

**Aplicação de doses de glifosato em diferentes estádios fenológicos da cultura da soja**  
**Application of glyphosate doses in different phenological stages of soybean culture**  
**Aplicación de dosis de glifosato en diferentes etapas fenológicas del cultivo de soja**

Recebido: 27/08/2020 | Revisado: 02/09/2020 | Aceito: 06/09/2020 | Publicado: 08/09/2020

**Luiz Loesia Gomes Paulino**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1203-5433>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [luiz-loesia@hotmail.com](mailto:luiz-loesia@hotmail.com)

**Luiz Anderson Abdalla de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9341-9481>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [luiz\\_abdalla@live.com](mailto:luiz_abdalla@live.com)

**Elen Regina Cáceres de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4854-3808>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [elen.caceres@hotmail.com](mailto:elen.caceres@hotmail.com)

**Ana Carolina Marinho Rossi**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3580-8651>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [acmrossi@outlook.com](mailto:acmrossi@outlook.com)

**Matheus Gustavo da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5794-679>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [matheus@uems.br](mailto:matheus@uems.br)

**Resumo**

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do glifosato na cultura da soja RR mediante uso de doses de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Assim, montou-se um experimento em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x4, com os tratamentos constituídos pela combinação de quatro doses de glifosato (0; 2; 4; 6 L/ha), aplicadas em quatro estádios fenológicos (V2, V4, V6 e V8), vegetativos da soja, com

4 repetições. A cultivar utilizada foi a DM 66I68 RSF IPRO. As variáveis analisadas foram altura da planta e de inserção da primeira vagem, diâmetro do caule, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos. Os dados para as doses de glifosato foram submetidos a análise de regressão e os dados para estádios fenológicos foram submetidos a teste Tukey ao nível de 5% de significância. Independente do estágio fenológico da cultura da soja, o uso de glifosato não interfere negativamente na altura de inserção da primeira vagem, diâmetro do colmo e massa de 1000 grãos. Recomenda-se a aplicação de glifosato até o estágio fenológico V4 da cultura da soja. Após este estágio, o herbicida interfere negativamente no número de grãos por vagem e a produtividade de grãos.

**Palavras-chave:** Fenologia; Fitotoxicidade; *Glycine max* (L.) Merrill; Herbicida; Roundup.

**Abstract:** The present study aimed to evaluate the influence of glyphosate on the RR soybean crop using doses of glyphosate at different phenological stages. Thus, an experiment was carried out in a randomized block design, in a 4x4 factorial scheme, with treatments consisting of the combination of four doses of glyphosate (0; 2; 4; 6 L / ha), applied in four phenological stages (V2, V4, V6 and V8), vegetative of soy, with 4 repetitions. The cultivar used was DM 66I68 RSF IPRO. The variables analyzed were plant height and first pod insertion, stem diameter, number of pods per plant, number of grains per pod, mass of 1000 grains and grain yield. The data for the glyphosate doses were submitted to regression analysis and the data for phenological stages were subjected to the Tukey test at the level of 5% of significance. Regardless of the phenological stage of the soybean crop, the use of glyphosate does not negatively affect the height of insertion of the first pod, stem diameter and mass of 1000 grains. It is recommended to apply glyphosate to the phenological stage V4 of the soybean crop. After this stage, the herbicide has a negative effect on the number of grains per pod and grain yield.

**Keywords:** Phenology; Phytotoxicity; *Glycine max* (L.) Merrill; Herbicide; Roundup

**Resumen:** El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia del glifosato en el cultivo de soja RR utilizando dosis de glifosato en diferentes etapas fenológicas. Así, se realizó un experimento en un diseño de bloques al azar, en un esquema factorial 4x4, con tratamientos que consistieron en la combinación de cuatro dosis de glifosato (0; 2; 4; 6 L / ha), aplicadas en cuatro etapas fenológicas (V2, V4, V6 y V8), vegetativo de soja, con 4 repeticiones. El cultivar utilizado fue DM 66I68 RSF IPRO. Las variables analizadas fueron altura de planta e inserción de primera vaina, diámetro del tallo, número de vainas por planta,

número de granos por vaina, masa de 1000 granos y rendimiento de grano. Los datos de las dosis de glifosato se sometieron a análisis de regresión y los datos de las etapas fenológicas se sometieron a la prueba de Tukey al nivel de 5% de significancia. Independientemente de la etapa fenológica del cultivo de soja, el uso de glifosato no afecta negativamente la altura de inserción de la primera vaina, el diámetro del tallo y la masa de 1000 granos. Se recomienda aplicar glifosato en la etapa fenológica V4 del cultivo de soja. Después de esta etapa, el herbicida tiene un efecto negativo sobre el número de granos por vaina y el rendimiento de granos.

**Palabras clave:** Fenología; Fitotoxicidad; *Glycine max* (L.) Merrill; Herbicida; Roundup.

## 1. Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) se apresenta hoje como uma das principais culturas no mundo, com grande valor econômico para o Brasil. O país é classificado como o segundo maior produtor de soja do mundo, com produção estimada de 115 milhões de toneladas de grãos, em área cultivada de aproximadamente 36 milhões de hectares, alcançando produtividade média de grãos estimada na safra 2018/2019 em torno de 3.206 kg/ha (Conab, 2019).

No que diz respeito a área plantada, dentro das culturas graníferas, a soja destaca-se no cenário nacional, sendo a primeira colocada (Ludwing et al., 2011). Assim, sua comercialização para o exterior tem sido fundamental para o incremento do produto interno bruto – PIB (Souza et al., 2010).

A soja é uma planta do tipo C3, com estatura herbácea, dicotiledônea e pertencente à família Fabaceae. Possui ciclo que pode variar de 90 a 130 dias dependendo da cultivar utilizada e da localidade de cultivo, que pode ser de maturação precoce, semiprecoce, média, semitardia e tardia (Hackenhaar, 2014).

Os estádios reprodutivos de acordo com Pinto et al. (2016), por sua vez, se subdividem da seguinte forma: R1 (início do florescimento), R2 (florescimento pleno), R3 (início da formação da vagem), R4 (vagem completamente desenvolvida), R5 (início do enchimento do grão), R6 (grão cheio), R7 (início da maturação) e R8 (maturação plena).

Os estádios de desenvolvimento da planta têm diferentes exigências climáticas, nutricionais, além de apresentarem nuances quanto a modalidade de controle de doenças, pragas e plantas daninhas, bem como épocas e doses de defensivos agrícolas no controle fitossanitário destes fatores bióticos (Padovan et al., 2006). Assim como todo o sucesso da

cultura em terras brasileiras só foi possível por meio do manejo adequado de fertilizantes, populações de plantas, utilização de defensivos agrícolas cada vez mais modernos, aliado principalmente ao melhoramento genético

Atualmente, existem várias tecnologias de transgenia que visam o controle de plantas daninhas na cultura da soja, como a resistência aos ingredientes ativos imazetapir, dicamba e ao glufosinato-sal de amônio, porém a mais usada hoje, ainda é a primeira tecnologia de transgenia desenvolvida, sendo essa com relação à resistência ao glifosato, que modernamente apresentam outras tecnologias adjuntas, como a proteção contra as principais lagartas da soja (*Anticarsia gemmatilis*, *Heliothis virescens*, *Chrysodeixis spp.*, *Epinotia aporema*), conhecida como Roundup Ready 2 (RR2) (Albrecht et al., 2011).

Assim, as plantas transgênicas assumem papel fundamental para a agricultura, uma vez que podem aumentar a produção, e diminuir o uso com defensivos agrícolas (Merotto Junior et al., 2015). De acordo com os mesmos autores o glifosato é um ingrediente ativo pertencente ao grupo das glicinas substituídas, sistêmico, não seletivo, que é empregado no manejo de pré-semeadura em sistema plantio direto (SPD), no manejo de plantas daninhas em pós-emergência em culturas resistentes, e no manejo das daninhas dentro de cultivos perenes. É classificado como um produto biologicamente seguro por apresentar baixa toxicidade e degradação rápida (Merotto Junior et al., 2015).

O uso do herbicida glifosato, aplicado em pós-emergência, na cultura da soja RR, tem sido objeto de estudo em pesquisas em razão dos efeitos negativos sobre o crescimento e desenvolvimento causados na cultura da soja pelas aplicações do mesmo (Petter et al., 2007; Pinto et al., 2016). Assim, é de grande importância que sejam desenvolvidas pesquisas que correlacionem diferentes tipos de manejos do glifosato (Ludwing et al., 2010), como é o caso de Castro (2017), que notou problemas com fitotoxicidade, redução da produtividade de grãos e presença de resíduos do herbicida nas plantas e sementes, que podem levar a perdas na qualidade e no valor comercial do produto devido ao uso do glifosato.

Em estudo desenvolvido por Zadinello et al. (2012), no qual foram realizadas aplicações de glifosato na dose de 518 g/ha do i.a. nos estádios de desenvolvimento da soja RR, R2, R4 e R5, os autores concluíram que houve diferença significativa na aplicação do herbicida em relação ao estágio fenológico da cultura, com redução no número de vagens por planta com aplicação no estágio R2. Eles ainda notaram que houve redução na produtividade de grãos de 15% no estágio R2 (1.694 kg/ha), 3,27% no estágio R4 (1.941 kg/ha) e 0,8% no estágio R5 (1.990 kg/ha), em relação à testemunha (2006 kg/ha).

Mesmo nas plantas de soja resistentes ao glifosato, o herbicida pode causar efeitos

indesejáveis, gerando estresses que atuam de forma negativa sobre o crescimento e o desenvolvimento da cultura (Zadinello et al. 2012). De acordo com pesquisas que vem sendo publicadas, além de influenciar no balanço nutricional da planta, o glifosato pode causar efeitos fitotóxicos, afetar a eficiência da planta no uso da água, a fotossíntese, a síntese de aminoácidos e outros compostos e o acúmulo de biomassa (Albrecht et al., 2011).

Em cultivares de soja RR pode ocorrer o sintoma chamado de “yellow flashing”, quando após aplicação do herbicida ocorre o amarelecimento das folhas, devido a imobilização de alguns micronutrientes (Fe e Mn) pelo glifosato. A duração desse sintoma está ligada a capacidade das plantas de repor esses nutrientes em níveis adequados, seja por absorção radicular ou foliar (GAZIEIRO, et al. 2007). Todavia, a ocorrência desta sintomatologia varia de acordo com a cultivar de soja utilizada, a dose e a formulação de glifosato e fatores ambientais (Merotto Junior et al., 2015).

Portanto, se torna imprescindível a procura por informações que possibilitem diagnosticar a real viabilidade do uso do glifosato nos diferentes estádios fenológicos da soja, visando evitar gastos desnecessários de aplicação, assim como as suas complicações no desempenho da cultura. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do glifosato na cultura da soja RR mediante aplicação de doses de glifosato em diferentes estádios fenológicos.

## **2. Metodologia**

O experimento foi conduzido na área experimental pertencente à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana nas coordenadas geográficas 20°27'08" Sul, 55°40'15" Oeste e altitude média de 170 metros, segundo Köppen-Geiger o clima presente na região é classificado como quente sub-úmido, tropical de Savana, tipo Aw, com duas estações bem distintas, chuvosa no verão e seca no inverno, com uma precipitação anual média de 1200 mm, com temperatura máxima de 33°C e temperatura mínima de 19°C.

O solo da área foi identificado como Argissolo Vermelho distrófico de textura arenosa (SCHIAVO et al., 2010). Foi realizada, 45 dias antes da implantação do experimento, uma subsolagem a 0,45 m de profundidade seguido de uma gradagem pesada com discos de 28 polegadas e subsequente foi feito o nivelamento da área experimental. Posteriormente foi realizada a coleta de amostras de solo, com auxílio de trado holandês, para análise química de rotina.

Os resultados da análise química da camada de 0 a 20 cm foram os seguintes: pH em  $\text{CaCl}_2$  de 4,7; P = 33  $\text{mg dm}^{-3}$ ; M.O. = 14,7  $\text{g dm}^{-3}$ ; K = 0,3  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Ca = 2,5  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Mg = 1  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; H+Al = 2,9  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; SB = 3,8  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; T = 6,7  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e V = 57%.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições, dispostos em esquema fatorial 4x4. Os tratamentos foram compostos pela combinação entre quatro doses de Roundup Original (0; 2; 4; e 6 L/há), correspondentes a (0, 720, 1440 e 2160 g/há) do ingrediente ativo (i.a., no caso glifosato), aplicadas em quatro estádios fenológicos vegetativos da soja (V2, V4, V6 e V8) (Tabela 1).

Antes da semeadura foi realizada a dessecação da área, utilizando glifosato na dose de 1920 g/ha do i.a com volume de calda de 200 L. A semeadura foi realizada no dia 30 de outubro de 2018 de forma mecanizada com o trator Massey Ferguson 4283 e a semeadora/plantadeira KF PSM 7040 – A. Utilizou-se o espaçamento entrelinhas de 0,45 m e densidade de semeadura de 22 sementes/m da cultivar de soja DM 66I68 RSF IPRO, que apresenta a tecnologia INTACTA RR2 PRO, que oferece proteção contra as principais lagartas da soja (*Anticarsia gemmatilis*, *Heliothis virescens*, *Chrysodeixis spp.*, *Epinotia aporema*) e resistência ao glifosato.

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados para a aplicação de doses de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Aquidauana (MS), 2019.

Estádio fenológico	Dose de glifosato
	0 L/ha
	2 L/ha
V2 – 10 dias após a emergência (DAE)	4 L/ha
14 de novembro de 2018	6 L/ha
	0 L/ha
V4 – 16 dias após a emergência (DAE)	2 L/ha
20 de novembro de 2018	4 L/ha
	6 L/ha
V6 – 22 dias após a emergência (DAE)	0 L/ha

26 de novembro de 2018	2 L/ha
	4 L/ha
	6 L/ha
<hr/>	
V8 – 28 dias após a emergência (DAE)	0 L/ha
	2 L/ha
02 de dezembro de 2018	4 L/ha
	6 L/ha
<hr/>	

Fonte: Autores.

A adubação de semeadura consistiu no fornecimento de 250 kg/ha da formulação 04-20-20, com base na interpretação do resultado da análise química do solo.

As parcelas foram demarcadas dentro de uma área de 3 m x 5 m, composta por 6 linhas de 5 metros. Para efeito de avaliações e evitar o efeito de bordadura, foram descartados 0,5 m de cada extremidade e as 2 linhas mais externas das parcelas.

As aplicações do herbicida foram feitas com auxílio de pulverizador costal manual com o volume de calda de 200 L/ha. As caldas foram preparadas da seguinte maneira: para a dose de 2 L/ha, foram diluídos 100 mL de glifosato em 10 L de água; para a dose de 4 L/ha, foram diluídos 200 mL de glifosato em 10 L de água; e para a dose de 6 L/ha, foram diluídos 300 mL de glifosato em 10 L de água.

O controle fitossanitário foi feito utilizando tiametoxam + lambda-cialotrina (28,2 + 21,2 g/ha do i.a., com volume de calda de 200 L/ha) para o controle de *Euchistus heros* e *Dichelops melacanthus* e diafentiurom (400 g/ha do i.a., com volume de calda de 200 L/ha), para o controle da *Bemisia tabaci* e lufenuron + profenofós (20 + 200 g/ha do i.a., com volume de calda de 200 L/ha), para o controle de *Spodoptera eridania*.

Como forma de evitar o aparecimento de algumas doenças como *Phakopsora pachyrhizi*, *Microsphaera difusa* e *Septoria glycines* na área do experimento, aplicou-se os fungicidas difenoconazol + propiconazol (37,5 + 37,5 g/ha do i.a., com volume de calda de 200 L/ha) e azoxistrobina + benzovindiflupir (90 + 45 g/ha do i.a., com volume de calda de 200 L/ha). O controle de plantas invasoras foi realizado por meio da capina manual.

Por ocasião da colheita, foram utilizadas as linhas centrais de cada uma das parcelas para todas as avaliações. A população final de plantas foi determinada contando-se, antes da colheita, todas as plantas de 2 linhas centrais dentro da área útil de cada parcela, extrapolando os valores para número de plantas por hectare.

A altura de planta foi determinada medindo-se com fita métrica a distância entre o solo e o ápice da planta (Figura 1). Foram consideradas para avaliação dez plantas das linhas centrais de cada parcela.

**Figura 1.** Representação ilustrativa da avaliação de altura de plantas.



Fonte: Autores.

A altura de inserção de primeira vagem foi mensurada medindo-se com fita métrica a distância do solo até as primeiras vagens (Figura 2). Foram consideradas para avaliação dez plantas das linhas centrais de cada parcela.

**Figura 2.** Representação ilustrativa da avaliação de altura de inserção de 1° vagem.



Fonte: Autores.

O diâmetro do caule foi mensurado com o auxílio do paquímetro digital, medindo-se o caule três centímetros acima do solo. Foram consideradas para avaliação dez plantas das linhas centrais de cada parcela.

As avaliações de componentes de produção (grãos e vagens por planta, bem como massa de 1000 grãos), foram feitas a partir de 10 plantas coletadas nas 2 linhas centrais de cada parcela. Após essa contagem foram separadas duas amostras de 1000 grãos por parcela, para a determinação da massa de 1000 grãos (13% b.u.).

Para a produtividade de grãos foram colhidas duas linhas de 4 metros da área útil de cada parcela, preferencialmente nas linhas centrais. As plantas foram debulhadas em trilhadora mecânica estacionária, obtendo-se a produção de cada parcela (8 m de linha). Posteriormente, os dados foram extrapolados para kg/ha (13% b.u.).

Para a análise estatística do experimento foi utilizado o software SISVAR. Os dados relativos às doses de glifosato (quantitativos) foram submetidos a análise de regressão e os relativos aos estádios fenológicos (qualitativos) ao teste de comparação de médias Tukey ao nível de 5% de significância.

### 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 2 estão apresentados o resumo da análise de variância e os valores médios para a população de plantas, altura de plantas e de inserção da 1ª vagem, bem como para diâmetro do caule da cultura da soja.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância e valores médios para população de plantas (POP), altura de plantas (ALT), altura de inserção da 1ª vagem (AIV) e diâmetro do caule (DIA) da cultura da soja, após a aplicação de doses de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Aquidauana (MS), 2019.

Tratamentos		POP	ALT	AIV	DIA
		plantas/ha	----- cm -----		
Estádios Fenológicos (EF)	V2	321.898 a	63	10 a	0,61 a
	V4	303.657 ab	60	11 a	0,71 a
	V6	289.961 bc	61	10 a	0,61 a
	V8	263.148 c	59	9 a	0,59 a
D.M.S.		29.704	-	2	0,13
Doses de Glifosato (DG)	0	279.722 <sup>1</sup>	60	10	0,67
	2	286.527	61	10	0,63
	4	308.842	60	11	0,64
	6	303.472	61	10	0,57
F	EF	*	ns	ns	ns
	DG	*	ns	ns	ns
	EF * DG	ns	*	ns	ns
C.V. (%)		11	7	19	23

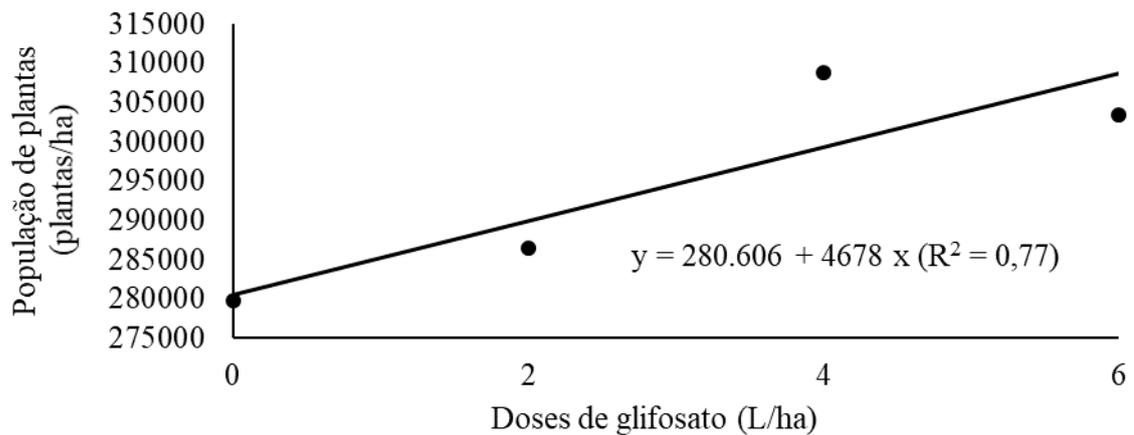
Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; \* e ns: significativo e não significativo, respectivamente, de acordo com o teste F ao nível de significância de 5%. <sup>1</sup>  $y = 280.606 + 4678 x$  ( $R^2 = 0,77$ ). Fonte: Autores.

A população de plantas foi influenciada negativamente conforme o uso de glifosato foi sendo retardado, com a maior população se estabelecendo quando da aplicação no estágio fenológico V2, o que talvez possa ter ocorrido em razão da possibilidade do tempo de recuperação da fitotoxicidade fisiológica causada pelo glifosato.

O uso de doses mais elevadas de glifosato acarretou maiores valores para a variável supracitada (Figura 3), com os dados se ajustando a equação  $y = 280.606 + 4678 x$ . Portanto,

a cada litro de glifosato aplicado, houve aumento da ordem de 5.000 plantas/ha, o que pode ter ocorrido em função do melhor controle de plantas invasoras nas parcelas em que houve aplicação de doses mais elevadas do herbicida.

**Figura 3.** População de plantas de soja, em função da aplicação de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Aquidauana (MS), 2019.



Fonte: Autores.

Segundo a empresa produtora da semente utilizada no presente experimento, a população de plantas recomendada situa-se entre 250 a 340 mil plantas/ha, o que demonstra que as pequenas alterações que foram obtidas para a variável, teoricamente não iriam comprometer o desenvolvimento e produtividade de grãos da soja.

Esses resultados corroboram os apresentados por Albrecht et al. (2011), que avaliando o desempenho da soja RR sob a aplicação de doses de glifosato (0; 1440; 2880 g/ha do i.a.) nos estádios fenológicos V6 e R2 da cultura, obtiveram interação significativa para a população de plantas. No entanto, contrapõem os encontrados por Pinto et al. (2016), que avaliando o efeito de doses de glifosato (0; 540; 1080; 2160 g/ha do i.a.) nos estádios V3/V4, V8 e R7 da cultura na produção e na qualidade da soja RR, não observaram diferença para a população de plantas.

Rosa et al. (2016), avaliando o efeito de travamento de duas cultivares de soja sob a aplicação dos herbicidas lactofem na dose de 0,75 L/ha e clorimuron na dose de 80 g/ha nos estádios V3, V5 e V8 da cultura, não obtiveram diferença entre os tratamentos empregados para a população de plantas.

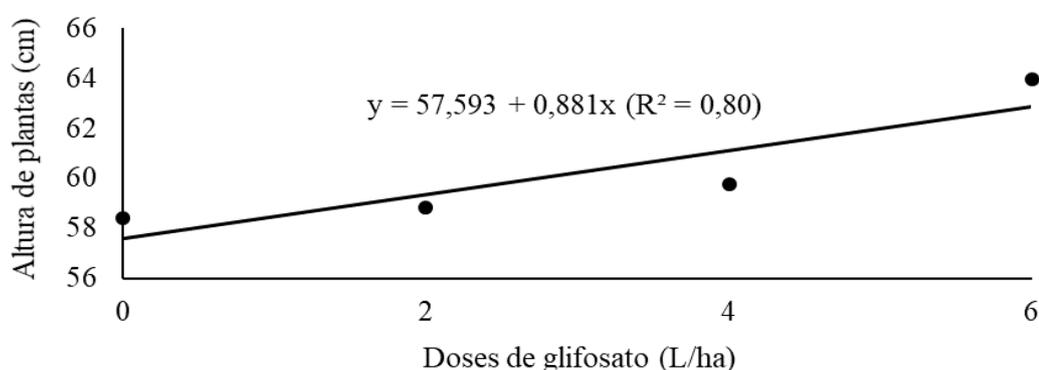
Houve interação significativa entre os fatores estudados na avaliação da altura de plantas (Tabela 2). Observou-se clara tendência de aumento na altura de plantas à medida em que se aumentou a dose de glifosato aplicado no estágio fenológico V4 (Tabela 3; Figura 4), muito provavelmente em decorrência do controle de plantas daninhas, com valores médios de altura de plantas de aproximadamente 64 cm. Por outro lado, Albrecht et al. (2011), em um trabalho avaliando o desempenho da soja RR sob a aplicação de doses de glifosato (0; 1440; 2880 g i.a./ha) nos estádios fenológicos (V6 e R2), observaram redução na altura de plantas, sendo a menor altura encontrada no estágio R2 com aplicação da maior dose.

**Tabela-3.** Resumo da análise de desdobramento para altura de plantas, em função da aplicação de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Aquidauana (MS), 2019.

Estádios Fenológicos	Doses de glifosato (L/ha)			
	0	2	4	6
V2	58 a	66 a	64 a	63 a
V4 <sup>1</sup>	58 a	59 b	60 ab	64 a
V6	62 a	60 ab	63 a	58 a
V8	63 a	58 b	55 b	61 a
D.M.S.	8			

Valores seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; <sup>1</sup>  $y = 57,5433 + 0,881x$  ( $R^2 = 0,80$ ). Fonte: Autores.

**Figura 4.** Altura de plantas de soja, em função da aplicação de glifosato no estágio fenológico V4. Aquidauana (MS), 2019.



Fonte: Autores.

Outros autores, como Pinto et al. (2016), não notaram efeitos positivos ou negativos sobre a altura de plantas da soja mediante uso de doses de glifosato (0; 540; 1080; 2160 g/ha do i.a.) em diferentes estádios fenológicos da cultura (V3/V4, V8 e R7). Nesse sentido, há necessidade de desenvolvimento de maior número de pesquisas envolvendo estes dois fatores, por prazos mais extensos, para se chegar a resultados mais concretos.

A variável altura de inserção da primeira vagem não foi influenciada pelas doses de glifosato e nem pela época de aplicação (Tabela 2). De forma semelhante, Albrecht et al. (2011) avaliando o desempenho da soja RR sob a aplicação de doses de glifosato (0; 1440; 2880 g/ha do i.a.), nos estádios fenológicos V6 e R2 da cultura, não observaram influência dos tratamentos sob a altura de inserção da primeira vagem. Também foi detectada ausência de efeitos sobre essa variável em trabalhos desenvolvidos por Pinto et al. (2016) e Corrêa & Alves (2009), quando aplicadas doses variando de 0 até 2160 g/ha do i.a., entre os estádios fenológicos V3 até R7 da cultura da soja.

A variável diâmetro do caule não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 2), assim como observaram Pereira et al. (2017), que avaliaram o efeito da aplicação de 960 g/ha do i.a de glifosato, 80 g/ha do i.a de haloxifop-p-metílico e 600 mL/ha de óleo diluídos em água aos 14 e 27 dias após a emergência (DAE) da cultura da soja e não observaram significância entre os tratamentos para essa variável.

Em relação ao número de vagens por planta, observou-se interação significativa (Tabela 4) entre as doses e os estádios fenológicos da cultura, o desdobramento da interação (Tabela 5; Figura 5A, 5B), mostrou que dependendo do estágio fenológico em que o glifosato foi aplicado houve diferentes comportamentos para a variável.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância e valores médios para número de vagens por planta e número de grãos por vagem da cultura da soja, após a aplicação de doses de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Aquidauana (MS), 2019.

Tratamentos		Vagens/planta	Grãos/vagem
Estádios Fenológicos (EF)	V2	35	1,3
	V4	35	1,4
	V6	37	1,4
	V8	37	1,3
D.M.S.		-	-
Doses de Glifosato (DG)	0	38	1,4
	2	34	1,4
	4	36	1,3
	6	37	1,3
F	EF	Ns	Ns
	DG	Ns	*
	EF * DG	*	*
C.V. (%)		20	10

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; \* e ns: significativo e não significativo, respectivamente, de acordo com o teste F ao nível de significância de 5%.  
 Fonte: Autores.

**Tabela 5.** Resumo da análise de desdobramento para vagens por planta, em função da aplicação de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Aquidauana (MS), 2019.

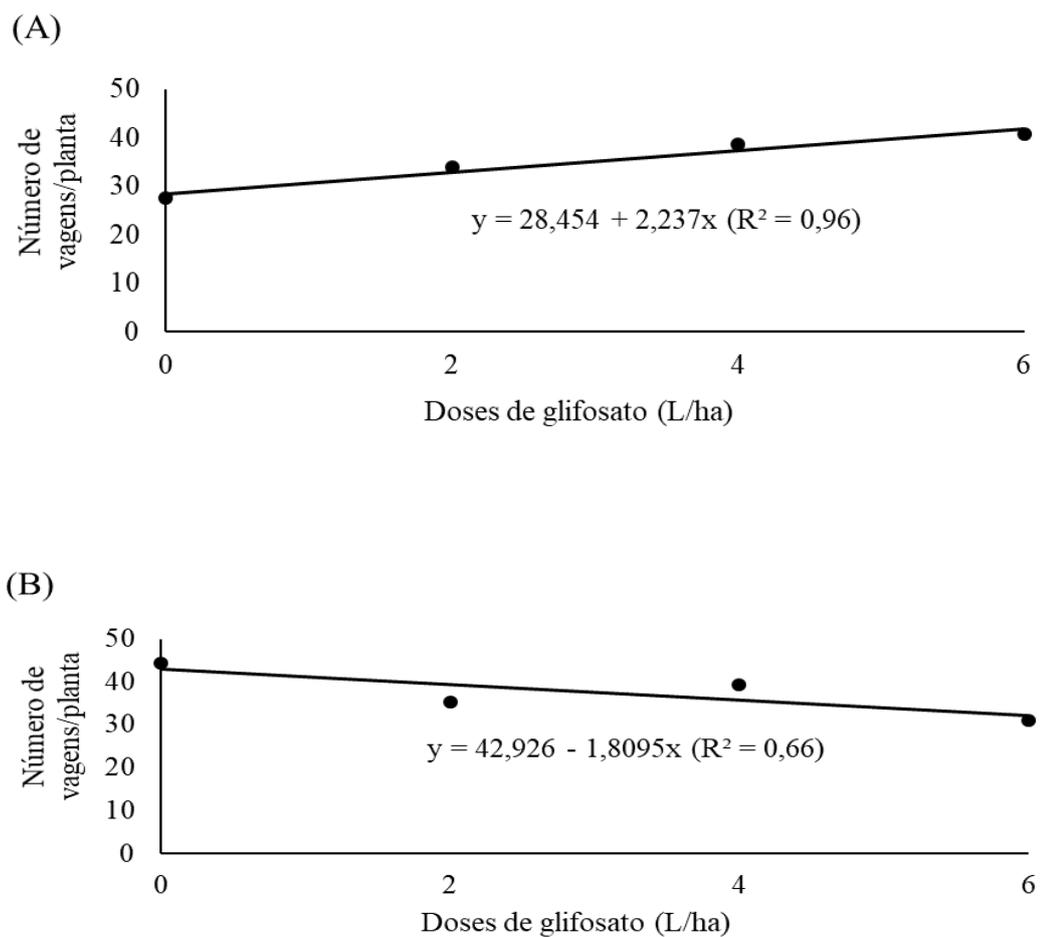
Estádios Fenológicos	Doses de glifosato (L/ha)			
	0	2	4	6
V2 <sup>1</sup>	27 b	34 a	39 a	41 a
V4	40 ab	30 a	32 a	39 a
V6	39 ab	36 a	35 a	37 a
V8 <sup>2</sup>	44 a	35 a	39 a	31 a
D.M.S.		13		

Os valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>1</sup>  $Y = 28,454 + 2,237x$  ( $R^2 = 0,96$ ); <sup>2</sup>  $Y = 42,926 - 1,8095x$  ( $R^2 = 0,66$ ). Fonte: Autores.

Quando a planta se apresentava em estágio fenológico inicial (V2), foi possível observar que o uso de doses mais elevadas de glifosato resultou em maiores valores para a variável supracitada (Figura 5A), com os dados se ajustando a equação  $y = 28,454 + 2,237x$ . Portanto, a cada litro de glifosato aplicado, houve aumento de 2,2 vagens por planta.

Quando o glifosato foi aplicado mais tardiamente (V8) permitiu concluir que o uso de doses mais elevadas de glifosato resultou em menores valores para a variável número de vagens por planta (Figura 5B), com os dados ajustando a equação  $y = 42,926 - 1,8095x$ . Portanto, a cada litro de glifosato aplicado, houve diminuição de 1,8 vagens por planta, o que pode ter ocorrido em função dos efeitos fitotóxicos que as maiores doses do herbicida podem causar na cultura.

**Figura 5.** Número de vagens por planta de soja, em função da aplicação de glifosato no estágio fenológico V2 (A) e V8 (B). Aquidauana (MS), 2019.



Fonte: Autores.

Esses resultados corroboram os apresentados por Albrecht et al. (2011), que avaliaram o desempenho da soja RR sob a aplicação de doses de glifosato (0; 1440; 2880 g/ha do i.a) nos estádios fenológicos V6 e R2 da cultura, e notaram que independentemente das doses serem aplicadas no estágio R2 ou no estágio V6, os aumentos das doses de glifosato diminuem o número de vagens por planta.

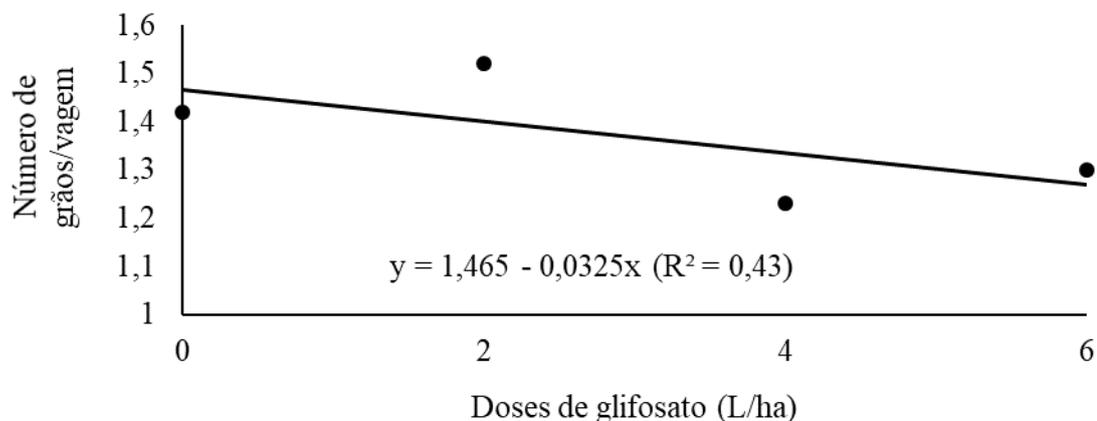
Para a variável número de grãos por vagem observou-se interação entre as doses e os estádios fenológicos da cultura (Tabela 4), o desdobramento da interação (Tabela 6; Figura 6), permitiu concluir que o uso de doses mais elevadas de glifosato resultou em menores valores para essa variável no estágio fenológico V6, com os dados ajustando a equação  $y = 1,465 - 0,0325x$ . Portanto, a cada litro de glifosato aplicado, houve diminuição de 0,0325 grãos por vagem. Contrapondo os resultados encontrados por Merotto Junior et al. (2015), onde se avaliou os efeitos de doses de glifosato (0; 900; 1440 g/ha do i.a.) no estágio fenológico V3 de duas variedades de soja RR, não havendo influência dos tratamentos no número de grãos por vagem.

**Tabela 6.** Resumo da análise de desdobramento para número de grãos por vagem, em função da aplicação de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Aquidauana (MS), 2019.

Estádios Fenológicos	Doses de glifosato (L/ha)			
	0	2	4	6
V2	1,4 a	1,2 b	1,4 a	1,1 a
V4	1,4 a	1,4 ab	1,3 a	1,3 a
V6 <sup>1</sup>	1,4 a	1,5 a	1,2 a	1,3 a
V8	1,4 a	1,3 ab	1,2 a	1,3 a
D.M.S.	0,3			

Valores seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; <sup>1</sup>.  $y = 1,465 - 0,0325x$  ( $R^2 = 0,42$ ). Fonte: Autores.

**Figura 6.** Número de grãos por vagem de soja em função da aplicação de glifosato no estágio fenológico V6. Aquidauana (MS), 2019.



Fonte: Autores.

Na Tabela 7 estão apresentados o resumo da análise de variância e os valores médios para a massa de 1000 grãos e produtividade de grãos da cultura da soja. Os valores obtidos para a massa de 1000 grãos não apresentaram alterações mediante uso de doses de glifosato em diferentes estádios fenológicos da soja.

Estes resultados corroboram os apresentados por Zadinello et al. (2012), que não obtiveram resultados significativos para massa de 1000 grãos, em um trabalho que realizaram a aplicação de 518 g/ha do i.a. de glifosato nos estádios reprodutivos R2, R4 e R5. Também foi detectada ausência de efeitos sobre essa variável em trabalhos desenvolvidos por Pinto et al. (2016) e Merotto et al. (2015), quando aplicadas doses variando de 0 até 2160 g/ha do i.a., entre os estádios fenológicos V3 até R7 da cultura da soja.

Em relação a produtividade de grãos, pode-se observar interação para as doses e os estádios fenológicos (Tabela 7). Notou-se com a análise do desdobramento (Tabela 8; Figura 7) que o uso de doses mais elevadas de glifosato no estágio fenológico V6 acarretou em menores valores para a produtividade, com os dados se ajustando a equação  $y = 1556,2 - 85,803x$ . Portanto, a cada litro de glifosato aplicado, houve queda de produtividade de aproximadamente 86 kg/ha, o que pode ter ocorrido em função dos efeitos tóxicos causados pelas maiores doses do herbicida na cultura.

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para valores médios da massa de 1000 grãos (g) e produtividade de grãos (kg/ha) da cultura da soja, após a aplicação de doses de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Aquidauana (MS), 2019.

Tratamentos		Massa de 1000 grãos	Produtividade de grãos
Estádios Fenológicos (EF)	V2	164	1427
	V4	158	1255
	V6	163	1299
	V8	163	1202
D.M.S.		-	-
Doses de Glifosato (DG)	0	167	1341
	2	161	1249
	4	160	1264
	6	161	1329
F	EF	ns	*
	DG	ns	ns
	EF * DG	ns	*
C.V. (%)		6	14

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; \* e ns: significativo e não significativo, respectivamente, de acordo com o teste F ao nível de significância de 5%.  
 Fonte: Autores.

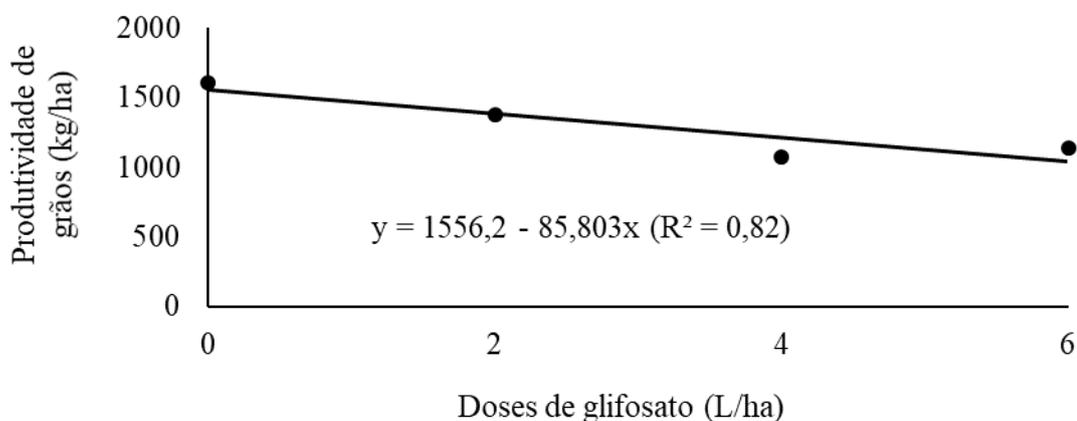
**Tabela 8.** Resumo da análise de desdobramento para produtividade de grãos (kg/ha) em função da aplicação de glifosato em diferentes estádios fenológicos. Aquidauana (MS), 2019.

Estádios Fenológicos	Doses de glifosato (L/ha)			
	0	2	4	6
V2	1412 ab	1355 a	1549 a	1391 b
V4	1124 b	908 b	1244 ab	1746 a
V6 <sup>1</sup>	1608 a	1378 a	1070 b	1139 bc
V8	1220 b	1353 a	1192 b	1042 c
D.M.S.	344			

Valores seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey; <sup>1</sup> y = 1556,2 - 85,803x (R<sup>2</sup> = 0,82). Fonte: Autores.

Estes resultados semelhantes aos obtidos por Zadinello et al. (2012), que estudaram os efeitos da aplicação de 518 g/ha do i.a.de glifosato nos estádios reprodutivos R2, R4 e R5 da soja, e notaram redução de 15% na produtividade no estágio R2 em relação a testemunha. Entretanto, contrapõem os resultados de Procópio et al. (2007), que fizeram a aplicação de doses de glifosato (480; 960; 1.440 g/ha do i.a.) 28 dias após a emergência da soja, e não obtiveram diferenças significativas entre os tratamentos para a produtividade de grãos.

**Figura 7.** Produtividade de grãos de soja em função da aplicação de glifosato no estágio fenológico V6. Aquidauana (MS), 2019.



Fonte: Autores.

#### 4. Considerações Finais

Independente do estágio fenológico da cultura da soja, o uso de glifosato não interfere negativamente na altura de inserção da 1ª vagem, diâmetro do colmo e massa de 1.000 grãos.

Recomenda-se a aplicação de glifosato até o estágio fenológico V4 da cultura da soja, aos qual, o herbicida interfere negativamente no número de grãos por vagem e a produtividade de grãos.

## Referências

Albrecht, L. P.; Barbosa, A. P.; Silva, A. F. M.; Mendes, M.A.; Maraschi-Silva, L.M. & Albrecht, A. J. P. (2011). Desempenho da soja Roundup Ready sob aplicação de glyphosate em diferentes estádios. *Planta Daninha, Viçosa*, 9(3), 585-590. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000300012>

Castro, D. G.; Bruzi, A. T.; Zambiazzi, E. V.; Rezende, P. M.; Zuffo, A. M.; Sales, A. P.; Soares, I. O.; Borges, I. M. M. & Bianchi, M. C. (2017). Qualidade fisiológica e expressão enzimática de sementes de soja RR. *Revista de Ciências Agrárias, Lisboa*, 40(1), 222-225.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Soja: Safra 2018/2019. Nono levantamento, junho de 2019.: Acesso em: 04 de julho 2019 em: <<http://www.conab.gov.br>>.

Corrêa, M. J. P. & Alves, P. L. C. A. (2009). Eficácia de herbicidas aplicados em pós-emergência na cultura da soja convencional e transgênica. *Planta Daninha, Viçosa*, 27(1), 1035-1046. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000500017>.

Fehr, W. R. & Caviness, C. E. (1977). Stages of soybean development. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Special Report,1(11).

Gazziero, D. L. P.; Adegas, F. S.; Voll, E. (2007). Indicações para o uso de glyphosate em soja transgênica. Londrina: Embrapa Soja.

Hackenhaar, N. S. (2014). Variabilidade genética em cultivares de soja e eficiência do potássio sobre o teor de óleo e proteína visando a produção de biocombustível. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 44.

Ludwig, M. P.; Dutra, L. M. C.; Lucca Filho, O. A.; Zobot, L.; Uhry, D. & Lisboa, J. I. (2010). Produtividade de grãos da soja em função do manejo de herbicida e fungicidas. *Ciência Rural, Santa Maria*, 40(7), 1516-1522.

Ludwig, M. P.; Dutra, L. M. C.; Lucca Filho, O. A.; Zobot, L.; Jauer, A. & Uhry, D. (2011). Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready.

Revista Ceres, Viçosa, 58(3), 305-313. doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000300010>

Merotto Júnior, A.; Wagner, J. & Meneguzzi, C. (2015). Efeitos do herbicida glifosato e da aplicação foliar de micronutrientes em soja transgênica. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 31(2), 499-508. doi: <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n2a2015-22307>

Pereira, C. S.; Lima, C.; Medeiros, A. L.; Arantes, S. A. C. M.; Assis, R. P.; Fiorini, I. V. A. & Carvalho, G. (2017). News techniques for the application of herbicides on soybean crops. *Planta Daninha*, Sinop, 36, 1-7.

Petter, F. A.; Procópio, S. O.; Cargnelutti Filho, A.; Barroso, A. L. L. & Pacheco, L. P. (2007). Manejo de herbicidas na cultura da soja Roundup Ready. *Planta Daninha*, Viçosa, 25(3), 557-566. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000300015>

Pinto, C. C.; Oliveira, C. O.; Américo, G. H. P.; Vazquez, G. H. & Lazarini, E. (2016). Efeito da dose e da época de aplicação do glifosato na produção e na qualidade da soja RR. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, 39(2), 310-317. doi: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA15076>

Padovan, M. P., Almeida, D. L. D., Guerra, J. G. M., Ribeiro, R. D. L. D., Oliveira, F. L. D., Santos, L. A., Souto, S. M. (2006). Decomposição e liberação de nutrientes de soja cortada em diferentes estádios de desenvolvimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(4), 667-672.

Procópio, S. O.; Menezes, C. C. E.; Betta, L. & Betta, M. (2007). Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja roundup ready. *Planta Daninha*, Viçosa, 25(2), 365-373. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000200017>

Rosa, R. P.; Pittelkow, F. K. & Pasqualli, R. M. (2016). Efeito do travamento da cultura da soja em diferentes estádios fenológicos com dois ingredientes ativos. *Mato Grosso: Fundação Rio Verde*, 1-14.

Souza, C. A.; Gava, F.; Casa, R. T.; Bolzan, J. M. & Kuhnem Junior. P. R. (2010). Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready™. Planta Daninha, Viçosa, 28(4), 887-896. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000400022>

Schiavo, J. A.; Pereira, M. G.; Miranda, L. P. M.; Dias Neto, A. H. & Fontana, A. (2010). Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana-MS. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 34(3), 881-889. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000300029>.

Zadinello, R.; Chaves, M. M.; Santos, R. F.; Bassegio, D. & Werncke, I. (2012). Influência da aplicação de glifosato na produtividade da soja. Acta Iguazu, Cascavel, 1(4), 1-8.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Luiz Loesia Gomes Paulino – 50%

Luiz Anderson Abdalla de Oliveira – 5%

Elen Regina Cáceres de Souza – 12,5%

Ana Carolina Marinho Rossi – 12,5%

Matheus Gustavo da Silva – 20%