

**Impacto do glifosato sal de amônio em microrganismos benéficos do solo**

**Impact of ammonium glyphosate salt on beneficial soil microorganisms**

**Impacto del glifosato sal de amonio en los microorganismos benéficos del suelo**

DOI: 10.54033/cadpedv22n5-247

Originals received: 2/27/2025

Acceptance for publication: 3/20/2025

---

**Erich do Reis Duarte**

Doutorando em Agronomia

Instituição: Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales (UCES)

Endereço: Bandeirantes, Paraná, Brasil

E-mail: erich.r.duarte@cogna.com.br

**Matheus Hashimoto da Silva**

Mestrando em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

Endereço: Bandeirantes, Paraná, Brasil

E-mail: matheushashimoto.30@gmail.com

**Ana Amélia Garcia Abboud**

Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Anhanguera Unopar Bandeirantes

Endereço: Bandeirantes, Paraná, Brasil

E-mail: ana\_abboud@hotmail.com

**Maria Clara Vieira Pellegrini**

Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Anhanguera Unopar Bandeirantes

Endereço: Bandeirantes, Paraná, Brasil

E-mail: nilloss2017@outlook.com

**Pamela Mayara Aparecida Pinheiro**

Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Anhanguera Unopar Bandeirantes

Endereço: Bandeirantes, Paraná, Brasil

E-mail: pamelamayara673@gmail.com

### **Livian Soares Martins**

Mestranda em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

Endereço: Bandeirantes, PR, Brasil

E-mail: soareslivian3@gmail.com

### **Leandro de Oliveira Silva**

Mestrando em Agronomia

Instituição: Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

Endereço: Bandeirantes, Paraná, Brasil

E-mail: escrevaparaoleandro@gmail.com

### **Marcos Augusto Alves da Silva**

Doutor em Zootecnia

Instituição: Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

Endereço: Bandeirantes, Paraná, Brasil

E-mail: marcosilva@uenp.edu.br

---

## **RESUMO**

O uso de microrganismos fúngicos e bacterianos na produção agrícola tem se expandido significativamente, impulsionado pela crescente demanda por maior produtividade aliada à sustentabilidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência de fungos e bactérias amplamente utilizados na agricultura, considerando diferentes formas de aplicação do ingrediente ativo glifosato WG, incluindo aplicações na planta e no solo. O ensaio foi conduzido no Biocentro de pesquisa universitário no município de Bandeirantes-PR, sob condições controladas em casa de vegetação, utilizando vasos com capacidade de 2,5 L e dimensões de 19 x 14 cm. Os tratamentos foram organizados em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 46 tratamentos e três repetições, totalizando 138 unidades experimentais (vasos). Cada vaso foi semeado com quatro sementes da cultivar experimental de soja FIBRA 64161RSF. Os fungos e bactérias utilizados nos tratamentos foram aplicados quando a cultura atingiu o estágio de desenvolvimento V2. Os microrganismos foram submetidos a três diferentes condições experimentais: (SG) sem aplicação de glifosato, (GP) aplicação de glifosato na planta e (GS) aplicação de glifosato no solo, realizada cinco dias após a inoculação dos microrganismos. Após cinco dias da aplicação do glifosato WG, foram coletadas amostras de solo de aproximadamente 200 g, que foram encaminhadas ao laboratório para a quantificação da concentração de microrganismos no solo. A determinação foi realizada por meio da contagem de unidades formadoras de colônias (UFC), expressa em UFC g<sup>-1</sup> de solo.

**Palavras-chave:** Biológicos. Sobrevivência. Soja. Herbicida.

## **ABSTRACT**

The use of fungal and bacterial microorganisms in agricultural production has expanded significantly, driven by the growing demand for higher productivity

alongside sustainability. The objective of this study was to evaluate the survival of fungi and bacteria widely used in agriculture, considering different application methods of the active ingredient glyphosate WG, including applications on plants and soil. The experiment was conducted at the University Research Biocenter in the municipality of Bandeirantes-PR, under controlled greenhouse conditions, using 2.5 L pots with dimensions of 19 × 14 cm. The treatments were organized in a completely randomized design (CRD) with 46 treatments and three repetitions, totaling 138 experimental units (pots). Each pot was seeded with four seeds of the experimental soybean cultivar FIBRA 64I61RSF. The fungi and bacteria used in the treatments were applied when the crop reached the V2 development stage. The microorganisms were subjected to three different experimental conditions: (SG) without glyphosate application, (GP) glyphosate application on the plant, and (GS) glyphosate application on the soil, carried out five days after the inoculation of the microorganisms. Five days after the application of glyphosate WG, approximately 200 g soil samples were collected and sent to the laboratory for the quantification of microorganism concentration in the soil. The determination was performed through the colony-forming unit (CFU) count, expressed as CFU g<sup>-1</sup> of soil.

**Keywords:** Biologicals. Survival. Soybean. Herbicide.

## RESUMEN

El uso de microorganismos fúngicos y bacterianos en la producción agrícola se ha expandido significativamente, impulsado por la creciente demanda de una mayor productividad junto con la sostenibilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la supervivencia de hongos y bacterias ampliamente utilizados en la agricultura, considerando diferentes métodos de aplicación del ingrediente activo glifosato WG, incluidas aplicaciones en las plantas y en el suelo. El ensayo se llevó a cabo en el Biocentro de Investigación Universitaria en el municipio de Bandeirantes-PR, bajo condiciones controladas en un invernadero, utilizando macetas con capacidad de 2,5 L y dimensiones de 19 × 14 cm. Los tratamientos fueron organizados en un diseño completamente al azar (DCA), con 46 tratamientos y tres repeticiones, totalizando 138 unidades experimentales (macetas). Cada maceta fue sembrada con cuatro semillas de la variedad experimental de soja FIBRA 64I61RSF. Los hongos y bacterias utilizados en los tratamientos fueron aplicados cuando el cultivo alcanzó el estadio de desarrollo V2. Los microorganismos fueron sometidos a tres diferentes condiciones experimentales: (SG) sin aplicación de glifosato, (GP) aplicación de glifosato en la planta y (GS) aplicación de glifosato en el suelo, realizada cinco días después de la inoculación de los microorganismos. Cinco días después de la aplicación del glifosato WG, se recolectaron muestras de suelo de aproximadamente 200 g, que fueron enviadas al laboratorio para la cuantificación de la concentración de microorganismos en el suelo. La determinación se realizó mediante el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC), expresado en UFC g<sup>-1</sup> de suelo.

**Palabras clave:** Biológicos. Supervivencia. Soja. Herbicida.

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário mundial, o Brasil se destaca como um dos principais produtores agrícolas. Apesar da redução de 21 milhões de toneladas na safra 2023/24, o país encerrou o ciclo com uma produção total de 298,41 milhões de toneladas de grãos. A soja foi o principal destaque, com uma colheita de 147,38 milhões de toneladas (Conab, 2024).

A história da soja no Brasil teve início em 1882, quando os primeiros materiais genéticos foram introduzidos e testados no estado da Bahia (BA). A produção comercial de soja no Brasil foi registrada pela primeira vez em 1941, quando a cultura ocupava uma área de 640 hectares, resultando em uma produção de 450 toneladas e um rendimento médio de 700 kg ha<sup>-1</sup> (Dall' Agnol, 2011). Durante os anos 1950, a produção nacional atingiu 100 mil toneladas, e na década seguinte, a soja se consolidou como uma cultura de grande relevância econômica. O volume produzido passou de 206 mil toneladas em 1960 para 1,06 milhão de toneladas em 1969. Nesse período, aproximadamente 98% da produção estava concentrada nos estados da região Sul, onde predominava o sistema de cultivo com trigo no inverno e soja no verão (Dall' Agnol, 2011).

Atualmente a soja se tornou presente em todas as regiões do Brasil, e seu crescimento expressivo nas últimas décadas se deve aos avanços científicos e à adoção de novas tecnologias adotadas pelo setor. A mecanização, o desenvolvimento de cultivares altamente produtivas adaptadas a diferentes ambientes e a evolução de práticas agrícolas, como manejo do solo, adubação, correção da acidez e controle de pragas e doenças, foram fatores determinantes para essa expansão (Freitas, 2011).

Dentre as diversas tecnologias desenvolvidas ao longo das safras, destaca-se o uso de bioinsumos, a crescente adoção desses produtos no mercado agrícola reforça sua importância. Esses insumos biológicos são obtidos a partir de enzimas, extratos vegetais, microrganismos, macroorganismos (invertebrados), metabólitos secundários e feromônios, sendo utilizados no controle biológico, na nutrição e no crescimento das plantas, além de auxiliarem na mitigação de estresses bióticos e abióticos (Embrapa, 2021).

Apesar dos inúmeros benefícios proporcionados pelo uso de microrganismos fúngicos e bacterianos na agricultura, práticas adequadas de manejo são essenciais para garantir condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Este trabalho tem como objetivo avaliar a sobrevivência de 15 diferentes microrganismos aplicados no solo sob diferentes condições de uso do herbicida glifosato.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 METODOLOGIA

#### 2.1.1 Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no Biocentro de Pesquisa da Universidade Anhanguera, localizado no município de Bandeirantes-PR (latitude: -23.105, longitude: -50.3603, altitude de 440 m), sob condições controladas em casa de vegetação. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 46 tratamentos e 3 repetições, totalizando 138 unidades experimentais (vasos). A implantação do experimento teve início em 17 de outubro de 2024, com a semeadura da cultivar de soja FIBRA 64I61RSF, e foi finalizado em 22 de dezembro de 2024, com a coleta das amostras de solo de cada unidade experimental que foram enviadas ao laboratório para análise da concentração de microrganismos presentes no solo.

Figura 1. Semeadura da cultivar de soja distribuição dos vasos na casa de vegetação



Cada vaso foi semeado com 4 sementes da cultivar de soja.  
Fonte: do autor, 2024.

Os microrganismos foram aplicados com um volume de calda de 1L por unidade experimental (vazo), espalhada pela superficial dos vasos, considerando suas dimensões. A aplicação foi realizada quando as plantas atingiram o estágio de desenvolvimento V2. Os microrganismos foram submetidos a três condições experimentais distintas: (SG) sem aplicação de glifosato, (GP) aplicação de glifosato na planta, e (GS) aplicação de glifosato no solo, sendo realizada cinco dias após a inoculação dos microrganismos. O glifosato WG utilizado no experimento foi formulado a partir do sal de amônio de N-(phosphonomethyl) glycine, com concentração de  $792,5 \text{ g kg}^{-1}$  (79,25% m/m), equivalente ácido de  $720,0 \text{ g kg}^{-1}$  (72,00% m/m) e ingredientes inertes correspondentes a  $207,5 \text{ g kg}^{-1}$  (20,75% m/m).

### 2.1.2 Análises laboratoriais

As amostras de solo foram coletadas e transportadas para o laboratório, onde foram armazenadas sob refrigeração ( $4^{\circ}\text{C}$ ) até a análise. Quando necessário, as amostras foram mantidas em caixas de isopor com gelo. Para a quantificação e isolamento dos microrganismos, utilizou-se a técnica de diluição seriada. Inicialmente, preparou-se uma solução salina 0,85% (NaCl 8,5 g/L), esterilizada em autoclave. Dez gramas de solo úmido peneirado foram suspensos em 90 mL de solução salina, obtendo a diluição inicial de  $10^{-1}$ . A partir dessa diluição, alíquotas de 1,0 mL foram transferidas sequencialmente para tubos contendo 9,0 mL de solução salina esterilizada, resultando nas diluições  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  e  $10^{-5}$ .

A partir das diluições  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  e  $10^{-5}$ , alíquotas de 100  $\mu\text{L}$  foram plaqueadas em triplicata em meios de cultura específicos: Thorton Agar para bactérias heterotróficas, Casein-Dextrose Agar para actinomicetos, Martin's Rose Bengal Agar para fungos e Batata-Dextrose-Ágar (BDA) com estreptomicina para fungos filamentosos. O inóculo foi espalhado de maneira asséptica com uma alça de Drigalski previamente esterilizada por flambagem. As placas foram incubadas a  $28^{\circ}\text{C}$  por 5 a 7 dias.

Após o crescimento, lâminas foram preparadas para análise microscópica, utilizando azul de algodão/lactofenol, e observadas em microscópio óptico nas objetivas de 10x, 40x e 100x, sendo esta última com óleo de imersão. Os resultados foram registrados por meio de imagens microscópicas e apresentados em laudos contendo a identificação preliminar dos microrganismos isolados.

### 2.1.3 Tratamentos

Foram testados 15 microrganismos distintos, incluindo *Methylobacterium symbioticum*, *Azospirillum brasilense*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Bacillus* spp. (*B. velezensis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *B. aryabhattai*, *B. pumilus*, *B. licheniformis* e *B. megaterium*), *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma* spp. (*T. asperellum*, *T. harzianum* e *T. atroviride*), os quais foram submetidos a três distintas condições experimentais (SG, GP e GS).

Tabela 1. descrição dos tratamentos.

Testemunha	FAG		
	SG	GP	GS
<i>Methylobacterium symbioticum</i> (SB23)	SG	GP	GS
<i>Azospirillum brasilense</i> (Cepa: AbV5)	SG	GP	GS
<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (Semia 5079 e 5080)	SG	GP	GS
<i>Bacillus velezensis</i> (estipe FZB42)	SG	GP	GS
<i>Bacillus amyloliquefacies</i> (estipe FZB45)	SG	GP	GS
<i>Bacillus subtilis</i> (cct7993)	SG	GP	GS
<i>Beauveria bassiana</i> (isolado R444)	SG	GP	GS
<i>Bacillus aryabhattai</i> (cct7986)	SG	GP	GS
<i>Bacillus pumilus</i> (52907)	SG	GP	GS
<i>Metarhizium anisopliae</i> (IBC425)	SG	GP	GS
<i>Bacillus licheniformis</i> (52903)	SG	GP	GS
<i>Bacillus megaterium</i> cct (cct7987)	SG	GP	GS
<i>Trichoderma asperellum</i> (estirpe kd)	SG	GP	GS
<i>Trichoderma harzianum</i> (cepa 1306)	SG	GP	GS
<i>Trichoderma atroviride</i> (estirpe 77B)	SG	GP	GS

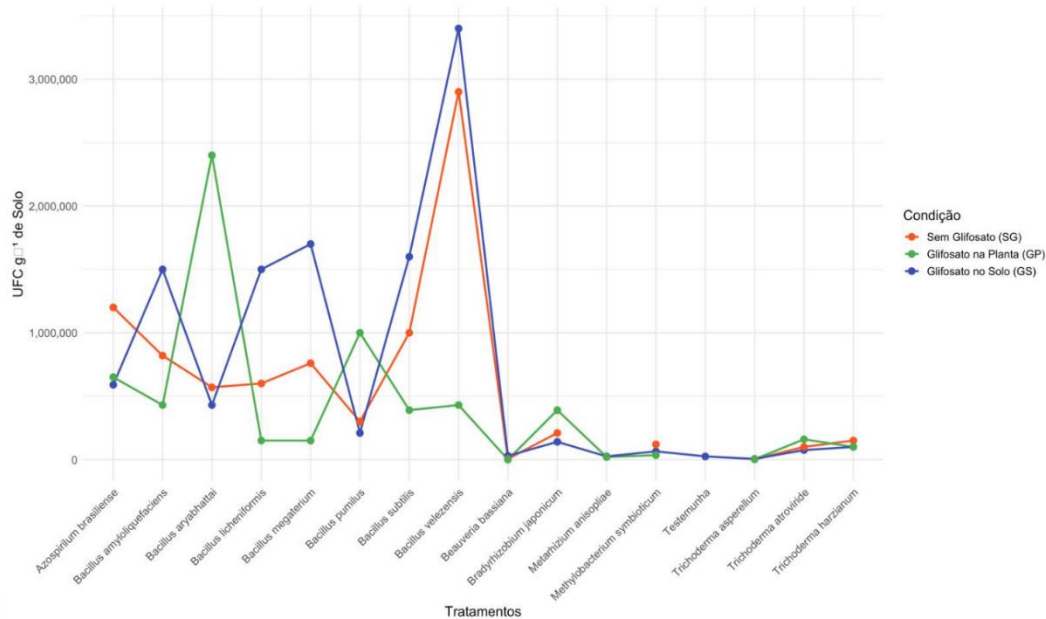
FAG: Formas de Aplicação do Glifosato. SG – Sem aplicação de glifosato; DP – Aplicação foliar de glifosato; GS – Aplicação de glifosato no solo. Fonte: do autor, 2024.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que na condição sem glifosato (SM), o *Methylobacterium symbioticum* apresentou uma contagem de  $6,5 \times 10^4$  UFC  $g^{-1}$ , enquanto o *Bacillus aryabhatai* obteve o maior valor entre os microrganismos testados, com  $4,3 \times 10^6$  UFC  $g^{-1}$ . *Bacillus subtilis* e *Bacillus velezensis* também mostraram contagens expressivas, com  $1,6 \times 10^6$  e  $3,4 \times 10^6$  UFC  $g^{-1}$ , respectivamente.

Ao introduzir o glifosato na planta (GP), a maioria dos microrganismos apresentou uma diminuição nas contagens. O *Methylobacterium symbioticum*, por exemplo, passou de  $6,5 \times 10^4$  UFC  $g^{-1}$  para  $1,2 \times 10^5$  UFC  $g^{-1}$ , evidenciando um aumento em relação à condição SM. No entanto, *Azospirillum brasilense* teve um aumento mais significativo, de  $5,9 \times 10^5$  UFC  $g^{-1}$  para  $1,2 \times 10^6$  UFC  $g^{-1}$ , o que sugere uma maior tolerância ou adaptação dessa bactéria ao glifosato aplicado na planta. Por outro lado, microrganismos como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* apresentaram uma diminuição substancial nas contagens, o que pode indicar sensibilidade desses microrganismos a aplicação do glifosato.

Gráfico 1: Variação da concentração de microrganismos no solo (UFC  $g^{-1}$ .)



Variabilidade das respostas biológicas em função dos tratamentos aplicados, reforçando a análise da confiabilidade dos dados experimentais. Fonte: do autor, 2025.



Quando o glifosato foi aplicado no solo (GS), as contagens de microrganismos, em geral, diminuíram em comparação à condição SM. O *Methylobacterium symbioticum*, por exemplo, reduziu sua contagem de  $1,2 \times 10^5$  UFC  $g^{-1}$  para  $3,5 \times 10^4$  UFC  $g^{-1}$ , e o *Azospirillum brasilense* caiu de  $1,2 \times 10^6$  UFC  $g^{-1}$ , para  $6,5 \times 10^5$  UFC  $g^{-1}$ . Esse comportamento pode ser atribuído ao efeito negativo do glifosato no solo, o qual pode afetar a atividade metabólica dos microrganismos ou interferir na sua capacidade de colonizar e proliferar no ambiente edáfico. Especificamente, *Beauveria bassiana* não foi detectado na condição GS, o que sugere uma sensibilidade extrema a essa forma de aplicação do herbicida.

Em relação aos *Bacillus spp.*, o *Bacillus velezensis* manteve uma alta contagem em todas as condições ( $3,4 \times 10^6$  UFC  $g^{-1}$  em SM,  $9,3 \times 10^6$  UFC  $g^{-1}$  em GP e  $2,5 \times 10^6$  UFC  $g^{-1}$  em GS), evidenciando uma robustez notável frente ao glifosato. Microrganismos como *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* também apresentaram boas contagens, apesar de uma redução nas populações quando o glifosato foi aplicado no solo.

Os Fungos *Trichoderma spp.*, (*Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma atroviride*), mostraram respostas variadas. *T. asperellum* apresentou  $5,0 \times 10^3$  UFC  $g^{-1}$  em SM, mas aumentou para  $2,5 \times 10^5$  UFC  $g^{-1}$  e  $2,3 \times 10^5$  UFC  $g^{-1}$  em GP e GS, respectivamente. *T. harzianum* e *T. atroviride* mostraram aumentos semelhantes nas populações em GP e GS. sugerindo que esses fungos podem ser mais resistentes ao glifosato é diretamente aplicado no solo e na planta.

Esses resultados indicam que o glifosato, quando aplicado na planta ou no solo, pode ter efeitos distintos sobre os microrganismos, dependendo da espécie e da forma de aplicação. Enquanto alguns microrganismos, como *Azospirillum brasilense* e várias espécies de *Bacillus*, mostraram boa adaptação e resiliência, outros, como *Beauveria bassiana*, demonstraram ser altamente sensíveis, especialmente quando o glifosato foi aplicado no solo. Além disso, o efeito do glifosato na planta parece ser menos prejudicial para alguns microrganismos em comparação com a aplicação no solo, que pode interferir mais diretamente na atividade biológica dos microrganismos do solo. Esses

dados ressaltam a importância de considerar a diversidade microbiana e as condições específicas de aplicação ao avaliar os impactos do glifosato no ambiente edáfico e suas possíveis consequências para a microbiota do solo.

Tabela 2. resultados

Tratamentos	UFC g <sup>-1</sup> de solo		
	SG	GP	GS
Testemunha	2,5x10 <sup>4</sup>		
<i>Methylobacterium symbioticum</i>	6,5x10 <sup>4</sup>	1,2x10 <sup>5</sup>	3,5x10 <sup>4</sup>
<i>Azospirillum brasiliense</i>	5,9x10 <sup>5</sup>	1,2x10 <sup>6</sup>	6,5x10 <sup>5</sup>
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	1,4x10 <sup>5</sup>	2,1x10 <sup>5</sup>	3,9x10 <sup>5</sup>
<i>Bacillus velezensis</i>	3,4x10 <sup>6</sup>	9,3x10 <sup>6</sup>	2,5x10 <sup>6</sup>
<i>Bacillus amyloliquefacies</i>	1,5x10 <sup>6</sup>	8,2x10 <sup>5</sup>	4,3x10 <sup>5</sup>
<i>Bacillus subtilis</i>	1,6x10 <sup>6</sup>	1,6x10 <sup>6</sup>	5,0x10 <sup>4</sup>
<i>Beauveria bassiana</i>	3,0x10 <sup>4</sup>	5,0x10 <sup>3</sup>	0
<i>Bacillus aryabhatai</i>	4,3x10 <sup>6</sup>	5,7x10 <sup>6</sup>	2,4x10 <sup>6</sup>
<i>Bacillus pumilus</i>	2,1x10 <sup>5</sup>	4,4x10 <sup>5</sup>	6,7x10 <sup>5</sup>
<i>Metarhizium anisopliae</i>	1,5x10 <sup>4</sup>	0	2,0x10 <sup>4</sup>
<i>Bacillus licheniformis</i>	3,1x10 <sup>5</sup>	6,6x10 <sup>5</sup>	6,6x10 <sup>5</sup>
<i>Bacillus megaterium</i>	1,7x10 <sup>6</sup>	7,6x10 <sup>5</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>
<i>Trichoderma asperellum</i>	5,0x10 <sup>3</sup>	2,5x10 <sup>5</sup>	2,3x10 <sup>5</sup>
<i>Trichoderma harzianum</i>	8,5x10 <sup>4</sup>	8,5x10 <sup>4</sup>	1,6x10 <sup>5</sup>
<i>Trichoderma atroviride</i>	7,5x10 <sup>4</sup>	1,0x10 <sup>5</sup>	1,6x10 <sup>5</sup>

SG – Sem aplicação de glifosato; DP – Aplicação foliar de glifosato; GS – Aplicação de glifosato no solo. Fonte: do autor, 2024.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, quando utilizado o ativo Ammonium N-[(hydroxyphosphinato) methyl] glycine (GLIFOSATO, SAL DE AMÔNIO) 792,5 g/Kg, na dose de 2kg.ha<sup>-1</sup> aplicado no solo, ocorre impacto negativo em esterilização do microrganismo *Beauveria bassiana* (R444), e quando esse glifosato é aplicado na planta de soja, ocorre o impacto negativo em esterilização do microrganismo *Metarhizium anisopliae* (IBCB425), sendo que os demais microrganismos não foram afetados de forma abrupta nos estudos realizados, com as cepas citadas no experimento. Importante salientar que, o resultado está relacionado ao sal específico mencionado, como também, as cepas com suas estirpes específicas.

Portanto, devem ser realizados estudos de outros sais de glifosato para concluir outras hipóteses, como outras cepas com suas estirpes e nomenclaturas, para concluir se há impacto negativo desse ativo de glifosato e

de demais saís com as respectivas estirpes a serem testadas com a sua especificidade e formulação.

Sugere-se dar continuidade aos estudos pela pesquisa, com o impacto a esses mesmos microrganismos por outros saís de glifosatos, para buscar respostas de hipóteses a serem analisadas.

### AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001, a Universidade Pitágoras UNOPAR Anhanguera Bandeirantes – PR, ao Biocentro de Pesquisa de Bandeirantes - PR., a Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) Campus Luiz Meneghel Bandeirantes – PR. E a Andermatt.

## REFERÊNCIAS

CONAB; **Acompanhamento da safra brasileira grão. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento.** Conab, 2024. Disponível em:

<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas>.

Acesso: fev. de 2025.

DALL' AGNOL, A. **A soja no Brasil: evolução, causas, impactos e perspectivas.** Mercosoja, 2011. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/906861/1/amelio soja.2011.pdf>. Acesso em: fev. de 2025.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Menos insumos sintéticos, mais economia e maior sustentabilidade.** [S. l.]:

Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/portfolio/insumos-biologicos>. Acesso em: Fev. 2025.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja em Números Londrina: Embrapa Soja.** 2021. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: fev. 2025.

FERREIRA, E., NOGUEIRA, M. A., HUNGRIA, M. **Manual de análises de bioinsumos para uso agrícola: inoculantes.** Brasília, DF: Embrapa, 2024.

164 p. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1163171/1/Livro-Analises-Bioinsumos-completo-final.pdf>. Acesso em: fev. 2025.

FREITAS, Márcio de Campos Martins de. **A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola.** Enciclopédia Biosfera, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011. Disponível em:

<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>. Acesso em: fev. de 2025.

LIMA, W. S., OLIVEIRA, S. M., & OLIVEIRA, L. A. (2005). **Isolamento e identificação de bactérias presentes nos solos de cobertura do cultivo de Agaricus blazei Murril.** Ciência e Agrotecnologia, 29(1), 123-128. Disponível em:

[https://www.scielo.br/j/cagro/a/C7T66mmD6ztGsDdY976tzJg/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.scielo.br/j/cagro/a/C7T66mmD6ztGsDdY976tzJg/?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: fev. 2025.