



Universidade Federal
de São João del-Rei

ADILSON MIGUEL DA SILVA JÚNIOR

**MISTURA EM TANQUE DE GLYPHOSATE COM
FERTLIZANTES FOLIARES NO CONTROLE DE PLANTAS
DANINHAS E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA**

**SETE LAGOAS
2021**

ADILSON MIGUEL DA SILVA JUNIOR

**MISTURA EM TANQUE DE GLYPHOSATE COM
FERTILIZANTES FOLIARES NO CONTROLE DE PLANTAS
DANINHAS E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva
Coorientador: Phd. Décio Karam

SETE LAGOAS

2021

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

J95m

Júnior, Adilson Miguel da Silva.

MISTURA EM TANQUE DE GLYPHOSATE COM FERTILIZANTES
FOLIARES NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA / Adilson Miguel da
Silva Júnior ; orientador Amilton Ferreira da Silva;
coorientador Décio Karam. -- Sete Lagoas, 2021.
50 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias) -- Universidade Federal de São
João del-Rei, 2021.

1. Associação de glyphosate com fertilizantes
foliares. 2. Manejo de plantas daninhas. 3.
Fitotoxicidade na cultura da soja. 4.
Desenvolvimento da cultura da soja. 5. Produtividade
da cultura da soja. I. Ferreira da Silva, Amilton,
orient. II. Karam, Décio, co-orient. III. Título.

ADILSON MIGUEL DA SILVA JÚNIOR

**MISTURA EM TANQUE DE GLYPHOSATE COM
FERTILIZANTES FOLIARES NO CONTROLE DE PLANTAS
DANINHAS E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus* Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva
Coorientador: PhD. Décio Karam

Sete Lagoas, 25 de maio de 2021.

Banca examinadora:

Dr. Émerson Borghi – Embrapa Milho e Sorgo

Dra. Aline de Almeida Vasconcelos – UFSJ

Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva

Orientador

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I – MISTURA EM TANQUE DE GLYPHOSATE COM FERTILIZANTES FOLIARES E ADJUVANTES NO CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

Figura 1 - Controle de plantas daninhas, na cultura da soja, aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação das misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes.....21

Figura 2 – Fitotoxicidade na cultura da soja, aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação das misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes.....23

Figura 3 - Controle de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), na cultura da soja, aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação das misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes.....25

Figura 4 - Controle de beldroega (*Portulaca oleraceae*), na cultura da soja, aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação das misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes...26

Figura 5 – Controle de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), na cultura da soja, aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação das misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes.....28

ARTIGO II – DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE COM FERTILIZANTES FOLIARES

Figura 1 - Matéria seca de caule, folha, pecíolo e vagem da cultura da soja, aos 14, 28, 42 e 56 dias após aplicação das misturas de glyphosate e fertilizantes foliares.....36

Figura 2 - Área foliar da cultura da soja em estágio R2, submetida à aplicação das misturas de glyphosate e fertilizantes foliares.....38

Figura 3 - Produtividade da cultura da soja, submetida à aplicação das misturas de glyphosate e fertilizantes foliares.....39

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I – MISTURA EM TANQUE DE GLYPHOSATE COM FERTILIZANTES FOLIARES E ADJUVANTES NO CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

Tabela 1 - Tratamentos realizados com misturas entre glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes aplicados na cultura da soja no estágio V4.....	17
Tabela 2 – Famílias, espécies e nome comum das plantas daninhas identificadas na área experimental, em pré-colheita da soja.....	18
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis controle de plantas daninhas e fitotoxicidade, na cultura da soja.....	19
Tabela 4 - Resumo da análise de variância para controle de trapoeraba, beldroega e capim-pé-de-galinha.....	23

ARTIGO II – DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE COM FERTILIZANTES FOLIARES

Tabela 1 - Tratamentos aplicados contendo mistura de glyphosate e fertilizantes foliares na cultura da soja no estágio V4.....	34
Tabela 2 - Altura na maturidade, altura de inserção da primeira vagem, número de nós, número de vagens com 1, 2, 3, e 4 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate e fertilizantes foliares avaliada na maturidade plena.....	41

LISTA DE ANEXOS

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as variáveis altura e número de trifólios da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate, fertilizantes foliares.....47

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para matéria seca de caule, matéria seca de folha, matéria seca de pecíolo e matéria seca de vagem da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate e fertilizantes foliares.....47

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para altura na maturidade, altura de inserção da primeira vagem, número de nós, número de vagens com 1, 2, 3, e 4 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate e fertilizantes foliares avaliada na maturidade plena.....48

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para área foliar e produtividade da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate e fertilizantes foliares avaliada no florescimento pleno e na maturidade plena.....48

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me conceder a saúde e a perseverança para concluir essa etapa.

À minha família, por todo apoio, seja ele psicológico, emocional, pelos incentivos em continuar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva, pela paciência em ensinar e pelo apoio científico.

Ao meu coorientador, PhD. Décio Karam, por todo suporte dado e pelos conselhos pessoais e profissionais.

À banca, Dr. Émerson Borghi e a Dra. Aline de Almeida Vasconcelos, pela disponibilidade de participar da minha defesa de dissertação.

À UFSJ, pela oportunidade e por disponibilização de sua infraestrutura.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Milho e Sorgo por ceder o espaço para a realização do trabalho, e à Bayer CropScience, pelo fomento à pesquisa praticada.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	10
GENERAL ABSTRACT.....	11
INTRODUÇÃO GERAL	12
REFERÊNCIAS	13
ARTIGO I	15
MISTURA EM TANQUE DE GLIFOSATO COM FERTILIZANTES FOLIARES E ADJUVANTES NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA	15
Resumo	15
Introdução	17
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão	20
Conclusão	30
Agradecimentos	30
Referências	31
ARTIGO II.....	33
DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE COM FERTILIZANTES FOLIARES.....	33
Abstract	33
Resumo	33
Introdução	34
Material e Métodos.....	35
Resultado e Discussão.....	38
Conclusão	44
Agradecimentos	45
Referências	45
Considerações finais	48
Anexo	49

MISTURA EM TANQUE DE GLYPHOSATE COM FERTILIZANTES FOLIARES NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA

RESUMO GERAL – As plantas daninhas podem causar grandes prejuízos à cultura da soja. Assim, devem-se buscar ferramentas para manejá-las, como a mistura em tanque, porém o efeito da mistura entre herbicidas e fertilizantes foliares, tanto na cultura da soja quanto nas plantas daninhas, pode ser diferente. Objetivou-se avaliar o efeito das misturas entre glyphosate e fertilizantes foliares no controle de plantas daninhas e no desenvolvimento e na produtividade da soja. O experimento foi realizado na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, em delineamento de blocos casualizados. Os 16 tratamentos foram aplicações de glyphosate (720 g e.a e 1296 g e.a ha⁻¹), associado a diferentes fertilizantes foliares, no estágio V4 da soja, e duas testemunhas, uma com capina até o fechamento do dossel da cultura e outra, sem capina durante todo seu ciclo. Para as avaliações de controle de plantas daninhas e fitotoxicidade na soja, foram dadas notas através de uma escala de 0 a 100, em intervalos de sete dias, onde 0 significava ausência de controle e 100%, controle total. Em relação à soja, avaliou-se altura de planta, número de trifólios, número de nós, altura na maturidade, altura de inserção da primeira vagem, matéria seca de caule, folha, pecíolo e vagem, área foliar, número de vagens por planta, número de vagens com um, dois, três e quatro grãos, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$). Os dados originais de fitointoxicação foram transformados em $\sqrt{x+1}$. A soja, submetida à glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado® (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Aureo® (0,15 L ha⁻¹), apresentou fitotoxicidade de 33,75%. As misturas não controlaram as plantas de trapoeraba, com níveis de controle < 35%. Plantas de beldroega e capim-pé-de-galinha foram controladas pelo glyphosate, aplicado isoladamente (> 95%). As misturas de glyphosate (720 g e.a e 1296 g e.a ha⁻¹) com diferentes fertilizantes foliares não resultaram em acréscimo na eficácia de controle de plantas daninhas. Essas associações também não alteram dos caracteres morfológicos e produtivos da cultivar RK6813 RR. No entanto, a aplicação da mistura de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) resultou em maior produtividade de grãos e de matéria seca de caule.

Palavras-chave: Antagonismo, sinergismo, compatibilidade, controle químico, *Glycine max* L.

Comitê orientador:
Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva
PhD. Décio Karam

TANK MIXING GLYPHOSATE WITH FOLIAR FERTILIZERS IN WEED CONTROL AND SOYBEAN PRODUCTIVITY

GENERAL ABSTRACT - Weeds can cause considerable damage to soybean crops, so tools should be sought to manage them, such as tank mixing, although the effects of mixing herbicides and foliar fertilizers on both soybean crops and weeds can be different. Thus, this study aimed to evaluate the effects of glyphosate and foliar fertilizers mixtures on weed control and soybean development and productivity. The experiment was carried out in the experimental area of *Embrapa Milho e Sorgo*, in *Sete Lagoas*, located in the State of Minas Gerais, Brazil, in a randomized block design. The 16 treatments were applications of the following mixtures: glyphosate (720 g a.e and 1296 g a.e ha⁻¹) associated with different foliar fertilizers, in V4 stage soybeans, and two control groups, one being weeded out up to the crop canopy closure and the other without being weeded out throughout its cycle. For evaluations of weed control and phytotoxicity in soybeans, scores were given using a scale from 0 to 100, at seven-day intervals, where 0 meant no control and 100% meant total control. Concerning soybeans, plant height, number of leaves, number of nodes, height at maturity, the height of insertion of the first pod, stem dry matter, leaf, petiole and pod, leaf area, number of pods per plant, number of pods with one, two, three and four grains, number of grains per pod, 100-seed weight, and grain yield were evaluated. The data were submitted to variance analysis and the means were compared using the *Scott Knott* test ($p \leq 0.05$). The original phytointoxication data were transformed into $\sqrt{x} + 1$. The soybean submitted to the application of glyphosate (1296 g a.e ha⁻¹) + Quimifol Cerrado® (1.0 L ha⁻¹) + Urea (22.4 g ha⁻¹) + Aureo® (0.15 L ha⁻¹) presented phytotoxicity of 33.75%. The mixtures did not control the *Commelina benghalensis* plants, with control levels <35%. *Portulaca oleracea* and *Eleusine indica* plants were controlled by glyphosate when applied isolatedly (> 95%). Mixtures of glyphosate (720 g a.e and 1296 g e.a ha⁻¹) with different leaf fertilizers did not result in an increase in the effectiveness of weed control, these associations also do not alter most of the morphological and productive characteristics of cultivar *RK6813 RR*. However, the application of the glyphosate mixture (1296 g a.e ha⁻¹) + Urea (111.5 g ha⁻¹) + Admix Wet (0.15 L ha⁻¹), resulted in higher grain yield and stem dry matter.

Keywords: Antagonism, synergism, compatibility, chemical control, *Glycine max* L.

Comitê orientador:
Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva
PhD. Décio Karam

INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das oleaginosas mais importantes no mundo, com usos na alimentação humana, na produção de óleo e de ração animal (Pereira et al., 2020). O grão é rico em proteína e óleo, com teores de 38% e 19%, respectivamente. É uma planta anual, herbácea, sendo classificada quanto ao tipo de crescimento como determinado, semideterminado ou indeterminado (Sediyama et al., 2009).

A estimativa de área plantada de soja no Brasil é de 38,2 milhões de hectares, com uma produtividade de 3,500 kg ha⁻¹ e uma produção estimada em 133,7 milhões de toneladas, representando um acréscimo de 7,1% em relação à última safra (Conab 2021).

Em virtude de a soja representar um dos principais produtos na economia brasileira, é importante analisar os fatores que limitam seu potencial produtivo e empregar práticas relacionadas ao manejo correto dessa cultura (Correa, 2013). Entre esses fatores, estão as plantas daninhas que interferem de forma prejudicial no crescimento da cultura de interesse (Carvalho et al., 2012). O grau de interferência da comunidade infestante sobre uma cultura depende de fatores ligados às plantas daninhas (espécies, densidade e distribuição) e à própria cultura (cultivar, espaçamento e densidade de semeadura), bem como à época e às condições edafoclimáticas (Pitelli, 1985).

Para a realização de um manejo eficaz da população infestante, devem-se levar em consideração algumas informações, como o sistema de cultivo, as espécies de plantas daninhas presentes na área, a cultura a ser explorada, as condições edafoclimáticas da região, o nível tecnológico e econômico disponível na propriedade (Buzatti et al., 2018). Com essas informações, as práticas de controle devem ser realizadas de forma integrada para garantir um manejo sustentável, com o objetivo de proporcionar vantagem competitiva à cultura (Silva et al., 2018).

O manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) se caracteriza pela integração de diferentes técnicas de controle, como a prevenção da entrada, do estabelecimento e da disseminação das espécies nas áreas, o aumento da capacidade competitiva da cultura em relação à comunidade infestante, a realização de controle mecânico, quando possível e o uso de controle químico, quando necessário (Thompson et al., 2017).

Uma das técnicas que podem compor o manejo integrado de plantas daninhas é a mistura em tanque, definida como a associação de agrotóxicos e afins no tanque do equipamento do aplicador, imediatamente antes da pulverização (Gazziero, 2015). Porém, a falta de informações, relacionadas à sequência de adição dos produtos à solução

de pulverização, às propriedades físico-químicas dessa combinação e aos efeitos no controle de plantas daninhas e na cultura, tornam os estudos científicos realizados com essa finalidade com alta relevância e aplicabilidade (Ramos et al., 2019).

A utilização de fertilizantes foliares, junto de outros produtos no tanque de aplicação, deve ser considerada, de modo a otimizar operações e a buscar o aumento de produtividade da cultura. A aplicação de fertilizantes foliares na soja visa reverter algum quadro de fitointoxicação pelo herbicida glyphosate, como o amarelecimento das folhas, pelo efeito de indução de deficiência de Fe, Zn e Mn em plantas tolerantes ao herbicida (Jolley et al., 2004), mas também busca fornecer nutrientes que se encontram em baixos teores no solo.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito das misturas entre glyphosate e fertilizantes foliares no controle de plantas daninhas e no desenvolvimento e na produtividade da soja.

REFERÊNCIAS

BUZATTI, W. J. S.; CARMONA, R.; GAZZIERO, D. L. P.; Controle de plantas daninhas nas culturas de soja, milho e algodão na região dos cerrados., in: **Boletim de pesquisa 2017/2018.**, p. 157-178. Fundação Mato Grosso, 2018.

CARVALHO, S. J. P.; DAMIN, V.; DIAS, A. C. R.; TAROZZO FILHO, H.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Pulverização de glyphosate utilizando solução de ureia+sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n.1, p. 84-95, 2012.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.8, safra 2020/21, n.4, quarto levantamento, Brasília, p. 1-85, Janeiro 2021.

CORREIA, A. M. P. **Desempenho de soja transgênica ao glifosato e seu efeito na nodulação e produtividade da cultura.** 2013. 63 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2013.

GAZZIERO, D. L. P. Mistura de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta daninha**. vol. 33, no. 1, Viçosa Jan./Mar., 2015.

JOLLEY, V. D.; HANSEN, N. C.; SCHIFFLER A. K. Nutricional and management releted intractions with iron-deficiency stress response mechanisms. **Soil Science Plant Nutrition**, v. 50, n. 7, p. 973-981, 2004.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 11, p. 16-27, 1985.

PEREIRA, J. L.; PEREIRA, R. R.; RESENDE-SILVA, G.A.; JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; PICANÇO, M.C. Glyphosate impact on arthropods associated to roundup ready and conventional soybean (*Glycine max* L.). **Planta daninha**, v. 8, 2020.

RAMOS, M. F. T.; SANTOS, R. T. S.; GRIESANG, F.; ALMEIDA, D. P.; FERREIRA, M. C. Does the sequence of addition of herbicides and adjuvants to the spray solution influence sicklepod control. **Arquivos do Instituto Biológico**. v. 86, p. 1-7, 2019.

SEDIYAMA, T. **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 314 p. 2009.

SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ASPPIAZÚ, I.; GALON, L.; FERREIRA, E. A. Métodos de controle de plantas daninhas. In: OLIVEIRA, M. F. & BRIGHENTI, A. M. **Controle de Plantas Daninhas**: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

THOMPSON, C. R.; DILLE, J. A.; PETERSON, D. E. Weed competition and management in sorghum. In: CIAMPITTI, I.; PRASAD, V. (Ed.). **Sorghum**: state of the art and future perspectives, p. 1-15, 2017.

ARTIGO I

MISTURA EM TANQUE DE GLIFOSATO COM FERTILIZANTES FOLIARES E ADJUVANTES NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA SOJA

Adilson M S Junior¹, Décio Karam², Amilton F da Silva¹

RESUMO – As plantas daninhas podem causar prejuízos elevados à cultura da soja. Assim, devem-se buscar ferramentas para manejá-las, tais como a mistura em tanque. Objetivou-se avaliar a eficácia da associação entre glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. O trabalho foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com 16 tratamentos e 4 repetições, os quais consistiam em glyphosate (720 g e.a e 1296 g e.a ha⁻¹), associado a diferentes fertilizantes e adjuvantes, contando com duas testemunhas, capinada e sem capina. Foram dadas notas de controle e fitotoxicidade, através de uma escala de 0 a 100, em intervalos de sete dias, onde 0 significava ausência de controle e 100%, controle total. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Scott Knott $p \geq 0,05$. Os dados originais de fitointoxicação foram transformados em $\sqrt{x}+1$. O controle de plantas daninhas aos 28 DAA foi $\geq 85\%$ para a maioria das misturas, em alguns casos acima de 95%. A soja, submetida à glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado® (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Aureo® (0,15 L ha⁻¹), apresentou fitotoxicidade de 33,75%. As misturas não controlaram as plantas de trapoeraba, com níveis de controle $< 35\%$. Plantas de beldroega e capim-pé-de-galinha foram controladas pelo glyphosate isoladamente ($> 95\%$). As misturas de glyphosate (720 g e.a e 1296 g e.a ha⁻¹), com diferentes fertilizantes foliares e adjuvantes, não resultaram em acréscimo na eficácia de controle de plantas daninhas.

Palavras-chave: associação, herbicida, fertilizantes foliares, manejo de plantas daninhas.

¹ Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Agronomia, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil; juninho.msilva@hotmail.com; amiltonferreira@ufsj.edu.br

² Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, Núcleo de Pesquisa em Fitossanidade, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil; decio.karam@embrapa.br

Comitê orientador:
Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva
PhD. Décio Karam

ABSTRACT - Weeds can cause considerable damage to soybean crops, so tools should be sought to manage them, such as tank mixing. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of the association between glyphosate, foliar fertilizers, and adjuvants in the control of weeds in soybean crops. The study was carried out in a randomized block design, with 16 treatments and 4 repetitions, which consisted of glyphosate (720 g a.i. and 1296 g a.i. ha⁻¹) associated with different fertilizers and adjuvants, with two control groups, namely: weeded out and non-weeded out. Control and phytotoxicity scores were reached using a scale from 0 to 100, at seven-day intervals, where 0 meant no control and 100% meant total control. The data were submitted to variance analysis and the means were compared using the *Scott Knott* test $p \geq 0.05$. The original phytointoxication data were transformed into $\sqrt{x} + 1$. Weed control at 28 DAA was $\geq 85\%$ for most mixtures, in some cases being above 95%. The soybeans submitted to glyphosate (1296 g ea ha⁻¹) + Quimifol Cerrado® (1.0 L ha⁻¹) + Urea (22.4 g ha⁻¹) + Aureo® (0.15 L ha⁻¹) presented phytotoxicity of 33.75%. The mixtures did not control the *traperaba* plants, with control levels $<35\%$. *Portulaca oleracea* and *Eleusine indica* plants were controlled by using glyphosate isolatedly ($> 95\%$). Mixtures of glyphosate (720 g e.a and 1296 g e.a ha⁻¹) with different foliar fertilizers and adjuvants did not result in an increase in the effectiveness of weed control.

Keywords: association, herbicide, foliar fertilizers, weed management

Comitê orientador:
Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva
PhD. Décio Karam

INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é amplamente cultivada no Brasil. É considerada versátil quanto a suas finalidades e assume um papel como base na alimentação humana e animal.

A estimativa de área plantada de soja no Brasil é de 36,9 milhões de hectares, com uma produtividade de 3.273 kg ha⁻¹ e uma produção estimada em 120,936 milhões de toneladas (Conab, 2020). Por ser uma das culturas mais produzidas em diferentes regiões, alguns fatores podem vir a afetar sua produtividade, como é o caso da presença de plantas daninhas.

As plantas daninhas, além de competirem com a cultura pelos recursos disponíveis, podem possuir efeito alelopático, dificultar a colheita e depreciar a qualidade do produto, dentre outros prejuízos (Bellé et al., 2017). Desse modo, devem-se buscar ferramentas de manejo que garantam uma eficácia de controle da população infestante, visando também à otimização de operações dentro da propriedade.

A associação de produtos em tanque, no equipamento aplicador, abrange todos os agrotóxicos que são passíveis de combinação. Uma das vantagens associadas a essa técnica está no aumento da eficiência no controle de plantas daninhas e na diminuição dos custos de produção, uma vez que o número de operações é reduzido (Gazziero, 2015).

A utilização de adjuvante também deve ser considerada e, no caso das plantas daninhas, a adição de adjuvantes permite que o aplicador personalize a formulação no tanque para cada situação específica (Javaid et al, 2020), de modo a otimizar a eficácia de controle.

Outros produtos vêm sendo utilizados na mistura em tanque contendo herbicida a fim de melhorar a eficácia do produto, como na regulação do pH da calda, visando à estabilidade do ingrediente ativo, por exemplo. Nesse sentido, possíveis efeitos de incompatibilidade devem ser levados em consideração, tal como a incompatibilidade física, que pode levar ao entupimento de bicos de pulverização e de filtros, reduzindo a eficácia do produto e dificultando a aplicação (Gazziero, 2015), como a incompatibilidade química, o que pode gerar reações sinérgicas, aditivas e antagonicas às misturas (Lich et al., 2012).

A adubação foliar é uma prática utilizada nas lavouras de soja, de modo a complementar a adubação via solo e a fornecer alguns micronutrientes essenciais. Os micronutrientes podem ser usados de maneira conjunta com adjuvantes e com outros defensivos agrícolas na calda contendo herbicida, buscando otimizar as operações, porém, segundo Rezende et al. (2012), isso pode modificar a capacidade da planta daninha e da cultura em tolerar o herbicida.

A aplicação de fertilizantes foliares, juntamente com glyphosate, também vem sendo utilizada com o intuito de mitigar os possíveis efeitos negativos do herbicida na cultura, bem como auxiliar em sua absorção pela planta daninha. Os efeitos da aplicação do glyphosate, mesmo na tecnologia de soja tolerante ao herbicida, causam fitointoxicação, porém a aplicação do herbicida com o micronutriente manganês se demonstrou eficiente nas avaliações de nota visual de fitointoxicação (Albrecht et al., 2018). A ureia tem sido utilizada em aplicações foliares, como agente facilitador da penetração de herbicidas (Carvalho et al., 2010).

Desse modo, o uso associado de fertilizantes foliares, de herbicidas e de adjuvantes pode provocar diferentes efeitos sobre a planta daninha e sobre a cultura, se fazendo necessário um estudo sobre as interações entre os produtos, de modo a apontar o uso adequado desses recursos. Nesse sentido, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a eficácia da associação entre glifosato, fertilizantes foliares e adjuvantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na safra 2019/20, no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo (19° 28' S e 44° 15' 08" W) e altitude de 732 metros, localizada no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, cujo clima é considerado subtropical úmido, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger: Cwa.

O trabalho foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com 16 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes para o manejo de plantas daninhas (Tabela 1). As doses de glyphosate definidas foram de 720 g. e.a. kg⁻¹ e 1296 g. e.a. kg⁻¹

Tabela 1 – Tratamentos realizados com misturas entre glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes aplicados na cultura da soja no estágio V4 (Safrá 2019/20).

Tratamentos	Descrição
1	Testemunha sem capina
2	glyphosate* (720 g e.a ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹ **)
3	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
4	glyphosate (1.296 g e.a ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
5	glyphosate (1.296 g e.a ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
6	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
7	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
8	glyphosate (1.296 g e.a ha ⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1% v v ⁻¹)
9	glyphosate (1.296 g e.a ha ⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
10	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Quimifol Cerrado(1,0 L ha ⁻¹) + Ureia (22,4 g ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1%vv ⁻¹)
11	glyphosate (1.296 g e.a ha ⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha ⁻¹) + Ureia (22,4 g ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
12	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Ureia (111,5 g ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
13	glyphosate (1.296 g e.a ha ⁻¹) + Ureia (111,5 g ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
14	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Ureia (111,5 g ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
15	glyphosate (1.296 g e.a ha ⁻¹) + Ureia (111,5 g ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
16	Testemunha capinada

*glyphosate: Roundup WG® Monsanto; **O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹; Admix Wet® (adjuvante + fertilizante foliar 46 g L⁻¹ N); Aureo® (óleo vegetal: adjuvante); Flex All Crop® (fertilizante foliar 13,7 g L⁻¹ N, 84,94 g L⁻¹ S, 4,11 g L⁻¹ B, 6,85 g L⁻¹ Cu, 82,20 g L⁻¹ Mn, 0,68 g L⁻¹ Mo, 34,25 g L⁻¹ Zn); Quimifol Cerrado® (Fertilizante foliar 13,10 g L⁻¹ Mg, 20,96 g L⁻¹ S, 6,55 g L⁻¹ B, 78,60 g L⁻¹ Mn, 3,93 g L⁻¹ Mo, 39,30 g L⁻¹ Zn); Ureia® (45% N).

A área onde foi instalado o experimento se encontrava em pousio. Realizou-se uma dessecação 30 dias antes da semeadura da soja, com glyphosate (Roundup WG®: 720 g e.a kg⁻¹), utilizando uma dose de 1800 g e.a ha⁻¹, a fim de controlar as plantas daninhas presentes, para a instalação do experimento. Realizou-se a identificação das espécies de plantas daninhas presentes na área, em pré-colheita da soja.

A cultivar de soja RK6813 RR foi semeada dia 27/11/2019, com uma densidade de semeadura de 18 sementes m^{-1} , espaçadas de 0,50 m. As parcelas experimentais foram constituídas de 6 linhas de soja por 7 metros de comprimento, onde as quatro linhas centrais foram utilizadas como área útil de avaliação, em que se desprezou o primeiro e último metro dessa área, buscando não avaliar uma possível faixa de sobreposição de aplicação. A adubação na semeadura foi realizada utilizando-se 300 kg ha^{-1} do formulado 08-28-16 e as sementes foram tratadas com molibdênio (50 mL 10 kg sementes $^{-1}$) e inoculadas com Lastro Plus® (40 mL 10 kg sementes $^{-1}$).

As aplicações das misturas foram realizadas aos 30 dias após a semeadura (27/12/2019), quando a soja se encontrava no estágio V4 de seu desenvolvimento, caracterizado pela terceira folha trifoliolada totalmente expandida. A pulverização foi realizada com equipamento de pressão constante à base de CO_2 , com uma barra acoplada com 4 bicos espaçados em 0,50 m e bicos do tipo leque 110.02, utilizando-se um volume de calda de 150 L ha^{-1} . Na testemunha capinada, mantiveram-se as parcelas no limpo até o fechamento do dossel das plantas de soja, através de capinas periódicas e, na testemunha sem capina, a cultura permaneceu infestada até o final do ciclo.

As avaliações de controle de plantas daninhas e fitotoxicidade na soja foram realizadas através de uma escala percentual de 0 a 100%, onde 0 significa nenhum efeito dos produtos aplicados e 100%, morte das plantas. As notas foram dadas em porcentagem, com base na escala de notas European Weed Research Council (EWRC, 1964), realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA).

Os dados observados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott ($p \geq 0.05$). Os dados originais das notas de fitointoxicação foram transformados em $\sqrt{x} + 1$, visando reduzir o coeficiente de variação, devido à discrepância entre esses dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o levantamento de plantas daninhas, em pré-colheita da soja, observaram-se as seguintes espécies.

Tabela 2 – Famílias, espécies e nome comum das plantas daninhas identificadas na área experimental, em pré-colheita da soja.

Família	Espécie	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	Apaga-fogo
	<i>Amaranthus sp.</i>	Caruru
	<i>Coryza sp.</i>	Buva
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
	<i>Tridax procumbens</i>	Erva-de-touro
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeiraba
Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	Corda-de-viola
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
	<i>Chamaesyce hirta</i>	Erva-de-santa-luzia
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i>	Cordão-de-frade
Poaceae	<i>Brachiaria sp.</i>	Braquiária
	<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso
	<i>Panicum maximum</i>	Capim-guiné
	<i>Uroclhoa plantaginea</i>	Capim-marmelada
	<i>Eleusine indica</i>	Capim-pé-de-galinha
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i>	Erva-quente
	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca

Em relação ao controle de plantas daninhas, houve diferença significativa entre as misturas testadas, em todas as épocas avaliadas (Tabela 3). Em relação à fitotoxicidade nas plantas de soja, também se observou que houve diferença entre tratamentos, em todas as épocas de avaliação (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para as variáveis controle de plantas daninhas e fitotoxicidade, na cultura da soja submetidas à aplicação de misturas de glyphosate com fertilizantes foliares e adjuvantes, avaliadas em diferentes dias após aplicação (DAA). Sete Lagoas, 2020.

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		CONTROLE				FITOTOXICIDADE			
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Misturas	15	1.805,18*	1.977,08*	2.166,86*	2.269,29*	47,39*	41,64*	447,39*	496,84*
Bloco	3	45,18	101,04	260,91	139,18	17,18	24,34	43,22	38,93
Resíduo	45	174,34	217,43	202,38	176,97	16,63	21,84	46,84	35,87
Média		46,01	71,56	79,12	83,28	1,71	1,95	10,15	8,51
CV(%)		28,69	20,61	17,98	15,97	56,00	63,96	35,17	31,86

*Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo, segundo o teste F; DAA – dias após aplicação. Os quadrados médios apresentados para fitotoxicidade referem-se aos dados originais, que foram transformados em $\sqrt{x+1}$, para a realização da análise estatística.

Na avaliação realizada aos 7 DAA (Figura 1 A), o controle de plantas daninhas com a mistura de glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) foi estatisticamente igual à testemunha sem capina, com um controle de 13,75% (Figura 1), entretanto, quando comparado à mistura com glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹), houve diferença. Destaca-se o comparativo entre esses dois tratamentos pelo fato de apresentarem a mesma composição, exceto a dose de glyphosate e o adjuvante usado.

Adjuvantes podem proporcionar efeitos distintos na qualidade da aplicação (Maciel et al., 2011). As demais misturas foram estatisticamente semelhantes, com controle variando entre 30% a 50%, porém diferentes da testemunha capinada, um resultado já esperado, pois a capina representa ausência de plantas daninhas.

Aos 21 DAA (Figura 1 C), todas as misturas se igualaram à testemunha capinada, com exceção das misturas de glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹), glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹), glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹), que foram ineficazes no controle de plantas daninhas em relação aos tratamentos com maior percentual de controle, variando de 60 a 70% de controle.

Aos 28 DAA (Figura 1 D), dentre as misturas que foram estatisticamente semelhantes à testemunha capinada, aquelas que eram isentas de ureia apresentaram notas de controle inferior a 95%. Entre as que apresentaram controle superior a 95%, somente as misturas de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) eram isentas de ureia. A ureia pode romper algumas ligações éster, éter e diéter da cutina, o que contribui para maior absorção de outros elementos presentes na calda, em consequência do aumento dos espaços de entrada (Durigan, 1992).

As misturas que atingiram níveis de controle acima de 95% apresentavam ureia em sua constituição, porém, com doses diferentes de glyphosate (720 g e.a ha⁻¹ e 1296 g e.a ha⁻¹), indicando que a adição desse fertilizante pode resultar em redução de dose do herbicida, sem alterar a eficácia de controle. A combinação de ureia à calda, na menor dose do glyphosate, resultou em igualdade à aplicação da maior dose do produto (Carvalho et al., 2008). O efeito da adição de ureia à calda, proporcionou redução da dose de glyphosate para controle de capim-colonião (*Panicum maximum*) (Durigan, 1992).

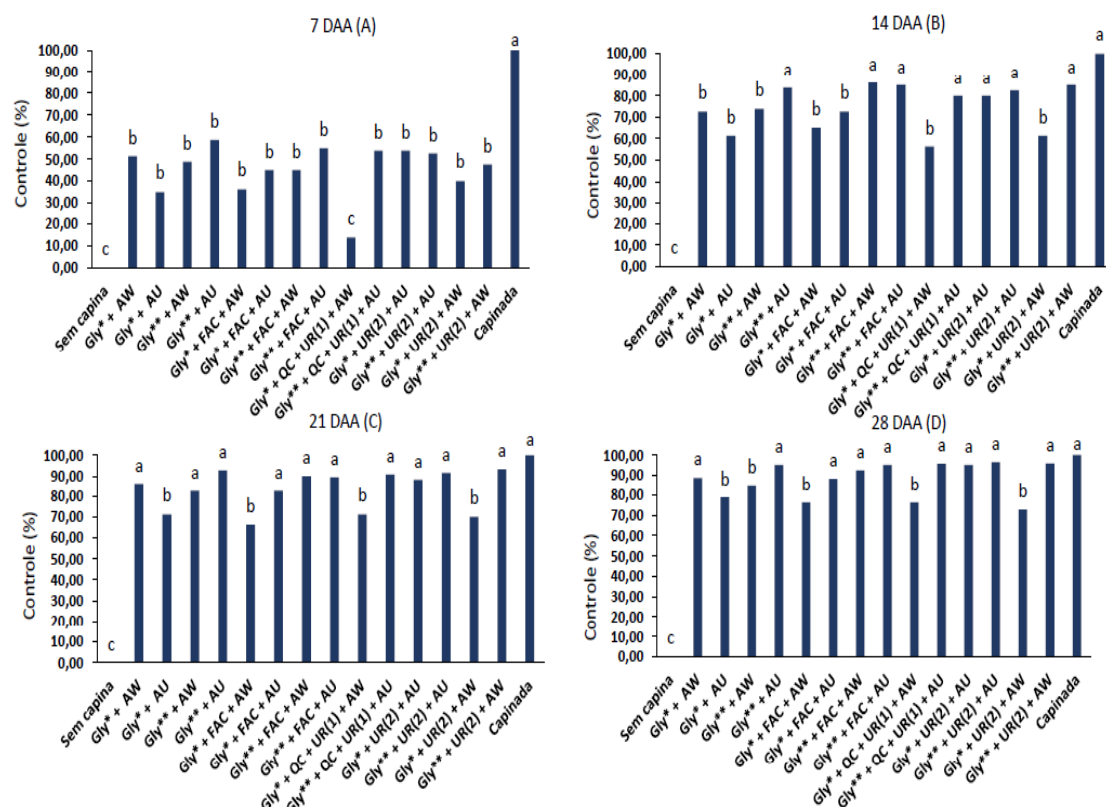


Figura 1 – Controle de plantas daninhas, na cultura da soja, aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após aplicação (DAA) das misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes, Sete Lagoas, MG, 2020. Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹); O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Barras seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Quanto aos resultados de fitotoxicidade na cultura da soja aos 7 (Figura 2 A) e 14 DAA (Figura 2 B), constatou-se que as misturas com glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) provocaram sintomas mínimos de fitointoxicação na soja, considerada a descoloração mínima da cobertura das folhas. Tais sintomas de fitotoxicidade na soja RR, após aplicação de glyphosate podem ser causados pela imobilização de cátions bivalentes, como ferro (Fe) e manganês (Mn) (Bott et al., 2008; Zobiole et al., 2010). Agostinetto et al., (2009), observaram que a fitotoxicidade de glyphosate em soja RR foi baixa nas primeiras épocas de avaliação, testando diferentes formulações e doses do herbicida.

Aos 14 DAA (Figura 2 B), observou-se que a mistura de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹), glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹), apresentaram notas de 5%, 8% e 10% de fitotoxicidade, respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Figura 2 B).

Aos 21 (Figura 2 C) e 28 DAA (Figura 2 D), houve aumento gradativo de fitointoxicação de algumas misturas, o que evidenciou a mistura composta por glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) que diferiu das demais misturas, alcançando um nível de 33,8% de fitotoxicidade, apresentando danos moderados e injúrias mais notáveis, caracterizados pelo crestamento e pelo encarquilhamento das folhas mais velhas. Esse padrão de aumento diferiu dos resultados encontrados por Cruz et al., (2019) em que, aos 7 e 14 DAA, foram registradas maiores notas de fitointoxicação em soja RR submetidas a diferentes doses de glyphosate, em associação com fertilizantes foliares. O efeito fitotóxico de glyphosate em soja transgênica pode apresentar resultados bem variáveis (Correia et al., 2011). Os sintomas podem variar de acordo com os cultivares, com o sal ou com a formulação de glyphosate, além do uso de altas doses, do estágio de aplicação e das condições ambientais (CANTÚ et al., 2018).

É importante destacar que houve uma mitigação dos sintomas visuais de fitotoxicidade na soja submetida à mistura de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹), aos 21 DAA (Figura 2 C) em relação à 28 DAA (Figura 2 D). Em contrapartida, a mistura contendo glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) se manteve diferente em relação à testemunha que não recebeu aplicação, uma vez que somente a dose de glyphosate foi diferente entre as duas misturas. A fitointoxicação é proporcional ao aumento da dose, porém, com o passar do tempo, as plantas têm capacidade de desintoxicação dos efeitos do herbicida glyphosate (Krenchinskil et al., 2017; Cruz et al., 2019). Contudo, se as condições ambientais e nutricionais forem favoráveis, as plantas irão se desenvolver normalmente, emitindo outros trifólios sem danos (Reis et al., 2010). Dessa forma, o tempo de resposta da planta, quanto à reversão da condição de fitointoxicação, pode ser diferente.

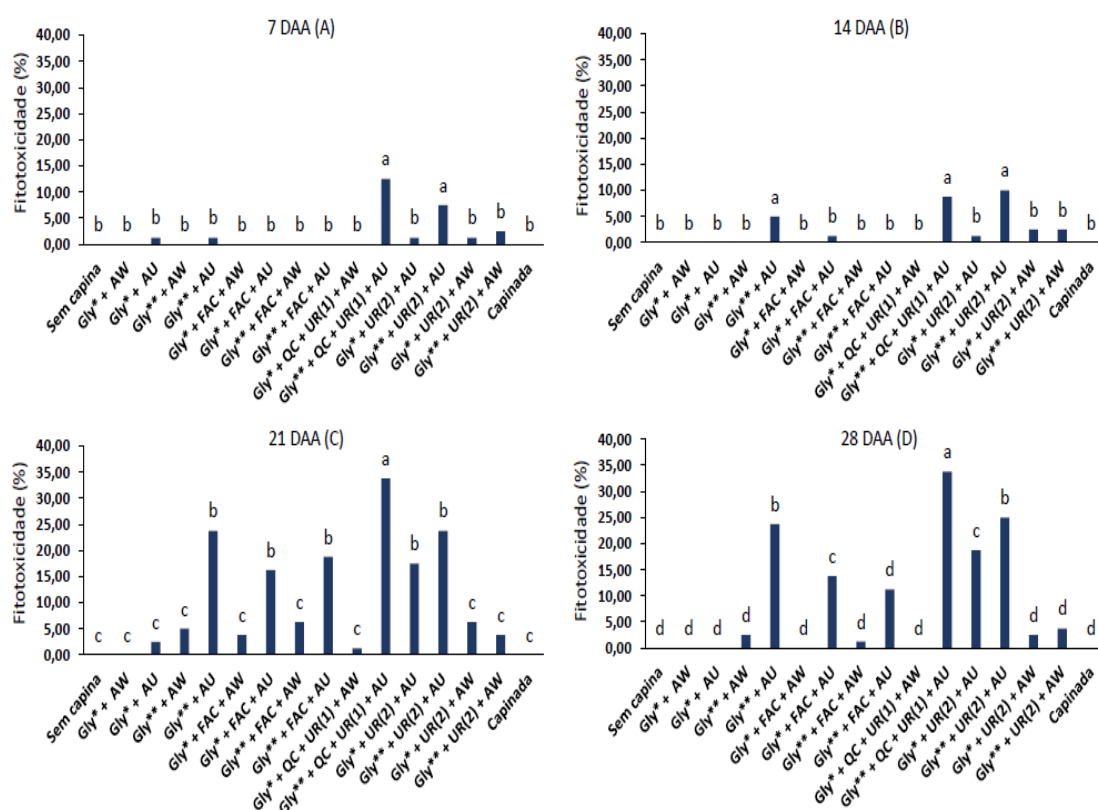


Figura 2 – Fitotoxicidade na cultura da soja, aos 7 (A), 14 (B), 21 (C) e 28 (D) dias após aplicação (DAA) das misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes, Sete Lagoas, MG, 2020. Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹); O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Barras seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Verificou-se que, para a avaliação do controle de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), de beldroega (*Portulaca oleraceae*) e de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), houve diferença entre as misturas aplicadas, nas três épocas de avaliação (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para controle de trapoeraba (TRAP), beldroega (BELD) e capim-pé-de-galinha (GALI), submetidos à aplicação de misturas de glifosato, fertilizantes foliares e adjuvantes avaliadas em diferentes dias após aplicação (DAA). Sete Lagoas, MG, 2020.

FV	GL	Quadrados médios (QM)								
		TRAP			BELD			GALI		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
Misturas	15	2.031,07*	1.893,96*	1.858,14*	2.460,53*	2.527,31*	2.482,94*	2.188,45*	2.409,50*	2.462,60*
Bloco	3	29,23	55,33	55,40	179,16	26,27	17,83	92,09	21,22	4,69
Resíduo	45	8,37	20,94	17,74	70,50	38,85	15,30	56,45	15,48	3,24
Média		17,52	23,06	24,45	78,66	89,34	91,79	80,88	90,49	92,77
CV(%)		16,51	19,84	17,23	10,67	6,98	4,96	9,29	4,35	1,94

*Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo, segundo o teste F; DAA – dias após aplicação.

O controle de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), submetido à aplicação de diferentes misturas em pós-emergência, foi considerado baixo em todas as épocas de avaliação (Figura 3). A mistura de glyphosate ($1296 \text{ g e.a ha}^{-1}$) + Ureia ($111,5 \text{ g ha}^{-1}$) + Admix Wet ($0,15 \text{ L ha}^{-1}$) aos 28 DAA (Figura 3 C), foi estatisticamente diferente dos demais tratamentos, sendo inferior somente à testemunha capinada, apresentando um controle de 33,32%. Tais resultados provavelmente tenham ocorrido devido ao estágio de desenvolvimento avançado da espécie (acima de 6 folhas) e ao fato de a mesma ser tolerante ao herbicida glyphosate, evidenciando que, mesmo com adição de adjuvantes e de outros veículos facilitadores às misturas, o nível de controle foi baixo. Esses resultados estão em concordância com o trabalho de Castro et al. (2017) em que plantas de trapoeraba com diferentes estádios fenológicos não foram controladas pelo glyphosate, mesmo em mistura com adjuvantes aos 28 DAA e de Carvalho et al. (2008), onde a aplicação de glyphosate, associado com ureia, se demonstrou ineficiente no controle de trapoeraba.

Segundo Monquero et al. (2004), mesmo em doses altas de glyphosate, foi encontrado o metabólito ácido aminometilfosfônico (AMPA) em plantas de trapoeraba, o que evidencia a capacidade da espécie em converter a molécula de glyphosate em compostos menos tóxicos, provando que a absorção diferencial e o metabolismo do glyphosate são os mecanismos envolvidos na tolerância da espécie ao herbicida. Ramires et al. (2011) também observaram que a aplicação do glyphosate, em estádios diferentes, demonstraram que plantas de trapoeraba mais desenvolvidas não são bem controladas pelo herbicida.

Vale ressaltar que, por se tratar de uma espécie tolerante ao herbicida glyphosate, as doses recomendadas para controle dessa planta daninha, geralmente, são maiores do que para as demais espécies, inclusive, em alguns casos, é indicada a realização de aplicações sequenciais.

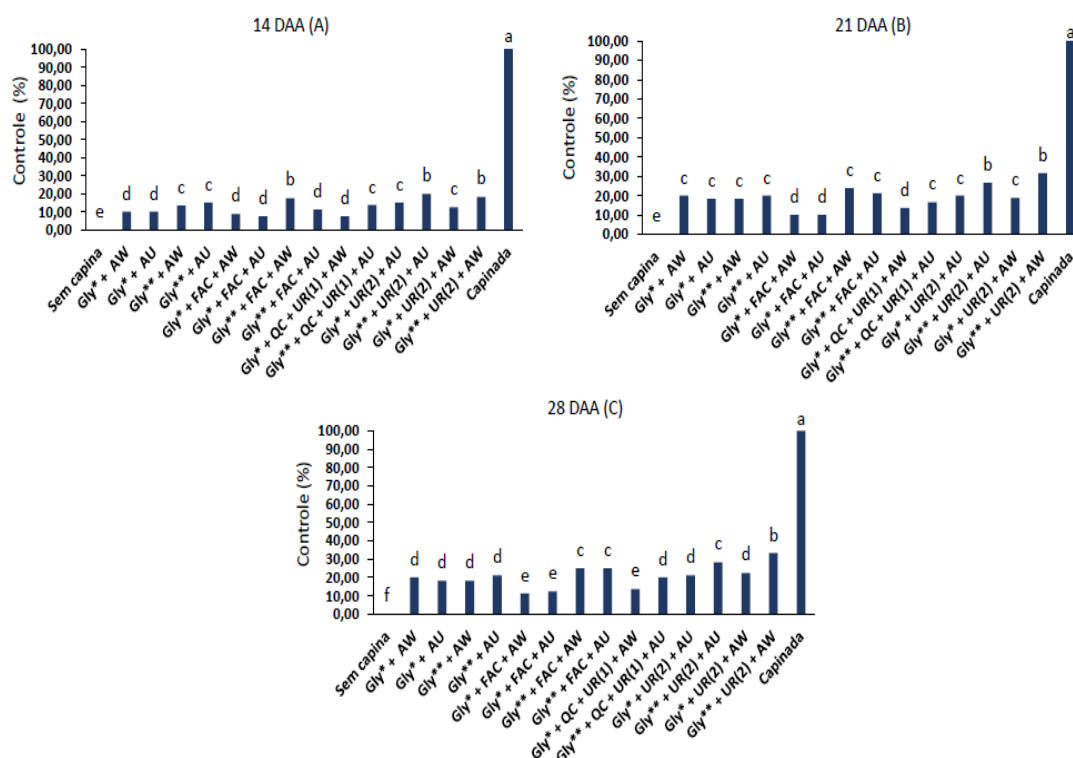


Figura 3 – Controle de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), na cultura da soja, aos 14 (A), 21 (B) e 28 (C) dias após aplicação (DAA) das misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes, Sete Lagoas, MG, 2020. Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹); O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Barras seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação ao controle de beldroega (*Portulaca oleraceae*) aos 14 DAA (Figura 4 A), observou-se que a maioria das misturas se igualaram à testemunha capinada, apresentando eficácia de controle da espécie, em alguns casos, com notas acima de 90%, o que corroborando os resultados encontrados por Ishida (2003) que obteve um controle de 93,75% de beldroega aos 15 DAA aplicando o herbicida glyphosate. As misturas com glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹), glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) atingiram níveis de controle abaixo de 75% para essa época de avaliação.

Aos 21 DAA (Figura 4 B), as misturas obtiveram um nível de controle próximo a 100%, provavelmente pelo fato de o glyphosate ser um herbicida sistêmico e por sua entrada na planta ter sido favorecida pelos agentes facilitadores presentes às misturas, o que permitiu que o herbicida translocasse por toda planta e impediu sua capacidade de rebrota. As misturas de glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹), glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) foram estatisticamente diferentes da testemunha capinada.

Após 28 dias da aplicação, todas as misturas apresentaram um controle de 100% das plantas de beldroega, com exceção das misturas de glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹), glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) (Figura 4 C). Agostinetto et al. (2009), testando diferentes formulações de glyphosate, constataram que, aos 28 DAA, se obteve um controle de 99% para beldroega, concluindo que a melhor formulação usada foi a Roundup WG®, sendo esta a mesma formulação usada neste trabalho.

Nessa mesma época, a mistura com glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) diferiu de todas as misturas, apresentando um controle de 83%. Lima (2018), testando diferentes doses de glyphosate, com e sem adição de ureia, constatou aos 28 DAA um controle superior a 80%, de diversas espécies de planta daninha, inclusive de beldroega (*Portulaca oleraceae*).

A beldroega não é considerada uma planta daninha problemática na cultura da soja, porém, se não controlada adequadamente, dependendo do seu nível de infestação, pode reduzir significativamente a produtividade da cultura.

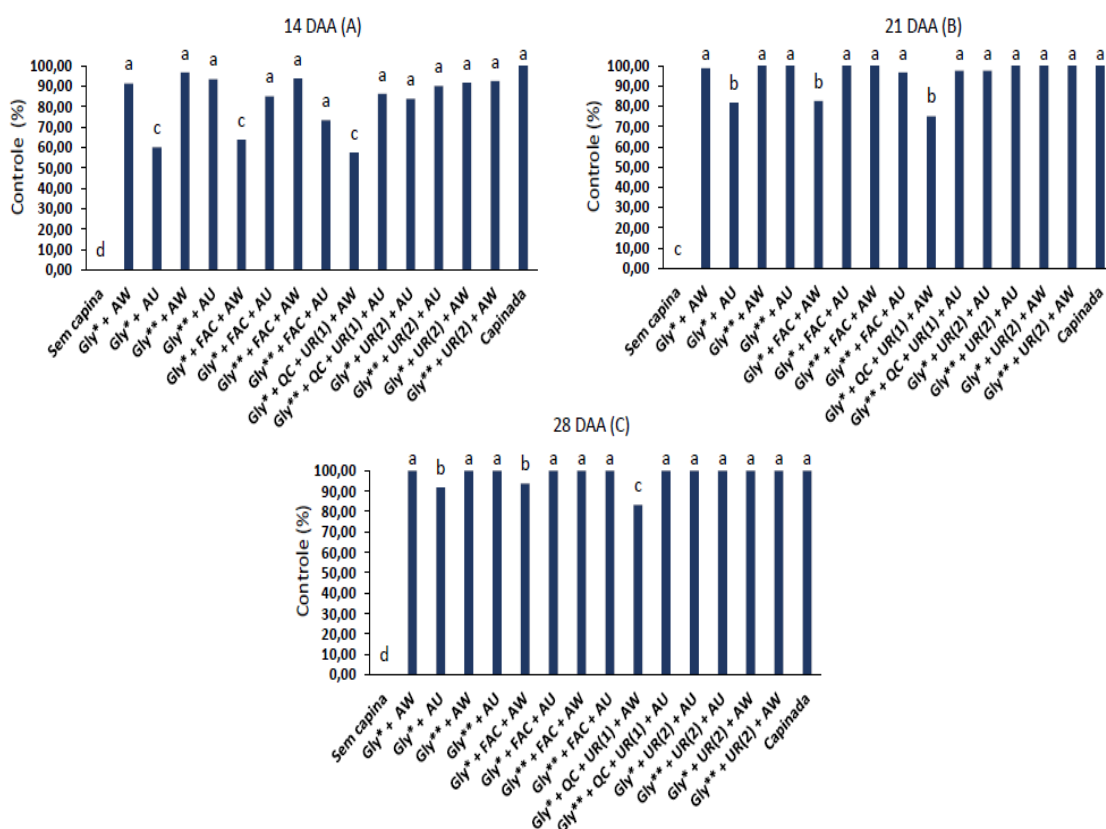


Figura 4 – Controle de beldroega (*Portulaca oleraceae*), na cultura da soja, aos 14 (A), 21 (B) e 28 (C) dias após aplicação (DAA) das misturas de gluphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes, Sete Lagoas, MG, 2020. Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹); O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Barras seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Para o controle de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), percebeu-se que, aos 14 DAA (Figura 5 A), ocorreu um controle em alguns casos acima de 90%, se igualando à testemunha capinada, com exceção das misturas com glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹), que diferiram das demais, porém foram iguais entre si.

Vale destacar que as plantas de *E. indica* estavam em estágio avançado de desenvolvimento (acima de 2 perfilhos) e o controle dessa espécie é superior quando recebem aplicação do herbicida glyphosate isoladamente em estágio de duas folhas, sendo reduzido o controle em estádios de crescimento mais avançado (Ulguim et al., 2012). Os níveis de controle atingidos para essa espécie aos 14 DAA (Figura 5 A), mesmo em estágio avançado, pode ser explicado pelo fato da maior facilidade de penetração e de translocação do glyphosate nas plantas, em virtude dos agentes facilitadores presentes nas misturas.

Aos 21 DAA (Figura 5 B), todas as misturas apresentaram níveis de controle entre 85% a 100%, indicando que as misturas foram eficientes no controle dessa espécie, mesmo utilizando a dose de 720 g e.a ha⁻¹ do herbicida, porém a combinação entre glyphosate e fertilizante foliar não contribuiu para o aumento no controle do capim-pé-de-galinha, dado que o herbicida de forma isolada se igualou aos demais tratamentos.

Na última época de avaliação, aos 28 DAA (Figura 5 C), todas as misturas apresentaram um nível de controle acima de 90% e somente a mistura de glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) diferenciou estatisticamente da testemunha capinada, evidenciando que o manejo de *E. indica*, mesmo em estágio avançado, submetido à aplicação de diferentes misturas na cultura da soja RR, foi eficiente, uma vez que essa planta daninha é considerada problemática em cultivos de soja.

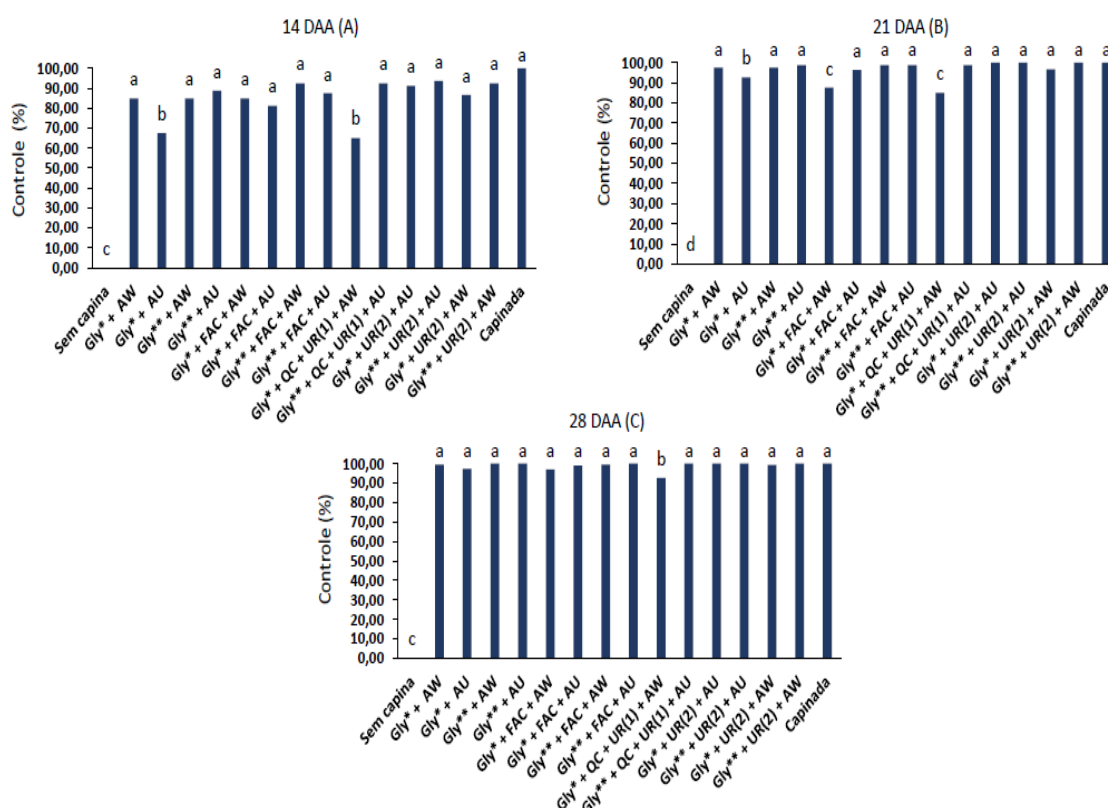


Figura 5 – Controle de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), na cultura da soja, aos 14 (A), 21 (B) e 28 (C) dias após aplicação (DAA) das misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes, Sete Lagoas, MG, 2020. Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹); O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Barras seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

As misturas de glyphosate (720 g e.a e 1296 g e.a ha⁻¹) com diferentes fertilizantes foliares e adjuvantes não resultaram em acréscimo na eficácia de controle de plantas daninhas, dado que o glyphosate, aplicado isoladamente, apresentou o mesmo desempenho estatisticamente.

A cultivar RK6813 RR não foi afetada negativamente pela maioria das misturas, porém a aplicação de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) causou maiores efeitos fitotóxicos à cultivar.

AGRADECIMENTOS

À Bayer CropScience, pelo apoio financeiro à pesquisa e também à Embrapa – Milho e Sorgo, pelo espaço cedido para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Albrecht LP, Cantu C, Baccin LC, Costa ACT, Albrecht AJP, Duarte Junior, JB, et al. Fitointoxicação da soja RR por glyphosate e o manejo de manganês e biorregulador. VIII Congresso Brasileiro de Soja, 2018, 318-320.
- Agostinetto D, Del Magro T, Galon L, Moraes PVD, Tironi SP. Respostas de cultivares de soja transgênica e controle de plantas daninhas em função de épocas de aplicação e formulações de glyphosate. *Planta Daninha*, 2009; 27 (4): 739-746.
- Bellé C, Kulczynski SM, Kaspary TE, Kuhn PR. Plantas daninhas como hospedeiras alternativas para *Meloidogyne incognita*. *Nematropica*, 2017; 47 (1): 26-33.
- Bott S, Tesfamariam T, Candan H, Cakmak I, Romheld V, Neumann G. Glyphosate-induced impairment of plant growth and micronutrient status in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max* L.). *Plant Soil*, 2008; 312 (1): 185-194.
- Cantu, C. Manganês e biorregulador no manejo da fitointoxicação do glyphosate em soja RR. [Dissertação]. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2018.
- Carvalho SJP, Dias ACR, Shiomi GM, Christoffoleti PJ. Adição simultânea de sulfato de amônio e ureia à calda de pulverização do herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, 2010; 28 (3): 575-584.
- Carvalho SJP, Dias ACR, Damin V, Nicolai M, Christoffoleti PJ. Glifosato aplicado com diferentes concentrações de ureia ou sulfato de amônio para dessecação de plantas daninhas. *Pesq Agropec Bras*, v. 43, n. 11, p. 1501-1508, 2008.
- Castro EB, Carbonari CA, Valini ED, Bem R, Balapart D, Gomes GLGC, et al. Deposição da calda e eficácia de controle de glyphosate e saflufenacil associados a adjuvantes. *Rev Bras de Herb*, 2017; 16 (2): 103-111.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.7, safra 2019/20, n.11, décimo primeiro levantamento, 2020.
- Correia NM, Durigan JC, Espanhol M. Manejo de plantas daninhas em soja geneticamente modificada tolerante ao glyphosate. *Pesq Agropec Tropical*, 2011; 41 (2): 242-247.
- Cruz GG, Baccin LC, Albrecht LP, Albrecht AJP, Krenchinski FH. Fertilizantes foliares, regulador de crescimento e glyphosate no crescimento vegetativo de soja tolerante ao glyphosate. *Colloquim Agrariae*, 2019; 15 (6): 55-62.
- Durigan JC. Efeito de adjuvantes na calda e no estágio de desenvolvimento das plantas daninhas no controle do capim-colonião (*Panicum maximum*) com glifosato. *Planta daninha*, 1992; 10 (1-2): 39-44.
- Gazziero DLP. Mistura de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. *Planta daninha*, 2015; 33 (1): 83-92.
- Ishida ET. Efeito da associação de métodos de controle de plantas daninhas e sobre microrganismos no solo numa lavoura cafeeira (*Coffea arábica* L.) [Dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003.
- Javaid MM, Zia AUH, Waheed H, Nargis J, Shahid A, Aziz A, et al. Effect of isopropuron with and without adjuvants on photosynthetic attributes of wheat and its associated weeds. *Planta Daninha*, 2020; 38, e020191561.

Krenchiski FH, Albrecht LP, Albrecht AJP, Cesco VJS, Rodrigues DM, Portiz RL, et al. Glyphosate effects chlorophyll, photosynthesis and water use for Intacta RR2 soybean cultivars. *Acta Physiologiae Plantarum*, 2017; 39 (2): 1-13.

Lich JM, Renner KA, Penner D. Interaction of glyphosate with postemergence soybean (*Glycine max*) herbicides. *Weed Science*, 1997; 45 (1): 12-21.

Lima RS. Subdoses de glyphosate em *Brachiria* e sua eficácia com adição de ureia no controle de plantas daninhas, [Tese]. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2018.

Maciel CDG, Moraes DW, Balan MG, Associação de adjuvantes com herbicidas na dessecação e no controle em pós-emergência de plantas daninhas na cultura do trigo. *Rev Bras de Herbicidas*, 2011; 10 (3): 243-256.

Monquero PA, Christoffoleti PJ, Osuna MD, De Prado RA. Absorção, translocação e metabolismo do glyphosate por plantas tolerantes e suscetíveis a este herbicida. *Planta Daninha*, 2004; 22 (3): 445-451.

Ramires AC, Constantin J, Oliveira Junior RS, Guerra N, Alonso DG, Raimondi MA. Glyphosate associado a outros herbicidas no controle de *Commelina benghalensis* e *Spermacoce latifolia*. *Ciências Agrárias*, 2011; 32 (3): 883-896.

Reis TC, Neves AF, Andrade AP, Santos TS. Efeito de fitotoxicidade na soja RR tratada com formulações e dosagem de glifosato. *Rev Biol e Ciênc da Terra*, 2010; 10 (1): 34-43.

Rezende BPM, Tavares CJ, Marangoni RE, Cunha PCR, Jakelaitis, A. Efeito do fomesafen + fluazifop-p-butil associados com inseticidas no controle das plantas daninhas na cultura da soja. *Rev Bras de Ciências Agrárias*, 2012; 7 (4): 18-42.

Ruas RAA, Lima JCL, Appelt MF, Dezordi RL. Controle de *Brachiaria decumbens* Stapf com adição de ureia à calda do glifosato. *Pesq Agropec Tropical*, 2012; 42 (4): 455- 461.

Suwunnamek U, Parker C. Control of *Cyperus rotundus* with glyphosate: the influence of ammonium sulfate and other additives. *Weed Research*, 1975;15 (1): 13-20.

Ulguim AR. Resposta de capim-pé-de-galinha (*Eleusine spp.*) ao herbicida glyphosate, [Dissertação]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2012.

Zobiolo LHS, Oliveira Jr RS, Huber DM, Constantin J, Castro C, Oliveira FA, et al. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. *Plant Soil*, 2010; 328 (1):57-69.

ARTIGO II

Agronomic performance of soybeans submitted to the application of glyphosate mixed with foliar fertilizers

Desempenho agrônômico da soja submetida à aplicação de glyphosate com fertilizantes foliares

ABSTRACT

There are several issues to be brought to light regarding the effects of the herbicides and foliar fertilizers mixtures used on the development and productivity of soybean crops. Thus, the objective was to evaluate the effects of such mixtures between glyphosate and foliar fertilizers on the development and productivity of soybeans. The experiment was carried out in a randomized block design with three replications. The 16 treatments were applications of the following: glyphosate (720 g a.e and 1296 g a.e ha⁻¹) associated with different foliar fertilizers, in V4 stage soybeans, with two control groups (weeded and non-weeded). Plant height, number of trifolium plants, number of nodes, height at maturity, the height of insertion of the first pod, stem dry matter, leaf, petiole and pod, leaf area, number of pods per plant, number of pods with one, two, three and four grains, number of grains per pod, 100-seed weight, and grain yield. The data were subjected to variance analysis and the means were compared by the *Scott Knott* test at 5% probability. Foliar fertilizers associated with glyphosate (720 g e.a and 1296 g a.e ha⁻¹) alter the morphological and productive characteristics of *cultivar RK6813 RR*, however, the glyphosate (1296 g ea ha⁻¹) + Ureia (111.5 g ha⁻¹) + Admix Wet (0.15 L ha⁻¹) mixture presenting higher grain yield and stem dry matter.

RESUMO

Existem várias questões a serem levantadas quanto ao efeito da mistura entre herbicidas e fertilizantes foliares no desenvolvimento e produtividade da cultura da soja. Assim, objetivou-se avaliar o efeito das misturas entre glyphosate e fertilizantes foliares no desenvolvimento e produtividade da soja. O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados com três repetições. Os 16 tratamentos foram aplicações de: glyphosate (720 g e.a e 1296 g e.a ha⁻¹) associado a diferentes fertilizantes foliares, em estágio V4 da soja, contando com duas testemunhas (capinada e sem capina). Avaliou-se altura de planta, número de trifólios, número de nós, altura na maturidade, altura de inserção da primeira vagem, matéria seca de caule, folha, pecíolo e vagem, área foliar, número de vagens por planta, número de vagens com um, dois, três e quatro grãos, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. Os fertilizantes foliares associados ao glyphosate (720 g e.a e 1296 g e.a ha⁻¹) alteram os caracteres morfológicos e produtivos da cultivar RK6813 RR, dado que a mistura de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) apresentou maior produtividade de grãos e matéria seca de caule.

Palavras-chave: mistura em tanque, produtividade, desenvolvimento, *Glycine max* L.

Keywords: tank mixing, productivity, development, *Glycine max* L.

Comitê orientador:

Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva

PhD. Décio Karam

INTRODUÇÃO

Considerada um dos principais produtos agrícolas no Brasil, com grande importância econômica, a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] encontra-se em plena expansão produtiva. Para a safra 2020/21, estima-se que a área plantada com a oleaginosa seja de 38,1 milhões de hectares, com uma produtividade média de 3.500 kg ha⁻¹ e uma produção de 133.692,3 mil toneladas (CONAB, 2021).

Contudo, alguns fatores podem comprometer a produtividade da soja, como por exemplo a interferência de plantas daninhas e a adubação inadequada que podem causar prejuízos que se refletem em perdas na qualidade do produto e em seu rendimento (CONCENÇO et al., 2014).

Assim, além de uma adubação via solo adequada, a adubação foliar deve ser considerada, de modo a complementar as necessidades nutricionais da cultura, fornecendo os micronutrientes essenciais. Esses fertilizantes foliares podem ser usados de maneira associada com adjuvantes e com outros defensivos na calda com herbicidas, visando à otimização operacional, caracterizando a mistura em tanque, que é considerada uma ferramenta importante no manejo de plantas daninhas, uma vez que essa técnica aumenta a eficácia de controle (GAZZIERO, 2015).

A mistura em tanque é tida como importante, tanto do ponto de vista econômico, visto que o número de operações é reduzido, diminuindo, assim, os custos de produção (GAZZIERO, 2015), como do ponto de vista do manejo, dado que a combinação de diferentes agrotóxicos pode controlar um conjunto de problemas fitossanitários, cada produto atuando em seu grupo de organismos-alvo.

Os fertilizantes foliares vêm sendo utilizados em mistura com herbicidas a fim de exercer algumas funções, dentre as quais, melhorar a eficácia do produto, regular o pH da calda, efetuar uma reposição nutricional na cultura, decorrente de uma possível fitointoxicação, incrementar a produção da cultura.

A fitointoxicação, na cultura da soja, pode ocorrer quando se usa o herbicida glyphosate, por exemplo, devido a sua característica quelante, o que pode ocasionar a imobilização de nutrientes no solo e nas plantas (EKER et al., 2006)

Dentre os sintomas de fitointoxicação, está o amarelecimento das folhas após a aplicação desse herbicida, o que pode originar o sintoma denominado “*yellow flashing*” (ZOBIOLE et al., 2010), entretanto essa sintomatologia é variável em função da cultivar de

soja, da dose e da formulação de glyphosate, além de fatores ambientais (ZOBIOLE et al, 2010). Assim, o efeito negativo sobre a produtividade da cultura também pode ser variável.

Para a realização da prática de mistura de produtos, deve-se atentar para possíveis problemas que podem ocorrer, tal como a sequência de adição dos produtos, uma vez que pode haver incompatibilidades entre esses produtos, resultando em perda de eficácia de controle no alvo biológico ou dano ao equipamento de pulverização (CESSA et al., 2013). Normalmente, a sequência de adição de produtos é feita de acordo com sua formulação, ou seja, dos menos para os mais solúveis, porém é indispensável considerar as características específicas de cada produto e sua compatibilidade com outros.

Existem dois tipos de incompatibilidade que podem ocorrer na mistura em tanque: a incompatibilidade física, que corresponde à formação de precipitados, à sedimentação de produtos, à floculação, entre outros, e a incompatibilidade química, que ocorre quando a mistura altera a eficácia dos ingredientes ativos (RAKES et al., 2017). Essa alteração pode ser caracterizada como efeito sinérgico, aditivo ou antagônico.

Todavia, há várias questões a serem levantadas quanto ao efeito da mistura entre herbicidas e fertilizantes foliares no desenvolvimento e na produtividade da cultura da soja, uma vez que essa associação pode modificar a capacidade da planta daninha e da cultura em tolerar o herbicida (REZENDE et al., 2012). Podem ocorrer problemas no metabolismo secundário (LYDON & DUKE, 1989), na fixação biológica de nitrogênio (DVORANEN et al., 2008), na nutrição mineral (NEUMANN et al., 2006), na fotossíntese, no uso da água e na formação de biomassa (ZOBIOLE et al., 2010).

Em contrapartida, o uso de adubação foliar na cultura da soja pode mitigar os efeitos fitotóxicos do glyphosate (MEROTTO, et al., 2015), melhorar os índices de clorofila (ALBRECHT et al., 2018) e incrementar a produtividade (BROCH E FERNANDES, 1999; REZENDE et al, 2005).

Com base nos possíveis efeitos propiciados pela associação de glyphosate com fertilizante foliar sobre a cultura da soja, tornam-se necessárias pesquisas sobre as prováveis interações entre esses produtos. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito das misturas entre glyphosate e fertilizantes foliares no desenvolvimento e na produtividade da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a safra 2019/20, em campo experimental na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG (19° 28' S e 44° 15' 08'' W, altitude de 732

metros), cujo clima é considerado subtropical úmido, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger: Cwa.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, com 16 tratamentos e três repetições, os quais consistiram de diferentes misturas de glyphosate, de fertilizantes foliares e de adjuvantes aplicadas na cultura da soja (Tabela 1).

As doses de glyphosate definidas foram de 720 g. e.a. kg⁻¹ e 1296 g. e.a. kg⁻¹.

Tabela 1 – Tratamentos aplicados contendo mistura de glyphosate e fertilizantes foliares na cultura da soja no estágio V4 (Safra 2019/20).

Tratamentos	Descrição
1	Testemunha sem capina
2	glyphosate* (720 g e.a ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹ **)
3	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
4	glyphosate (1296 g e.a ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
5	glyphosate (1296 g e.a ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
6	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
7	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
8	glyphosate (1296 g e.a ha ⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
9	glyphosate (1296 g e.a ha ⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
10	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha ⁻¹) + Ureia (22,4 g ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
11	glyphosate (1296 g e.a ha ⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha ⁻¹) + Ureia (22,4 g ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
12	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Ureia (111,5 g ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
13	glyphosate (1296 g e.a ha ⁻¹) + Ureia (111,5 g ha ⁻¹) + Aureo (0,1 % v v ⁻¹)
14	glyphosate (720 g e.a ha ⁻¹) + Ureia (111,5 g ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
15	glyphosate (1296 g e.a ha ⁻¹) + Ureia (111,5 g ha ⁻¹) + Admix Wet (0,1 % v v ⁻¹)
16	Testemunha capinada

*glyphosate: Roundup WG® Monsanto; **O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹; Admix Wet® (adjuvante + fertilizante foliar 46 g L⁻¹ N); Aureo® (óleo vegetal: adjuvante); Flex All Crop® (fertilizante foliar 13,7 g L⁻¹ N, 84,94 g L⁻¹ S, 4,11 g L⁻¹ B, 6,85 g L⁻¹ Cu, 82,20 g L⁻¹ Mn, 0,68 g L⁻¹ Mo, 34,25 g L⁻¹ Zn); Quimifol Cerrado® (Fertilizante foliar 13,10 g L⁻¹ Mg, 20,96 g L⁻¹ S, 6,55 g L⁻¹ B, 78,60 g L⁻¹ Mn, 3,93 g L⁻¹ Mo, 39,30 g L⁻¹ Zn); Ureia® (Fertilizante 45% N).

A área onde foi instalado o experimento se encontrava em pousio. Realizou-se uma dessecação 30 dias antes da semeadura da soja, com glyphosate (Roundup WG®: 720 g e.a kg⁻¹), utilizando uma dose de 1800 g e.a kg⁻¹, de modo a controlar as plantas daninhas presentes, para posterior instalação do experimento.

A cultivar de soja RK6813 RR foi semeada dia 27/11/2019, com uma densidade de semeadura de 18 sementes m⁻¹ em 6 linhas de 7m de comprimento, espaçadas de 0,50 m (área total da parcela 21 m²). A área útil das parcelas correspondeu às quatro linhas centrais,

sendo desprezados o primeiro e o último metro dessa área, de modo a não avaliar uma possível faixa de sobreposição de aplicação. Realizou-se adubação de 300 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 na semeadura e as sementes foram tratadas com molibdênio (50 mL 10 kg sementes⁻¹) e inoculadas com Lastro Plus® (40 mL 10 kg sementes⁻¹).

As aplicações das misturas foram realizadas aos 30 dias após a semeadura (27/12/2019), quando a soja se encontrava no estágio V4 de desenvolvimento, caracterizado pela terceira folha trifoliolada totalmente expandida e as bordas do quarto trifólio não se tocam. A pulverização foi realizada com equipamento de pressão constante à base de CO₂, com uma barra acoplada com 4 bicos espaçados em 0,50 m e bicos do tipo leque 110.02, utilizando-se um volume de calda de 150 L ha⁻¹. Na testemunha capinada, mantiveram-se as parcelas no limpo até o fechamento do dossel das plantas de soja. Através de capinas periódicas e na testemunha sem capina, a cultura permaneceu infestada até o final do ciclo.

As avaliações ocorreram em intervalos de 14 dias após a aplicação (DAA) das misturas, sendo feitas em quatro épocas, aos 14 DAA, em estágio V6; 28 DAA, em estágio R2; 42 DAA, em estágio R4; 56 DAA, em estágio R6; por último, quando a soja atingiu a maturidade plena em estágio R8, finalizando seu ciclo depois de 132 dias após a semeadura, sendo coletadas amostras de 10 plantas por parcela. Aos 28 DAA, também avaliaram-se a porcentagem de controle de plantas daninhas e a fitotoxicidade na cultura da soja.

Avaliou-se, ainda, a matéria seca de caule, de folhas, de pecíolo e de vagem, de acordo com o avanço fenológico da cultura, seguindo os intervalos de 14 dias após a aplicação. Após o desmembramento das plantas, as partes foram colocadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação e de renovação de ar, a 65 °C, até atingirem peso constante (72 horas). Posteriormente, as amostras foram pesadas.

Quando as plantas de soja atingiram o florescimento pleno, em estágio R2, caracterizado por uma flor aberta em um dos dois nós superiores da haste principal, com a folha completamente desenvolvida, avaliou-se a área foliar (28 DAA), de que se retiraram três plantas da amostra inicial (10 plantas), sendo coletadas as folhas de cada planta individualmente e mensurada a área foliar da planta, através de um medidor de área foliar. Em seguida, as três plantas retornaram à amostra inicial para as demais avaliações.

Foram avaliados caracteres morfológicos e produtivos. Os relacionados às características morfológicas das plantas foram altura (cm), número de trifólios, número de nós, altura na maturidade (cm) e altura de inserção da primeira vagem (cm), sendo estas três últimas características analisadas somente na maturidade plena.

Dentre os caracteres produtivos, avaliaram-se o número de vagens por planta; o número de vagens com um, dois, três e quatro grãos; o número de grãos por vagem; a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos. As avaliações referentes à produtividade ocorreram em parcelas não destrutivas, em quatro blocos que compunham a área, onde todas as plantas colhidas na área útil (8,25 m²) foram pesadas e convertidas em kg ha⁻¹. Em seguida, aferiu-se a umidade da amostra, posteriormente corrigida para 13%. Logo após, foram coletados aleatoriamente 100 grãos de cada parcela, seguindo os mesmos processos de pesagem e de correção de umidade.

Os dados observados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle de plantas daninhas aos 28 DAA foi de $\geq 85\%$ para a maioria das misturas. Em alguns casos, esse nível ficou acima de 95%, porém os fertilizantes foliares não contribuíram para um acréscimo na eficácia de controle, dado que as misturas de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Auero (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) foram iguais àquelas que possuíam fertilizantes. Em relação à fitotoxicidade, a composição de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) se demonstrou fitotóxica à cultivar RK6813 RR, em relação às demais misturas, atingindo um nível de 33,8% de fitotoxicidade.

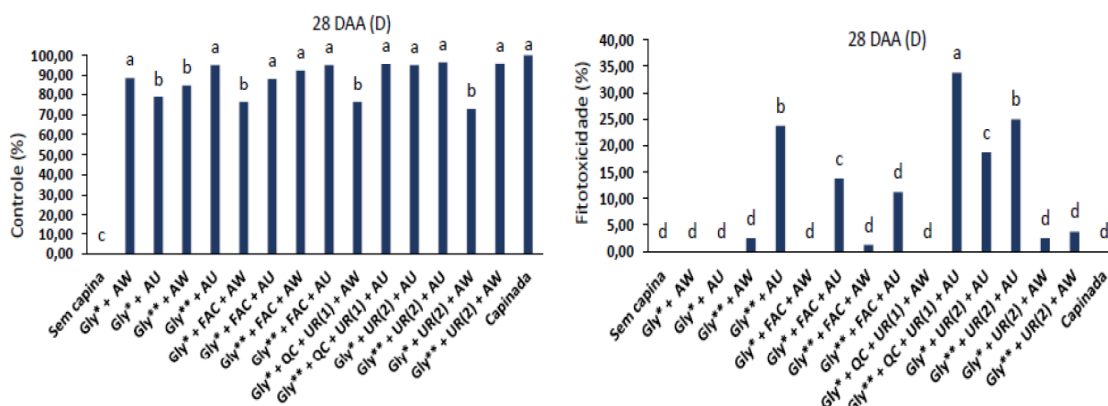


Figura 1 – Controle de plantas daninhas e fitotoxicidade na cultura da soja, aos 28 dias após aplicação (DAA), das misturas de glyphosate e fertilizantes foliares, Sete Lagoas, MG, 2020. Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹). OBS. O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Barras seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Verificou-se que, para as variáveis altura e número de trifólios, houve diferença entre as misturas testadas. Porém, o comparativo de médias de altura e de número de trifólios foi igual entre as épocas. Tais resultados de altura corroboram os encontrados por Correia & Durigan (2009) e Moraes et al. (2016), os quais não encontraram diferença na altura em plantas de soja submetidas à aplicação de glyphosate, combinado com fertilizante foliar. Quanto ao número de trifólios, essa característica pode estar relacionada à capacidade de engalhamento inerente à genética da cultivar RK6813 RR, de tipo de crescimento indeterminado.

Para os resultados de matéria seca de caule, de folha, de pecíolo e de vagem da cultura da soja, também se observou diferença entre as misturas de glyphosate e de fertilizantes foliares aplicadas. A planta sofre um estresse fisiológico logo após a aplicação de glyphosate que, mesmo se recuperando posteriormente, pode provocar menor produção de massa seca da parte aérea (SERRA et al., 2011). Contudo, a aplicação de fertilizante foliar contendo manganês pode aumentar a produção de matéria seca de plantas de soja (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2000).

Ocorreu um aumento gradativo da matéria seca ao longo das épocas avaliadas (Figura 2). No entanto, ao final do período de avaliação (56 DAA), para a matéria seca de caule, percebeu-se que a mistura glyphosate ($1296 \text{ g e.a ha}^{-1}$) + Ureia ($111,5 \text{ g ha}^{-1}$) + Admix Wet ($0,15 \text{ L ha}^{-1}$) apresentou valores estatisticamente superiores aos demais, ($196,6 \text{ g de matéria seca de caule}$) (Figura 2 D). Isso ocorreu, possivelmente, pelo fato de essa mistura ter causado baixa fitotoxicidade na soja, propiciado menor acúmulo de AMPA (ácido aminometilfosfônico), metabólito fitotóxico do glyphosate, responsável pela diminuição da biomassa seca (ZABLOTOWICZ e REDDY, 2004), associado à eficácia de controle de plantas daninhas e ao fornecimento de nitrogênio por parte da Ureia e Admix Wet, já que este nutriente está diretamente ligado à produção de biomassa da planta.

Quanto à matéria seca de folhas, a maioria das misturas apresentaram resultados estatisticamente iguais aos da testemunha capinada, indicando que não houve incremento da biomassa seca de folhas pelos fertilizantes foliares (Figura 2). Após um período de aplicação do glyphosate, a planta de soja tolerante ao herbicida consegue restabelecer a produção normal de clorofila (KRENCHINSKI et al., 2017), podendo inferir que a cultivar RK6813 RR possui esse potencial, uma vez que a produção da massa seca se dá por meio da

fotossíntese, ou seja, pela excitação das moléculas de clorofila presentes principalmente nas folhas. Comportamento semelhante à matéria seca de folhas também foi observado para os resultados de matéria seca de pecíolo (Figura 2).

Para a matéria seca de vagem (42 (Figura 2 C) e 56 DAA(Figura 2 D)), as misturas de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Auero (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) diferiram dos demais tratamentos, indicando que o acúmulo de biomassa de folha, de pecíolo e de caule seguiram o mesmo padrão na planta, permitindo a melhor translocação deste acúmulo para as vagens em estágio R6. Nesse caso, a ureia presente nas misturas pode ter contribuído para melhor absorção dos nutrientes pela soja ao longo de seu desenvolvimento, dado que a ureia atua como agente facilitador da penetração de nutrientes catiônicos e aniônicos (CARVALHO et al., 2010).

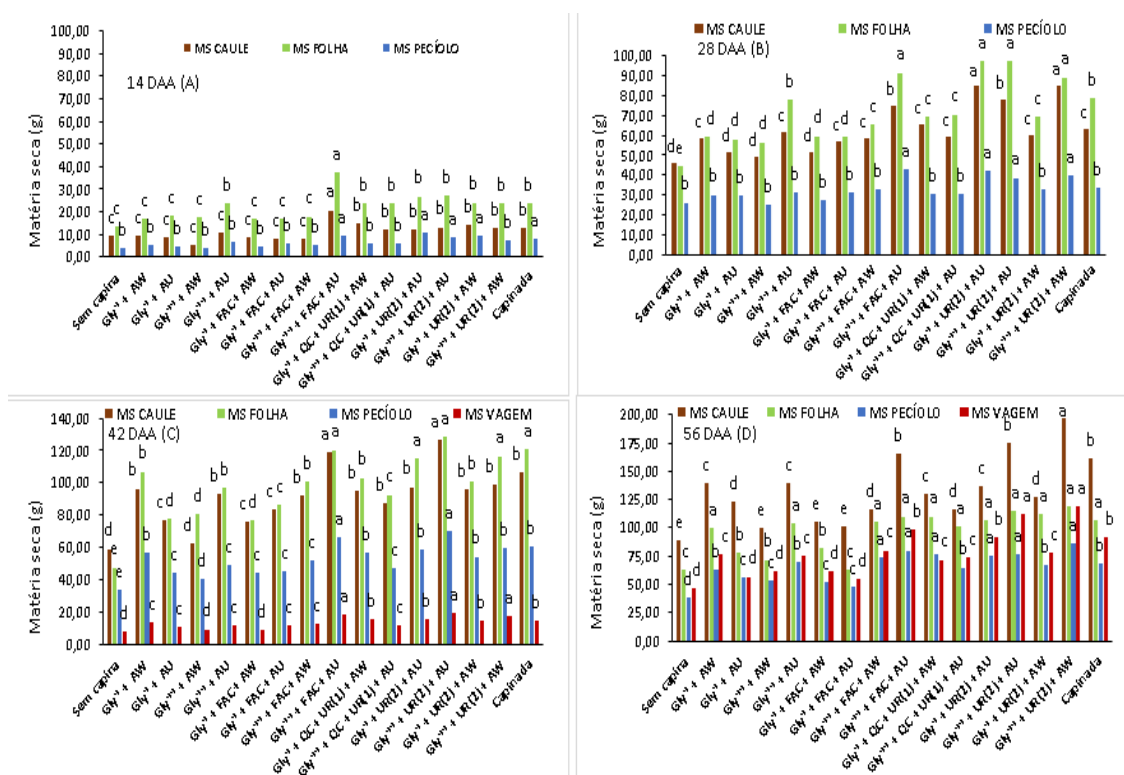


Figura 2 – Matéria seca de caule, folha, pecíolo e vagem da cultura da soja, aos 14 (A), 28 (B), 42 (C) e 56 (D) dias após aplicação (DAA) das misturas de glyphosate e fertilizantes foliares, Sete Lagoas, MG, 2020. Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹). OBS. O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Barras da mesma cor seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação à área foliar, verificou-se que os fertilizantes foliares presentes nas misturas não contribuíram para um aumento desse parâmetro. Porém, misturas que apresentaram os melhores resultados também obtiveram as melhores notas de controle de plantas daninhas, assim a competição principalmente por luz e espaço físico foi reduzida, o que possibilitou um crescimento normal da soja.

Vale ressaltar que, nesse estágio, todo aparato fotossintético da planta está basicamente formado. Nesse sentido, a área foliar apresenta uma ligação direta com a produtividade da cultura, uma vez que, com uma área foliar adequada corresponde à maior interceptação de radiação, de produção de fotoassimilados e de acúmulo de biomassa nos grãos (BALBINOT JUNIOR et al., 2018). Logo, existe uma correlação entre a área foliar com a produtividade. Desse modo, as plantas de soja, submetidas às misturas que obtiveram melhor desempenho, podem vir a apresentar melhor produtividade.

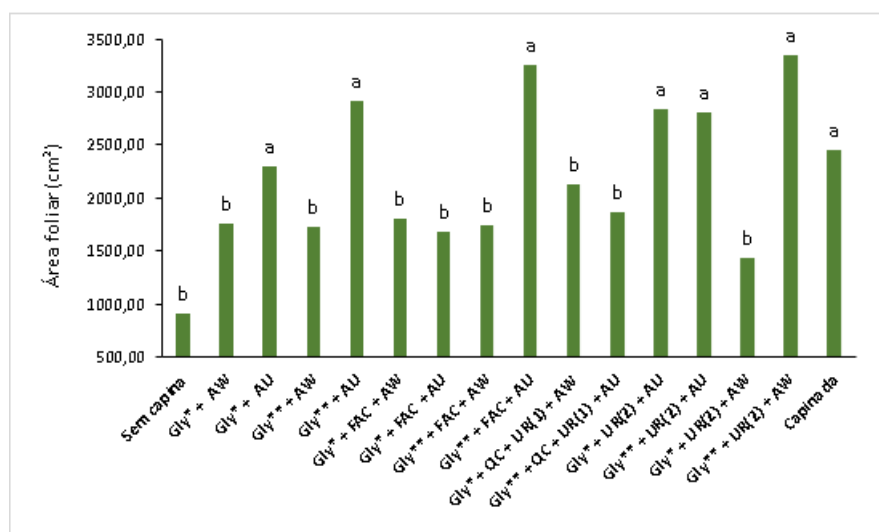


Figura 3 – Área foliar da cultura da soja em estágio R2, submetidas à aplicação das misturas de glyphosate e fertilizantes foliares, Sete Lagoas, MG, 2020. Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹). OBS. O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Barras da mesma cor seguidas pela mesma letra não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Observou-se que, para as variáveis altura na maturidade, altura de inserção da primeira vagem, número de nós, número de vagens com um e quatro grãos e número de grãos por vagem não foram afetados pelo efeito das misturas aplicadas (Tabela 2). A aplicação de micronutrientes, combinados com glyphosate em lavouras de soja, tem como um de seus objetivos minimizar os possíveis efeitos negativos do herbicida, como a redução

no rendimento de grãos, no entanto esse benefício pode não ocorrer devido à variabilidade do efeito direto do glyphosate e à sensibilidade diferencial entre as cultivares de soja (MEROTTO JÚNIOR et al., 2015).

Quanto ao número de vagens com dois e três grãos (Tabela 2), constatou-se que a testemunha sem capina se diferenciou dos demais tratamentos e apresentou os piores resultados, pelo fato de as plantas de soja permanecerem em constante competição com as plantas daninhas que podem afetar o desenvolvimento e a produtividade da soja, causando perdas significativas para a cultura (NEPOMUCENO et al., 2007).

Para o número de vagens com dois grãos, não houve um efeito positivo dos fertilizantes foliares, dado que a mistura de glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) apresentou resultado igual às misturas que possuíam fertilizantes (Tabela 2). Já para o número de vagens com três grãos, dentre as misturas que possuíam fertilizantes, apenas as misturas de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (720 g e.a ha⁻¹) + Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹) + Ureia (22,4 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) foram iguais às misturas isentas de fertilizantes (Tabela 2). A resposta da cultura da soja pode ser diferente, dependendo da dose de glyphosate e do micronutriente utilizado, o que impacta na produtividade de grãos (CANTÚ et al., 2018).

O número de vagens por planta foi diretamente afetado pela competição das plantas daninhas na testemunha sem capina, apresentando o pior desempenho com uma média de 43 vagens por planta. A redução da produtividade da cultura da soja pelas plantas daninhas é motivada pela diminuição do número de grãos por vagem, pela massa de mil grãos, bem como pelo número de vagens por planta (DIESEL et al., 2020).

A massa de cem grãos e o número vagens por planta não sofreram efeito dos fertilizantes, o que corrobora os resultados encontrados por MEROTTO JR et al (2015), em que essas variáveis não foram afetadas pela aplicação de glyphosate, com ou sem adubo foliar (Tabela 2).

Contudo, algumas misturas atingiram bons resultados em relação ao número de vagens por planta, como a mistura de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹), glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Aureo (0,15 L ha⁻¹) e glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹), apresentando uma média de 111, 110 e 111 vagens por planta, respectivamente.

Tabela 2 – Altura na maturidade (ALTM), altura de inserção da primeira vagem (A1V), número de nós (NÓS), número de vagens com 1, 2, 3, e 4 grãos (NV1G; NV2G; NV3G; NV4G) número de vagens por planta (NVP), número de grãos por

vagem (NGPV) e massa de 100 grãos (M100G) da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes avaliada na maturidade plena (R8). Sete Lagoas, MG, 2020.

TRATAMENTOS	ALTM	A1V	NÓS	NV1G	NV2G	NV3G	NV4G	NVP	NGPV	M100G
Sem capina	103,03a	18,83a	19,63a	6,00b	17,13c	20,46c	0,23a	43,81c	2,30a	10,23b
Gly* + AW	86,56a	18,80a	21,06a	12,36a	29,83b	39,80b	0,30a	82,30b	2,30a	13,28b
Gly* + AU	90,03a	18,96a	20,83a	13,23a	31,73a	39,43b	0,16a	84,56b	2,33a	12,00b
Gly** + AW	87,83a	17,83a	21,23a	11,13b	28,00b	39,40b	0,43a	78,96b	2,33a	10,48b
Gly** + AU	86,80a	17,23a	21,00a	9,26b	28,03b	39,80b	0,43a	77,53b	2,40a	12,77b
Gly* + FAC + AW	93,50a	17,26a	22,06a	13,66a	31,56a	43,06a	0,60a	88,90b	2,33a	14,19a
Gly* + FAC + AU	89,96a	17,66a	20,30a	13,36a	27,80b	33,86b	0,30a	75,33b	2,23a	12,11b
Gly** + FAC + AW	87,73a	16,30a	21,00a	9,50b	26,60b	45,90a	0,40a	82,40b	2,40a	12,68b
Gly** + FAC + AU	94,76a	16,23a	21,30a	11,73b	38,16a	60,76a	0,83a	111,50a	2,46a	16,53a
Gly* + QC + UR(1) + AW	93,86a	17,90a	20,90a	11,83b	29,13b	35,90b	0,13a	77,00b	2,30a	12,13b
Gly** + QC + UR(1) + AU	89,63a	18,56a	21,96a	13,80a	35,10a	45,13a	0,36a	94,40a	2,36a	11,15b
Gly* + UR(2) + AU	92,90a	17,76a	21,70a	14,93a	32,76a	45,60a	0,60a	93,90a	2,36a	15,42a
Gly** + UR(2) + AU	90,16a	15,96a	22,13a	17,03a	39,66a	53,03a	0,73a	110,46a	2,33a	14,73a
Gly* + UR(2) + AW	91,46a	18,70a	21,10a	8,83b	26,80b	45,83a	0,46a	81,93b	2,46a	10,75b
Gly** + UR(2) + AW	94,06a	17,60a	22,50a	17,90a	36,36a	56,13a	0,76a	111,16a	2,33a	16,50a
Capinada	90,23a	16,70a	21,03a	14,03a	33,46a	50,86a	0,33a	98,70a	2,33a	15,63a

Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹). OBS. O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

A testemunha sem capina apresentou a menor produtividade da soja (Figura 4), evidenciando que a competição com as plantas daninhas acarretou perdas significativas na produtividade através da interferência contínua.

A mistura de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) permitiu a maior produtividade na cultura da soja, dentre as misturas aplicadas, atingindo 3.914,16 kg ha⁻¹. Apesar de os fertilizantes em si não contribuírem para o aumento na produtividade, tal mistura proporcionou à cultura condições para alcançar essa produtividade, bem como uma eficácia de controle de plantas daninhas e baixo nível de fitotoxicidade, da mesma forma que um bom desempenho no acúmulo de matéria seca, juntamente com o resultado de área foliar obtido.

A massa de cem grãos pode ter sofrido um efeito negativo de algum tratamento, de modo a afetar o transporte de fotoassimilados e de nutrientes para o grão, já que os fertilizantes não contribuíram para o aumento no peso de grãos. A aplicação de herbicidas

em misturas pode afetar o desenvolvimento da soja, coincidindo com um importante período de aumento na marcha de absorção de nutrientes (ALBECHT et al., 2012).

A resposta da cultura pode variar de acordo com a seletividade do genótipo, com as condições ambientais, com os produtos usados na mistura e com as doses utilizadas. Freitas et al (2018), avaliando o desempenho da soja submetida à aplicação de glyphosate em associação com fertilizante foliar, observaram incremento na produtividade, bem como Santos et al (2015). Em contrapartida, a adubação foliar, em conjunto com o herbicida glyphosate, não influenciou o rendimento de grãos em estudo realizado por Moraes et al (2016).

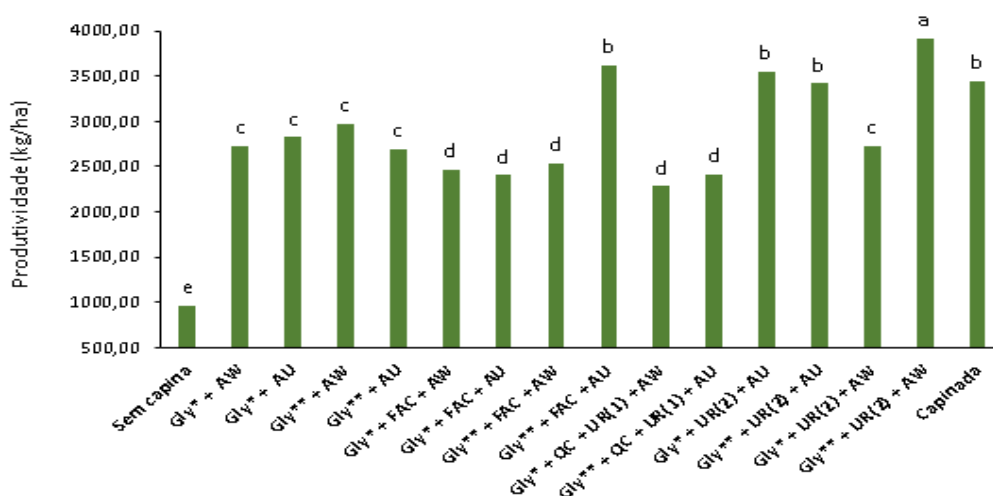


Figura 4 – Produtividade da cultura da soja, submetidas à aplicação das misturas de glyphosate e fertilizantes foliares, Sete Lagoas, MG, 2020. Gly* - glyphosate (720 g e.a ha⁻¹); Gly** - glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹); AW – Admix Wet (0,1% v v⁻¹); AU – Aureo (0,1% v v⁻¹); FAC – Flex All Crop (1,0 L ha⁻¹); QC – Quimifol Cerrado (1,0 L ha⁻¹); UR(1) - Ureia (22,4 g ha⁻¹); UR(2) – Ureia (111,5 g ha⁻¹). OBS. O volume de calda utilizado foi de 150 L ha⁻¹. Barras da mesma cor, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Os fertilizantes foliares, associados ao glyphosate (720 g e.a e 1296 g e.a ha⁻¹), alteram a matéria seca de caule e a produtividade da cultivar RK6813 RR, dado que a mistura de glyphosate (1296 g e.a ha⁻¹) + Ureia (111,5 g ha⁻¹) + Admix Wet (0,15 L ha⁻¹) resultou em maior produtividade de grãos e de matéria seca de caule.

AGRADECIMENTOS

À Bayer CropScience, pelo fomento à pesquisa praticada e também à Embrapa – Milho e Sorgo, por ceder o espaço para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, L. P.; CANTU, C.; BACCIN, L. C.; COSTA, A. C. T.; ALBRECHT A. J. P.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; PERTUZATI, A.; PASQUETTO, J. V. G.; CRUZ, G. G.; SÁ, R. A.; **Fitointoxicação da soja RR por glyphosate e o manejo de manganês e biorregulador**. VIII Congresso Brasileiro de Soja, p. 318-320, Goiânia, 2018.
- ALBRECHT, L. P.; ALONSO, D. G.; ALBRECHT, A. J. P.; OLIVEIRA JR, R. S.; BRACCINI, A. L.; CONSTANTIN, J. Glyphosate e associações em pós-emergência no desempenho agrônômico e na qualidade das sementes de soja RR. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 139-146, 2012.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; FERREIRA, A. S.; WERNER, F.; SILVA, M. A. A.; ZUCARELLI, C.; Índice de área foliar da soja em função da redução da densidade de semeadura, Embrapa, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, N. 17, 2018.
- BROCH, D. L.; & FERNANDES, C. H. **Resposta da soja à aplicação de micronutrientes**, informativo técnico, n. 99, p.55, 1999.
- CANTU, C.; ALBRECHT, L. P.; BACCIN, L. C.; COSTA, A. C. T.; ALBRECHT A. J. P.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; PERTUZATI, A.; PASQUETTO, J. V. G.; CRUZ, G. G.; SÁ, R. A.; **Manganês e biorregulador no manejo da fitointoxicação do glyphosate em soja RR**. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2018.
- CARVALHO, S. J. P.; DIAS, A. C. R.; SHIOMI, G. M.; CHRISTOFOLLETI, P. J. Adição simultânea de sulfato de amônio e ureia à calda de pulverização do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v. 28, n. 3, p. 575-584, 2010.
- CESSA, R. M. A.; HONAISSER, A. C.; MELO, E. P.; LIMA JUNIOR, I. S. Dessecação de *Brachiaria decumbens*: ordem de preparo e constituintes da calda de pulverização. **Revista Ciências Exatas da Terra**, v.2, n.1, p.33-40, 2013.
- Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.8, safra 2020/21, n.4, quarto levantamento, Brasília, p. 1-85, Janeiro 2021.
- CONCENÇO, G.; ANDREAS, A.; SILVA, A. F.; GALON, L., FERREIRA, E. A.; & ASPIAZU, I. **Ciência das plantas daninhas: histórico, biologia, ecologia e fisiologia**, v.1, pp. 1-32, São Carlos, 2014.
- CORREIA, N. M. & DURIGAN, J. C. Glyphosate e adubação foliar com manganês na cultura da soja transgênica. **Planta daninha**, v. 27, n. 4, p. 721-727, 2009.
- DEVORANEN, E. C.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; CAVALIERI, S. D.; BLAINSKI, E. Nodulação e crescimento de variedades de soja RR sob aplicação de glyphosate, fluazifop-p-butyl e fomesafen. **Planta daninha**, v. 26, n.3, p. 619-625, 2008.

DIESEL, F.; TREZZI, M. M.; GALLON, M.; MIZERSKI, P.H.F.; BATISTEL, S.C.; PAGNONCELLI, F.B. Interference of broadleaf buttonweed and white-eye in soybean. **Planta daninha**, v. 38, 2020.

EKER, S.; OZTURK, L.; YAZICI, A.; ERENOGLU, B.; ROMHELD, V.; CAKMAK, I. Foliar-applied glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and manganese in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n. 26, p. 10019-10025, Washington, 2006.

FREITAS, G.A.; WEBER, F.; SANTOS, A. C. M.; SILVA CARNEIRO, J. S.; SILVA, R. R. Fertiactyl pós na redução da fitotoxidez do herbicida Roundup Ready na cultura da soja. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 99-116, 2018.

GAZZIERO, D. L. P. Mistura de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta daninha**. v. 33, n. 1, Viçosa, 2015.

KRENCHISNKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; CRESCO, V. J. S.; RODRIGUES, D. M.; PORTZ, R. L.; ZOBIOLE, L. H. S.; Glyphosate effects chlorophyll, photosynthesis and water use of four Intacta RR2 soybean cultivars. **Acta Physiologiae Plantarum**, 39:63, 2017.

LICH, J.M.; RENNER, K.A.; PENNER, D. Interaction of glyphosate with postemergence soybean (*Glycine max*) herbicides. **Weed Science**, v.45, n.1, p.12-21, 1997.

LYDON, J.; DUKE, S. O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. **Pestic. Sci.**, v. 25, n. 1, p. 361-373, 1989.

MEROTTO JR, A.; WAGNER, J.; MENEGUZZI, C. Effects of Glyphosate and foliar application of micronutrients in transgenic soybean. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.499-508, 2015.

MORAES, N. C.; JAKELAITIS, A.; CARDOSO, I. S.; REZENDE, P. N.; ARAÚJO, V.T.; VIEIRA JUNIOR, N. S.; TAVARES, C. J. Efeito de herbicida e adubo foliar em mistura em tanque na cultura da soja. **Magistra**, v. 28, n. 2, p. 233-243, 2016.

NEPOMUCENO, M., ALVES, P.L.C.A., DIAS, T.C.S. e PAVANI, M.C.M.D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional, **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.

NEUMANN, G. KOHLS, S.; LADSBERG, E.; SOUZA, O. S. K.; YAMADA, T.; ROMHELD, V. Relevance of glyphosate transfer to non-target via the rhizosphere. **Journal Plant Dis. Protec.**, v. 20, p. 963-969, 2006.

OLIVEIRA JUNIOR, J. A.; MALAVOLTA, E.; CABRALER, C. P. Efeitos do manganês sobre a soja cultivada em solo de cerrado no Triângulo Mineiro. **Pesq. Agropec. Bras**, v. 35, n. 8, p. 1629-1636, 2000.

RAKES, M.; GRUTZMACHER, A. D.; PAZINI, J. B.; PASINI, R.A.; SCHANDLER, C. E.; Physiocochemical compatibility of agrochemical mixtures in spray tanks for paddy field rice crops, **Planta daninha**. v. 35, Viçosa, 2017.

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. Adubação foliar em épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n.6, p. 1105-1111, 2005.

REZENDE, B. P. M, TAVARES, C.J., MARANGONI, R.E., CUNHA, P.C.R., & JAKELAITIS, A. Efeito do fomesafen + fluazifop-p-butil associados com inseticidas no controle das plantas daninhas na cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2012.

SANTOS, A. A. M.; SOUZA, M. A. S.; FREITAS, G. A.; SILVA, P. S. S.; SILVA, R. R. Substância húmica na redução da fitotoxidade dos herbicidas Roundup Ready + Lactofen na cultura da soja. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 3, p. 35-41, 2015.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; CANDIDO, A. C.; DIAS, A. C. R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Influência do glifosato na eficiência nutricional do nitrogênio, manganês, ferro, cobre, zinco em soja resistente ao glifosato. **Ciência Rural**, v. 41, n.1, 2011.

SILVA, A. G. B. **Absorção e distribuição de manganês de fertilizantes foliares aplicados sem e com glifosato em soja Intacta RR2 PRO e efeito na produtividade de grãos**. Tese de doutorado – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

ZABLOTOWICZ, R. M. & REDDY, K.N. Impact of glyphosate on the *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis with glyphosate-resisten transgenic soybean. **Journal of Environmental Quality**, v. 33, n. 3, p. 825-831, 2004.

ZOBIOLE, L. H. S.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; KREMER, R. J.; MUNIZ, A. S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrient accumulation and photosynthesis in glyphosate resistant soybeans is reduced under glyphosate use. **Journal Plant Nutrition**, v. 33, n. 12-14, p. 1860-1873, Philadelphia, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo realizado de forma assertiva dentro da lavoura irá garantir maior produtividade da cultura implantada, dando, assim, um melhor retorno econômico ao produtor. Desse modo, para a cultivar de soja RK 6813 RR, a aplicação de glyphosate, de forma isolada, controla as plantas daninhas presentes na área em estudo, nas condições edafoclimáticas onde se realizou o trabalho. Porém, a aplicação de glyphosate ($1296 \text{ g e.a ha}^{-1}$) + Quimifol Cerrado ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$) + Ureia ($22,4 \text{ g ha}^{-1}$) + Aureo ($0,15 \text{ L ha}^{-1}$) causou maiores efeitos fitotóxicos para a cultivar. Contudo, os fertilizantes foliares, associados ao glyphosate (720 g e.a e $1296 \text{ g e.a ha}^{-1}$), alteram parcialmente os caracteres morfológicos e produtivos da cultivar RK6813 RR e a mistura de glyphosate ($1296 \text{ g e.a ha}^{-1}$) + Ureia ($111,5 \text{ g ha}^{-1}$) + Admix Wet ($0,15 \text{ L ha}^{-1}$) resultou em maior produtividade de grãos e de matéria seca de caule.

ANEXO

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as variáveis altura e número de trifólios da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes avaliadas em diferentes dias após aplicação (DAA). Sete Lagoas, 2020.

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		ALTURA				NÚMERO DE TRIFOLIOS			
		14 DAA	28 DAA	42 DAA	56 DAA	14 DAA	28 DAA	42 DAA	56 DAA
Misturas	15	34,51*	36,25*	67,71*	43,32*	23,69*	45,84*	108,44*	73,60*
Bloco	2	71,37	75,26	61,63	73,03	50,65	7,97	45,10	290,50
Resíduo	30	14,31	15,77	48,40	74,51	10,77	19,83	26,28	59,92
Média		33,64	56,17	75,67	98,15	14,73	30,28	34,36	38,80
CV(%)		11,25	7,07	9,19	8,80	22,28	14,71	14,92	19,95

*Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo, segundo o teste F; DAA – dias após aplicação.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para matéria seca de caule (MSC), matéria seca de folha (MSF), matéria seca de pecíolo (MSP) e matéria seca de vagem (MSV) da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes avaliadas em diferentes dias após aplicação (DAA). Sete Lagoas, MG, 2020.

		Quadrados médios (QM)													
		14 DAA			28DAA			42DAA			56DAA				
FV	GL	MSC	MSF	MSP	MSC	MSF	MSP	MSC	MSF	MSP	MSV	MSC	MSF	MSP	MSV
Misturas	15	38,20*	99,39*	13,16*	422,83*	745,75*	84,53*	959,65*	1315,46*	281,72*	34,66*	2659,86*	1028,88*	508,75*	1224,68*
Bloco	3	0,29	26,37	1,91	46,09	24,61	9,54	29,82	84,81	23,18	9,78	156,77	63,02	76,56	34,89
Resíduo	45	2,71	5,85	1,75	15,61	34,20	10,55	36,34	45,89	14,24	2,92	99,54	78,57	44,89	68,22
Média		11,47	22,01	6,69	62,78	71,40	32,76	91,55	98,24	52,53	13,43	132,70	96,66	65,62	78,02
CV(%)		14,35	10,99	19,77	6,79	8,19	9,92	6,59	6,90	7,18	12,74	7,52	9,17	10,21	10,59

*Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo, segundo o teste F; DAA – dias após a aplicação.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para altura na maturidade (ALTM), altura de inserção da primeira vagem (A1V), número de nós (NÓS), número de vagens com 1, 2, 3, e 4 grãos (NV1G; NV2G; NV3G; NV4G) número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGPV) e massa de 100 grãos (M100G) da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes avaliada na maturidade plena (R8). Sete Lagoas, MG, 2020.

Quadrados médios (QM)											
FV	GL	ALTM	A1V	NÓS	NV1G	NV2G	NV3G	NV4G	NVP	NGPV	M100G
Misturas	15	49,42*	2,87*	1,55*	28,05*	88,68*	272,62*	0,13*	862,24*	0,01*	17,46*
Bloco	2	27,24	2,95	4,27	10,32	6,08	25,11	0,00	1,50	0,01	9,59
Resíduo	30	39,31	2,69	1,55	8,56	12,38	57,18	0,03	119,99	0,00	3,57
Média		91,41	17,64	21,23	12,41	30,76	43,43	0,44	87,05	2,35	13,14
CV(%)		6,86	9,31	5,87	23,57	11,44	17,41	43,78	12,58	3,43	14,38

*Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo, segundo o teste F.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para área foliar e produtividade da cultura da soja, submetida à aplicação de misturas de glyphosate, fertilizantes foliares e adjuvantes avaliada no florescimento pleno (R2) e na maturidade plena (R8). Sete Lagoas, MG, 2020.

Quadrados médios (QM)			
FV	GL	ÁREA FOLIAR	PRODUTIVIDADE
Misturas	15	1446641,34*	3170998,79*
Bloco	3	90778,38	107229,89
Resíduo	45	226312,20	38415,39
Média		2184,29	2749,87
CV(%)		21,78	7,13

*Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo, segundo o teste F.