REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

PROGRAMAS DE MANEJO DE DOENÇAS DA SOJA COM APLICAÇÕES DE *BACILLUS* SPP. E FUNGICIDAS QUÍMICOS NO OESTE DO PARANÁ– SAFRA 2025/2026

BACILLUS SPP DISEASE MANY PROGRAMMES AND CHEMICAL FUNGICIDES IN THE OAST OF PARANA– SAFRA 2025/2026

PROGRAMAS DE MANEJO DE ENFERMEDADES DE LA SOJA CON APLICACIONES DE *BACILLUS* SPP. Y FUNGICIDAS QUÍMICOS EN EL OESTE DE PARANÁ – CAMPAÑA AGRÍCOLA 2025/2026

Marcelo Nogueira de Morais
Engenheiro-agrônomo, pós-graduado pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil.
E-mail: marcelonmorais@hotmail.com

Vanessa de Amorim Morais
Engenheira-agrônoma, pós-graduada em MBA pela Esalq/USP, Brasil.
E-mail: vanamorin@hotmail.com

Éttore Guilherme Poletto Diel
Graduando em Agronomia, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Brasil.
E-mail: ettorepoletto77@gmail.com

Ruan Carlos da Silveira Marchi
Doutor em Agronomia, Centro Universitário de Ourinhos, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil.
E-mail: ruan.marchi@unifio.edu.br

Erich dos Reis Duarte
Engenheiro-agrônomo, Faculdade Anhanguera, Brasil.
E-mail: erich.duarte@andermatt.com.br

Renato Garozi
Doutor em Agronomia, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil.
E-mail: renato.garozi@uenp.edu.br

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

Cristiano Reschke Lajus
Doutor em Agronomia, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Brasil.
E-mail: clajus@unochapeco.edu.br

Valdir Lopes
Doutor em Agronomia, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil.
E-mail: valdirlopes@uenp.edu.br

Aline Vanessa Sauer
Doutora em Agronomia, Centro Universitário de Ourinhos, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil.
E-mail: alinevanessasauer@hotmail.com

Resumo
A cultura da soja tem grande importância econômica para o agronegócio brasileiro, onde um dos desafios do seu manejo são ocorrência de doenças que comprometem seu potencial produtivo. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a antecipação do manejo de doenças da soja por meio da aplicação de produtos biológicos à base de *Bacillus subtilis*, *Bacillus velezensis* e *Bacillus pumilus* associados ao manejo químico convencional, verificando seus efeitos sobre a severidade das doenças, os componentes de rendimento, produtividade e a viabilidade econômica do manejo. O experimento foi conduzido na safra 2025/2026, no município de Cafelândia, Paraná, utilizando delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos. Foram avaliados número de ramificações, nós produtivos, vagens, grãos por planta, produtividade estimada, severidade da ferrugem asiática e da cercosporiose, além da análise econômica dos tratamentos. Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Levene, seguidos de Análise de Variância (ANOVA) com dados transformados e teste de Tukey (α = 0,05). Os resultados não evidenciaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para as variáveis avaliadas. Entretanto, os tratamentos que receberam aplicações antecipadas de *Bacillus* spp. apresentaram maiores médias numéricas para os componentes de rendimento e produtividade, refletindo em melhor retorno econômico por hectare. Não foram observadas diferenças estatísticas nos componentes agronômicos avaliados durante a safra e nas condições específicas do estudo.
Palavras-chave: *Glycine max*; Manejo integrado de doenças; Fungicidas biológicos; Antecipação do manejo; Produtividade.

Abstract
Soybean is one of the most economically important crops in Brazilian agribusiness, and one of the major challenges in its cultivation is the occurrence of diseases that can significantly reduce crop productivity. In this context, the present study aimed to evaluate the anticipation of soybean disease management through the application of biological products based on *Bacillus subtilis, Bacillus velezensis,* and *Bacillus pumilus* associated with conventional chemical fungicide programs, assessing their effects on disease severity, yield components, grain productivity, and the economic viability of the management strategy. The experiment was conducted during the 2025/2026 growing season in the municipality of Cafelândia, Paraná, Brazil, using a randomized complete block design with four treatments. The evaluated variables included the number of branches, productive nodes, pods, grains per plant, estimated grain yield, severity of Asian soybean rust and Cercospora leaf blight, as well as an economic analysis of the treatments. The data were subjected to the Shapiro-Wilk and Levene tests, followed by Analysis of Variance (ANOVA) on transformed data and the Tukey test (α = 0.05). The results showed no statistically significant differences among treatments for the evaluated variables. However, treatments that received early applications of Bacillus spp.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

presented higher numerical averages for yield components and grain productivity, resulting in greater economic return per hectare. No statistically significant differences were observed in the agronomic components evaluated during the growing season and under the specific conditions of the study.
Keywords: *Glycine max*; Integrated disease management; Biological fungicides; Early disease management; Grain yield.

Resumen

El cultivo de la soja posee una gran importancia económica para el agronegocio brasileño, y uno de los principales desafíos de su manejo es la aparición de enfermedades que comprometen su potencial productivo. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el manejo anticipado de enfermedades de la soja mediante la aplicación de productos biológicos a base de Bacillus subtilis, Bacillus velezensis y Bacillus pumilus, asociados con el manejo químico convencional, verificando sus efectos sobre la severidad de las enfermedades, los componentes del rendimiento, la productividad y la viabilidad económica del manejo. El experimento se llevó a cabo durante la campaña agrícola 2025/2026, en el municipio de Cafelândia, estado de Paraná, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos. Se evaluaron el número de ramificaciones, los nudos productivos, las vainas, los granos por planta, la productividad estimada, la severidad de la roya asiática y de la cercosporiosis, además del análisis económico de los tratamientos. Los datos se sometieron a las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, seguidas de un análisis de varianza (ANOVA) sobre los datos transformados y la prueba de Tukey (α = 0,05). Los resultados no evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables evaluadas. Sin embargo, los tratamientos que recibieron aplicaciones anticipadas de Bacillus spp. presentaron mayores valores medios numéricos en los componentes del rendimiento y la productividad, lo que se reflejó en un mejor retorno económico por hectárea. No se observaron diferencias estadísticas en los componentes agronómicos evaluados durante la campaña agrícola y bajo las condiciones específicas del estudio.
Palabras clave: *Glycine max*; manejo integrado de enfermedades; fungicidas biológicos; manejo anticipado; productividad.

1. Introdução

A produção da soja (*Glycine max* L.) apresenta importância em escala mundial, nacional e regional. A cultura movimenta uma extensa cadeia produtiva que abrange insumos, produtos *in natura* e processados, com impactos significativos na geração de renda e empregos. O agronegócio brasileiro movimenta R$ 3,79 trilhões, e representa aproximadamente 30% do Produto Interno Bruto (PIB), onde a cultura da soja se destaca, com participação na porcentagem do PIB brasileiro de aproximadamente 5% (CEPEA; CNA, 2025).

A produção mundial da soja em 2025 foi estimada em 420,78 milhões de toneladas. O Brasil detém uma produção de 169,49 milhões de toneladas (40%), com área plantada de 47,61 milhões de hectares (28%). O estado do Mato Grosso possui a maior representatividade em área de cultivo no país (Embrapa Soja,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

2025).

A soja, como qualquer outra cultura anual, sofre influência do ambiente onde está inserida através de fatores bióticos (pragas e doenças) e abióticos (luz, temperatura, umidade, nutrição) (Sediyama et al., 2015). Além disso, a cultura da soja é acometida por cerca de 40 doenças diferentes, causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides. A importância e potencial de dano destes patógenos variam de acordo com a região, área, condições ambientais e época do ano (Amorim et al., 2016; Mais Soja, 2022).

Dentre as doenças fúngicas de maior impacto econômico na cultura, destacam-se a Ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), Crestamento foliar (*Cercospora kikuchii*), Mancha-parda (*Septoria glycines*), Mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), e a Antracnose (*Colletotrichum truncatum*). Outros patógenos que tem ganhado importância nas últimas safras são o complexo de doenças relacionadas à haste e vagens (*Diaporthe/Phomopsis* spp.) e os nematoides como o nematoide de cisto (*Heterodera glycines*), nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.); nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e o Nematoide da haste verde da soja (*Aphelenchoides besseyi*) (Rehagro, 2020).

As doenças podem causar perdas significativas na produtividade da soja, podendo atingir até 30%. As perdas estão associadas principalmente à escolha do manejo, condições climáticas favoráveis, presença de restos culturais e o uso de sementes contaminadas etc. (Acatrolli, 2024).

O manejo de doenças baseia-se, predominantemente, na aplicação de fungicidas pertencentes aos grupos das estrobilurinas, triazóis e carboxamidas. Contudo, o uso repetitivo dessas moléculas tem contribuído para o aumento da pressão de seleção de populações de patógenos (Moreno, 2024).

O autor Braga Junior (2015), afirma que a utilização de *B. subtilis* como promotor de crescimento da planta de soja e biocontrole, é mais uma opção de manejo trazendo eficiência igual/e ou maior que atual manejo, buscando uma agricultura sustentável.

O uso de produtos biológicos, especialmente espécies de *Bacillus* spp., tem

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

se consolidado como uma ferramenta complementar no manejo integrado de doenças. Estes produtos atuam no controle de agentes fitopatogênicos e proporcionam o incremento da produtividade, com potencial para resultados equivalentes ou superiores ao manejo químico convencional (Meyer et al., 2022; Dorighello, 2013).

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estratégia de antecipação no manejo de fungicidas combinados com *Bacillus* spp. no controle de doenças na cultura da soja.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar o impacto da aplicação preventiva de *Bacillus* spp. combinados com fungicida químico na incidência e severidade da doença.
- Avaliar os componentes de rendimento da cultura.
- Comparar com o atual manejo de fungicida do agricultor.
- Avaliar os investimentos e retorno econômico dos tratamentos, considerando dose por hectare, custo de aplicação e viabilidade.

2. Materiais e Métodos

O trabalho foi realizado na fazenda BRISA 06 localizada no Município de Cafelândia, PR (24°45'47.7"S 53°24'34.2"W), com área total de 530 ha e o talhão onde foi realizado o experimento apresenta 102 ha de extensão. Destes, 58 ha foram efetivamente utilizados para este estudo em razão de apresentar topografia adequada. Segundo dados da Prefeitura de Cafelândia/PR (2020), o clima do município é subtropical mesotérmico úmido [CFb], com temperatura média anual de 22ºC e média pluviométrica de 1.850 mm anuais. O solo da região é classificado como latossolo vermelho eutrófico.

A cultivar de soja utilizada foi a NEOGEN 610 IPRO, de ciclo 6.1 (aproximadamente de 130 dias). As sementes foram tratadas industrialmente com

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

abamectina, azoxistrobina, fludioxonil, metalaxil, tiabendazol e tiometoxan. A semeadura ocorreu no dia 27 setembro de 2025, com população de 285.000 mil plantas por hectare no espaçamento de 0,45 m. Na área realizou-se adubação de base MAP (Fosfato Monoamônico) 165 $kg.ha^{-1}$ e cobertura de KCL (Cloreto de Potássio) 124 $kg.ha^{-1}$. O manejo de plantas daninhas foi realizado com triclopir 1,5 $L.ha^{-1}$, glifosato 2 $L.ha^{-1}$, mesotrione 0,2 $L.ha^{-1}$ e atrazina 1 $L.ha^{-1}$, com sequencial de glufosinate 2,5 $L.ha^{-1}$ e cletodim 1 $L.ha^{-1}$.

O manejo de inseticidas foi realizado com duas aplicações de isocicloseran e lambda-cialotrina 0,25 $L.ha^{-1}$ no estádio R3 e uma aplicação de acefato 1 $kg.ha^{-1}$ no estádio R5. O manejo de fungicidas foram 5 aplicações descritos na TABELA 1 e TABELA 2 e finalizado com dessecação com diquat 1,5 $L.ha^{-1}$ no estádio R7.2.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados (DBC), contendo 16 parcelas experimentais, sendo 4 tratamentos (Tabelas 1 e 2) e 4 repetições (blocos independentes).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e momento de aplicações na cultura da soja.

TRAT.	APLIC. 20 DIAS*	APLIC. 35 DIAS V4	APLIC. 50 DIAS R1	APLIC. 65 DIAS R3	APLIC. 80 DIAS R4	APLIC. 95 DIAS R5
T1	REVERB	MIRAVIS PRO + REVERB	MITRION + REVERB	ALADE + BRAVONIL	ALADE + BRAVONIL	CYPRESS + BRAVONIL
T2	REVERB	MIRAVIS PRO	MITRION + REVERB	ALADE + BRAVONIL	ALADE + BRAVONIL	CYPRESS + BRAVONIL
T3	X	SCORE FLEXI + REVERB	MITRION + REVERB	ALADE + BRAVONIL	ALADE + BRAVONIL	CYPRESS + BRAVONIL
T4	X	SCORE FLEXI	MITRION + REVERB	ALADE + BRAVONIL	ALADE + BRAVONIL	CYPRESS + BRAVONIL

*Dias após a semeadura.
Fonte: Dados da pesquisa (2026).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

Tabela 2. Descrição dos produtos e das doses utilizadas no manejo de fungicidas da fazenda.

Nome comercial	Princípio ativo	Doses/hectare
Reverb	*Bacillus subtilis* SVG00045-B *Bacillus velezensis* SVG00047-B *Bacillus pumilus* SVG00046-B	0,3 L
Miravis Pro	Pidiflumetofem + Protioconazol	0,8 L
Score Flexi	Propiconazol + Difenoconazol	0,150 L
Mitrion	Benzovindiflupir + Protioconazol	0,450 L
Alade	Benzovindiflupir + Ciproconazol + Difenoconazol	0,5 L
Cypress	Difenoconazol + Ciproconazol	0,3 L
Bravonil	Clorotalonil	1 L

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Cada bloco ocupou uma área de 14,5 ha, onde foram distribuídos igualmente os quatro tratamentos, de forma aleatória. Para avaliação das variáveis agronômicas e sanitárias aos 120 dias após a semeadura (DAS), foram amostrados aleatoriamente 4 pontos por parcela, respeitando-se uma bordadura mínima de 10 m das extremidades. Em cada ponto, foram coletadas 5 plantas consecutivas, perfazendo 20 plantas por parcela. A média das 20 plantas representou o valor único (unidade experimental) de cada parcela para fins de análise estatística, caracterizando os pontos e plantas como subamostras destinadas a reduzir o erro de amostragem entre as parcelas.

Os dados obtidos foram inicialmente submetidos à verificação dos pressupostos da Análise de Variância (ANOVA). A normalidade dos resíduos foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk (Shapiro; Wilk, 1965) e a homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene (Levene, 1960). Para as variáveis de contagem (número de ramificações, nós produtivos, vagens e grãos), aplicou-se a transformação raíz quadrada ($\sqrt{x+0,5}$). Para os dados expressos em porcentagem (severidade de ferrugem-asiática e cercosporiose/doenças de final de ciclo), utilizou-se a transformação arco-seno da raiz quadrada ($\arcsin\sqrt{x/100}$).

As médias originais (não transformadas) são apresentadas para facilitar a interpretação biológica, acompanhadas do erro-padrão da média (EPM), do Coeficiente de Variação (CV%), da estatística F e do p-valor (p). A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey (Tukey, 1949) ao nível de 5% de probabilidade ($\alpha = 0,05$) utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

As aplicações foram realizadas com um pulverizador John Deere M4025,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

pressão de trabalho é de 4 Bar (kgf/cm) e taxa de aplicação constante de 85 L.ha-1. Para aplicação utilizou-se barra de fibra de carbono de 30 m, com pontas de pulverização do tipo cone vazio 3D (s3d100-025), espaçadas em 0,5 metros. Os tratamentos utilizados foram diferenciados pelas doses e momentos de aplicação de acordo com os estádios fenológicos das plantas, conforme descrito na Tabela 1 e Tabela 2.

Aos 120 dias após a semeadura (DAS), foram escolhidos aleatoriamente dentro de cada parcela, 4 pontos e retiradas 5 plantas, totalizando 20 plantas por tratamento. Foram realizadas as seguintes avaliações:

- Ramificação lateral - Foram quantificadas as ramificações provenientes da haste principal.
- Contagem de número de nós - Contagem do número de nós presente na haste principal (desconsiderando os 2 primeiros nós).
- Contagem de número de vagens - Contabilizando o número total de vagens/plantas.
- Contagem de número de grãos por vagens - Contagem do número total de grãos por vagens.
- Produtividade por hectare - A produtividade da soja foi obtida aplicando-se a fórmula proposta por Silva (2019):

$$\text{Produtividade por hectare} = \frac{\text{(Plantas por ha (mil/ha) * Vagens por plantas * Grãos por vagens * Peso de mil sementes (g 1000)}}{60.000}$$

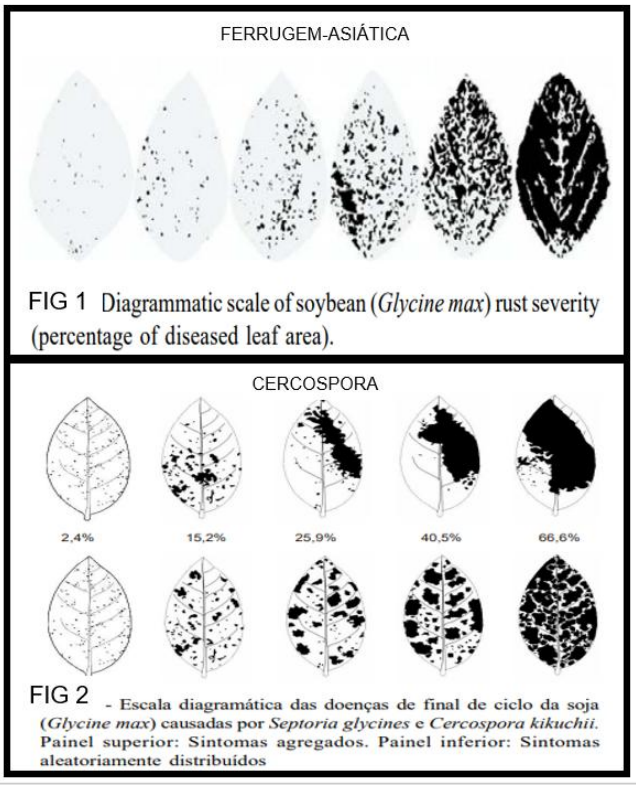
- Apuração e identificação das doenças: Foi realizado uma divisão na planta de soja em terço inferior 33,3%, terço médio 33,3% e terço superior 33,3% contando número de trifólios por partes e identificando as principais doenças presentes. A avaliação da severidade foi realizada utilizando-se as escalas diagramáticas desenvolvidas por Martins et al. (2004) e Godoy et al. (2006) (Figura 1).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

Figura 1. Escalas diagramáticas para avaliação da severidade de ferrugem asiática e cercosporiose na cultura da soja.



Fonte: MARTINS et al., 2004; GODOY et al., 2006 Adaptado pelo autor.

Os dados de precipitação e temperatura foram obtidos por um parceiro (CPA - COPACOL) através de uma estação meteorológica. Os dados obtidos foram analisados pelo programa SISVAR e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

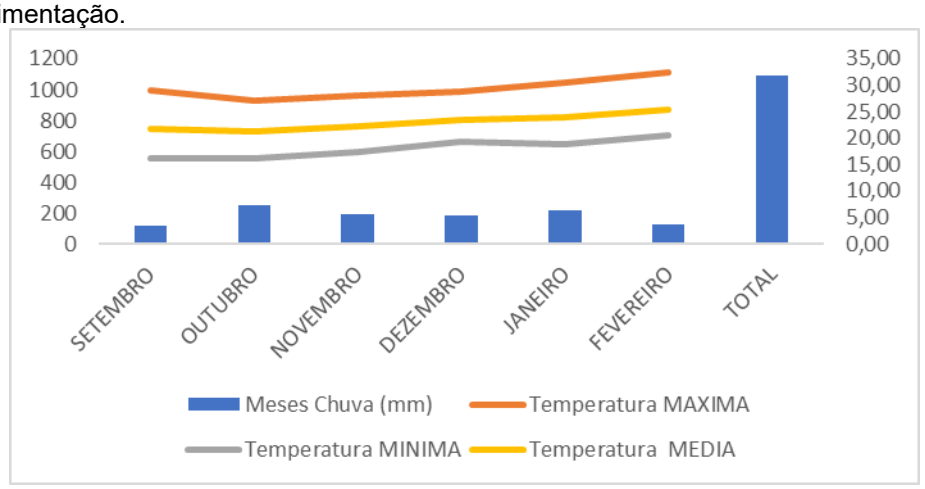
Durante a condução do experimento foi obtida precipitação total de 1089,4 mm. O mês outubro apresentou o maior volume de chuvas com 250 mm e setembro o menor volume com 117 mm. A temperatura média registrada foi de 23ºC durante todo o período com mínimas de 16º C em setembro e máximas de 32º C em fevereiro, conforme o GRÁFICO 1.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

Gráfico 1. Condição de precipitação e temperatura mínima, média e máxima durante os meses de experimentação.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Segundo Farias et al. (2007), para um ótimo desenvolvimento a cultura da soja necessita de uma precipitação média de 450 à 800 mm, além de temperaturas entre 20°C e 30°C ao longo do ciclo para favorecer os processos fisiológicos. Desta forma, o volume de chuvas obtido ao longo do período experimental superou a faixa considerada ideal. Porém, os resultados apresentados revelam que as condições ambientais não se constituíram em fator limitante para a expressão do potencial produtivo da soja, indicando que, apesar do volume elevado, a distribuição das chuvas ou a capacidade de drenagem do solo foram adequadas para o desenvolvimento da cultura.

A análise de variância não indicou diferença estatística significativa ($p>0,05$) para nenhuma das variáveis agronômicas ou componentes de rendimento avaliados (Tabela 3). Embora o tratamento T1 tenha apresentado numericamente a maior média para número de grãos (142,75), vagens (59,15), ramificações (2,10) e produtividade (90,40 sc ha^{-1}), ressalta-se que a ausência de significância estatística impede atribuir esses incrementos à superioridade do tratamento. Tais variações devem ser interpretadas estritamente como tendências amostrais exploratórias. A falta de diferenciação entre os tratamentos pode ser explicada tanto pelo elevado nível de eficácia base de todos os programas químicos testados quanto pela precisão experimental (CV%) observada nas condições do ensaio comercial.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

Tabela 3. Componentes de rendimento, severidade de doenças e produtividade da cultura da soja submetida a diferentes programas de manejo de doenças com Bacillus spp. e fungicidas químicos (Cafelândia - PR, Safra 2025/2026).

Trat.	Nª de grãos	Nª de vagens	Nª de nós produtivos	Nª de ramificações	Severidade cercospora	Severidade ferrugem	Prod. Hectare
1	142,75 a	59,15 a	20,50 a	2,10 a	28,75% a	26,00% a	90,40 a
2	138,00 a	55,65 a	20,35 a	1,90 a	25,75% a	20,75% a	87,30 a
3	139,50 a	54,00 a	20,65 a	1,50 a	32,75% a	25,75% a	88,41 a
4	137,75 a	55,80 a	20,85 a	1,40 a	25,50% a	22,50% a	87,30 a
EPM	0,44	0,19	0,02	0,10	0,10	0,12	4,7
F	0,043	0,573	0,931	1,315	0,216	0,12	0,096
p-valor	0,9874	0,6468	0,4646	0,3286	0,8831	0,9460	0,9603
CV (%)	7,37	5,15	1,04	13,00	36,55	47,59	10,64

Médias originais apresentadas na tabela. Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p > 0,05$). Análise de variância (F e p-valor) realizada sobre dados transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$ para contagens e em $\arcsin\sqrt{(x/100)}$ para porcentagens. Produtividade analisada sem transformação. EPM: Erro-padrão da média na escala da análise estatística; CV%: Coeficiente de variação experimental.

Os autores Farias et al. (2007) afirmam que a produtividade da soja é resultado da interação entre ambiente, genética e manejo. Sediyama (2016) ressalta que incrementos no número de vagens, grãos e ramificações tendem a refletir positivamente no rendimento final, comportamento numérico observado no presente estudo.

Segundo Vessey (2003), as bactérias promotoras de crescimento podem favorecer o desenvolvimento das plantas por meio da produção de fitormônios, do aumento da disponibilidade de nutrientes e do estímulo ao crescimento vegetal. Além disso, espécies de *Bacillus* apresentam reconhecida capacidade de induzir mecanismos de resistência nas plantas, produzir metabólitos secundários com ação antimicrobiana e contribuir para a redução da severidade de doenças (Ongena; Jacques, 2008; Fira et al., 2018).

Apesar das informações supracitadas, para a severidade de doenças de final de ciclo (complexo associado à cercosporiose) e ferrugem-asiática aos 120 DAS, também não foram verificadas diferenças significativas ($p>0,05$) entre os programas avaliados (Tabela 3). Destaca-se que o tratamento T1 apresentou severidade de 28,75% para cercosporiose e 26,00% para ferrugem-asiática,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

valores numericamente superiores aos observados no T4 (25,50% e 22,50%, respectivamente). Portanto, os dados não evidenciam superioridade fitossanitária com a adição ou antecipação de aplicações de *Bacillus* spp., não sendo constatada uma relação monotônica entre o maior número de aplicações e a redução da severidade de doenças sob as condições deste ensaio.

Contudo, plantas submetidas a menor estresse biótico tendem a direcionar mais energia para a formação de estruturas reprodutivas, refletindo em maior produtividade por hectare. Esses mecanismos biológicos corroboram os resultados numéricos obtidos neste trabalho, indicando que o uso de *Bacillus* spp. nas aplicações iniciais representa uma estratégia promissora para o manejo integrado de doenças e para o incremento do desempenho produtivo da cultura da soja.

Bactérias do gênero *Bacillus* spp. são largamente utilizadas para promoção de crescimento e biocontrole, atuando na redução de fitopatógenos, indução de resistência e balanço hormonal (Dorighello, 2017; Gonçalves, 2025). Entretanto, neste estudo, a antecipação da aplicação de *Bacillus* spp., isoladamente ou associada ao manejo químico, não promoveu diferenças estatísticas na severidade das doenças ou na produtividade da soja. Esses resultados corroboram com Negrisoli et al. (2022), que relatam que a eficiência da antecipação do manejo pode ser limitada em condições de campo, sendo o controle da ferrugem asiática e da cercosporiose dependentes da integração entre fungicidas, época de semeadura, cultivares e outras estratégias de manejo.

A elevada eficiência do programa fitossanitário adotado em todos os tratamentos pode explicar a ausência de diferenças significativas observada neste trabalho. Ademais, como o aporte pluviométrico total atendeu às demandas da cultura, a ausência de estresse hídrico severo pode ter minimizado a diferenciação visual e estatística entre os tratamentos.

Cardoso (2024), em ensaio conduzido em campo sob alta pressão de ferrugem asiática, observou que os fungicidas químicos aplicados isoladamente apresentaram eficiência de controle semelhante à obtida pela associação desses à produtos biológicos. De forma semelhante, os resultados obtidos no presente estudo não evidenciaram diferença estatística entre os tratamentos avaliados. No

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

entanto, observou-se que a aplicação do produto biológico aos 35 DAE proporcionou os melhores resultados numéricos para os componentes de rendimento avaliados, indicando o potencial benefício dessa estratégia de manejo.

Ao analisar os resultados obtidos com diferentes moléculas fungicidas, Vieira (2023) observou que o pidiflumetofen, tanto na aplicação isolada quanto em associação com outros ingredientes ativos, apresentou elevada eficiência no controle de doenças, o que justifica os baixos índices de severidade observados de forma generalizada neste experimento.

Considerando a relação entre o investimento realizado por hectare e o retorno obtido (Tabela 4), verificou-se que os tratamentos T1 e T3, que incluíram produtos biológicos em seus programas de manejo, apresentaram o melhor desempenho econômico. É fundamental destacar que, embora a análise de variância (Tabela 3) não tenha apontado diferença estatística significativa, a análise econômica (Tabela 4) revela uma realidade prática de extrema relevância para o produtor rural. No cenário agrícola comercial, pequenos incrementos numéricos na produtividade por hectare, quando extrapolados para grandes áreas de cultivo, tornam-se determinantes para a rentabilidade do negócio.

O incremento numérico de produtividade foi suficiente para compensar o investimento realizado, proporcionando retorno financeiro ao produtor. Em comparação ao tratamento de referência, o T1 apresentou acréscimo de 1,66 sacas ha^{-1}, gerando um retorno líquido adicional de R$ 215,80 ha^{-1}, enquanto o T3 proporcionou aumento de 0,78 sacas ha^{-1}, com retorno líquido de R$ 101,40 ha^{-1}.

Esses dados demonstram que a inserção do manejo biológico focado na antecipação e associação de ferramentas (química e biológica) mostra-se economicamente viável, pagando o custo do insumo e incrementando a margem de lucro líquida do produtor.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

Tabela 4. Descrição dos investimentos e retorno econômico dos tratamentos, considerando dose por hectare, custo de aplicação e viabilidade.

	Produtos	Dose/ha	Custo/ha	Custo/tratamento	Diferença de prod.	Retorno líquido
1	Reverb	0,3 L	R$ 38,57	T1 = R$ 797,49 6,13 sacos	R$ 397,80 3,06 sacos	R$ 215,80 1,66 sacos
2	Score flexi	0,150 L	R$ 40,85			
3	Miravis Pro	0,8 L	R$ 146,23	T2 = R$ 758,92 5,83 sacos	0	R$ -143,00 1,1 sacos
4	Mitrion	0,450 L	R$ 130,21			
5	Alade	0,5 L	R$ 132,97	T3 = R$ 653,24 5,02 sacos	R$ 139,10 1,07 sacos	R$ 101,4 0,78 sacos
6	Cypress	0,3 L	R$ 55,40	T4 = R$ 614,97 4,73 sacos		
7	Bravonil	1 L	R$ 28,00			

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

4. Conclusão

Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que a antecipação do manejo da soja com o uso de produtos biológicos à base de *Bacillus subtilis*, *Bacillus velezensis* e *Bacillus pumilus*, embora não tenha apresentado diferença estatística entre os componentes de rendimento, proporcionou, em termos numéricos, o maior número de vagens, número de grãos, número de ramificações laterais e produtividade por hectare, traduzindo-se em viabilidade econômica e retorno financeiro positivo sobre o investimento feito.

Além disso, verifica-se que não houve diferença estatística quanto ao controle de doenças (ferrugem-asiática e cercosporiose) entre os tratamentos na cultura da soja, evidenciando que o manejo integrado mantém a eficiência fitossanitária elevada enquanto otimiza a rentabilidade final do produtor.

Referências

ACATROLLI, Bruno. **Diferentes manejos de fungicidas para a cultura da soja**

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

nas safras agrícolas 2022/23 e 2023/24. 2024. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá, Ibirubá, 2024. Disponível em: https://repositorio.ifrs.edu.br/handle/123456789/1667. Acesso em: 20 jul. 2026.

AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, Luiz Eduardo Aranha (ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino, MG: Agronômica Ceres, 2016. v. 2, 772 p.

BRAGA JÚNIOR, Gaspar Moreira. **Eficiência de *Bacillus subtilis* no biocontrole de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal**. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2015. Disponível em: https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/386. Acesso em: 20 jul. 2026.

CAFELÂNDIA (PR). Prefeitura Municipal. **Geografia local**. Cafelândia, PR: Prefeitura Municipal de Cafelândia, 2020. Disponível em: https://cafelandia.pr.gov.br/index.php?id=40&sessao=8d5d5ddb75nc8d. Acesso em: 20 jul. 2026.

CARDOSO, Maria Eduarda Ferreira. **Controles químico e biológico para o manejo de doenças da parte aérea na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2024. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2024. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-27062025-110504/. Acesso em: 20 jul. 2026.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA; CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **PIB do agronegócio registra crescimento de 6,49% no primeiro trimestre de 2025**. Piracicaba: CEPEA/ESALQ-USP; CNA, 17 jun. 2025. Disponível em: https://www.cepea.org.br/upload/kceditor/files/ct-pib-do-agro-17jun25.pdf. Acesso em: 20 jul. 2026.

DORIGHELLO, Dalton Vinicio. **Controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) com óleo de café e *Bacillus* spp.** 2013. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013. Disponível em: https://hdl.handle.net/11449/97230. Acesso em: 20 jul. 2026.

DORIGHELLO, Dalton Vinicio. **Versatilidade de *Bacillus* spp. no controle**

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

biológico de doenças de plantas e na promoção de crescimento de soja. 2017. 135 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstreams/02a28278-5615-4cd3-af07-5d502c22e117/download. Acesso em: 20 jul. 2026.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números: safra 2024/25**. [Londrina]: Embrapa Soja, 2025. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos. Acesso em: 20 jul. 2026.

FARIAS, José Renato Bouças; NEPOMUCENO, Alexandre Lima; NEUMAIER, Norman. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8 p. (Circular Técnica, 48). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/470308. Acesso em: 20 jul. 2026.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split slot designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FIRA, Djordje; DIMKIĆ, Ivica; BERIĆ, Tanja; LOZO, Jelena; STANKOVIĆ, Slaviša. Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 285, p. 44–55, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2018.07.044.

GODOY, Cláudia Vieira et al. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 63–68, 2006.

GONÇALVES, André Luiz. **Uso de *Bacillus velezensis* na produção de bioativos para o engalhamento da soja**. 2025. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Bioinsumos) – Instituto Federal Goiano, Campus Cristalina, Cristalina, 2025. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/5897. Acesso em: 20 jul. 2026.

LEVENE, H. Robust tests for equality of variances. In: OLKIN, I. (Ed.). **Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling**. Palo Alto: Stanford University Press, 1960. p. 278-292.

MAIS SOJA. **Principais doenças da soja e perdas potenciais**. Mais Soja, 7 nov. 2022. Disponível em: https://maissoja.com.br/principais-doencas-da-soja-e-perdas-potenciais/. Acesso em: 20 jul. 2026.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

MARTINS, Maria Cristina et al. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 179–184, 2004.

MEYER, Maurício Conrado; BUENO, Adeney de Freitas; MAZARO, Sérgio Miguel; SILVA, José César da (ed.). **Bioinsumos na cultura da soja**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2022. 550 p. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1143066. Acesso em: 20 jul. 2026.

MORENO, Carolina de Sousa. **Indutores de resistência associados a fungicidas para controle de doenças na soja**. 2024. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fitossanidade) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2024. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/97035. Acesso em: 20 jul. 2026.

NEGRISOLI, Matheus Mereb et al. Impact of fungicide application timing based on soybean rust prediction model on application technology and disease control. **Agronomy**, Basel, v. 12, n. 9, art. 2119, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy12092119.

ONGENA, Marc; JACQUES, Philippe. *Bacillus* lipopeptides: versatile weapons for plant disease biocontrol. **Trends in Microbiology**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 115–125, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tim.2007.12.009.

REHAGRO. **Doenças da soja: conheça as principais e como controlá-las**. Rehagro Blog, 2020. Disponível em: https://rehagro.com.br/blog/principais-doencas-da-soja/. Acesso em: 20 jul. 2026.

SEDIYAMA, Tuneo (ed.). **Produtividade da soja**. Londrina: Mecenas, 2016. 310 p.

SEDIYAMA, Tuneo; SILVA, Felipe; BORÉM, Aluízio. **Soja: do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 333 p.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SILVA, Éder David Borges da. **Estimando a produtividade na cultura da soja**. Pioneer, 23 jun. 2015. Atualizado em: 22 jan. 2019. Disponível em: https://www.pioneer.com/br/blog/artigos/estimar-produtividade-soja.html. Acesso em: 20 jul. 2026.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 21/07/2026 - **Accepted:** 09/08/2026
Vol: 13.17
DOI: 10.66104/wa42bv05
Pages: 1-18

TUKEY, J. W. Comparing individual means in the analysis of variance.

Biometrics, v. 5, n. 2, p. 99-114, 1949.

VESSEY, J. Kevin. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 255, n. 2, p. 571–586, 2003. DOI: https://doi.org/10.1023/A:1026037216893.

VIEIRA, João Henrique da Silva. **Eficiência agronômica e econômica de fungicidas na aplicação zero na cultura da soja, safra 2022/2023**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá, Ibirubá, 2023. Disponível em: https://dspace.ifrs.edu.br/xmlui/handle/123456789/1314. Acesso em: 20 jul. 2026.

CC BY