha⁻¹ for pyriithiobac and 18, 30, 42, and 54 g ha⁻¹ for ethoxysulfuron. The additional treatments corresponded to a control without herbicides application and another weeded. To measure the effect of the treatments, evaluations of control of voluntary soybean, as well as phytotoxicity, stand, height, and shoot dry mass of showy crotalaria plants were carried out. For the control of voluntary soybean with pyriithiobac, it appears that this herbicide is effective only at doses from 30.8 g ha⁻¹ in applications carried out on soybean plants at the V3 stage. Pyriithiobac doses higher than 30.8 g ha⁻¹ increase the intoxication of showy crotalaria plants when applied at earlier stages. Ethoxysulfuron is effective in controlling voluntary soybeans at both application stages and at all doses evaluated. The post-emergence application of ethoxysulfuron at doses from 18 g ha⁻¹ provides high levels of injury to showy crotalaria plants. Ethoxysulfuron showed best potential to be used in showy crotalaria aiming to control volunteer plants of soybean than pyriithiobac.

Keywords: *Crotalaria spectabilis*, *Glycine max*, ALS inhibitors, crop rotation.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem sido visível o aumento no plantio de crotalária como planta de cobertura nos cultivos comerciais. 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 no qual se realiza o cultivo da crotalária, estas são exploradas em condições de segunda safra, logo após a colheita da soja.

Este acréscimo no cultivo da crotalária dentro dos sistemas de produção agrícola ocorreu especialmente pois espécies deste gênero possuem capacidade de fixação biológica de nitrogênio, produção de biomassa, raiz pivotante profunda capaz de romper camadas compactadas e atuarem na supressão de nematoides (BARRETO e FERNANDES, 2001; WANG et al., 2002; DEBIASI et al., 2016). Apesar de todos os benefícios obtidos com a exploração da crotalária, o principal fator que contribuiu para o crescimento no cultivo desta espécie foi o seu potencial de utilização no manejo de nematoides, fitoparasitas que estão listados entre os maiores gargalos para a produção no Cerrado brasileiro.

Entre as espécies de crotalária que têm sido comumente utilizadas na região Central do Brasil, cita-se a *Crotalaria spectabilis*. A boa aceitação desta ocorre pelo fato de a mesma apresentar porte médio, tornando possível realizar o cultivo com maior densidade de plantas por área (CARVALHO e AMABILE, 2006), fato que beneficia o manejo de nematoides, por ampliar a possibilidade de o fitoparasita estar próximo do sistema radicular da planta. Além disso, a *C. spectabilis* apresenta supressão de um maior número de espécies de nematoides, quando comparada às outras deste gênero (WANG et al., 2002; BRAZ, 2016).

Mesmo com o incremento de área plantada com crotalária, parte dos produtores ainda possuem ressalvas quanto ao cultivo desta espécie em sucessão a soja, especialmente pelo fato de determinadas doenças serem comuns as duas espécies, como no caso do mofo-branco (OLIVEIRA et al., 2015). Além disso, plantas oriundas de grãos que foram perdidos durante a colheita da soja (FERREIRA et al., 2007; TOLEDO et al., 2008; SILVEIRA e CONTE, 2013) podem vir a competir diretamente com a crotalária (LEE et al., 2015), interferindo no desenvolvimento desta cultura e servindo de hospedeiras para nematoides, 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 na crotalária deve ser realizado devido ao vazio sanitário, que é o 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, se considera maior importância e interesse no controle destas plantas voluntárias (DAN et al., 2011). Neste sentido, quando se opta por explorar a crotalária dentro do sistema de produção, é necessário tratar a mesma como cultura, sendo fundamental realizar o manejo de plantas daninhas (BRAZ, 2016).

Para o manejo de plantas daninhas na crotalária, uma das alternativas para o produtor é o controle químico, porém não há herbicidas registrados para a crotalária e pouco se conhece a respeito da seletividade destes para a cultura, visto que ainda é uma espécie 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 e de plantas voluntárias cultivadas em sucessão, 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 morfológica entre ambas as espécies, fato que dificulta a adoção de herbicidas que sejam seletivos e apresentem eficácia no controle de soja.

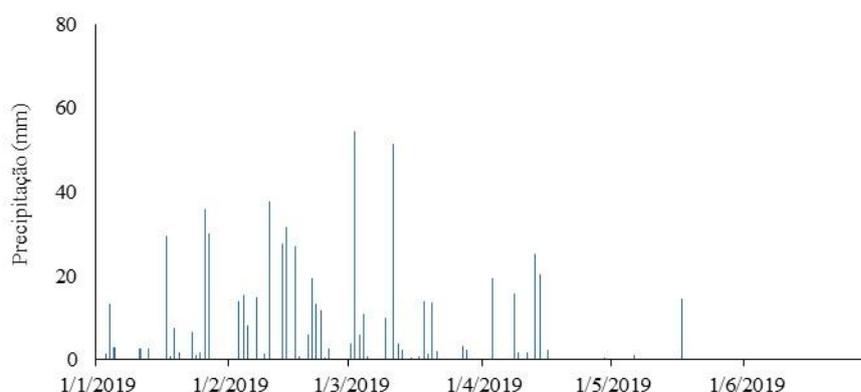
Entre as opções que foram estudadas, alguns trabalhos têm demonstrado potencial de utilização do herbicida pyriithiobac-sodium na crotalária para o controle de soja voluntária (BRAZ et al., 2011; BRAZ et al., 2012). O pyriithiobac apresenta registro para uso em algodão, e em trabalhos na literatura, foram feitos relatos que o mesmo apresenta eficácia no controle de plantas daninhas dicotiledôneas (BRAZ et al., 2013). Outro herbicida que já teve trabalhos que relatam o potencial de controle de plantas daninhas dicotiledôneas e pode ser utilizado como opção para o controle de soja voluntária na crotalária é o ethoxysulfuron (DIAS et al., 2017). O ethoxysulfuron apresenta registro para uso em cana-de-açúcar, arroz e feijão, e em trabalhos publicados na literatura, já foi relatado que o mesmo apresenta eficácia no controle de soja voluntária (ASSIS et al., 2014). Ambos os herbicidas têm como mecanismo de ação a inibição da enzima acetolactato sintetase (ALS), sendo o pyriithiobac do grupo químico dos ácidos pirimidiniloxibenzóicos, e o ethoxysulfuron das sulfonilureias (GUERRA et al., 2011; RODRIGUES e ALMEIDA, 2018).

A partir do contexto apresentado, objetivou-se com a realização do presente trabalho avaliar o desempenho dos herbicidas pyriithiobac e ethoxysulfuron aplicados em pós-emergência da crotalária no controle de soja, determinando se há influência da dose ou estágio de desenvolvimento das plantas voluntárias sobre a eficácia do mesmo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos a campo no Instituto de Ciência e Tecnologia Comigo (ITC), em Rio Verde (GO), sendo estes conduzidos durante o período correspondente a segunda safra de 2019. Os trabalhos foram conduzidos especificamente nas seguintes coordenadas geográficas: 17°45'42,24''S, 51°02'11,90''O, altitude 826 m.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (SANTOS et al., 2013) apresentando as seguintes características (0-20 cm): pH em CaCl₂ = 5,5; M.O. = 26 g kg⁻¹; 531 g kg⁻¹ de areia; 54 g kg⁻¹ de silte e 415 g kg⁻¹ de argila (de textura argilo-arenosa). Segundo 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 observadas durante o período de condução a campo dos experimentos realizados com a cultura da crotalária visando à busca por alternativas para o controle de soja voluntária. 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 4 repetições. O primeiro fator correspondeu a aplicação em pós-emergência dos herbicidas em dois estádios fenológicos distintos das plantas voluntárias de soja: V3 e V7. O segundo fator foi constituído por quatro doses de cada herbicida, sendo utilizadas 14, 22,4, 30,8 e 39,2 g ha⁻¹ de pyriithiobac-sodium (Staple[®], 280 g i.a. kg⁻¹, SL, Ihara) no primeiro experimento e 18, 30, 42

e 54 g ha⁻¹ de ethoxysulfuron (Gladium[®], 600 g i.a. kg⁻¹, WG, Bayer CropScience) no segundo experimento. Em ambos os experimentos, foi adicionado adjuvante Nimbus[®] (428 g i.a. L⁻¹, EC, Syngenta), a calda de aplicação dos tratamentos na dose de 0,75 L p.c. ha⁻¹. Os tratamentos adicionais foram compostos por um controle sem herbicida (mato) e um capinado.

As unidades experimentais foram constituídas por 6 linhas de semeadura de crotalária, espaçadas a 0,5 m entre si, com 8 metros de comprimento, perfazendo área bruta de 24 m². Para as avaliações de controle e fitointoxicação da cultura, utilizou-se como referência apenas a área útil, a qual foi obtida pela eliminação de 0,5 m de cada extremidade da unidade experimental, totalizando 14 m².

Para assegurar que houvesse a presença de plantas voluntárias de soja nos experimentos, foi escolhida área na qual esta cultura foi explorada na safra (verão), simulando colheita com grande perda de grãos durante esta operação. A semeadura da crotalária foi realizada de forma mecanizada, no dia 09/03/2019, utilizando-se densidade média de 21 sementes por metro, com espaçamento de 0,50 m. Foi realizada adubação no sulco de semeadura utilizando 250 kg ha⁻¹ do formulado 02-20-18. Ao longo do período de condução dos experimentos, foi necessário realizar uma aplicação de inseticida para o controle de lagartas na cultura da crotalária.

As aplicações foram realizadas quando as plantas voluntárias de soja se encontravam no estágio fenológico previsto para cada tratamento, sendo estas realizadas com pulverizador costal pressurizado a base CO₂, provido de barra de pulverização contendo quatro pontas espaçadas com 0,5 m, jato plano tipo MF 11002, sob pressão de 43,51 Psi. As condições de regulagem e calibração do pulverizador proporcionaram volume de calda de 150 L ha⁻¹. Na ocasião das aplicações, os dados climáticos e das espécies vegetais eram: 1ª aplicação (01/04/2019), temperatura média, umidade relativa do ar e velocidade do vento de 25°C, 75% e 0,8 km h⁻¹, estando as plantas de soja no estágio fenológico V3 e as plantas de crotalária com 3 folhas verdadeiras. Para a 2ª aplicação (17/04/2019), a temperatura média, umidade relativa do ar e velocidade do vento eram de 26°C, 80% e 0,6 km h⁻¹, estando as plantas de soja no estágio fenológico V7 e as plantas de crotalária com 6 folhas verdadeiras.

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

Por fim, aos 28 DAA, foram realizadas avaliações de estande, altura, massa seca de parte aérea das plantas de crotalária.

O estande da cultura foi obtido mediante a contagem do número de plantas presentes em 3 metros. A altura de plantas foi obtida mediante a medição da distância entre a superfície do solo e o meristema apical das plantas, sendo amostradas 5 plantas por unidade experimental. Por fim, a massa seca de parte aérea foi obtida por meio da coleta de 5 plantas por unidade experimental, as quais foram acondicionadas em sacos de papel tipo Kraft, e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura constante de 65°C pelo período de 72 horas. 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 de todas as variáveis foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e quando constatado efeito significativo, foi realizada a análise de regressão a 5% de probabilidade. Para as variáveis em que foi constatado efeito da interação entre estágio de aplicação e dose dos herbicidas, as regressões foram apresentadas separadas por estágio. Além disso, a comparação com os tratamentos adicionais foi realizada por meio do teste Dunnett a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Uso de pyriithiobac visando o controle de soja voluntária na crotalária

Entre as variáveis do trabalho que foram avaliadas, verificou-se que estande e altura de plantas foram as duas variáveis que não apresentaram diferenças significativas relacionado ao controle de soja voluntária. No entanto, diante das avaliações de massa seca, controle e fitointoxicação as variáveis apresentaram diferenças estatística quando aplicado o pyriithiobac em crescentes doses (Tabela 1). O pyriithiobac-sodium é um herbicida que pode ser utilizado em aplicação, em pré-emergência, ou ter excelente efeito de controle residual em aplicações de pós-emergência (GUERRA et al., 2011b).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância ($F_{\text{Calculado}}$ e CV) das variáveis-respostas analisadas no experimento conduzido com pyriithiobac aplicado na cultura da crotalária visando ao controle de soja voluntária. Rio Verde (GO), 2019

FV	Controle			Fitointoxicação		Estande	Altura	M. seca
	7 DAA	14 DAA	28 DAA	7 DAA	28 DAA			
Dose (D)	8,97**	17,29**	22,86**	12,84*	18,83**	0,45 ^{ns}	0,96 ^{ns}	2,47 ^{ns}
Estádio (E)	6,69*	93,14*	148,65**	17,51*	46,98**	0,41 ^{ns}	0,52 ^{ns}	5,67*
Interação D vs E	4,01*	0,68 ^{ns}	1,80 ^{ns}	8,13*	1,93 ^{ns}	0,70 ^{ns}	2,39 ^{ns}	3,40*
Fat vs adicionais	184,88**	0,28 ^{ns}	8,51**	379,92*	277,98**	1,40 ^{ns}	0,99 ^{ns}	16,94**
Capinada vs mato	938,99**	695,44**	503,72**	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,76 ^{ns}	4,63*
CV (%)	15,30	10,54	11,29	12,99	15,22	21,02	8,36	15,73

^{ns}; *; ** Não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste F.

Na Tabela 2 apresenta-se os resultados das avaliações de: controle de soja voluntária, de intoxicação e massa seca das plantas de crotalária; em dois estádios diferentes, após ser realizada a aplicação de pyriithiobac em diferentes doses. O pyriithiobac apresenta registro para uso em algodão, e em trabalhos publicados na literatura, foram feitos relatos que este apresenta eficácia no controle de plantas daninhas dicotiledôneas (BRAZ et al., 2013). Inicialmente (7 DAA) verifica-se que, diante do estádio fenológico V3 (E-I) a porcentagem de controle não houve diferenciação entre as doses de 22,4 a 39,2 g ha⁻¹, não havendo incremento no nível de controle mesmo utilizando doses distintas. No entanto diante do controle no estádio fenológico V7 (E-II) com o aumento respectivo das doses de pyriithiobac foi observado uma maior porcentagem de controle.

Ao analisar a porcentagem de controle verifica-se que diante do estádio fenológico V7 (EII) nas avaliações realizadas aos 7 e 14 dias após a aplicação apresentou maior porcentagem de controle em relação a aplicação realizada no estádio fenológico V3 (EI). Já, aos 28 dias após a aplicação, o maior porcentual de controle foi no estádio fenológico V3 (EI).

Tabela 2 - Porcentagem de controle de soja voluntária, intoxicação e massa seca de parte aérea de plantas de crotalária submetidas a aplicação de pyriithiobac. Rio Verde (GO), 2019

Pyriithiobac (g ha ⁻¹)	Controle 7 DAA (%)		Controle 14 DAA (%)		Controle 28 DAA (%)	
	E-I	E-II	E-I	E-II	E-I	E-II
14	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
	Intoxicação 7 DAA (%)		Intoxicação 28 DAA (%)			
	E-I	E-II	E-I		E-II	
14	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	
	Massa seca de parte aérea (g)					
		E-I		E-II		
14		430		298 ^y		
22,4		309 ^y		303 ^y		
30,8		371		301 ^y		
39,2		285 ^y		311 ^y		
Média		349 a		303 b		
Capinada			455 ^z			
Mato			373 ^y			

* Letras distintas na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. ^y e ^z Difere das testemunhas capinada e no mato, respectivamente pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

Na avaliação seguinte de porcentagem de controle, realizada 14 DAA, verificou-se que independente do estágio que a soja voluntária se encontrava, o aumento na dose de pyriithiobac fez com que a eficiência do produto melhorasse o controle, sendo que a dose de 39,2 g ha⁻¹ foi a que promoveu o melhor controle da soja voluntária (Tabela 2). Diante da última avaliação de porcentagem de controle, realizada 28 DAA, verificou-se novamente que as maiores doses aplicadas de pyriithiobac, tanto no estágio fenológico V3(E-I) e V7 (E-II) a que proporcionou a melhor resposta foi a maior dose utilizada, obtendo uma porcentagem maior de controle da soja voluntária.

Quando avaliada a fitointoxicação da crotalária, durante a primeira avaliação (7 DAA) foi possível observar que quando aplicado o herbicida no estágio fenológico V3 (E-I), a maior dose do produto proporcionou maiores restrições no crescimento e injúrias na crotalária, tendo uma maior porcentagem de intoxicação na planta. Já na aplicação no estágio fenológico V7 (E-II) a diferenciação de injúrias e fitotoxicidade na planta não obteve, nem mesmo desde a menor dose do produto até as doses crescentes utilizadas (Tabela 2).

Na última avaliação realizada de intoxicação, realizada 28 DAA, verificou-se que quando a aplicação ocorreu no estágio fenológico V3 (E-I) foi observado que o aumento da dose do produto, proporcionou incremento de intoxicação da planta (Tabela 2).

De acordo com a avaliação de massa seca de parte aérea da crotalaria, no momento em que a aplicação ocorreu no estágio fenológico V3 (E-I) a dose mais baixa aplicada do produto foi a que obteve a maior quantidade de massa seca, sendo observado que com o aumento da dose essa quantidade obteve um decréscimo. No entanto, quando aplicado no estágio fenológico V7 (E-II) a maior dose utilizada foi que proporcionou a maior produção de massa seca, mais se diferenciando muito pouco das doses mais baixas utilizadas (Tabela 2). Afim de recomendar o herbicida pyriithiobac será necessário ajuste da dose para se ter um bom controle e também conferir menores efeitos negativos sobre o desenvolvimento da crotalaria (BRAZ et al., 2016).

Na Figura 2, apresenta-se os gráficos de porcentagem de controle de soja voluntária sendo aplicado pyriithiobac em doses crescentes, em dois estádios diferentes. Inicialmente (7 DAA) verificou-se que houve uma regressão linear, no estágio fenológico V3 (E-1), a partir da dose de 22,4 g ha⁻¹ a porcentagem de controle não aumentou, mantendo o mesmo controle. No entanto, como observa-se no gráfico o estágio fenológico V7 (E-II), com o incremento da dose o controle vai aumentando em eficiência. Nas avaliações realizadas 14 e 28 DAA, verificou-se que houve uma resposta linear que, conforme o crescimento da dose do pyriithiobac aplicado para o controle da soja voluntária juntamente ocorreu também, o crescimento de porcentagem de controle, mostrando que a maior dose do produto obteve o melhor controle.

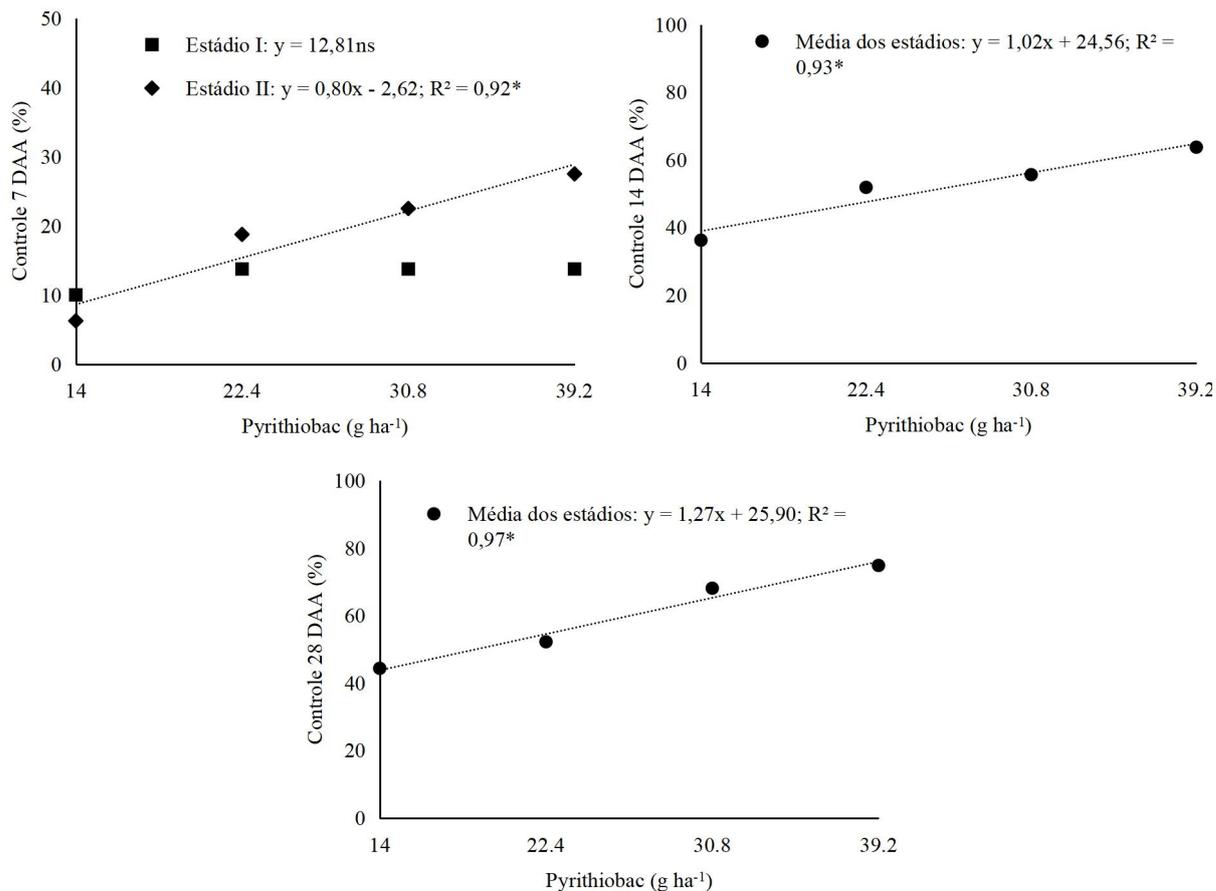


Figura 2 - Porcentagem de controle de soja voluntária após a aplicação de doses crescentes de pyriithiobac em dois estádios fenológicos. Rio Verde (GO), 2019.

Na Figura 3, os gráficos apresentam a porcentagem de intoxicação de plantas de crotalária submetidas doses crescentes de pyriithiobac em dois estádios diferentes. Aos 7 DAA verificou-se que na análise estatística a regressão linear foi significativa. Durante o estágio fenológico V3 (E-I) a crescente dose do produto, também proporcionou maior intoxicação na crotalária. No estágio fenológico V7 (E-II) verificou-se que na análise estatística não obteve efeito significativo nas diferentes doses utilizadas indicando que plantas maiores são mais tolerantes aos efeitos deletérios de pyriithiobac em crotalária. Na última avaliação, realizada 28 DAA, conforme o gráfico mostra, houve uma regressão linear apresentando que indiferentemente dos estádios, com aumento das doses do produto pyriithiobac verificou-se que houve uma maior porcentagem de fitointoxicação, causando injúria e danos na planta de crotalária.

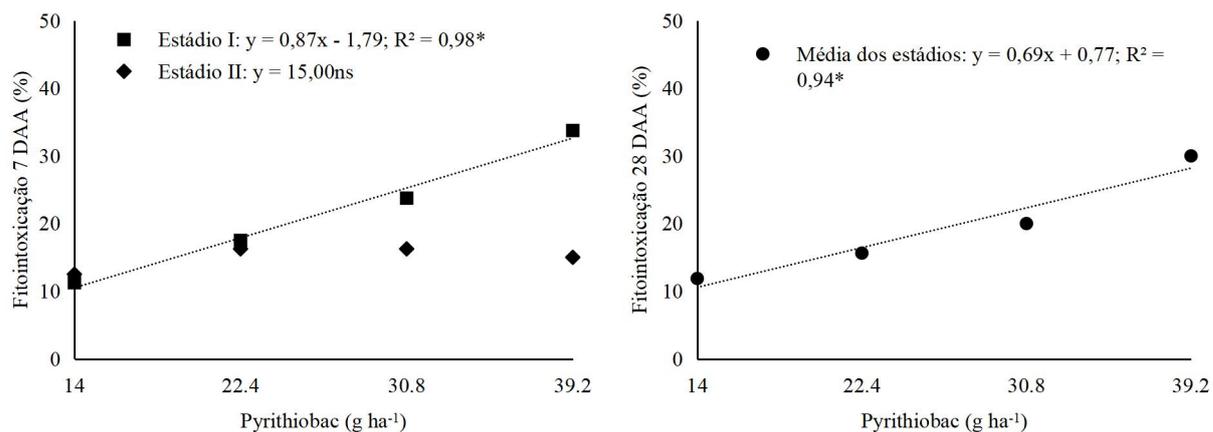


Figura 3 - Porcentagem de intoxicação de plantas de crotalária submetidas a aplicação de doses crescentes de pyriithiobac em dois estádios fenológicos da soja voluntária. Rio Verde (GO), 2019.

Na Figura 4, o gráfico apresenta a massa seca de parte aérea de plantas de crotalária submetidas a aplicação de doses crescente de pyriithiobac, em dois estádios diferentes, em que verificou-se regressão linear com o aumento da dose aplicada, reduzindo o acúmulo de massa da planta no estágio fenológico V3 (E-I). Já para o estágio fenológico V7 (E-II) não houve efeito significativo, observou-se que a massa da planta manteve a mesma, independente da dose utilizada.

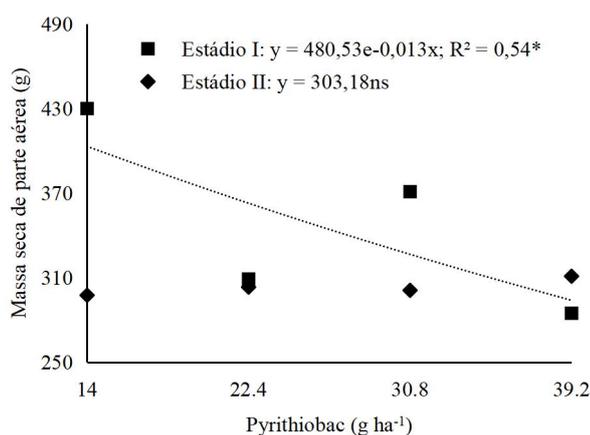


Figura 4 - Massa seca de parte aérea de plantas de crotalária submetidas a aplicação de doses crescentes de pyriithiobac em dois estádios fenológicos. Rio Verde (GO), 2019.

3.2 Uso de ethoxysulfuron visando o controle de soja voluntária na crotalária

Entre as variáveis que foram avaliadas, o estande de plantas não apresentou diferença significativa relacionada ao uso de ethoxysulfuron para o controle de soja voluntária. No entanto, para as avaliações de: altura, massa seca, controle e fitointoxicação, as variáveis apresentaram diferenças quando aplicado o ethoxysulfuron em crescentes doses (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância ($F_{\text{Calculado}}$ e CV) das variáveis-respostas analisadas no experimento conduzido com ethoxysulfuron aplicado na cultura da crotalária visando ao controle de soja voluntária. Rio Verde (GO), 2019

FV	Controle			Fitointoxicação		Estande	Altura	M. seca
	7 DAA	14 DAA	28 DAA	7 DAA	28 DAA			
Dose (D)	8,71**	32,46**	2,48 ^{ns}	8,79**	26,96**	0,87 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,07 ^{ns}
Estádio (E)	88,91**	86,35**	9,80**	64,61**	37,00**	2,48 ^{ns}	95,29**	6,17*
Interação D vs E	1,79 ^{ns}	6,02**	0,25 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,85 ^{ns}	0,87 ^{ns}	2,17 ^{ns}	0,46 ^{ns}
Fat vs adicionais	27,55**	187,82**	196,24**	703,14**	1386,71**	0,09 ^{ns}	122,50**	47,96**
Capinada vs mato	2286,60**	1281,11**	331,54**	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,16 ^{ns}	3,27 ^{ns}
CV (%)	6,56	5,89	9,20	9,82	7,20	25,45	6,60	

^{ns}; *, ** Não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste F.

Na Tabela 4, estão apresentados os resultados das avaliações de: controle de soja voluntária, de fitointoxicação, altura e massa seca das plantas de crotalária, em dois estádios diferentes, após ser realizada a aplicação de ethoxysulfuron em diferentes doses. Inicialmente (7 DAA), quando aplicado o herbicida no estágio fenológico V3 (E-I).

Nas avaliações seguintes, realizadas 14 e 28 DAA, verificou-se que independente do ethoxysulfuron ser aplicado, em estádios fenológicos diferentes, o efeito de doses crescentes mostrou que a eficiência do produto foi melhor, chegando a ter de 95% a 100% de porcentagem de controle da soja voluntária (Tabela 4). O ethoxysulfuron apresenta registro para uso em: cana-de-açúcar, arroz e feijão, e em trabalhos publicados na literatura, foi relatado que este apresenta eficácia no controle de soja voluntária (ASSIS et al., 2014).

Para o controle de plantas daninhas na crotalária, existem poucos herbicidas e ingredientes ativos para realizar este manejo de pós-emergência, desta forma avaliou-se a fitointoxicação de ethoxysulfuron, em plantas de crotalária. Aos 7 DAA as menores doses aplicadas apresentaram os menores sintomas de fitointoxicação. Independentemente de qual estágio de aplicação, os resultados foram semelhantes, em maiores doses a fitointoxicação foi mais severa, principalmente quando aplicado no estágio fenológico V3 (E-I) (Tabela 4).

Na avaliação realizada aos 28 DAA, a aplicação do herbicida no estágio fenológico V3 (E-I) apresentou maior fitointoxicação que quando aplicado no estágio fenológico V7 (E-II),

desde as menores as maiores doses avaliadas. No entanto, quando se aplica a dose mínima do produto, plantas no estágio fenológico V3 (E-I) apresentam fitointoxicação menores, proporcionando baixos níveis de injúrias e não atrapalhando o desenvolvimento da crotalária (Tabela 4).

Foi realizada avaliação de altura de plantas, em função da aplicação de doses crescentes do produto, em diferentes estádios, com isso observou-se que no estágio vegetativo V3 (E-I) todas as doses com exceção da dose de 18 g ha⁻¹ proporcionaram fitotoxidez, porém obtiveram as melhores alturas de plantas. Mas quando a planta se encontrava no estágio vegetativo V7 (E-II) verificou-se que todas as doses testadas no experimento proporcionaram redução na altura de plantas. No entanto, pode-se observar que quando aplicado o herbicida nos distintos estádios, é notável que no momento do estágio vegetativo V7 (E-II) a altura de planta está bem inferior comparado com estágio vegetativo V3 (E-I) indiferente de doses, mostrando que a aplicação no primeiro estágio causou menor redução de porte da planta (Tabela 4).

Tabela 4 - Porcentagem de controle de soja voluntária, intoxicação e massa seca de parte aérea de plantas de crotalária submetidas a aplicação de ethoxysulfuron. Rio Verde (GO), 2019

Ethoxysulfuron (g ha ⁻¹)	Controle 7 DAA (%)		Controle 14 DAA (%)		Controle 28 DAA (%)	
	E-I	E-II	E-I	E-II	E-I	E-II
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
	Intoxicação 7 DAA (%)		Intoxicação 28 DAA (%)			
	E-I	E-II	E-I		E-II	
18	21	15	30		21	
30	28	18	28		25	
42	34	19	40		29	
54	34	20	45		35	
Média	29 a	18 b	36 a		28 b	
	Altura de plantas (cm)		Massa seca de parte aérea (g)			
	E-I	E-II	E-I		E-II	
18	84	66 ^{yz}	340		264 ^{yz}	
30	81 ^{yz}	64 ^{yz}	291		262 ^{yz}	
42	79 ^{yz}	68 ^{yz}	281		251 ^{yz}	
54	82 ^{yz}	59 ^{yz}	290		203 ^{yz}	
Média	82 a	64 b	301 a		245 b	
Capinada	96		486			
Mato	94		405			

* Letras distintas na linha diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade. ^y e ^z Difere das testemunhas capinada e no mato, respectivamente pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

Na avaliação de massa seca de parte aérea foi possível verificar que na aplicação no estágio fenológico V7 (E-II), esta foi inferior se comparada com a aplicação no estágio fenológico V3 (E-I). Indicando que mesmo ocasionando maiores fitointoxicação a planta apresentou maior capacidade de se recuperar (Tabela 4).

Na Figura 5 estão apresentados os resultados de controle de soja voluntária após aplicação de doses crescentes de ethoxysulfuron, em dois estádios fenológicos. Inicialmente, aos 7 DAA, observa-se que, uma regressão linear, de acordo com o aumento da dose do produto aplicado, proporcionando maior porcentagem de controle. Assim, ocorrendo melhor eficiência do produto nas doses de 42 e 54 g ha⁻¹. Na segunda avaliação realizada, aos 14 DAA, comparando o efeito da aplicação de diferentes doses e estádios fenológicos, verifica-se que com o aumento da quantidade de ethoxysulfuron aplicada (dosagem), há melhorias na performance de controle da soja voluntária.

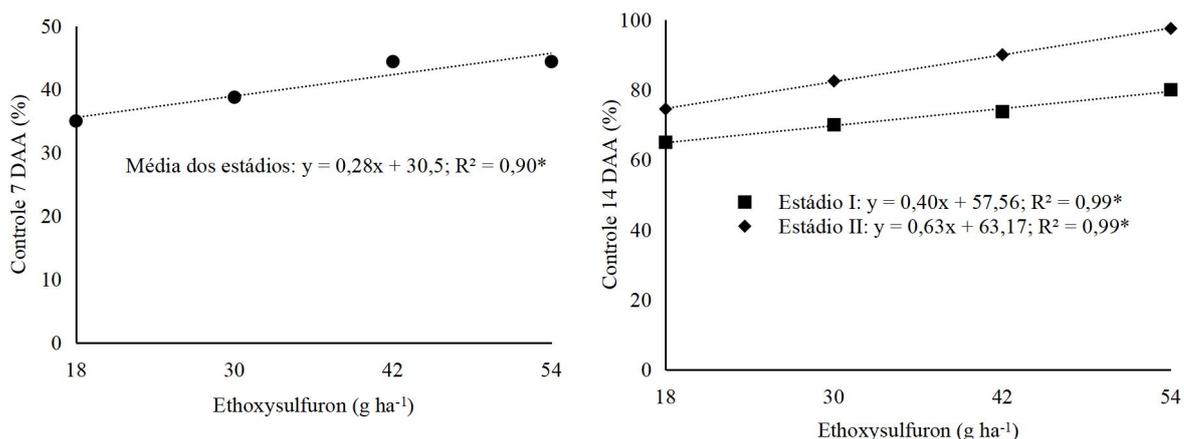


Figura 5 - Porcentagem de controle de soja voluntária após a aplicação de doses crescentes de ethoxysulfuron em dois estádios fenológicos. Rio Verde (GO), 2019.

Na Figura 6, apresenta-se a porcentagem de intoxicação de plantas de crotalária submetidas a aplicação de doses crescentes de ethoxysulfuron em dois estádios fenológicos. Na primeira avaliação realizada (7 DAA), pode-se observar que ocorre uma regressão linear, comprovando que o aumento de doses causa uma maior intoxicação na crotalária.

Na última avaliação realizada aos 28 DAA, constatou-se que na média dos dois estádios de aplicação, sendo que gráfico apresenta uma regressão linear, verifica-se que a maior dose do ethoxysulfuron aplicada foi a que causou maior fitointoxicação na crotalária. A dose 18 g ha⁻¹, as injúrias causadas na cultura da crotalária são de menores porcentagem (Figura 6). Em um trabalho realizado por Dias et al. (2017), quando aplicado o herbicida ethoxysulfuron na

dose de 18 g ha⁻¹, este foi um dos melhores tratamentos, quanto relacionado a menores índices visuais de intoxicação nas plantas de crotalária, diante das avaliações realizadas.

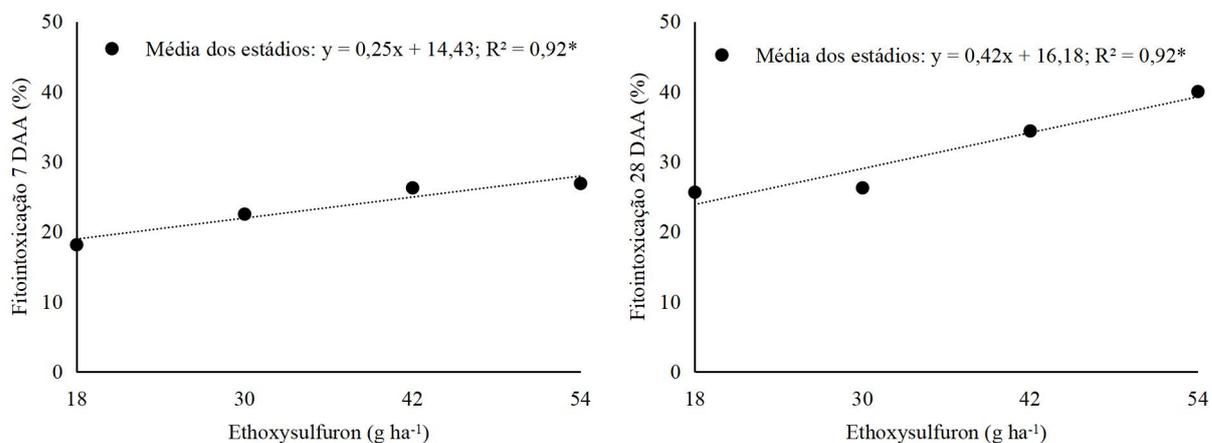


Figura 6 - Porcentagem de intoxicação de plantas de crotalária submetidas a aplicação de doses crescentes de ethoxysulfuron em dois estádios fenológicos. Rio Verde (GO), 2019.

4 CONCLUSÃO

Para o controle de soja voluntária diante dos diferentes estádios aplicados, com a utilização do herbicida pyriithiobac, visando uma maior e melhor eficiência a dose que demonstrou melhor porcentagem de controle foi 39,2 g ha⁻¹, porém a crotalária apresentou maiores níveis de intoxicação e redução na massa seca de parte aérea.

Em relação ao uso do herbicida ethoxysulfuron, quando utilizou-se a dose 54 g ha⁻¹ chegou a 100% de controle da soja, porém observa-se que esta dose ocasionou intoxicação na cultura implantada, causando uma diminuição nos parâmetros de altura de plantas e redução na quantidade de massa seca.

A aplicação no estágio fenológico V3 (E-I) proporcionou maior acúmulo de massa seca da crotalária, sendo assim, o melhor estágio para aplicação do herbicida.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, A.C.D.L P.; REIS, M.R.; PESSOA, G.D.O.; SILVA, D.V.; HAYATA, M.; DIAS, R.C.; ROCHA, B.H. Seletividade do ethoxysulfuron às culturas da soja e feijão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.2, p.117-124, 2014.
- BARRETO, A.C.; FERNANDSE, M.F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solo de tabuleiros costeiros. **Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2001, 7 p. (Circular Técnica, 19).
- BRAZ, G.B.P. **Crotalária: herbicidas seletivos e não seletivos e reação a nematoides**. Tese Doutorado em Concentração em Proteção de Plantas.113 p. Maringá, 2016.
- BRAZ, G.B.P.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; TAKANO, H.K.; CHASE, C.A.; FORNAZZA, F.G.F.; RAIMONDI, R.T. Seleção de herbicidas visando ao uso em sistemas cultivados com crotalária. **Planta Daninha**, v.33, n.3, p.521-534, 2015.
- BRAZ, G.B.P.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA NETO, A. M.; DAN, H. A.; GUERRA, N.; OSIPE, J. B.; TAKANO, H. K. Alternativas para o controle de soja RR(r) voluntária na cultura do algodoeiro. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 360-369, 2013.
- CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. Cerrado: adubação verde. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2006. p.143- 170.
- DAN, H. A.; BARROSO LEMOS, A. L.; FINOTTI T. R.; DAN MORAES L. G.; ASSIS, R. L. Tolerância do cultivar de milho ADR-300 ao herbicida atrazine. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 1, p. 193-198, 2011.
- DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; DIAS, W. P.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Práticas culturais na entressafra da soja para o controle de *Pratylenchus brachyurus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.10, p.1720-1728, 2016.
- DIAS, R. C.; MENDES, K.F.; GONÇALVES, C. G.; DINIZ MELO, C. A.; FRANÇA TEIXEIRA, M. F.; SILVA, D. V.; REIS, M. R. Seletividade inicial de herbicidas aplicados em pós-emergência da crotalária. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.1, p.76-83, 2017.
- FERREIRA, I.C.; SILVA, R.P.; LOPES, A.; FURLANI, C.E.A. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. **Engenharia na Agricultura**, v.15, p.141-150, 2007.
- GUERRA, N.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA NETO, A.M.; SANTOS, G.; JUMES, T.M.C. Seleção de espécies bioindicadoras para os herbicidas trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.1, p.37-48, 2011.

LEE, J.D.; KIM, H. J.; ROBBINS, R.T.; WRATHER, J. A.; BOND, J.; NGUYEN, H. T.; SHANNON, J. G. Reaction of soybean cyst nematode resistant plant introductions to root-knot and reniform nematodes. **Plant Breeding and Biotechnology**, v.3, n.4, p. 346-354, 2015.

OLIVEIRA, R. R.; BRAZ, G.B.P.; OLIVEIRA, R. S.; HENTGES, M.; TAKANO, H. K.; VIDA, J. B. First report of sclerotinia blight caused by *Sclerotinia sclerotiorum* on *Crotalaria spectabilis* in Brazil. **Plant Disease**, v. 99, n. 7, p. 1037–1037, 2015.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA F. S. **Guia de herbicidas**. 7ª ed. Londrina: Edição dos autores. 2018. 764 p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L.H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.3733-3740, 2016.

SILVEIRA, J.M.; CONTE, O. **Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa**. 2ª Edição, Dezembro/2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 1995. 42 p.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C.H.M.D.; FERRARI NETO, J.; CASTRO, G.S.A. Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milheto, cultivados solteiros e consorciados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.10, p.1462-1470, 2012.

TIMOSSI, P.C.; WISINTAINER, C.; DOS SANTO, B.J.; PEREIRA, V.A.; PORTO, V.S. Supressão de plantas daninhas e produção de sementes de crotalária, em função de métodos de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.4, p.525-530, 2011.

TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. P., FURLANI, C. E. A.; MAGALHÃES, S. C.; COSTA, B. O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 710-719, 2008.

WANG, K.H.; SIPES, B.S.; SCHMITT, D.P. Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, v.32, n.1, p.35-57, 2002.

CAPÍTULO 2

ASSOCIAÇÕES HERBICIDAS COM ETHOXYSULFURON VISANDO AO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO CONSÓRCIO MILHO E CROTALÁRIA

RESUMO

O cultivo consorciado de milho e crotalária (*Crotalaria spectabilis*) tem se tornado comum no Cerrado brasileiro, uma vez que esta prática proporciona melhorias para o ambiente edáfico, além de oferecer ao produtor a oportunidade de comercialização dos grãos do cereal. Uma das dificuldades neste consórcio refere-se ao controle de plantas daninhas, bem como da soja voluntária. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficácia no controle de plantas daninhas de sistemas herbicidas envolvendo aplicações em pré e pós-emergência do milho consorciado a com crotalária. Para tanto, foi instalado experimento a campo em área experimental localizada em Rio Verde, Goiás. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso, avaliando-se 14 tratamentos em 4 repetições. Os tratamentos foram compostos por associações herbicidas aplicadas em pré e pós-emergência em diferentes dosagens. Os herbicidas utilizados na composição dos tratamentos foram ethoxysulfuron: S-metolachlor, atrazine, trifluralin, nicosulfuron e glyphosate. Para a comparação da eficácia de controle sob as plantas daninhas e efeito sob a tolerância da crotalária, foi adicionado entre os tratamentos uma testemunha sem aplicação de herbicidas. O consórcio foi estabelecido mediante a distribuição da crotalária à lanço e a semeadura do milho em linha. Com base nos resultados obtidos pode-se constatar que o herbicida atrazine, independentemente da modalidade de aplicação, propicia redução da massa seca da crotalária. Sistemas herbicidas contemplando aplicação em pré-emergência de S-metolachlor e ethoxysulfuron em pós-emergência proporcionam controle satisfatório da soja voluntária e demais espécies de plantas daninhas presentes na área, sem causar níveis elevados de intoxicação à crotalária e milho.

Palavras-chave: controle químico, *Crotalaria spectabilis*, nematoides, *Zea mays*.

CHAPTER 2

HERBICIDE ASSOCIATIONS WITH ETHOXYLSULFURON TO CONTROL WEEDS IN CORN AND SHOWY CROTALARIA INTERCROPPING

ABSTRACT

The intercropping of corn and showy crotalaria (*Crotalaria spectabilis*) has become common in the Brazilian *Cerrado*, since this practice provides improvements to the edaphic environment, in addition to offering the producer the opportunity to commercialize cereal grains. One of the difficulties in this consortium refers to weed control, as well as voluntary soybean control. In this sense, the objective of the present work was to evaluate the effectiveness in weed control of herbicide systems involving pre- and post-emergence applications of corn intercropped with showy crotalaria. Therefore, a field experiment was carried out in an experimental area located in Rio Verde, Goiás. The experimental design used was complete randomized completely blocks, evaluating 14 treatments in 4 replications. The treatments were composed of herbicide associations applied pre- and post-emergence at different dosages. The herbicides used in the treatments were ethoxysulfuron, S-metolachlor, atrazine, trifluralin, nicosulfuron, and glyphosate. To compare the weed control effectiveness and effect on the tolerance of showy crotalaria, a control without herbicide application was added among treatments. The consortium was established through the distribution of showy crotalaria by broadcast and the sowing of corn in a row. Based on the results obtained, it can be seen that the herbicide atrazine, regardless of the application modality, provides a reduction in the dry mass of showy crotalaria. Herbicide systems contemplating pre-emergence application of S-metolachlor and post-emergence ethoxysulfuron provide satisfactory control of voluntary soybean and other weed species present in the area, without causing high levels of intoxication to showy crotalaria and corn.

Keywords: chemical control, *Crotalaria spectabilis*, nematodes, *Zea mays*.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, o milho tem sido majoritariamente cultivado em condições de segunda safra, após a colheita da soja. A importância do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, da indústria de alta tecnologia até a alimentação animal. Mesmo neste cenário com a obtenção de altas produtividades de milho, uma maneira que vem aumentando de maneira considerável é o cultivo de culturas, em consórcio com plantas de cobertura, para melhorias e benefícios do solo.

Diante do cultivo em consórcio, é de extrema importância a escolha da utilização de espécies de plantas de cobertura para que se possa favorecer todos benefícios que o mesmo pode oferecer desde a melhor conservação do solo, proporcionando uma quantidade considerável de matéria orgânica e uma melhoria na estrutura do solo, por causa do sistema radicular agressivo que algumas espécies possuem (CUNHA et al., 2011).

Além disso, outro grande benefício que o cultivo em consorciação pode contribuir é para o aumento da produtividade da cultura subsequente (ANDREOLA et al., 2000), podendo também chegar a reduzir a quantidade de adubo nitrogenado utilizado na cultura (LÁZARO et al., 2013) e também permitir a melhora nas propriedades físicas do solo, onde reduz a resistência à penetração e aumenta a infiltração de água no solo (ALVAREZ et al., 2017), além de proporcionar incremento e melhoria na fertilidade do solo (CARVALHO et al., 2015).

A prática do cultivo em consórcio entre o milho e as plantas de cobertura vem se intensificando gradativamente e se mostrando uma alternativa interessante de maneira que haja uma maior produção de biomassa e a cultura econômica possa ser beneficiada, mantendo ou até mesmo incrementando a produtividade (MHLANG et al., 2016). Entre as principais plantas utilizadas em consórcio, são as leguminosas que contribuirão na fixação biológica de nitrogênio (KERMAH et al., 2017) e uma delas é a crotalária.

O cultivo da crotalária vem aumentando devido aos grandes benefícios que a leguminosa apresenta, sendo o controle das principais espécies dos nematoides que são prejudiciais para as principais culturas que é a soja e o milho e também o potencial do fornecimento de nitrogênio. Gitti et al. (2012) realizaram trabalho com o cultivo de milho consorciado com *Crotalaria spectabilis* e *C. juncea*, no qual evidenciaram que essa modalidade de cultivo não causa prejuízos para a produtividade da cultura principal em decorrência da competição.

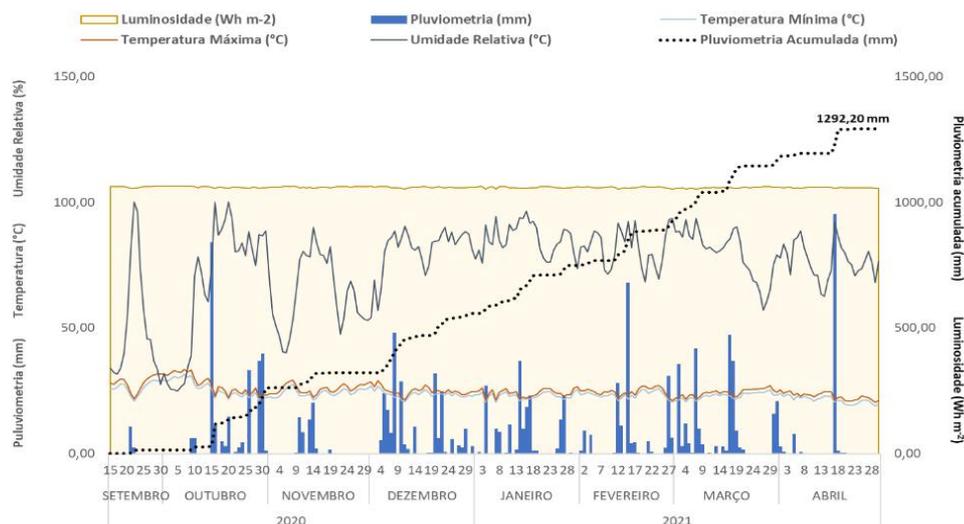
Diante deste sistema de cultivo em consórcio, um dos grandes desafios é a seletividade de herbicidas para ambas as culturas sendo que neste sistema há uma enorme carência de informações quanto à seletividade de herbicidas para o manejo de plantas daninhas. Em um trabalho realizado, dentre os herbicidas atrazine, bentazon, nicosulfuron, S-metolachlor, registrados para a cultura do milho, o bentazon foi o mais seletivo para *C. juncea* e *C. spectabilis* (CAVENAGHI et al., 2012a e 2012b). Braz et al. (2015), realizaram estudos para visualizar potenciais herbicidas para uso em *C. spectabilis*, e foi possível verificar que, dentre os herbicidas aplicados em pós-emergência, os que causaram menores problemas foram imazethapyr, pyriithiobac-sodium, flumiclorac, bentazon e clethodim provocando baixas injúrias às plantas de crotalária. Mosjidis e Wehtje (2011), consideraram seletivos os herbicidas pendimethalin e imazethapyr, quando aplicados isolados em pré-emergência, mas, em associação afetaram a produção da matéria seca de *C. juncea*.

Dentro deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficácia de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas e também soja voluntária no cultivo consorciado de milho com crotalária.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de inovação e Tecnologia – CIT GAPES, no período da safra 2020/2021, sendo instalado nos pontos de coordenadas latitude de 17°52'11"S e longitude de 50°55'21"O, à 735 metros de altitude. O experimento foi conduzido durante os meses de março e julho de 2021, em condições de segunda safra.

O clima na região do experimento, de acordo com a classificação de Köppen, enquadra-se na tipologia Aw caracterizada por região de clima tropical com estação seca de inverno. As informações sobre: precipitações (mm), temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e luminosidade (watt hora m⁻²) da área experimental estão apresentadas na Figura 7.



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

Figura 7 - Precipitações, temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar e luminosidade, durante o período de condução do experimento. Rio Verde (GO), 2021.

O solo da área experimental foi classificado apresentando textura argilosa, conforme a análise de solo apresentada na Tabela 5. Com base na análise de solo, a área foi corrigida com a aplicação de 3,3 ton ha⁻¹ de calcário dolomítico, 200 kg ha⁻¹ de MAP e 10 kg ha⁻¹ de octaborato.

Tabela 5 - Análise química e física do solo da área experimental. Rio Verde (GO), 2021

Camada	pH	M.O.	CO	P _{Mehlich}	m	V	CTC _{Efetiva}	CTC _{Potencial}		
	CaCl ₂	g dm ⁻³	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	%	%	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³		
1	4,80	18,10	10,50	2,40	7,60	30,5	2,10	6,40		
2	4,70	16,20	9,40	3,60	8,30	25,0	1,80	6,60		
	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Cu	Fe		
	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³						
1	35,50	0,08	1,55	0,32	0,16	4,50	2,00	33,00		
2	79,10	0,09	1,20	0,36	0,15	4,90	2,60	50,00		
	Mn	Zn	K	Ca	Mg	Ca/K	Mg/K	Argila	Silte	Areia
	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	%	%	%			g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
1	13,20	0,70	1,20	24,20	5,00	19,40	4,00	420	70	510
2	27,8	0,50	1,40	18,20	5,50	13,30	4,00			

1 = Amostragem realizada na camada de 0 a 20 cm de profundidade; 2 = Amostragem realizada na camada de 20 a 40 cm de profundidade.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 14 tratamentos e 4 repetições. Os produtos testados neste experimento foram: compostos formulados comerciais e doses, ingredientes ativos e suas concentrações bem como, a época de aplicação de todos os produtos arrolados para o experimento estão na Tabela 6. As unidades experimentais

apresentavam dimensões de 4 metros de largura por 6 metros de comprimento, totalizando 24 m² de área bruta total.

Tabela 6 - Relação de herbicidas avaliados no experimento de controle de plantas daninhas em consórcio de cultivo milho e crotalária. Rio Verde (GO), 2021

Ingrediente ativo (g i.a. ha ⁻¹): Pré-emergência	Ingrediente ativo (g i.a. ha ⁻¹): Pós-emergência ^{1/}
1. Testemunha sem herbicida	-
2.	Ethoxysulfuron (12)
3. S-metolachlor (1152)	Ethoxysulfuron (12)
4. S-metolachlor (1440)	Ethoxysulfuron (12)
5. S-metolachlor (1440) + atrazine (800)	Ethoxysulfuron (12)
6. Atrazine (800)	Ethoxysulfuron (12)
7. Trifluralin (667,5)	-
8.	Nicosulfuron (8)
9.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (240)
10.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (480)
11.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (720)
12.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (4)
13.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (8)
14.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (16)

^{1/} Adicionado Joint® na dose de 0,5% p.c. V/V.

A área em que o experimento foi conduzido encontrava-se em sistema de plantio direto (SPD), sendo realizada primeiramente a semeadura à lanço da crotalária utilizando a espécie *C. spectabilis* com o equipamento Ikeda, sendo distribuída quantidade equivalente a 20 kg ha⁻¹. Em sequência foi realizada a semeadura do híbrido de milho AG 8700 PRO3, em densidade equivalente a três sementes por metro, adotando-se o espaçamento de 0,5 m entrelinhas. A semeadura de ambas as espécies foi realizada em 15/04/2021 e a emergência do milho foi observada em 20/04/2021. Todos os tratamentos culturais foram realizados de acordo com os recomendados para a cultura, procedendo ao controle de pragas e doenças sem deixar que estes influenciassem o desenvolvimento da cultura.

Para a aplicação dos tratamentos, foi utilizado o pulverizador costal a base de CO₂, munido de pontas XR110.015, mantido à pressão de trabalho de 35 lb pol⁻², resultando em volume de calda equivalente a 150 L ha⁻¹. Na ocasião das aplicações, os dados climáticos eram: primeira aplicação (pré-emergência) realizada no dia 15/04/2021, observando temperatura média, umidade relativa do ar e velocidade do vento de 28°C, 70% e 0,8 km h⁻¹, respectivamente. Para a segunda aplicação (pós-emergência), realizada no dia 11/05/2021, a temperatura média, umidade relativa do ar e velocidade do vento eram de 27°C, 75% e 0,6 km h⁻¹, respectivamente.

Para mensurar o efeito dos tratamentos, foram realizadas avaliações: no milho, crotalária, soja voluntária e plantas daninhas. No milho, foram realizadas avaliações de porcentagem de fitointoxicação, além da altura de plantas. Na crotalária, avaliou-se: a porcentagem de fitointoxicação, densidade de plantas e massa seca de parte aérea. Por fim, na soja voluntária e nas plantas daninhas, foram mensuradas as seguintes variáveis respostas: porcentagem de controle, densidade de plantas e massa seca de parte aérea.

Para as avaliações de fitointoxicação e controle a escala adotada foi a proposta pela SBPCD (1995), em que as notas são conferidas em porcentagem, em que 0% representa ausência de sintomas (injúrias) e 100% a morte total das plantas. Para a avaliação de altura do milho, foi realizada a medição da distância do nível do solo até a altura da lígula da última folha completamente expandida, amostrando dez plantas por unidade experimental. A avaliação de densidade de plantas foi realizada mediante a utilização de quadrado com dimensões de 50 x 50 cm, o qual foi lançado de forma aleatória, por duas vezes, em cada unidade experimental. Posteriormente, procedeu-se a contagem de indivíduos presentes em cada quadrado, classificando-os de acordo com a espécie (crotalária, soja e plantas daninhas). Todas estas avaliações foram realizadas aos 7 e 14 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos em pós-emergência.

Por fim, para a massa seca das plantas foi realizada aos 14 DAA, coletando-se a parte aérea de cada espécie (crotalária, soja e plantas daninhas) em uma área de 50 x 50 cm, sendo este material acondicionado em sacos de papel Kraft e levado para estufa de circulação forçada de ar em temperatura constante de 65°C, por um período de 72 horas. Após este procedimento, foi realizada a pesagem das amostras em balança analítica de precisão.

O objetivo da implantação do milho neste experimento não foi de mensurar a seletividade dos tratamentos herbicidas para esta espécie, mas sim, de simular as condições de sombreamento que esta cultura proporcionaria para a crotalária, soja voluntária e plantas daninhas presentes na área, fato que poderia influenciar nos resultados de seletividade e controle. Desta forma, a produtividade do milho e demais componentes de rendimento não foram mensurados, por isto não fazem parte do objetivo inicial do estudo.

Todos os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk (normalidade) e os dados que não possuíam uma distribuição normal foram transformados pela fórmula $[(x + 0,5)^{0,5}]$. A análise de variância foi realizada mediante utilização do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Para as variáveis-respostas em que foi observado efeito significativo dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam o potencial de seletividade que os tratamentos herbicidas apresentam para este cereal, sendo recomendado a realização de estudos futuros acerca da tolerância do milho para os ingredientes ativos aqui avaliados.

A análise dos dados permitiu a observação de efeito significativo a 5% de probabilidade para as avaliações propostas com exceção da avaliação média de altura de plantas. As variáveis-respostas fitointoxicação da crotalária, e porcentagem de controle da soja e das plantas daninhas, juntamente com a densidade de plantas de soja e crotalária sofreram interferência para intervenções propostas (Tabela 7).

Além disso, a análise dos dados permitiu a observação de efeito significativo, para as avaliações propostas com exceção da avaliação de massa seca de plantas daninhas. Para as avaliações de intoxicação em crotalária, e controle da soja e das plantas daninhas com avaliações realizadas aos 7 DAA, nota-se que houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha, porém, também foram observadas diferenças entre os variados herbicidas utilizado para aplicação no trabalho (Tabela 8).

Tabela 7 - Resumo da análise de variância ($F_{\text{Calculado}}$ e CV) para as variáveis-respostas altura do milho (AP_{Milho}), fitointoxicação de crotalária ($F_{\text{Crotalária}}$), porcentagem de controle de soja (C_{Soja}) e planta daninha ($C_{\text{Planta daninha}}$), densidade de soja (D_{Soja}), crotalária ($D_{\text{Crotalária}}$) e plantas daninhas ($D_{\text{Planta daninha}}$) em função da aplicação de diferentes associações herbicidas. Rio Verde (GO), 2021

Fonte de variação	GL	AP_{Milho}	$F_{\text{Crotalária}}$	C_{Soja}	$C_{\text{Planta daninha}}$	$D_{\text{Crotalária}}$	D_{Soja}	$D_{\text{Planta daninha}}$
7 DAA								
Tratamentos	13	0,895 ^{ns}	254,52**	128,20**	43,902**	10,00**	2,819**	-
Blocos	3	0,423 ^{ns}	0,377 ^{ns}	0,118 ^{ns}	0,585 ^{ns}	3,282 ^{ns}	2,822**	-
CV (%)	-	7,05	6,46	7,89	19,41	11,86	11,69	-
14 DAA								
Tratamentos	13	0,908 ^{ns}	36,300**	21,522**	21,192**	2,761 ^{ns}	1,880 ^{ns}	1,254 ^{ns}
Blocos	3	3,221 ^{ns}	1,240 ^{ns}	2,316 ^{ns}	8,759*	13,595**	19,236**	8,253**
CV (%)	-	2,67	26,35	34,68	28,92	31,68	24,43	60,35
		Massa seca soja		Massa seca crotalária		Massa seca planta daninha		
Tratamentos	13	2,142*		3,854**		0,825 ^{ns}		
Blocos	3	3,885**		14,215**		4,191**		
CV (%)	-	25,08		35,28		69,89		

^{ns} Não significativo pelo teste F. * Significativo pelo teste F a nível de 5% de probabilidade. ** Significativo pelo teste F a nível de 1% de probabilidade

Na avaliação realizada aos 7 DAA, observa-se que os tratamentos contendo aplicação de trifluralin (667,5 g ha⁻¹) em pré-emergência e o composto por nicosulfuron (8 g ha⁻¹)

aplicado em pós-emergência, ambos utilizados isoladamente, também não apresentaram eficiência imediata no controle de plantas voluntárias de soja. Excluindo-se estes tratamentos, todos os demais, quando considerado a porcentagem de controle da soja voluntária, apresentaram resultados satisfatórios no manejo químico desta espécie. Nesta avaliação, as melhores performances de controle de soja voluntária foram visualizadas com a aplicação de S-metolachlor + atrazine (1440 + 800 g ha⁻¹) em pré-emergência e sequencial de ethoxysulfuron (12 g ha⁻¹) em pós-emergência (Tabela 8).

Tabela 8 - Altura de plantas de milho (AP_{Milho}), fitointoxicação da crotalária (F_{Crotalária}), controle de soja voluntária (C_{Soja}) e de plantas daninhas (C_{Planta daninha}), densidade de crotalária (D_{Crotalária}) e soja (D_{Soja}) após a aplicação de associações herbicidas. Rio Verde (GO), 2021

Pré-emergência (g i.a. ha ⁻¹)	Pós-emergência (g i.a. ha ⁻¹) ^{1/}	7 DAA					
		AP _{Milho}	F _{Crotalária}	C _{Soja}	C _{Planta daninha}	D _{Crotalária}	D _{Soja}
		--- cm ---	----- % -----		----- plantas m ⁻² ---		
1. Testemunha sem herbicida	-	46,72	0,00 a	0,00 c	0,00 d	11,75 a	22,00 b
2.	Ethoxysulfuron (12)	46,00	10,00 b	21,25 b	0,00 d	8,75 b	16,50 a
3. S-metolachlor (1152)	Ethoxysulfuron (12)	47,82	13,75 b	21,25 b	21,25 b	7,00 b	12,50 a
4. S-metolachlor (1440)	Ethoxysulfuron (12)	48,75	17,50 c	21,25 b	38,75 a	7,25 b	12,25 a
5. S-metolachlor (1440) + atrazine (800)	Ethoxysulfuron (12)	45,97	17,50 c	28,75 a	38,75 a	9,75 a	22,50 b
6. Atrazine (800)	Ethoxysulfuron (12)	45,75	16,25 c	22,50 b	17,50 b	10,00 a	16,00 a
7. Trifluralin (667,5)	-	43,52	0,00 a	0,00 c	10,00 c	8,00 b	14,25 a
8.	Nicosulfuron (8)	45,40	42,50 d	0,00 c	18,75 b	13,25 b	15,50 a
9.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (240)	48,45	66,25 f	22,50 b	2,50 d	4,00 c	15,00 a
10.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (480)	48,35	70,00 f	22,50 b	1,25 d	3,00 c	17,00 a
11.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (720)	47,10	87,50 g	22,50 b	2,50 d	4,00 c	14,25 a
12.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (4)	45,27	42,50 d	22,50 b	2,50 d	9,25 b	15,00 a
13.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (8)	44,47	50,00 e	22,50 b	7,50 c	10,50 a	17,00 a
14.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (16)	46,25	52,50 e	22,50 b	8,75 c	7,50 b	11,00 a

^{1/} Adicionado Joint® na dose de 0,5% p.c. V/V. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Os melhores tratamentos nesta ocasião foram compostos pela aplicação de S-metolachlor (1440 g ha⁻¹) em pré-emergência + ethoxysulfuron (12 g ha⁻¹) em pós-emergência, além de S-metolachlor + atrazine (1440 + 800 g ha⁻¹) em pré-emergência com sequencial de ethoxysulfuron (12 g ha⁻¹) aplicado em pós-emergência (Tabela 8).

Analisando a avaliação de intoxicação da crotalária, os tratamentos que ocasionaram menores injúrias às plantas foram os com aplicação de ethoxysulfuron (12 g ha⁻¹) em pós-emergência e trifluralin (667,5 g ha⁻¹) em pré-emergência, mostrando que esses não diminuiram o potencial e nem reduziram os benefícios que a planta de cobertura pode

apresentar (Tabela 4). Em trabalho realizado por Dias et al. (2017) os herbicidas bentazon, clomazone, diclosulam e ethoxysulfuron foram seletivos à crotalária.

Relacionando o aspecto avaliado no trabalho de contagem de plantas de soja voluntária e também de crotalária, observa-se que os tratamentos que apresentaram maiores níveis de controle em plantas de soja voluntária e não ocasionaram muitos problemas no estabelecimento da crotalária foram os com uso do ethoxysulfuron + nicosulfuron em pós-emergência, sendo assim permitindo o melhor estabelecimento do consórcio, fazendo com que a planta demonstre os seus benefícios, qualidades e vantagens para o sistema de cultivo (Tabela 8).

Diante de todos os parâmetros avaliados e com os resultados obtidos na primeira avaliação (7 DAA), os tratamentos que apresentaram resultados significativos em todos os aspectos foram os compostos pela aplicação de S-metolachlor (1440 g ha⁻¹) em pré-emergência e complementação de ethoxysulfuron (12 g ha⁻¹) em pós-emergência, visto que estes proporcionaram bom controle da soja voluntária e das plantas daninhas, sem ocasionar elevados níveis de intoxicação da crotalária.

Na segunda avaliação realizada aos 14 DAA, quando se observa a porcentagem de controle da soja voluntária comparada, com a primeira avaliação, poucos tratamentos conseguiram manter a mesma eficácia. Sendo assim, é possível verificar que entre os tratamentos, o que conseguiram manter e/ou aumentar os níveis de injúrias na soja, destaca-se ethoxysulfuron + nicosulfuron (12 + 16 g ha⁻¹) aplicados em pós-emergência. Sendo assim, quando avaliou-se a porcentagem de controle de plantas daninhas, novamente, o tratamento com aplicação da associação supracitada em pós-emergência se mostrou superior aos demais, proporcionando como resultado, maior eficácia no controle das plantas voluntárias e das demais espécies que compõem a comunidade infestante (Tabela 9).

Tabela 9 - Altura de plantas de milho (AP_{Milho}), fitointoxicação da crotalária ($F_{\text{Crotalária}}$), controle de soja voluntária (C_{Soja}) e de plantas daninhas ($C_{\text{Planta daninha}}$), densidade de crotalária ($D_{\text{Crotalária}}$), soja (D_{Soja}) e plantas daninhas ($D_{\text{Planta daninha}}$) após a aplicação de associações herbicidas. Rio Verde (GO), 2021

Pré-emergência (g i.a. ha ⁻¹)	Pós-emergência (g i.a. ha ⁻¹) ^{1/}	14 DAA						
		AP_{Milho} --- cm ---	$F_{\text{Crotalária}}$ ----- % -----	C_{Soja}	$C_{\text{Planta daninha}}$	$D_{\text{Crotalária}}$	D_{Soja}	$D_{\text{Planta daninha}}$ ----- plantas m ⁻² -----
1. Testemunha sem herbicida	-	62,20	0,00 a	0,00 c	0,00 d	32,75	31,50	19,50
2.	Ethoxysulfuron (12)	64,62	0,00 a	0,00 c	0,00 d	16,50	13,00	10,25
3. S-metolachlor (1152)	Ethoxysulfuron (12)	64,25	0,00 a	5,00 c	10,00 c	9,50	30,50	3,25
4. S-metolachlor (1440)	Ethoxysulfuron (12)	64,07	0,00 a	0,00 c	5,00 d	16,25	14,00	2,00
5. S-metolachlor (1440) + atrazine (800)	Ethoxysulfuron (12)	60,80	12,50 b	7,50 c	2,50 d	8,75	21,50	1,25
6. Atrazine (800)	Ethoxysulfuron (12)	64,50	5,00 a	7,50 c	2,50 d	11,50	22,50	8,75
7. Trifluralin (667,5)	-	63,65	0,00 a	0,00 c	0,00 d	9,50	17,25	4,50
8.	Nicosulfuron (8)	61,17	40,00 c	0,00 c	20,00 b	14,00	9,25	5,75
9.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (240)	63,65	70,00 e	20,00 b	0,00 d	9,75	12,50	2,25
10.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (480)	66,50	82,50 e	30,00 b	12,50 c	4,75	24,00	0,75
11.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (720)	63,85	77,50 e	22,50 b	12,50 c	2,00	19,75	1,50
12.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (4)	60,90	50,00 d	35,00 a	15,00 c	14,00	13,50	3,00
13.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (8)	63,15	57,50 d	40,00 a	12,50 c	13,75	16,50	5,00
14.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (16)	64,12	57,50 d	55,00 a	31,25 a	8,75	17,00	3,50

^{1/} Adicionado Joint[®] na dose de 0,5% p.c. V/V. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Diante da avaliação de intoxicação das plantas de crotalária, entre os 14 tratamentos, muitos deles não ocasionaram sintomas de injúrias na segunda avaliação. A problemática se relaciona ao fato de que àqueles tratamentos que não causaram injúrias à crotalária, também deixaram a desejar sob a ótica de controle da soja voluntária e as plantas daninhas. Os tratamentos contendo aplicação de ethoxysulfuron + glyphosate (12 + 240, 480 ou 720 g ha⁻¹) em pós-emergência foram os que se submeteram a ocasionar os maiores níveis de injúrias às plantas da crotalária, podendo acarretar com isso prejuízos que faça com que os benefícios do cultivo consorciado não sejam bem aproveitados (Tabela 9).

O herbicida nicosulfuron em dois trabalhos, não foi reconhecido por Braz (2016) e Dias et al. (2017), como seletivo para crotalária, devido ao fato de causar injúrias nas plantas desta espécie. No entanto, nos trabalhos citados, as injúrias de fitointoxicação não foram tão graves nas subdoses de 50 e 75% em relação à dose comercial, uma vez que os níveis verificados foram referentes a estas subdoses.

O tratamento com aplicação em pós-emergência da associação entre ethoxysulfuron e nicosulfuron obteve bom desempenho considerando apenas a performance de controle, uma

vez que este causou boa supressão (redução da densidade) da soja voluntária e das plantas daninhas. Contudo, sob a ótica da seletividade, a inclusão do nicosulfuron foi danosa à crotalária, uma vez que se observou elevados percentuais de fitointoxicação (Tabela 9).

Após realizadas as avaliações de controle e contagem das plantas voluntárias de daninhas, o parâmetro a ser avaliado no presente trabalho foi analisar o volume de massa seca de soja e da crotalária, mostrando que houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha (Tabela 10). Diante dos tratamentos avaliados comparando com massa seca de soja, alguns deles reduziram bastante o acúmulo de biomassa. O tratamento contendo ethoxysulfuron (12 g ha⁻¹) aplicado em pós-emergência proporcionou uma diferença entre a testemunha de 69,5 g, podendo concluir que o herbicida proporcionou acentuada injúria a soja voluntária, se mostrando eficiente.

Tabela 10 - Massa seca de parte aérea de plantas de crotalária, soja e plantas daninhas após a aplicação de associações herbicidas. Rio Verde (GO), 2021

Pré-emergência (g i.a. ha ⁻¹)	Pós-emergência (g i.a. ha ⁻¹) ^{1/}	Massa seca de parte aérea		
		Crotalária	Soja	Plantas daninhas
-----g-----				
1. Testemunha sem herbicida	-	47,50 a	102,50 b	48,50
2.	Ethoxysulfuron (12)	46,75 a	33,00 a	29,75
3. S-metolachlor (1152)	Ethoxysulfuron (12)	28,25 a	129,50 b	7,25
4. S-metolachlor (1440)	Ethoxysulfuron (12)	58,75 a	86,75 b	19,25
5. S-metolachlor (1440) + atrazine (800)	Ethoxysulfuron (12)	18,00 b	90,75 b	5,50
6. Atrazine (800)	Ethoxysulfuron (12)	14,25 b	76,00 b	14,75
7. Trifluralin (667,5)	-	29,25 a	73,25 b	21,50
8.	Nicosulfuron (8)	48,50 a	53,00 a	5,00
9.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (240)	16,25 b	73,50 b	11,25
10.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (480)	7,50 b	95,00 b	12,75
11.	Ethoxysulfuron (12) + glyphosate (720)	1,75 b	91,00 b	32,00
12.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (4)	30,75 a	40,75 a	15,75
13.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (8)	34,75 a	50,00 a	12,75
14.	Ethoxysulfuron (12) + nicosulfuron (16)	19,75 b	64,25 a	20,75

^{1/} Adicionado Joint® na dose de 0,5% p.c. V/V. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Comparando a quantidade de massa seca da crotalária, entre a testemunha e os tratamentos utilizados, pode-se concluir que vários tratamentos foram seletivos para a planta, não ocasionando redução de volume de massa, sendo um fator de extrema importância para os benefícios que esta pode mostrar e trazer para o cultivo agrícola. Entre os tratamentos que se destacaram foram os tratamentos ethoxysulfuron (12 g ha⁻¹) aplicado em pós-emergência; S-metolachlor (1140 g ha⁻¹) aplicado em pré-emergência e ethoxysulfuron (12 g ha⁻¹) aplicado em pós-emergência; ethoxysulfuron (12 g ha⁻¹) aplicados em pós-emergência e nicosulfuron (8 g ha⁻¹) aplicado em pós-emergência (Tabela 10).

Nesta avaliação, foi possível verificar também, que nos tratamentos com ingrediente ativo atrazine, a quantidade de massa seca da crotalária reduziu bastante perdendo em torno de 30 g comparado com a testemunha, comprovando que o herbicida não é seletivo para a planta de cobertura conforme Braz et al. (2015), constataram que os herbicidas atrazine e também flumioxazin aplicados em pré e pós-emergência da cultura, não foram seletivos a crotalária, por proporcionarem elevados percentuais de intoxicação. Esta também foi mostrada pela redução de quantidade de massa seca que aconteceu nos tratamentos (ethoxysulfuron 12 g ha⁻¹ + glyphosate 480 g ha⁻¹ aplicados em pós-emergência) e (ethoxysulfuron 12 g ha⁻¹ + glyphosate 720 g ha⁻¹ aplicados em pós-emergência), chegando a reduzir um número de até 40 g de volume quando comparado com a testemunha (Tabela 10).

Diante dos resultados apresentados nestas avaliações de massa seca, os tratamentos que obtiveram destaque, conseguindo reduzir o volume de massa seca da soja voluntária e manter a quantidade de massa da crotalária, foram os compostos pela aplicação de S-metolachlor em pré-emergência e ethoxysulfuron em pós-emergência, mostrando que os mesmos permitiram o bom estabelecimento da planta de cobertura, apesar de proporcionarem injúrias.

4 CONCLUSÃO

A aplicação de herbicidas à base de atrazine, independentemente se esta for realizada em pré ou pós-emergência, propicia redução da massa seca de parte aérea das plantas de crotalária.

O uso de produtos à base de fertilizantes foliares não proporciona melhorias na performance do ethoxysulfuron visando o controle de soja voluntária e demais plantas daninhas no cultivo de milho consorciado com crotalária.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R.; STEINBACH, H. S.; PAEPE, J. L. de. Cover crop effects on soils and subsequent crops in the pampas: a meta-analysis. **Soil & Tillage Research**, v. 170, p. 53-65, 2017.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/ milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 867-874, 2000.
- BRAZ, G.B.P. **Crotalária: herbicidas seletivos e não seletivos e reação a nematoides**. Tese Doutorado em Concentração em Proteção de Plantas.113 p. Maringá, 2016.
- BRAZ, G.B.P.; OLIVEIRA JR., 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. **Planta Daninha**, v.33, n.3, p.521-534, 2015.
- CARVALHO, N.S.; OLIVEIRA, A.B.B.; PESSOA, M.M.C.; COSTA NETO, V.P.C.; SOUSA, R.S.; CUNHA, J.R.; COUTINHO, A.G.; SANTOS, V.M.; ARAÚJO, A.S.F. Short-term effect of different green manure on soil chemical and biological properties. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.43, p.4076-4081, 2015.
- CAVENAGHI, A. L.; IENERICH, A. C.; GUIMARÃES, S. C. Seletividade de herbicidas para Crotalaria Juncea L. **Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas na era da Biotecnologia**, XXVIII, 2012, Campo Grande-MS. Resumos... Campo Grande: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012b.
- CAVENAGHI, A. L.; RAIMONDI, J. M.; GUIMARÃES, S. C. Seletividade de herbicidas para Crotalaria spectabilis. **Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas na era da Biotecnologia**, XXVIII, 2012, Campo Grande-MS. Resumos... Campo Grande: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2012a.
- CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D.; LEANDRO, W.M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I - Atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.2, p.589-602, 2011.
- DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; DAN, L. G. M.; PROCÓPIO, S. O.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; FELDKIRCHER, C. Supressão imposta pelo mesotrione a Brachiaria brizantha em sistema de integração lavoura-pecuária. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.861-867, 2011.
- DIAS, R.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 crotalária. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.1, p.76-83, 2017.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GITTI, D. C.; ARF, O.; VILELA, R. G.; PORTUGAL, J. R.; KANEKO, F. H.; RODRIGUES, R. A. F. Épocas de semeadura de crotalária em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.2, p.156-168, 2012.

KERMAH, M.; FRANKE, A. C.; ADJEI-NSIAH, S.; AHIABOR, B. D. K.; ABAIDOO, R. C.; GILLER, K. E. Maize-grain legume intercropping for enhanced resource use efficiency and crop productivity in the Guinea savanna of northern Ghana. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 213, p. 38-50, 2017.

LÁZARO, R.L.; COSTA, A.C.T.; SILVA, K.F.; SARTO, M. V. M.; DUARTE JÚNIOR, J.B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.1, p.10-17, 2013.

MHLANGA, B.; CHEESMAN, S.; MAASDORP, B.; MUPANGWA, W.; MUNYORO, C.; SITHOLE, C.; THIERFELDEER, C. Effects of relay cover crop planting date on their biomass and maize productivity in a sub-humid region of Zimbabwe under conservation agriculture. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, v.78, n.1, p.93-101, 2016.

MOSJIDIS, J. A.; WEHTJE, G. Weed control in sunn hemp and its ability to suppress weed growth. **Crop Protection**, v. 30, n.1, p.70-73, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS - SBCPD.
Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.
Londrina: 1995. 42 p.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a implementação de culturas de cobertura ou o cultivo de milho consorciado em segunda safra com crotalária é preciso ter o conhecimento prático de herbicidas para se utilizar no controle da soja voluntária que irá se suceder como uma das principais plantas daninhas por ter poucos herbicidas seletivo para a crotalária que consiga ter o controle das dicotiledôneas. Durante o período da condução dos experimentos, foi possível observar diferentes formas de se proceder ao controle químico de plantas daninhas folhas largas (dicotiledôneas) e da soja voluntária com a combinação de herbicidas aplicados em pré-emergência e pós-emergência. É oportuno destacar que a escolha destes sistemas de controle envolvendo aplicação de herbicidas deve ser criteriosa, uma vez que a depender da dose, estágio de aplicação e se a crotalária está sendo cultivada de forma soleira ou consorciada, alguns herbicidas podem ocasionar fatores negativos direto quando empregados nesta espécie vegetal.

O estágio de desenvolvimento das plantas de soja voluntária e da crotalária influenciam diretamente na eficácia do controle e na seletividade dos herbicidas aplicados em pós-emergência (pyrithiobac e ethoxysulfuron). À medida que as aplicações são realizadas de forma mais tardia, em estádios avançados de desenvolvimento das plantas voluntárias, a eficácia de controle vai se reduzindo gradativamente. Nesta situação, a ausência de um controle eficaz nos cultivos envolvendo crotalária trará prejuízos como a competição por recursos, não conseguindo alcançar melhores resultados que a planta de cobertura poderia trazer para o ambiente de produção.

Em relação ao efeito das doses de pyrithiobac e ethoxysulfuron, visualiza-se que o aumento da quantidade destes ingredientes ativos aplicada proporciona acréscimo nos níveis de controle de soja voluntária. No entanto, o incremento de doses de ambos os herbicidas também proporciona maiores níveis de injúrias as plantas de crotalária. Neste sentido, torna-se necessário achar o ponto de equilíbrio para viabilizar a utilização destes herbicidas nos cultivos de crotalária, visualizando-se maior potencial no ethoxysulfuron.

Além disto, quando o cultivo desta planta de cobertura é associado com a cultura de segunda safra, o desafio vai se tornando cada vez mais difícil pela dificuldade de obter seletividade de herbicidas quanto para a cultura, quanto a planta utilizada em consórcio, pois é preciso ter o produto e manejo que controle bem as plantas daninhas e a soja voluntária, que não ocasionem injúrias e problemas na crotalária e na cultura utilizada. Sendo assim, foi

possível notar que diversas combinações de herbicidas apresentam resultados promissores, evitando que ocorra a interferência da comunidade infestante no cultivo consorciado de milho e crotalária.