

● REVISTA

INOVA Ciência & Tecnologia

● AGRONOMIA

IMPACTO DE *PRIESTIA MEGATERIUM*, *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* E *NITROSPIRILLUM AMAZONENSE* NA PRODUÇÃO E CRESCIMENTO DE SOJA EM DIFERENTES CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

Stephany Baumer¹ , Alexandre Guimarães¹ , Isabel Cristina Padula Paz¹ 

Biota Innovations

RESUMO: O cultivo de soja (*Glycine max* (L.) MERRILL) é essencial para o crescimento econômico do setor agrícola. No entanto, a globalização e o aumento da demanda por alimentos, aliados à necessidade de práticas sustentáveis, destacam a importância de reduzir o uso de insumos químicos. Nesse contexto, os inoculantes microbianos surgem como uma solução eficaz. Este estudo avaliou a eficácia agrônômica do produto 'FERTBIO', composto por *Priestia megaterium*, *Pseudomonas fluorescens* e *Nitrospirillum amazonense*, em cinco condições edafoclimáticas distintas. Os microrganismos mostraram capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, aumentar a disponibilidade de fósforo, mobilizar potássio e acumular ferro, promovendo melhorias significativas no desenvolvimento da soja. Foram observados aumentos expressivos na massa seca da parte aérea, altura das plantas, número de vagens e grãos por planta, resultando em um incremento médio de 5,49 sacos/hectare em comparação à testemunha absoluta. Esses resultados destacam a adaptabilidade do produto às diferentes condições avaliadas e confirmam seu potencial para otimizar o desenvolvimento e a produtividade da soja, contribuindo para uma agricultura mais sustentável.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável; *Glycine max* (L.); inoculante; microrganismos promotores de crescimento; solubilização de fósforo.

* Autor correspondente:

stephany.franceschini@biotainova.com.br

Recebido: 04/11/2024.

Aprovado: 27/01/2025.

Como citar:

.

Editores:

Dra. Vanessa Cristina Caron 

Dr. Mayker Lázaro Dantas 

Copyright: este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de atribuição Creative Commons, que permite uso irrestrito, distribuição, e reprodução em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



IMPACT OF *PRIESTIA MEGATERIUM*, *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* AND *NITROSPIRILLUM AMAZONENSE* ON SOYBEAN PRODUCTION AND GROWTH IN DIFFERENT EDAPHOCLIMATIC CONDITIONS

ABSTRACT: The cultivation of soybean (*Glycine max* (L.) MERRILL) is essential for the economic growth of the agricultural sector. However, globalization and the increasing demand for food, coupled with the need for sustainable practices, highlight the importance of reducing the use of chemical inputs. In this context, microbial inoculants emerge as an effective solution. This study evaluated the agronomic efficacy of the product 'FERTBIO', composed of *Priestia megaterium*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Nitrospirillum amazonense*, under five distinct edaphoclimatic conditions. The microorganisms demonstrated the ability to fix atmospheric nitrogen, increase phosphorus availability, mobilize potassium, and accumulate iron, significantly enhancing soybean development. Significant increases were observed in shoot dry mass, plant height, the number of pods, and grains per plant, resulting in an average yield increase of 5.49 sacks per hectare compared to the absolute control. These results highlight the adaptability of the product to various tested conditions and confirm its potential to optimize soybean development and productivity, contributing to more sustainable agriculture.

Key words: sustainable development; *Glycine max* (L.); inoculant; growth-promoting microorganisms; phosphorus solubilization.

INTRODUÇÃO

Uma porcentagem considerável do crescimento econômico no âmbito da agricultura se dá devido ao cultivo de soja (Fulaneti, 2022). No Brasil, de acordo com o CONAB (2024), a estimativa para a produção de soja é de 166,05 milhões de toneladas para a safra de 2024/25. Consequentemente, o cultivo do vegetal, que possui uso bastante diverso (Güzeler; Yildirin, 2016), e seus métodos de plantio e de colheita têm um impacto significativo no meio ambiente, inclusive no tocante ao uso de adubos e pesticidas (Lopes, 2016).

Nesse sentido, Luca e Hungria (2012) apontam que é necessário aperfeiçoar o uso dos recursos naturais a fim de garantir a sustentabilidade dos ecossistemas. Quando se pensa no intenso aumento da globalização e da população nos últimos anos, é possível prever uma larga necessidade de ampliar, dentre outras coisas, a produção de alimentos.

O cultivo de soja adentra esse panorama quando se pensa a versatilidade de seu uso. Ao mesmo tempo, é necessário que haja diminuição do uso de insumos químicos, grande desafio da área, devido à sustentabilidade agrícola cada vez mais discutida. Fulaneti (2022) aponta que a intensificação da produção e a falta de rotação de culturas, juntamente com a variedade de climas e solos, podem dificultar o crescimento das raízes das plantas. Isso, por sua vez, acaba reduzindo a absorção de água e nutrientes essenciais. Desse modo, além dos usos indiscriminados serem prejudiciais ao meio ambiente, são, da mesma forma, para a própria produção e cultivo.

Nesse ínterim, a biotecnologia propõe como alternativa sustentável o uso de microrganismos, uma vez que se reduz o consumo de recursos finitos para a produção de grãos de modo não prejudicial ao cultivo, pelo contrário, sendo benéfico para a microbiota do solo e plantas. Nas últimas décadas, vêm se destacando o uso de inoculantes microbianos como meio de ampliar a produtividade e promover uma maior eficácia no uso de nutrientes (Carvalho; Hungria; Miura, 2009). Nesta, as bactérias desses produtos substituem o uso de adubos nitrogenados, uma vez que fixam o nitrogênio atmosférico, atuam na solubilização de fósforo, além de terem potencial de atuarem na promoção de crescimento (Florencio *et al.*, 2022).

De acordo com a Lei nº 6.894 (Brasil, 1980), os inoculantes são definidos como produtos formulados contendo microrganismos capazes de favorecer o desenvolvimento vegetal, dentre esses, a soja. No entanto, para que um inoculante seja aprovado pelas agências reguladoras, é fundamental realizar testes de fitotoxicidade, garantindo que ele não cause danos e que sua aplicação seja benéfica às plantas (Lopes, 2016; Brasil, 1980).

Estudos de Ding *et al.* (2005) e Guimarães *et al.* (2022) refletem o grande potencial de uso da bactéria *Priestia megaterium*. Segundo os autores, trata-se de um microrganismo com alto potencial de indução de tolerância a estresses, bem como de promoção de crescimento e alto índice de incremento na fertilidade do

solo. A bactéria produz exopolissacarídeos (EPS), que formam biofilmes importantes para direcionar nutrientes e água às raízes, ajudando as plantas a crescerem de forma mais eficiente. Ademais, por ser positivo para o gene *nifH*, é capaz de codificar enzimas que fixam o nitrogênio atmosférico e o disponibilizar aos organismos, atuando como um coadjuvante na absorção de nitrogênio pelas plantas.

A *Pseudomonas fluorescens*, por sua vez, tem potencial de benefícios ao cultivo de soja demonstrado pela pesquisa de Borgmann (2022). O referido estudo demonstrou que o uso dessa bactéria no manejo agrícola contribui para o aumento da concentração de fósforo disponível no solo, favorecendo uma maior alocação desse nutriente nos tecidos vegetais. Esse efeito ocorre devido a mecanismos como biossolubilização de fosfato e/ou zinco, mobilização de potássio e acumulação de ferro, possibilitada pela produção de sideróforos. A deficiência de fósforo nas plantas pode limitar significativamente seu crescimento, pois afeta processos essenciais como a fotossíntese, a respiração celular e outros mecanismos relacionados ao metabolismo energético (Paiva *et al.*, 2021.)

No tocante à *Nitrospirillum amazonense*, ela se destaca por ser uma espécie de bactéria fixadora de nitrogênio. Esse elemento é um macronutriente indispensável para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois integra biomoléculas essenciais, como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e uma ampla variedade de enzimas, desempenhando um papel central nos processos metabólicos e na geração de energia (Bredemeier; Mundstock, 2000). Reis *et al.* (2020) afirmam que produtos que têm o microrganismo por base proporcionam incremento em parâmetros de crescimento de plantas, resultando em aumento de produtividade por hectare.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a eficácia agrônômica do produto "FERTBIO", formulação líquida composta pelos microrganismos *Priestia megaterium*, *Pseudomonas fluorescens* e *Nitrospirillum amazonense*, que apresenta potencial como inoculante para promover o crescimento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em cinco condições edafoclimáticas diferentes. Parte-se da hipótese de que o FERTBIO, por meio da ação de seus microrganismos, pode substituir ou complementar práticas convencionais, ao promover o crescimento radicular e aumentar a produtividade da soja em diferentes ambientes.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas experimentais

Os experimentos foram implantados entre novembro e dezembro de 2022, em cinco áreas experimentais com plantios de mudas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). As áreas selecionadas para o experimento estavam localizadas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, abrangendo diferentes condições edafoclimáticas para validar a tecnologia. A seguir, a descrição das áreas experimentais (Quadro 1).

Quadro 1: Descrição detalhada de cada uma das cinco áreas experimentais avaliadas no ensaio de eficiência agrônômica.

Área 1	
Estação Experimental ou Área Agrícola de Terceiros:	Fazenda Concórdia
Endereço:	MT 109, KM 20/Querência – MT
Coordenadas Geográficas:	Lat. 12° 44'5" S, Long. 52° 11'4" O.
Tipo de exploração da terra:	Lavoura Experimental
Classificação do solo:	350 metros de altitude em relação ao nível do mar, em uma área com topografia plana, solo arenoso (Latossolo Vermelho--Amarelo) e clima tropical.
Data de implantação:	07/12/2022
Data de Avaliação:	20/03/2023
Área 2	
Estação Experimental ou Área Agrícola de Terceiros:	Estação Experimental Juliagro
Endereço:	BR 365 KM 640/Uberlândia – MG
Coordenadas Geográficas:	Lat. 18° 53' 53,16" S, Long. 48° 25' 14,87" O.
Tipo de exploração da terra:	Lavoura Experimental
Classificação do solo:	830 metros de altitude em relação ao nível do mar, em uma área com topografia levemente inclinado, solo arenoso (Latossolo Vermelho) e clima tropical.
Data de implantação:	30/11/2022
Data de Avaliação:	18/04/2023
Área 3	
Estação Experimental ou Área Agrícola de Terceiros:	Fazenda Rio Preto Talhado
Endereço:	Rodovia GO 174 Km 50 a esquerda no sentido a Cachoeira Alta, sn - Zona Rural/Rio Verde – GO
Coordenadas Geográficas:	Lat. 18° 9' 31" S, Long. 50° 58' 49" O.
Tipo de exploração da terra:	Lavoura Experimental
Classificação do solo:	753 metros de altitude em relação ao nível do mar, em uma área com topografia levemente inclinado, latossolo vermelho distrófico com textura argilosa e clima tropical.
Data de implantação:	29/11/2022
Data de Avaliação:	13/03/2023
Área 4	
Estação Experimental ou Área Agrícola de Terceiros:	Fazenda Monte Alegre
Endereço:	GO 147, KM 36/Montividiu – GO
Coordenadas Geográficas:	Lat. 17° 29' 52,5"S, Long. 51° 09' 44,1" O.
Tipo de exploração da terra:	Lavoura Experimental
Classificação do solo:	930 metros de altitude em relação ao nível do mar, em uma área com topografia plana, solo de argiloso (Latossolo Vermelho- Férricos) e clima tropical.
Data de implantação:	02/12/2022
Data de Avaliação:	17/03/2023
Área 5	
Estação Experimental ou Área Agrícola de Terceiros:	Fazenda Cachoeira
Endereço:	Próximo ao Condomínio Fazenda Lagoa Seca, 21, Zona Rural/Itumbiara – GO
Coordenadas Geográficas:	Lat. 18° 30' 58" S, Long. 49° 15' 05" O.
Tipo de exploração da terra:	Lavoura Experimental
Classificação do solo:	856 metros de altitude em relação ao nível do mar, em uma área com topografia levemente inclinado, solo argiloso (Latossolo Vermelho-distroférricos) e clima tropical.
Data de implantação:	20/12/2022
Data de Avaliação:	20/04/2023

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Implantação do experimento

A adubação do solo foi realizada conforme a recomendação técnica para a cultura da soja. Em cada local, foram utilizadas variedades de soja adaptadas às características regionais, considerando que as cultivares variam

conforme as condições climáticas e de solo de cada região. Essa abordagem permitiu confirmar a aplicabilidade das análises em cenários representativos da diversidade agrícola do país. As especificações da cultura da soja e o tipo de adubação no solo de plantio estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2: Especificações da cultura da soja utilizada e da adubação do solo em cada área experimental.

ÁREA	VARIIDADE	GRUPO DE MATURAÇÃO	ADUBAÇÃO DO SOLO
1	CREDENTZ CZ 37B39 I2X	7.3	500 kg.ha^{-1} de NPK 02-23-23
2	NEO720	7.9	250 kg.ha^{-1} de NPK 10-46-10 + 160 kg.ha^{-1} de KCL.
3	BRASMAX – BONUS I PRO	7.9	250 kg.ha^{-1} de NPK 10-46-10 + 160 kg.ha^{-1} de KCL.
4	CREDENTZ CZ 37B39 I2X	7.3	500 kg.ha^{-1} de NPK 02-23-23
5	BRASMAX – BONUS I PRO	7.9	200 kg.ha^{-1} de MAP

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Agente biológico. O produto testado, em formulação líquida, foi produzido à base das bactérias *Priestia megaterium* (sin. *Bacillus megaterium*) BIB 01140 – 1×10^8 UFC/mL + *Pseudomonas fluorescens* BIB 0302 – 1×10^8 UFC/mL + *Nitrospirillum amazonense* BIB 0201 – 1×10^8 UFC/mL, todas obtidas de solo rizosférico e pertencentes à bacterioteca da empresa BIOTA INNOVATIONS. No transcorrer do experimento, o produto FERTBIO foi aplicado nos sulcos de semeadura, enquanto a testemunha foi submetida à aplicação de água esterilizada. Ademais, utilizou-se o microrganismo *Azospirillum brasilense* (AbV5) 2×10^8 UFC/mL, como tratamento padrão, para fins de comparação com os resultados obtidos.

Delineamento experimental. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC), com seis (6) tratamentos e quatro (4) repetições nas áreas de um a quatro (1 a 4) e cinco (5) repetições na área cinco (5). Cada parcela foi composta por seis linhas de oito metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 perfazendo uma parcela com área de 24 m².

Durante a condução do ensaio, foram realizadas as seguintes avaliações de estande:

Vigor inicial. Foi realizada avaliação de vigor aos 21 DAE – dias emergência, conforme a escala descritiva de notas 1-10, sendo notas de 1 a 4 inferiores a testemunha, 5 sem diferença dos tratamentos em relação à testemunha e 6 a 10 com desenvolvimento vegetativo superior comparado à testemunha (Kolchinski; Schuch; Peske, 2006).

Massa seca da parte aérea. Para obtenção da massa seca da parte aérea foi realizada a coleta de cinco plantas por parcela aos 21 DAE (dias após emergência) e no estágio fenológico R1, em que as amostras foram acondicionadas separadamente em sacos de papel identificados e submetidas à estufa de fluxo contínuo a 65°C até a massa ficar constante. Após o processo, foi realizada a pesagem das plantas (Chagas Junior *et al.*, 2022).

Altura de planta. A altura de plantas foi medida (cm) do nível do solo até o ápice da haste principal a

partir da amostragem de cinco plantas aleatoriamente na parcela nos estádios fenológicos V3, V10 e R1 nas áreas um (1), dois (2), três (3), quatro (4) e cinco (5) (Rezende; Carvalho, 2007).

Componentes de produção. As avaliações do número de vagens/planta, número de grãos/planta e número de grãos/vagem foram realizados a partir da amostragem de cinco plantas aleatoriamente na parcela (Chagas Junior *et al.*, 2022).

Sintomas de fitotoxicidade. As avaliações foram realizadas aos 7 e 14 DAS (dias após semeadura), nas áreas 1, 2, 3 e 5, e aos 8 e 14 dias na área quatro 4, utilizando escala de 0 a 100%. Os sintomas de fitotoxicidade foram avaliados seguindo a escala de Frans *et al.* (1986).

Produtividade. Foi realizada a colheita de 10 m² (4 linhas centrais e 5 metros) nas áreas 1, 2 e 4 e de 8 m² (4 linhas centrais 4 metros) nas áreas 3 e 5. Os dados foram transformados em kg.ha^{-1} e a umidade corrigida para 13% conforme Vencovsky e Cruz (1991). Após a análise de produtividade, foi retirada uma amostra para avaliação do peso de mil grãos (PMG).

Tratamentos. Para os tratamentos com FERTBIO, foi realizada uma aplicação (dirigida ao sulco de semeadura) através do equipamento pressurizado CO₂, equipada com uma barra contendo ponta única de pulverização do tipo M054 – MAG 2 (Cone vazio), pressão constante de 3,1 kgf, vazão de 80 mL/s e volume de calda equivalente a 200 L.ha^{-1} . O produto FERTBIO passou por validação experimental e os ensaios foram conduzidos seguindo todos os padrões solicitados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 1980), visando à aprovação do potencial inoculante para fins comerciais.

No experimento, o Azototal (inoculante biológico amplamente utilizado na agricultura, composto por microrganismos promotores de crescimento, que atuam na fixação biológica de nitrogênio e no aumento da produtividade das culturas) foi o tratamento padrão, sendo uma tecnologia já aprovada e validada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA)

para a promoção de crescimento e produtividade de cultivos. O tratamento consistiu em uma aplicação via tratamento de sementes, em que foi realizada a mistura das sementes com o produto em sacos plásticos previamente identificados para cada tratamento, em seguida, o conjunto foi agitado vigorosamente. Previamente e após a aplicação dos tratamentos, efetuou-se a irrigação dos canteiros para melhor dissolução e uniformidade do potencial inoculante no solo. O tratamento testemunha constituiu-se de apenas água.

As doses dos produtos utilizados em cada tratamento estão discriminadas no Quadro 3.

Quadro 3: Especificações dos tratamentos avaliados nas diferentes áreas experimentais.

TRATAMENTO	NOME COMERCIAL	DOSE UTILIZADA (g ou mL/ha) ¹	MODO DE UTILIZAÇÃO
T1	FERTBIO	100	Sulco de semeadura
T2	FERTBIO	200	Sulco de semeadura
T3	FERTBIO	300	Sulco de semeadura
T4	FERTBIO	500	Sulco de semeadura
T5	TESTEMUNHA	-	-
T6	AZOTOTAL	100 mL/50 kg de semente	Tratamento de sementes

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Análise estatística. Os dados obtidos em cada ensaio foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e Oneill & Mathews para avaliar os pressupostos da análise de variância (normalidade e homogeneidade). Após concordância, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F. As diferenças entre as médias dos tratamentos e testemunhas foram analisadas e desmembradas segundo emprego de Tukey a 5% de significância. Este foi utilizado para comparação das médias entre os tratamentos. Para estas análises, o software R foi utilizado em conjunto os pacotes Agricolae (Mendiburo, 2023) e ExpDes. (Ferreira; Cavalcanti; Nogueira, 2021). Para o cálculo dos percentuais de eficácia, empregou-se a fórmula de Abbott (1925). Para utilização dos pacotes Agricolae e ExpDes, foram aplicados os seguintes comandos, respectivamente:

To cite package 'agricolae' in publications use:

A BibTeX entry for LaTeX users is
@Manual{
title = {agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research},
author = {Felipe {de Mendiburo}},
year = {2021},
note = {R package version 1.3-5},
url = {https://CRAN.R-project.org/package=agricolae}

To cite package 'ExpDes.pt' in publications use:

A BibTeX entry for LaTeX users is
@Manual{
title = {ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portugues)},
author = {Eric Batista Ferreira and Portya Piscitelli Cavalcanti and Denismar Alves Nogueira},
year = {2021},
note = {R package version 1.2.2},
url = {https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt}

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficácia de cepas de *Priestia megaterium* (sin. *Bacillus megaterium*) e *Pseudomonas fluorescens*, na promoção de crescimento de soja já foram demonstradas em pesquisas individuais, porém, algumas dessas cepas foram combinadas com outras, por exemplo, *Priestia megaterium* e *Bacillus subtilis* (Schwaab; Aguiar, 2019; Faria; Souchie, 2021). No entanto, não foram encontrados estudos que testaram a bactéria *Nitrospirillum amazonense* na cultura da soja. Estudos realizados em outras culturas, como trigo e milho demonstram que a aplicação dos inoculantes mencionados resulta em benefícios significativos (Ding *et al.*, 2005; Guimarães *et al.*, 2022; Borgmann, 2022; Solanha *et al.*, 2023).

Nas áreas 2 a 5, nas doses de 200 a 500 mL.ha⁻¹, considerando o vigor inicial, as plantas contendo o tratamento FERTBIO apresentaram desempenho superior em relação à testemunha. Considerando as doses de 200 a 500 mL.ha⁻¹, em todas as áreas, exceto 1 e 3, o vigor foi superior ao padrão Azototal na dose de 100 mL.50kg de sementes⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1:- Vigor Inicial de plantas da soja submetidas ao tratamento com o produto FERTBIO em cinco áreas experimentais.

Tratamento	Vigor Inicial - (Nota 1-10) - 21 DAE				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	8,25 a	5,5 b	5 b	7 b	5 b
FERTBIO (100 mL.ha ⁻¹)	7,75 a	6,5 b	5,75 b	7,75 ab	5,75 b
FERTBIO (200 mL.ha ⁻¹)	8 a	7,25 a	7 a	8,25 a	7 a
FERTBIO (300 mL.ha ⁻¹)	8,25 a	7 a	7 a	8,75 a	7,25 a
FERTBIO (500 mL.ha ⁻¹)	8,75 a	7 a	7 a	8,75 a	7 a
Tratamento padrão	8 a	6 b	6 ab	8,5 a	6 b

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O vigor das plantas é um indicador crucial, pois está relacionado às taxas de germinação e ao crescimento das plântulas, impactando diretamente na produtividade dos grãos. Segundo Rossi, Cavariani e França Neto (2017),

um bom vigor é fundamental para a competitividade das plantas, especialmente em condições adversas. Portanto, o aumento do vigor nas plantas tratadas com FERTBIO sugere que esse inoculante pode melhorar a qualidade das plântulas, contribuindo para um desenvolvimento mais robusto e potencializando o rendimento da cultura.

Considerando a massa seca da parte aérea, todas as formulações do produto proporcionaram aumento da massa seca de plantas de soja, independente da condição edafoclimática em que o ensaio foi conduzido (Tabela 2).

Tabela 2 : Massa seca da parte aérea (g) de plantas da soja submetidas ao tratamento com o produto FERTBIO em cinco áreas experimentais.

Tratamento	Massa seca da parte aérea (g)									
	Área 1		Área 2		Área 3		Área 4		Área 5	
	21 DAE	R1	21 DAE	R1	21 DAE	R1	21 DAE	R1	21 DAE	R1
Testemunha	81,0 c	134,75 e	11,275 a	37,88 b	38,1 C	79,63 c	79,8 c	126,5 d	43,83 c	12,48 B
FERTBIO (100 mL.ha ⁻¹)	88,75 b	144,25 d	12,1 a	42,28 a	54,2 B	100,63 b	90,3 b	142,5 c	62,38 b	15,78 A
FERTBIO (200 mL.ha ⁻¹)	93,5 ab	148,5 c	13,775 a	43,1 a	48 Bc	113,40 a	96,8 a	162,5 a	55,15 b	15,25 A
FERTBIO (300 mL.ha ⁻¹)	93,25 ab	157,25 d	14,725 a	43,05 a	57,1 A	120,23 a	98,3 a	166,25 a	65,63 a	16,4 A
FERTBIO (500 mL.ha ⁻¹)	99,75 a	166,25 a	17 a	49,58 a	56 A	118,48 a	102,5 a	168,5 a	65,28 a	16,28 A
Tratamento padrão	99 a	149 b	16 a	44,78 a	42,85 C	91,35 b	98 a	150,75 b	49,23 c	14,33 Ab

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Guimarães *et al.* (2022) delimita a massa seca da parte aérea como um salutar parâmetro para a produtividade dos grãos, considerando sua associação com a acumulação de nutrientes pela cultura em questão. Santos e Fageria (2008), ainda, associam esse fator ao aumento da área foliar, ao crescimento de raízes e a maior disponibilidade de nitrogênio. A maior resposta das plantas de soja, em relação à massa seca, foi obtida com as doses de 100 a 500 mL.ha⁻¹, em comparação com a testemunha. Considerando o tratamento positivo, em todas as áreas, na dose 500 mL.ha⁻¹, o produto FERT-

BIO apresentou melhor desempenho em relação ao Azototal. A massa seca é um importante fator de análise em relação à produtividade, pois está relacionado ao acúmulo de matéria orgânica durante o ciclo da cultura. Em seu trabalho, Didonet, Rodrigues e Kenner (1996) descreve que a inoculação de sementes de trigo com *Azospirillum brasilense* resultou em um aumento expressivo no acúmulo de matéria seca e na produtividade de grãos, com ganhos de até 700 kg ha⁻¹ em relação à testemunha. Isso pode ser relacionado ao aumento na atividade das enzimas fotossintéticas.

Tabela 3: Altura (cm) de plantas da soja submetidas ao tratamento com o produto FERTBIO em cinco áreas experimentais.

Tratamento	Altura (cm) - 5 plantas/parcela														
	Área 1			Área 2			Área 3			Área 4			Área 5		
	V3	V10	R1	V3	V10	R1	V3	V10	R1	V3	V10	R1	V3	V10	R1
Testemunha	20,05 a	31,55 a	36,4 b	34,43 a	55,35 a	60,10 b	42,85 b	62,85 b	81,75 a	22,63 b	32,1 b	43,5 b	47,1 b	69,10 a	97,08 a
FERTBIO (100 mL.ha ⁻¹)	20,35 a	31,35 a	36,4 b	34,63 a	52,80 a	62,85 b	45,20 ab	63,28 ab	81,35 a	24,98 ab	33,68 b	41,5 b	49,65 a	69,75 a	97,58 a
FERTBIO (200 mL.ha ⁻¹)	20,75 a	31,85 a	37,7 ab	34,23 a	53,90 a	66,48 a	44,55 ab	63,35 ab	81,1 a	27,3 a	34,6 a	45 a	49,1 a	69,65 a	97,28 a
FERTBIO (300 mL.ha ⁻¹)	22,05 a	31,9 a	38,25 a	34,30 a	58,30 a	67,20 a	46,53 a	64,55 a	83,5 a	26,98 a	35,9 a	44 a	51,14 a	70,95 a	100,18 a
FERTBIO (500 mL.ha ⁻¹)	21,1 a	30,5 a	38,95 a	35,15 a	58,70 a	68,53 a	46,05 a	64,20 a	81 a	29,21 a	36,3 a	49 a	50,75 a	70,75 a	98,08 a
Tratamento padrão	21,8 a	30,8 a	39,4 a	34,40 a	55,68 a	68,33 a	44,98 ab	62,63 ab	81,5 a	27,8 a	33,7 b	47,5 a	49,48 a	68,85 a	97,75 a

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em relação à variável altura, são observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Para as doses de 200 a 500 mL.ha^{-1} , nas áreas 1, 2, 4 e 5, todos os tratamentos promotores de crescimento testados apresentaram maior altura em relação à testemunha no estádio R1 (Tabela 3).

Quanto à quantidade de vagens/planta, houve um incremento significativo em quase todos os tratamentos em relação à testemunha. Na área 3, observou-se o maior incremento na quantidade de vagens/planta, com 28,40% superior à testemunha (Tabela 4).

Tabela 4: Incremento na quantidade de vagens/planta submetidas ao tratamento com o produto FERTBIO em cinco áreas experimentais.

Tratamento	Quantidade de vagens/planta - Incremento (%)				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	38,3 c	58,25 a	54,05 b	38,3 c	60,5 c
FERTBIO (100 mL.ha^{-1})	41,45 ab (8,22%)	60,5 a (3,86%)	57,7 ab (6,75%)	41,45 bc (8,22%)	64,68 c (6,90%)
FERTBIO (200 mL.ha^{-1})	42,85 b (11,88%)	61,75 a (6,00%)	62,4 a (5,44%)	42,85 ab (11,88%)	69,88 b (15,50%)
FERTBIO (300 mL.ha^{-1})	43,1 b (12,53%)	61,25 a (5,15%)	69,4 a (28,40%)	43,1 ab (12,53%)	77,15 a (27,52%)
FERTBIO (500 mL.ha^{-1})	47,25 a (23,36%)	65 a (11,58%)	63 a (16,56%)	47,25 a (23,37%)	71,03 b (17,40%)
Tratamento padrão	45,2 a (18,01%)	62,75 a (7,72%)	52,8 b (0%)	43,4 a (13,31%)	59,08 c (0%)

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Considerando o número de grãos/planta, também houve um incremento de 38,45% na área 2. Isso contribuiu para o aumento de produtividade média de 5,49 sacos/hectare a mais que a testemunha absoluta (Tabela 5),.

Tabela 5: Incremento na quantidade de grãos/planta submetidas ao tratamento com o produto FERTBIO em cinco áreas experimentais.

Tratamento	Quantidade de grãos/planta - Incremento (%)				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	92,3 c	112,3 b	116,9 c	95,58 a	129,5 d
FERTBIO (100 mL.ha^{-1})	99,6 b (7,90%)	135,8 ab (20,92%)	137,9 b (17,96%)	106,9 b (11,84%)	155,7 b (20,04%)
FERTBIO (200 mL.ha^{-1})	103,15 ab (11,75%)	146 a (30,00%)	143,1 b (22,41%)	112,4 bc (17,59%)	161,7 b (24,86%)
FERTBIO (300 mL.ha^{-1})	104,85 ab (13,59%)	142,8 a (27,15%)	153,4 a (31,22%)	118,4 bc (23,87%)	173,3 a (33,82%)
FERTBIO (500 mL.ha^{-1})	115,75 a (25,40%)	155,5 a (38,45%)	149,1 a (27,54%)	121,53 c (27,15%)	168,6 a (30,19%)
Tratamento padrão	111 a (20,26%)	144,5 a (28,67%)	120,6 c (3,16%)	116,375 c (21,76%)	136,3 b (5,25%)

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em relação à quantidade de grãos/vagem e o peso de mil grãos (PMG), não foi possível observar diferença significativa entre as áreas e os tratamentos testados.

Os dados em relação aos testes de fitotoxicidade demonstraram que tanto para os 7/8 DAS quanto para os 14 DAS não houve verificação de efeito fitotóxico do produto FERTBIO sobre as plantas tratadas, conforme estabelecido pela Lei nº 6.894 (Brasil, 1980) que regulamenta o desenvolvimento de novos produtos inoculantes no Brasil.

O incremento na produtividade nas diferentes áreas foi verificado quando o produto FERTBIO foi aplicado nas diferentes doses testadas, com aumento médio na produtividade de 5,49 sacas.ha^{-1} (Dose de 100 mL.ha^{-1} – 3,21 sacas.ha^{-1} ; Dose de 200 mL.ha^{-1} – 5,09 sacas.ha^{-1} ; Dose de 300 mL.ha^{-1} – 6,24 sacas.ha^{-1} ; Dose de 500 mL.ha^{-1} – 7,41 sacas.ha^{-1}). Além disso, salienta-se que o uso do produto demonstrou dados significativamente superiores aos da testemunha independentemente das taxas de aumento nos parâmetros (Tabela 6).

Tabela 6: Incremento na produtividade (sacas.ha^{-1}) submetidas ao tratamento com o produto FERTBIO em cinco áreas experimentais.

Tratamento	Incremento - (sacas.ha^{-1})				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	-	-	-	-	-
FERTBIO (100 mL.ha^{-1})	3,94 e	6,44 b	3,39 b	2,05 c	0,27 a
FERTBIO (200 mL.ha^{-1})	4,91 d	11,10 a	4,48 b	4,70 b	0,29 a
FERTBIO (300 mL.ha^{-1})	6,99 b	10,25 a	8,07 a	5,59 a	0,30 a
FERTBIO (500 mL.ha^{-1})	9,56 a	14,75 a	6,61 a	5,92 a	0,25 a
Tratamento padrão	5,99 c	11,9 a	0,16 c	2,32 c	0,20 a

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como supracitado, um dos mecanismos pelos quais esses microrganismos podem influenciar positivamente o crescimento das plantas é através da solubilização de fósforo no solo. O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento das plantas. Todavia, muitas vezes está presente em formas insolúveis que não podem ser diretamente absorvidas pelas raízes das plantas. Microrganismos como os mencionados têm a capacidade de secretar ácidos orgânicos e enzimas que solubilizam os fosfatos presentes no solo, tornando-os disponíveis para as plantas e reduzindo o uso de fertilizantes químicos (Paiva *et al.*, 2020).

Além disso, esses microrganismos podem influenciar a produção e o metabolismo de hormônios vegetais, como auxinas, citocininas e giberelinas. As auxinas, por exemplo, são descritas na literatura por promover o crescimento das raízes e o desenvolvimento de novos tecidos vegetais. Estudos demonstraram que certas cepas bacterianas, como *Pseudomonas fluorescens*, podem produzir auxinas ou estimular sua produção pelas plantas, resultando em um maior crescimento e desenvolvimento (Lopes *et al.*, 2021).

Outro aspecto a considerar é a capacidade desses microrganismos de interagir com o sistema radicular das plantas, formando associações benéficas. Essas associações aumentam a absorção de nutrientes pelas plantas, incrementam a resistência a patógenos e estresses ambientais e, consequentemente, promovem um crescimento mais saudável dos vegetais (Batista, 2021).

Portanto, após uma análise abrangente do estudo realizado, torna-se evidente o efeito positivo do inoculante intitulado “FERTBIO” sobre a cultura da soja, nas diferentes condições edafoclimáticas testadas, visto que os três microrganismos usados em associação promoveram melhor desenvolvimento da cultura com incremento na produtividade.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que o produto FERTBIO, composto por *Priestia megaterium*, *Pseudomonas fluorescens* e *Nitrospirillum amazonense*, atuou positivamente sobre diversos parâmetros de produção da cultura da soja, que culminaram no aumento da produtividade da cultura da soja em cinco condições edafoclimáticas distintas, demonstrando que o FERTBIO é uma tecnologia promissora para ser usado como inoculante na cultura da soja.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, R. L. A. **Fixação simbiótica de nitrogênio na cultura da soja**. 2021. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/20723/1/RLAB13082021-MA1257.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- BORGMANN, I. W. S. **Bactérias promotoras de crescimento para soja em terras baixas**. 2022. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/26129/DIS_PPGAGRONOMIA_2022_BORGMANN_ISLEDI.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 19 jan. 2025.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Lei Nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes, ou biofertilizantes, destinados à agricultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.25289, 1980. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6894-16-dezembro-1980-371561-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n.2, p. 365-372, abr. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000200029>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/fgh7ZhdCGrrHMSF6XZsS8ZK/?lang=pt>. Acesso em: 08 mai. 2025.
- CARVALHO, G. A. B.; HUNGRIA, M.; MIURA, L. M. **Análise e controle da qualidade de inoculantes microbianos de interesse agrícola: bactérias fixadoras de nitrogênio**. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 4., 2009. p.86-90. Embrapa Soja, Documentos312. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/574713/1/ID29942.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2025.
- CHAGAS JUNIOR, A F.; SOUZA, M. C.; MARTINS, A. L. L.; LIMA, C. A.; SOUSA, K. Â. O. de, SANTANA, P. A. A. C. P.; CHAGAS, L. F. B. Eficiência de *Trichoplus (Trichoderma asperellum)* como promotor de crescimento vegetal em soja em campo no cerrado. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e16111527970-e16111527970, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27970>. Acesso em: 08 mai. 2025.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a Agropecuária**. Brasília, DF, 2024. 104 p. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/1o-levantamento-safra-2024-25/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 08 mai. 2025.
- DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; KENNER, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de material seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.9, p.654-651, set 1996.
- DING, Y.; WANG, J.; LIU, Y.; CHEN, S. Isolation and identification of nitrogen-fixing bacilli from plant rhizospheres in Beijing region. **Journal Of Applied Microbiology**, [S.l.], v. 99, n. 5, p. 1271-1281, nov. 2005. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.2005.02738.x>. Acesso em: 08 mai. 2025.
- FARIA, T. C.; SOUCHIE, E. L. **Resposta da cultura da soja à coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Pseudomonas fluorescens***. 2021. 62 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias - Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Rio Verde, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2325/5/Tese%20Tatiana%20Faria%20-Revisada%20por%20Eliane1.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2025.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes**: pacote experimental designs. **R package version**, v. 1, n. 1, 2021. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2025.

FLORENCIO, C.; SANTOSA, R. B.; FAVAROA, C. P.; BRONDIA, M. G.; VELLOSO, C.; KLAICA, R.; RIBEIRO A, C.; FARINASA, C.; MATTOSO, L. H. C. Avanços na produção e formulação de inoculantes microbianos visando uma agricultura mais sustentável. **Química Nova**, v. 45, p. 1133-1145, 2022. Disponível em: <https://quimicanova.sbq.org.br/pdf/RV2022-0041>. Acesso em: 19 jan. 2025.

FRANS, R.; TALBERT, R.; MARX, D.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: CARPER, N.D. (Ed.). **Research methods in weed science**. 3.ed. Champaign: Southern Weed Science Society, 1986. p. 29-46.

FULANETI, F.S. **Opções de bactérias na coinoculação na cultura da soja**. 2022. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/25956/DIS_PPGAGRONOMIA_2022_FULANETI_FERNANDO.pdf. Acesso em: 17 jan. 2025.

GUIMARÃES, G. S.; RONDINA, A. B. L.; SANTOS, M. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Pointing out opportunities to increase grassland pastures productivity via microbial inoculants: Attending the society's demands for meat production with sustainability. **Agronomy**, v. 12, n. 8, p. 1748, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy12081748>. Acesso em: 08 mai. 2025.

GÜZELER, N.; YILDIRIM ÖZBEK, Ç. The utilization and processing of soybean and soybean products. **Journal of Agricultural Faculty of Uludag University**, v. 30, Special issue, p. 546-553, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321057629_The_Utilization_and_Processing_of_Soybean_and_Soybean_Products. Acesso em: 17 jan. 2025.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 2, p. 163-166, abr./jun. 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/4513>. Acesso em: 08 mai. 2025.

LOPES, K. dos S. **Avaliação da eficiência agrônômica de inoculante para pré-inoculação de sementes de soja com tratamento químico até 20 dias antes do plantio**. 2016. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão do Agronegócio) - Universidade de Brasília, Planaltina, 2016. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/14208/1/2016_KarolynedosSantosLopes.pdf. Acesso em: 19 jan. 2025.

LOPES, M. J. dos. SANTOS, SANTIAGO, B. S.; SILVA, I. N. B. da; GURGEL, E. S. C. Biotecnologia microbiana: inoculação, mecanismos de ação e benefícios às plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e356101220585-e356101220585, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20585>. Acesso em: 08 mai. 2025.

LUCA, M. J.; HUNGRÍA, M. Efeito da densidade de plantio em soja na nodulação, concentração de nutrientes e rendimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO – FERTBIO, 2012, Maceió, AL. **Anais [...]**. Maceió, AL: [S.n], 2012. p. 1-4. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/45506800>. Acesso em: 08 mai. 2025.

MENDIBURU, F. de. **Statistical procedures for agricultural research**, Package “Agricolae”, version 1.3-7. 2023. Disponível em: https://cran.r-project.org/web/packages/agricolae/agricolae.pdf?utm_source. Acesso em: 08 mai. 2025.

PAIVA, C. A. O.; COTA, L. V.; MARIEL, I. E.; ALVES, V. M. C. GOMES, E. A.; SOUSA, S. M. de; SANTOS F. C. dos; SOUZA, F. F. de; LANDAU, E. C.; PINTO JUNIOR, A. S.; LANA, U. G. de P. **Validação da recomendação para o uso do inoculante BiomaPhos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) na cultura de soja**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. 18p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 279). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1120362/1/Circ-Tec.-260.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2025.

PAIVA, C. A. O.; MARIEL, I. E.; GOMES, E. A.; COTA, L. V.; SANTOS, F. C. dos.; SOUZA, S. M. de.; LANA, U. G. de P.; OLIVEIRA, M. C.; MATTOS, B. B.; ALVES, V. M. C.; RIBEIRO, V. P.; VASCO JUNIOR, R. **Recomendação agrônômica de cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 18 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 260). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1120362/1/Circ-Tec.-260.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2025.

REIS, V. M.; RIOS, F. A.; BRAZ, G. B. P.; CONSTANTIN, J. I.; HIRATA, E. S.; BIFFE, D. F. Agronomic performance of sugarcane inoculated with *Nitrospirillum amazonense* (BR11145). **Revista Caatinga**, [S.l.], v. 33, n. 4, p. 918-926, out. 2020. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n406rc>. Acesso em: 08 mai. 2025.

REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. A. Avaliação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1616-1623, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000600003>. Acesso em: 08 mai. 2025.

ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; FRANÇA NETO, J. de B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônômico de soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 3, p. 215-222, jul./set. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/rca.2239>. Acesso em: 08 mai. 2025.

SANTOS, A.B. dos; FAGERIA, N.K. Características fisiológicas do feijoeiro em várzeas tropicais afetadas por doses e manejo de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.23-31, 2008. Disponível em: Acesso em: 08 mai. 2025.

SCHWAAB, E. F.; AGUIAR, C. G. de. Interação de inoculantes nitrogenados com *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* em soja. **Revista Cultivando o Saber**, p. 24-32, 2019. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/966/887>. Acesso em: 19 jan. 2025.

SOLANHA, M.; LIMA, C. de; SOUZA, E. de; CONCARI, L. E.; FARIAS, V. J.; CRUZ, S. P. da. Coinoculação do trigo com *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus spp.* como alternativa mais sustentável na agricultura. **Revista Latinoamericana Ambiente e Saúde**, v. 5, n. 3 (especial), p. 261-267, 2023. Disponível em: <https://rlas.uniplaclages.edu.br/index.php/rlas/article/view/59>. Acesso em: 19 jan. 2025.

VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. Comparação de métodos de correção do rendimento de parcelas com estandes variados: I. Dados simulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.5, p. 647-657, maio 1991. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3388/721>. Acesso em: 19 jan. 2025.