

● REVISTA

INOVA Ciência & Tecnologia

● AGRONOMIA

EFICÁCIA AGRONÔMICA DE *Priestia arybathaii* E *Priestia megaterium* SOBRE A PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max*)

Stephany Baumer Franceschini¹ , Isabel Cristina Padula Paz¹ ,
Alexandre Martins Guimarães¹ 

¹ Biota Innovations

Resumo: O cultivo de soja enfrenta desafios diante da necessidade global de aumentar a produção de alimentos e da crescente discussão sobre a redução do uso de insumos químicos. Os efeitos da agricultura intensiva ganham destaque diante da variação climática no Brasil, somada ao aumento das médias globais de temperatura. Diante desses desafios, eventos climáticos extremos, como estresse hídrico e secas, ressaltam a urgência de alternativas agrícolas mais resilientes. Assim, o uso de microrganismos, em especial inoculantes, torna-se uma alternativa sustentável que reduz o consumo de recursos finitos e agressivos para a produção de grãos. Os microrganismos *Priestia arybathaii* e *Priestia megaterium* possuem comprovação científica, pois, ao produzir exopolissacarídeos (EPS) desempenham um papel essencial na regulação da movimentação dos nutrientes e da água em direção às raízes das plantas, mitigando os efeitos do estresse hídrico. O presente trabalho, portanto, objetiva avaliar a eficácia agronômica do produto "ESTIVE" *Priestia arybathaii* (sin. *Bacillus arybathaii*) + *Priestia megaterium* (sin. *Bacillus megaterium*), para o crescimento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em cinco condições edafoclimáticas diferentes. Os resultados mostraram aumento significativo no crescimento da soja em altura, peso seco e produtividade com o uso do inoculante, evidenciando sua adaptabilidade em diferentes regiões. Houve um incremento de 2 a 15 sacos/hectare na produtividade em comparação com a testemunha absoluta. Conclui-se que o inoculante possui potencial significativo para otimizar o desenvolvimento da cultura em diversos ambientes, destacando-se como uma estratégia promissora para impulsionar a produção de soja de maneira eficiente e sustentável.

Palavras-chave: Estresse hídrico. *Glycine max* L.. Inoculante. Microrganismos promotores de crescimento. Sustentabilidade.

AGRONOMIC EFFICACY OF *Priestia arybathaii* AND *Priestia megaterium* ON SOYBEAN (*Glycine max*) PRODUCTIVITY

Abstract: faces challenges due to the global need to increase food production and the growing discussion about reducing the use of chemical inputs. The effects of intensive agriculture are highlighted by the climatic variation in Brazil, coupled with the rise in global average temperatures. Amid these challenges, extreme weather events, such as water stress and droughts, the urgency of more resilient and adaptable agricultural alternatives. Thus, the use of microorganisms, especially inoculants, becomes a sustainable alternative that reduces the consumption of finite and aggressive resources for grain production. The microorganisms *Priestia arybathaii* and *Priestia megaterium* have scientific backing, as they produce exopolysaccharides (EPS) that play a crucial role in regulating the movement of nutrients and water toward plant roots, mitigating the effects of water stress. This study aims to evaluate the agronomic efficacy of the product "ESTIVE" *Priestia arybathaii* (syn. *Bacillus arybathaii*) + *Priestia megaterium* (syn. *Bacillus megaterium*) for the growth of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) in five different edaphoclimatic conditions.

* Autor correspondente:

qualidade@biotainova.com.br

Recebido: 12/02/2024.

Aprovado: 10/06/2024.

Como citar: Baumer Franceschini, S., Padula Paz, I. C., & Martins Guimarães, A. . EFICÁCIA AGRONÔMICA DO PRODUTO ESTIVE (*Priestia arybathaii* + *Priestia megaterium*) SOBRE O CRESCIMENTO DE SOJA EM CINCO CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DIFERENTES. Revista Inova Ciência & Tecnologia/Innovative Science & Technology Journal. Recuperado de <https://periodicos.iftm.edu.br/index.php/inova/article/view/1377>

Editores:

Dra. Vanessa Cristina Caron 

Dr. Arcangelo Loss 

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.



The results showed a significant increase in soybean growth in height, dry weight, and productivity with the use of the inoculant, demonstrating its adaptability in different regions. There was a notable increase of 2 to 15 bags/hectare in productivity compared to the absolute control. It is concluded that the inoculant has significant potential to optimize crop development in various environments, emerging as a promising strategy to boost soybean production efficiently and sustainably.

Keywords: Water stress. *Glycine max* L.. Inoculant. Growth-promoting microorganisms. Sustainability.

INTRODUÇÃO

O cultivo de soja está entre as atividades que apresentam um dos maiores crescimentos econômicos na agricultura (Fulaneti, 2022). O Brasil, especificamente, é o maior produtor mundial, estimativas preveem uma produção representativa de cerca de 162,43 milhões de toneladas em aproximadamente 45,3 milhões de hectares para a safra 2023/24 (Conab, 2023). O uso do grão é bastante diverso e engloba a fabricação de ração, óleo, biocombustível, além do setor industrial (Güzeler *et al.*, 2016). No entanto, a crescente demanda por soja tem levado à adoção de práticas agrícolas intensivas, caracterizadas pelo uso excessivo de insumos químicos. Embora, inicialmente isso possa aumentar a produtividade, essa abordagem pode tornar as lavouras mais vulneráveis às mudanças climáticas, criando um ciclo de dependência prejudicial ao meio ambiente e à sustentabilidade a longo prazo (Belo *et al.*, 2012).

Esta preocupação é exacerbada pela diversidade climática do Brasil, onde as variações regionais se combinam com o aumento das temperaturas médias globais, expondo as culturas a períodos de estiagem intensos com frequência crescente (Magalhães, Gabrielle de Oliveira *et al.*, 2021). As mudanças climáticas, associadas ao aquecimento global, contribuem para a ocorrência de eventos extremos, como ondas de calor, secas prolongadas e chuvas intensas. Esses fenômenos prejudicam diretamente a produção agrícola, comprometendo o desenvolvimento das culturas, a estabilidade dos métodos de cultivo e, futuramente, a segurança alimentar (Cenci; Lorenzo, 2020).

Conforme supracitado, a escassez de chuvas tem desafiado os agricultores, exigindo a implementação de estratégias para lidar com a estiagem. Visto que, essas condições adversas afetam diretamente o ciclo de vida das plantas, incluindo a germinação das sementes. A ocorrência da germinação depende diretamente da absorção de água e, a diminuição da disponibilidade desse recurso pode reduzir significativamente o número de sementes germinadas (De Castro *et al.*, 2023). Além disso, a deficiência hídrica nas fases subsequentes tem efeitos diretos na taxa fotossintética, uma vez que ocorre o fechamento dos estômatos para evitar a transpiração. Isso, por sua vez, prejudica o processo de fixação biológica de nitrogênio, resultando na diminuição do desenvolvimento vegetativo da cultura da soja (Thomas; Costa, 2010).

Nesse contexto desafiador, o manejo do solo se destaca como uma medida fundamental para a sustentabilidade agrícola. Práticas como a manutenção da cobertura vegetal e a adoção do sistema de cultivo sem revolvimento do solo são especialmente relevantes. A cobertura vegetal desempenha um papel crucial na

retenção hídrica, enquanto o plantio das sementes utilizando apenas os sulcos de semeadura evita a compactação do solo, que pode ser causada pelo uso de máquinas pesadas. Essa abordagem, combinada com a rotação de culturas, beneficia os produtores a longo prazo, promovendo a saúde do solo (Guimarães, 2020).

No entanto, mesmo com todos esses esforços, as perdas devido à estiagem ainda representam um desafio significativo. Diante desse cenário, a biotecnologia surge como uma aliada promissora, propondo novas ferramentas para a mitigação dos impactos ambientais do estresse hídrico, onde os microrganismos, especialmente as bactérias do gênero *Priestia* (= *Bacillus*) têm mostrado um efeito positivo significativo nas produtividades agrícolas. Os mecanismos de ação pelos quais essas bactérias trazem esse efeito tamponante são diversos, tais como produções de osmólitos relacionados à homeostase, produção de enzimas relacionadas ao estresse oxidativo e a redução dos níveis de etileno na planta, etc (Cunha *et al.*, 2023). *Priestia aryabathai* e *Priestia megaterium* já são microrganismos com comprovação científica, destacando-se pelo fato de produzirem exopolissacarídeos (EPS), esse biofilme desempenha um papel essencial na regulação da movimentação dos nutrientes e da água em direção às raízes das plantas (Guimarães *et al.*, 2022).

Além disso, os microrganismos têm demonstrado habilidade em promover o crescimento e desenvolvimento das culturas, ao mesmo tempo em que melhoram a fertilidade do solo (Martins, 2020). O uso da biodiversidade microbiana se mostra como uma alternativa eficaz ao uso excessivo de produtos químicos, aumentando a resiliência, e conseqüentemente, conseguindo manter o metabolismo da planta ativo (De Castro *et al.*, 2023). Neste sentido, o presente trabalho tem sua importância justificada por fortalecer o incentivo de pesquisas e estudos na área, que, por sua vez, é um modo de alavancar o desenvolvimento do conhecimento científico voltado às tais práticas (Oliveira *et al.*, 2020).

Diferentes mecanismos de ação das bactérias do gênero *Priestia* spp. estão relacionadas a redução dos impactos dos estresses abióticos sobre a produtividade das lavouras, tais como acúmulo de osmólitos, compostos antioxidantes e produção de biofilme no entorno das raízes, o que contribui para o uso mais eficiente de água e nutrientes sob condições adversas, assim como reduz o impacto do estresse oxidativo. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a eficácia agrônômica de diferentes doses do inoculante "ESTIVE", em sua formulação líquida à base de *P. aryabathai* e *P. megaterium*, sobre a produtividade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em cinco diferentes condições edafoclimáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas experimentais: Os experimentos foram implantados entre novembro e dezembro de 2022, em cinco áreas experimentais, onde foram cultivadas plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). A escolha das diferentes áreas foi realizada a fim de abranger todo o território nacional, buscando validar a tecnologia sob condições edafoclimáticas diversas. Abaixo, a descrição das áreas experimentais (Quadro 1):

Quadro 1: Descrição detalhada 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° 44'3" 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 (Latosolo 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' 52" S, Long. 48° 25' 17" 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 (Latosolo Vermelho) e clima tropical.
Data de implantação:	16/12/2022
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 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 (Latosolo 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' 59" S, Long. 49° 15' 12" 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 (Latosolo Vermelho-distrófico) e clima tropical.
Data de implantação:	20/12/2022
Data de Avaliação:	20/04/2023

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

Implantação do experimento: Foi realizado o controle fitossanitário ao longo do experimento. As especificações da cultura 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	VARIETADE DA PLANTA	GRUPO DE MATURAÇÃO	ADUBAÇÃO DO SOLO
1	CREDENTZ CZ 37B39 12x	7.3	500 kg.ha ⁻¹ de NPK 02-23-23
2	NEAGEN NEO 720 12x	7.2	80 kg.ha ⁻¹ de NPK 06-27-06 + 150 kg.ha ⁻¹ de KCL aos 30 DAE
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	7.3	250 kg.ha ⁻¹ de NPK 10-46-10 + 160 kg.ha ⁻¹ de KCL
5	BRASMAX – BONUS I PRO	7.9	200 kg.ha ⁻¹ de MAP

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

Agente biológico: O potencial produto testado (ESTIVE), em formulação líquida, foi produzido à base das bactérias *Priestia arybathaii* (sin. *Bacillus arybathaii*) BIB 01141 – 1×10^9 UFC/mL + *Priestia megaterium* (sin. *Bacillus megaterium*) BIB 01140 – 1×10^9 UFC/mL, ambas obtidas de solo rizosférico e pertencentes à bacterioteca da empresa BIOTA INNOVATIONS. No transcorrer do experimento, o produto ESTIVE foi aplicado nos sulcos de semeadura, enquanto o grupo controle negativo (testemunha) foi submetido à aplicação de água esterilizada. Ademais, utilizou-se o microrganismo *Azospirillum brasilense* (AbV5) 2×10^8 UFC/mL, como controle positivo, 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), na área cinco (5) foram realizadas cinco (5) repetições, a diferença se deve à homogeneidade da área 5. Cada parcela foi composta por 6 linhas de 8 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 à 4 inferiores a testemunha, 5 sem diferença dos tratamentos em relação a testemunha e 6 à 10 com melhor desenvolvimento vegetativo 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 5 plantas por parcela aos 21 DAE (dias após emergência) e no período reprodutivo (estádio fenológico R1 - início do florescimento), onde as amostras foram acondicionadas separadamente em sacos de papel identificados e submetidas estufa de fluxo contínuo à 65°C até a massa ficar constante. Após o processo foi realizada a pesagem das plantas (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 5 plantas aleatoriamente nos períodos vegetativos e reprodutivos (estádios fenológicos V3, V10 e R1) nas áreas um (1) e quatro (4) e (estádios fenológicos V4, V10 e R1) nas áreas dois (2), três (3) e cinco (5) (De Rezende, De Arruda 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 5 plantas aleatoriamente na parcela (Junior *et al.*, 2022).

Sintomas de fitotoxicidade: As avaliações foram realizadas aos 7 e 14 DAS (dias após semeadura) nas áreas um (1), dois (2), três (3) e cinco (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 um (1), dois (2) e quatro (4) e de 8 m² (4 linhas centrais 4 metros) nas áreas três (3) e cinco (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 ESTIVE, 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. Já o tratamento Azototal consistiu em uma aplicação via tratamento do grão, onde 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. O Azototal é o controle positivo do experimento, tecnologia já aprovada e validada pelo MAPA para a promoção de crescimento e produtividade de cultivos. Porém, o produto ESTIVE passou por validação experimental, onde os ensaios foram conduzidos seguindo todos os padrões solicitados pelo MAPA (Brasil, 1981), visando a aprovação do potencial inoculante para fins comerciais. 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
T1	ESTIVE	100
T2	ESTIVE	200
T3	ESTIVE	300
T4	ESTIVE	500
T5	TESTEMUNHA	-
T6	AZOTOTAL	100 mL/50 kg de semente

Fonte: Elaborados 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 da média entre os tratamentos. Para estas análises o software R (R Core Team, 2017) foi utilizado em conjunto os pacotes Agricolae (Mendiburo, 2021) e ExpDes

(FERREIRA *et al.*, 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 Mendiburu}},
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

De acordo com os resultados obtidos, nas cinco áreas estudadas, nas doses de 200 a 500 mL.ha⁻¹, considerando o vigor inicial, as plantas contendo o tratamento ESTIVE apresentaram melhor desempenho em relação à testemunha. Considerando as doses citadas, nas áreas 3, 4 e 5 o vigor é superior ao padrão, à base de *Azospirillum brasilense*. Em relação aos tratamentos, a melhor dose, sendo superior aos valores da testemunha e do controle positivo, foi ESTIVE (500 mL.ha⁻¹) em todas as áreas analisadas (Tabela 1).

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

Tratamento	Vigor Inicial - (Nota 1-10) - 21 DAE				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	8,4 n.s.	5 b	5 b	7 n.s.	5 c
ESTIVE (100 mL.ha ⁻¹)	7,75 n.s	6 b	6 b	7,75 n.s.	6 b
ESTIVE (200 mL.ha ⁻¹)	8,5 n.s.	6,5 ab	7,5 a	8,75 n.s.	7,4 a
ESTIVE (300 mL.ha ⁻¹)	8 n.s.	7 a	7,75 a	8,5 n.s.	7,6 a
ESTIVE (500 mL.ha ⁻¹)	8,75 n.s.	8 a	8 a	9 n.s.	7 a
Controle positivo	8,25 n.s.	7,25 a	6,25 a	8,25 n.s.	6,2 b

Colunas seguidas de mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5%. N.S. - Não significativo.

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

O aumento do vigor das plantas tratadas com ESTIVE pode ser atribuído à capacidade do inoculante em regular os hormônios, promover o crescimento das plântulas e aumentar a resistência aos estresses abióticos. Isso sugere que o inoculante pode ter influenciado positivamente as taxas de germinação, o crescimento das plântulas e, consequentemente, o rendimento na produtividade dos grãos de soja. As diferenças observadas nas áreas 1 e 2, em relação ao controle positivo, podem ser atribuídas à variedade específica da cultura de soja utilizada e as condições ambientais diversas em cada área analisada. O vigor das plantas, como mencionado, é influenciado não apenas pelo tratamento aplicado, mas também pelas reservas energéticas armazenadas pela semente durante sua formação. Essas reservas energéticas afetam diretamente a atividade celular e o desenvolvimento inicial da planta após a germinação (Henning, 2010).

Considerando a massa seca da parte aérea, todas as formulações do produto "ESTIVE" proporcionaram aumento, independente da condição edafoclimática em que o ensaio foi conduzido. Os valores expressos na tabela são maiores em relação à testemunha e, na dose de 500 mL.ha⁻¹, os resultados são superiores em relação ao controle positivo (Tabela 2).

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

Tratamento	Massa seca da parte aérea (g) - 5 plantas/parcela									
	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	73,8 c	148,4 d	11,275 b	43,13 c	49,35 a	13,78 b	80,25 c	166,25 c	39,64 c	73,08 c
ESTIVE (100 mL.ha ⁻¹)	75,75 c	155,25 c	12,1 b	56,60 c	64,40 a	17,23 a	80,75 c	169,25 c	50,78 a	92,76 bc
ESTIVE (200 mL.ha ⁻¹)	85,25 b	162,75 b	13,775 ab	49,30 b	61,90 bc	17,10 a	99 b	178,25 b	52,28 a	94,68 a
ESTIVE (300 mL.ha ⁻¹)	95 a	163,5 b	14,725 a	52,93 b	67,03 a	18,18 a	103,5 a	191 a	54,20 a	97,68 a
ESTIVE (500 mL.ha ⁻¹)	93,5 a	168,25 a	17 a	67,83 a	64,60 a	17,98 a	107,75 a	185,75 a	51,02 a	97 a
Controle positivo	92,75 a	160,25 bc	16 a	64,78 a	55,68 a	15,85 b	98,25 a	174,5 b	44,94 b	87,72 b

Colunas seguidas de mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5%. N.S. - Não significativo.

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

A massa seca da parte aérea é um importante parâmetro na produtividade dos grãos, pois está associada com a acumulação de nutrientes pela cultura (Fageria *et al.*, 2008). Além disso, pode estar associado ao aumento da área foliar, crescimento de raízes, proporcionado pelo estímulo da bactéria para a produção de hormônios vegetais, assim como maior disponibilidade de nitrogênio para a planta (Santos; Fageria, 2008).

As bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV), desempenham um papel crucial nesse processo. Isso porque através de mecanismos como a fixação biológica de nitrogênio, a solubilização de fosfatos e a mineralização de compostos orgânicos elas podem aumentar a disponibilidade de nutrientes essenciais, como é o caso do nitrogênio, fósforo e potássio (Santos; Fageria, 2008).

Além disso, as BPCVs, como as do gênero *Azospirillum*, são conhecidas por estimular a produção de hormônios vegetais, como as auxinas, citocininas e giberelinas. Esses, são hormônios promotores do crescimento radicular e da expansão da área foliar, o que, por sua vez, segundo Bashan e de-Bashan (2010), contribui para

uma maior absorção de água e nutrientes, resultando em plantas com maior massa seca, conseqüentemente mais vigorosas, e corroborando para uma maior produtividade dos grãos.

Cabe salientar, que estes microrganismos são importantes por ajudar na tolerância ao estresse ambiental, entre estes o estresse hídrico. Isso acontece porque induzem a produção de osmólitos, como prolina e trealose, que colaboram para que as células vegetais mantenham o equilíbrio osmótico durante períodos de seca (Vurukonda *et al.*, 2016). Ramos *et al.* (2003) aponta, ainda, que a formação de biofilmes pelas BPCVs contribui para a proteção das raízes contra patógenos e condições adversas, o que, por sua vez, melhora a resiliência da planta.

Considerando a variável altura, são observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Para as doses de 100 a 500 mL.ha⁻¹, todos os tratamentos testados apresentaram altura média (cm) de plantas maiores, em relação à testemunha. Em relação ao controle positivo, a dose de 500 mL.ha⁻¹ apresentou melhores resultados (Tabela 3).

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

Tratamento	Altura (cm) - 5 plantas/parcela								
	Área 1			Área 2			Área 3		
	V3	V10	R1	V3	V10	R1	V4	V10	R1
Testemunha	20,8 n.s.	30,44 b	37,08 b	41,18 b	59,40 b	79,8 b	53,28 b	78,1 n.s.	101,85 n.s.
ESTIVE (100 mL.ha ⁻¹)	21,25 n.s.	30,85 b	38,8 b	44,48 a	62,60 b	79,85 b	56,15 a	78,78 n.s.	102,40 n.s.
ESTIVE (200 mL.ha ⁻¹)	20,7 n.s.	31,6 a	40,6 a	43,95 a	64 a	80,82 b	55,55 a	78,65 n.s.	102,8 n.s.
ESTIVE (300 mL.ha ⁻¹)	21,4 n.s.	31,85 a	41,25 a	46,30 a	65,15 a	83,5 a	57,75 a	80,25 n.s.	105,13 n.s.
ESTIVE (500 mL.ha ⁻¹)	21,7 n.s.	31,15 a	42,6 a	47,28 a	67,43 a	84 a	57,38 a	79,88 n.s.	103,18 n.s.
Controle positivo	21,55 n.s.	30,45 b	41,7 a	46,05 a	66,93 a	82,95 a	55,9 a	77,85 n.s.	102,80 n.s.

Tratamento	Altura (cm) - 5 plantas/parcela					
	Área 4			Área 5		
	V3	V10	R1	V3	V10	R1
Testemunha	21,26 b	37,15 n.s.	40,94 c	42,04 b	63,74 n.s.	91,65 b
ESTIVE (100 mL.ha ⁻¹)	24,01 a	37,95 n.s.	44,62 b	45,06 a	63,22 n.s.	93,07 ab
ESTIVE (200 mL.ha ⁻¹)	25,5 a	38,87 n.s.	46,69 a	45,62 a	64,24 n.s.	92,34 ab
ESTIVE (300 mL.ha ⁻¹)	25,82 a	39,18 n.s.	47,44 a	46,52 a	64,44 n.s.	95,14 a
ESTIVE (500 mL.ha ⁻¹)	26,38 a	38,31 n.s.	48,99 a	45,90 a	63,20 n.s.	93,58 a
Controle positivo	24,35 a	37,45 n.s.	40,96 a	45,68 a	62,24 n.s.	92,76 ab

Colunas seguidas de mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5%. N.S. - Não significativo.

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

Taiz e Zeiger (2013) apontam que um dos indicadores cruciais de vigor e saúde nas plantas é a altura, a qual pode refletir a capacidade de acessar e utilizar recursos essenciais, como água, luz e nutrientes. Em suma, alturas maiores tendem a estar associadas a um melhor desenvolvimento radicular e a uma maior eficiência na absorção de nutrientes. Essas alturas podem indicar um desenvolvimento radicular mais robusto e uma maior eficiência na absorção de nutrientes, o que é fundamental para o crescimento geral da planta. Fageria *et al.* (2008) apontam que plantas que possuem maior altura e maior peso usualmente correlacionam-se com melhor produtividade, considerando que as características em

questão indicam maior capacidade fotossintética e uma melhor estrutura para o suporte da carga de grãos.

Assim sendo, os resultados obtidos corroboram estes estudos anteriores, como de Santos e Fageria (2008), que apontam que a aplicação de nutrientes leva a um crescimento vegetativo mais vigoroso, maximizando os rendimentos das culturas, e destacam a importância da aplicação adequada de fertilizantes e outros insumos na promoção do crescimento vegetal. Ademais, a resposta supracitada à dose de 500 mL.ha⁻¹, superando o controle positivo, sugere que esse tratamento proporciona um ambiente nutricional otimizado. Bashan e de-Bashan (2010), nesse sentido apontam a aplicação

de inoculantes para a melhora significativa do crescimento, a partir da melhoria da disponibilidade de nutrientes e da promoção da saúde do solo.

Segundo Santos e Silva (2010), as plantas que têm ampla disponibilidade de nutrientes crescem mais, por conta do metabolismo eficiente. A bactéria *Priestia aryabhattai* ativa diferentes mecanismos e com isso consegue promover o crescimento da planta, isso está ligado diretamente a produção de fito hormônios como AIA, ácido abscísico, giberelina, além da produção de osmólitos e o aumento da taxa fotossintética. Kavamura (2012) comprovou que a síntese de compostos orgânicos com capacidade de solubilizar nutrientes, a fixação biológica de nitrogênio, os armazenamentos de nutrientes na biomassa, entre outras, dependem diretamente da biodiversidade de organismos vivos no solo e do acesso das plantas aos nutrientes, por conta disso, o milho conseguiu sobreviver a condições de seca após a utilização da bactéria supracitada.

Quando ao n° de vagens/planta houve um incremento significativo em quase todos os tratamentos em relação à testemunha e ao controle positivo, mostrando que o produto ESTIVE consegue atuar positivamente sobre componentes relacionados à produtividade. Na área 2, observou-se o maior incremento de n° de grãos/plantas, com 48,96% superior à testemunha. Conforme indica a Tabela 4.

Tabela 4: Incremento no n° de vagens/planta submetidas ao tratamento com o produto ESTIVE em cinco áreas experimentais.

Tratamento	N° vagens/planta - Incremento (%)				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	39,52 c	45,65 c	82,20 n.s.	39,52 c	60,6 c
ESTIVE (100 mL.ha ⁻¹)	42,55 c (7,66%)	57,25 b (25,41%)	82,40 n.s. (0,24%)	42,55 c (7,66%)	64,54 ab (6,50%)
ESTIVE (200 mL.ha ⁻¹)	44,05 b (11,46%)	61,75 b (35,52%)	85,98 n.s. (4,59%)	44,05 b (11,46%)	69,94 b (7,16%)
ESTIVE (300 mL.ha ⁻¹)	46,35 b (17,28%)	55 b (20,48%)	88,63 n.s. (7,82%)	46,35 b (17,28%)	75,38 a (24,38%)
ESTIVE (500 mL.ha ⁻¹)	50,55 a (27,90%)	68 a (48,96%)	82 n.s. (0%)	50,55 a (27,91%)	69,90 b (15,34%)
Controle positivo	42,9 c (8,55%)	58,925 b (29,08%)	88,78 n.s. (8,00%)	42,9 c (8,55%)	61,48 c (1,45%)

Colunas seguidas de mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5%. N.S. – Não significativo.

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

Houve resultados mais expressivos em uma área do que nas outras, como apontado na tabela anterior. Isso pode ser atribuído a alguns fatores ambientais, sobretudo o clima. Algumas condições, como temperatura, precipitação, radiação, variam entre as áreas e podem influenciar o crescimento e a produtividade. Uma área com uma distribuição mais uniforme de chuvas e temperaturas moderadas, por exemplo, pode constituir um ambiente mais favorável ao desenvolvimento e à expressão do potencial dos tratamentos aplicados (Fageria; Baligar; Jones, 2008).

O aumento no número de vagens por planta implica, por sua vez, em um maior potencial de produção total de grãos. Isso ocorre porque um maior número de vagens indica que a planta não apenas está crescendo vigorosa-mente, mas também alocando seus recursos e nutrientes

de maneira eficiente para a produção dos frutos, refletindo uma alta capacidade produtiva (Bashan; De-Bashan, 2010).

Isso também pode ser verificado considerando o número de grãos/planta (Tabela 5), pois também houve um incremento de 45,15% na área 2.

Tabela 5: Incremento no n° de grãos/planta submetidas ao tratamento com o produto ESTIVE em cinco áreas experimentais.

Tratamento	N° grãos/planta - Incremento (%)				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	95,24 d	112,3 c	141,2 c	95,24 d	120,06 b
ESTIVE (100 mL.ha ⁻¹)	102,15 b (7,25%)	144 b (28,23%)	169,7 b (20,18%)	102,15 b (7,25%)	144,26 a (20,15%)
ESTIVE (200 mL.ha ⁻¹)	105,25 bc (10,51%)	144 b (28,23%)	176,4 bc (24,93%)	105,25 bc (10,51%)	151,84 a (26,47%)
ESTIVE (300 mL.ha ⁻¹)	109,85 c (15,34%)	161,3 a (43,63%)	189,7 a (34,35%)	109,85 c (15,34%)	156,28 a (30,17%)
ESTIVE (500 mL.ha ⁻¹)	119,75 a (25,73%)	163 a (45,15%)	183,7 a (30,10%)	119,75 a (25,73%)	150 a (24,94%)
Controle positivo	103,05 b (8,20%)	149,9 b (33,48%)	148,7 c (5,31%)	103,05 b (8,20%)	126,42 b (5,30%)

Colunas seguidas de mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5%. N.S. – Não significativo.

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

Considerando o n° grãos/vagem não houve diferença significativa entre as áreas e os tratamentos testados, com exceção da área 2, onde os tratamentos obtiveram melhor desempenho em relação à testemunha e, na dose 500 mL.ha⁻¹, o valor foi maior em relação ao controle positivo (Tabela 6).

Esta diferença pode ser atribuída, sobretudo, às condições climáticas específicas da área 2. Logo, é importante salientar que validar uma tecnologia que possa ser usada em todo o Brasil prescinde considerar a diversidade de condições climáticas e edáficas encontradas em seu território. Sendo assim, aponta-se que seria importante uma variedade de estudos que demonstrem a eficácia de produtos como o ESTIVE em diferentes regiões, com diferentes condições, sobretudo climáticas.

Em suma, acerca dos dados apresentados na tabela anterior, os resultados novamente reforçam a eficácia do produto no tocante ao aumento de produtividade.

Tabela 6: N° de grãos/vagem submetidas ao tratamento com o produto ESTIVE em cinco áreas experimentais.

Tratamento	N° grãos/vagem – 5 plantas/parcela				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	2,4 n.s.	1,72 b	2,76 n.s.	2,4 n.s.	2,35 n.s.
ESTIVE (100 mL.ha ⁻¹)	2,4 n.s.	1,78 b	2,79 n.s.	2,4 n.s.	2,77 n.s.
ESTIVE (200 mL.ha ⁻¹)	2,4 n.s.	2,07 ab	3,25 n.s.	2,4 n.s.	2,78 n.s.
ESTIVE (300 mL.ha ⁻¹)	2,4 n.s.	2,20 a	2,89 n.s.	2,4 n.s.	2,46 n.s.
ESTIVE (500 mL.ha ⁻¹)	2,4 n.s.	2,48 a	2,75 n.s.	2,4 n.s.	2,33 n.s.
Controle positivo	2,4 n.s.	2,44 a	3,02 n.s.	2,4 n.s.	2,61 n.s.

Colunas seguidas de mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5%. N.S. – Não significativo.

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

O peso de mil grãos (PMG) não apresentou diferenças significativas em relação à testemunha (Tabela 7). As tecnologias utilizadas tendem a aumentar a parte aérea das plantas, promovendo o desenvolvimento de mais nós, o que resulta em um maior número de flores e, consequentemente, mais vagens e maior produtividade de grãos. Entretanto, o número de grãos por vagem são caracteres menos responsivos a tratamentos, os quais costumam ficar entre 1 a 3 grãos/vagem.

Tabela 7: Peso de mil grãos (PMG) submetidos ao tratamento com o produto ESTIVE em cinco áreas experimentais.

Tratamento	Peso de mil grãos (g) – Pós - colheita				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	172 n.s.	147,8 n.s.	141,5 n.s.	172 n.s.	140,40 n.s.
ESTIVE (100 mL.ha ⁻¹)	171,75 n.s.	150 n.s.	142,5 n.s.	171,75 n.s.	141,2 n.s.
ESTIVE (200 mL.ha ⁻¹)	172,5 n.s.	150 n.s.	141 n.s.	172,5 n.s.	142 n.s.
ESTIVE (300 mL.ha ⁻¹)	172,5 n.s.	145,5 n.s.	142,5 n.s.	172,5 n.s.	142,40 n.s.
ESTIVE (500 mL.ha ⁻¹)	172,5 n.s.	151,3 n.s.	141 n.s.	172,5 n.s.	141,60 n.s.
Controle positivo	172,75 n.s.	145 n.s.	142 n.s.	172,75 n.s.	141,20 n.s.

Colunas seguidas de mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5%. N.S. – Não significativo.

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

Os resultados da avaliação de fitotoxicidade do produto ESTIVE sobre a cultura da soja foram compilados e mostram uma visão de todas as áreas testadas. Notavelmente, em todas as condições avaliadas, incluindo diferentes áreas e doses, nenhum efeito fitotóxico foi detectado, como preconizado pela Instrução Normativa nº 53, de 23 de outubro de 2013 publicada pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para o desenvolvimento de novos produtos inoculantes (Dos Santos, R. *et al.*, 2023, Brasil, 2013). No entanto, os valores registrados para todos os parâmetros analisados foram consistentemente zero, indicando a ausência de impacto negativo do produto “ESTIVE” na cultura da soja (Tabela 8).

Tabela 8: Dados médios de fitotoxicidade. 1 – DAS – dias após semeadura; 2 – Médias originais; 3 – ns: não significativo.

TRATAMENTO	NOME COMERCIAL	DOSE UTILIZADA (g ou mL/ha) ¹	FITOTOXICIDADE (%)			
			7 DAS ¹		14 DAS ¹	
			MÉDIA ²	n.s. ³	MÉDIA ²	n.s. ³
T1	ESTIVE	100	0	n.s. ³	0	n.s. ³
T2	ESTIVE	200	0	n.s. ³	0	n.s. ³
T3	ESTIVE	300	0	n.s. ³	0	n.s. ³
T4	ESTIVE	500	0	n.s. ³	0	n.s. ³
T5	TESTEMUNHA	-	0	n.s. ³	0	n.s. ³
T6	AZOTOTAL	100 mL/50 kg de semente	0	n.s. ³	0	n.s. ³

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

O incremento significativo na produtividade da cultura foi verificado quando o produto ESTIVE, nas doses de 200 a 500 mL.ha⁻¹, promoveram contribuição

significativa de 2 a 15 sacos/hectare a mais que a testemunha absoluta. Isso indica que os microrganismos podem interagir significativamente com as plantas, independente do ambiente. Vale destacar que, independentemente das taxas de aumento nos parâmetros, o uso do produto sempre demonstrou dados significativamente superior aos obtidos na testemunha (Tabela 9).

Tabela 9: Incremento na produtividade (sacas. ha⁻¹) submetidas ao tratamento com o produto ESTIVE em cinco áreas experimentais.

Tratamento	Incremento - (Sacas.ha ⁻¹)				
	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Testemunha	-	-	-	-	-
ESTIVE (100 mL.ha ⁻¹)	2,54 c	0 c	7 c	2,54 c	9 a
ESTIVE (200 mL.ha ⁻¹)	3,81 b	6,13 b	12,10 _a	3,81 b	9,74 a
ESTIVE (300 mL.ha ⁻¹)	4,05 b	7,87 b	15,10 _a	4,05 b	10,75 _a
ESTIVE (500 mL.ha ⁻¹)	5,90 a	12,18 _b	9,92 _{ab}	5,90 a	9,24 a
Controle positivo	3,89 b	4,02 b	6,84 c	3,89 b	5,89 b

Colunas seguidas de mesma letra, não diferiram entre si pelo teste de Tukey 5%. N.S. – Não significativo.

Fonte: Elaborados pelos autores (2024).

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 controle positivo, em todas as áreas, nas doses de 300 a 500 mL.ha⁻¹ o produto ESTIVE apresentou melhor desempenho em relação ao Azototal com peso médio de 155,45 g (Tabela 2). Já em relação à altura, as doses de 100 a 500 mL.ha⁻¹ apresentaram melhor resultado em relação à testemunha. Além disso, os valores obtidos foram semelhantes ao controle positivo, em todos os tratamentos testados (Tabela 3). Levando em conta o número de grãos/planta, os resultados apresentaram um incremento médio de 23,71%, isso contribuiu para o aumento de produtividade de 2 a 15 sacos/hectare a mais que a testemunha absoluta (Tabela 5).

A associação das bactérias *P. megaterium* BIB01140 e *P. aryabathii* BIB01141, presentes no produto ESTIVE, mostraram efeito promotor de crescimento nas plantas de soja, em diferentes parâmetros nas cinco condições edafoclimáticas testadas, mostrando que o uso desses microrganismos agrega produtividade a cultura.

Parâmetros como massa seca da parte aérea, altura e produtividade foram significativamente influenciados pelo uso das bactérias *Priestia aryabathii* (sin. *Bacillus aryabathii*) e *Priestia megaterium* (sin. *Bacillus megaterium*) na maior parte das doses e em todas as condições edafoclimáticas testadas.

Nesse sentido, constatou-se que independente da dose testada e da área avaliada houve aumento significativo nos parâmetros associados a promoção de crescimento vegetal (Tabelas 01 a 09), com aumento significativo no vigor inicial, massa seca da parte aérea, altura, vagens/planta, grãos/planta e produtividade, com o uso do produto ESTIVE em comparação ao tratamento sem aplicação (testemunha).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram o impacto positivo significativo sobre o crescimento e a produtividade de plantas de soja tratadas com uma associação de duas bactérias (*P. aryabathai* e *P. megaterium*), indicando que o produto ESTIVE apresenta potencial para uso como inoculante agrícola em todas as doses testadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASHAN, Yoav; DE-BASHAN, Luz E. Como a bactéria promotora do crescimento vegetal Azospirillum promove o crescimento das plantas : uma avaliação crítica, **Avanços na agronomia**, v. 108, p. 77-136, 2010.
- BELO, M. S. S. P.; PIGNATI, W.; DORES, E. F. G. C.; MOREIRA, J. C.; PERES, F. Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso : um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais, **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 37, p. 78-88, 2012.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 53, de 23 de outubro de 2013**. Estabelece as disposições e critérios para registro de estabelecimento, produto e cadastro e os procedimentos a serem adotados na inspeção e fiscalização da produção, importação, exportação e comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes, remineralizadores, substrato para plantas e materiais secundários: seção 3, p. 24-30. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-53-2013-com-as-alteracoes-da-in-3-de-15-01-2020.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- BRASIL. **Lei Nº 6.934, de 13 de julho de 1981**. 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. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/16934.htm#Acesso em: 23 nov. 2023.
- CENCI, D. R.; LORENZO, C. A mudança climática e o impacto na produção de alimentos: alguns elementos de análise da realidade brasileira e argentina. **Revista Direito em Debate**, v. 29, n. 54, p. 32-43, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21527/2176-6622.2020.54.32-43>. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/revistadireitoemdebate/article/view/11446>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a Agropecuária**. Brasília, DF: Conab, 2023. 92 p.
- CUNHA, E. T.; ARISI, A. C. M.; SOARES, C. R. F. S. **Efeitos do estresse subletal em bactérias promotoras de crescimento vegetal**: revisão sistemática e aplicação em inoculantes de Azospirillum brasilense para milho. Disponível em: https://bdt.d.ibict.br/vufind/Record/UFSC_9aad14f51b16c257d63813b679038910. Acesso em: 23 nov. 2023.
- DE CASTRO, I. P.; DA SILVA, W. F. Tolerância ao déficit hídrico na germinação de sementes de soja tratadas com Bacillus aryabhattai. **Cerrado Agrociências**, v. 14, p. 46-55, 2023.
- DE OLIVEIRA MAGALHÃES, G.; DUARTE, E. R.; ZAWADZIK, F.; BERTOLINI, E.; PADUAN, F. N.; LAJÚS, C. R.; MIYASHIRO, C. F.; SAUER, A. V. Agricultura e sustentabilidade: mudanças climáticas e modificações no desenvolvimento agropecuário. **Divers@!**, v. 14, n. 1, p. 100-112, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/diver.v14i1.80514>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- DOS SANTOS, R.; GRZEGOZEWSKI, D. M.; DE AZEREDO, A. R.; DE AZEREDO, R. P.; DE AZEREDO, C. A. F. Avaliação do inoculante BR 29+ BR 10141+ BR 10788 (Bradyrhizobium elkanii+ Bacillus subtilis+ Paraburkholderia nodosa) na promoção do crescimento na cultura da soja (Glycine max). **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 11, p. 30357-30382, 2023.
- DE REZENDE, P. M., & DE ARRUDA CARVALHO, E. Avaliação de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. **Ciências Agrárias**, n. 31, v. 6, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000600003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/P3BvZc-jYffsqY7DdsHKBS5c/?lang=pt>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- GUIMARÃES, D. P. **Clima e agricultura**. 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1122616?locale=es>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12081748>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/8/1748>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- HENNING, F. A.; MERTZI, L. M.; JUNIOR, E. A. J.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, v. 69, p. 727-734, 2010.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; BARBOSA FILHO, M. P.; PAULA RIBAS, I. C. **Massa da matéria seca da parte aérea e absorção de nitrogênio pelo feijoeiro em solo de várzea**. 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/216137/massa-da-materia-seca-da-parte-aerea-e-absorcao-de-nitrogenio-pelo-feijoeiro-em-solo-de-varzea>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.

- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese)**. [S.l.]: [s.n.], 2013. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2023
- 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. 74 f. Dissertação (Mestrado) - 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: 26 nov. 2023.
- GÜZELLER, Nuray; YILDIRIM, C. **A utilização e processamento de soja e produtos de soja**. [S.l.], [s.n.], 2016.
- JUNIOR, A. F. C., SOUZA, M. C., MARTINS, A. L. L., LIMA, C. A., DE SOUSA, K. Â. O., SANTANA, P. A. A. C. P., ... & CHAGAS, L. F. B. Eficiência de *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.
- MARTINS, D. N. Comparação entre o *Bacillus megaterium* E *Pseudomonas fluorescens* no desenvolvimento e reprodução da cultura do milho. [S.l.]: [s.n.], 2020.
- OLIVEIRA, S. L.; FERREIRA, J. S.; BRANDÃO, M. H.; MOREIRA, A. C. S.; DA CUNHA, W. V. Efeito da aplicação de *Bacillus aryabhattai* no crescimento inicial do feijoeiro sob diferentes capacidades de campo, **Revista do COMEIA**, v. 2, p. 10-19, 2020.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, abr-jun, 2006.
- R CORE TEAM (2017) R: Uma Linguagem e Ambiente para Computação Estatística.
- 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. DOI:<https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000100003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/ypTskzwDHqsRFSm8rc-7Tpvk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- THOMAS, A. L; COSTA, J. A. **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/255741>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- TRENTIN, I. C. L. A crise da agropecuária e as mudanças climáticas no Rio Grande do Sul-Brasil. **Revista Foco**, v. 16, n. 11, p. e3361-e3361, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n11-125>. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/3361>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- RAMOS, B.; GARCÍA, J. A. L.; PROBANZA, A.; BARRIENTOS, M. L.; MAÑERO, F. J. G. Alterações na comunidade rizobacteriana associadas ao crescimento do amieiro europeu quando inoculado com a cepa PGPR *Bacillus licheniformis*. **Botânica Ambiental e Experimental**, v. 49, n. 1, pág. 61-68, 2003.
- SANTOS, D.R.; SILVA, L. S. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. [S. l.]: [s.n.], 2010.
- SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K. **Produção de arroz irrigado em solos de várzea**. Brasília (DF): Embrapa, 2008.
- VURUKONDA, S. S. K. P.; VARDHARAJULA, S.; SHRIVASTAVA, M.; SKZ, A. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. **Microbiological Research**, v. 184, p. 13-24, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 5th ed. **Sunderland**: Sinauer Associates, 2013.
- 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, p. 647-657, 1991