



Um Centro Universitário feito com você!

**SOCIEDADE EDUCACIONAL GARDINGO LTDA. – SOEGAR
CENTRO UNIVERSITÁRIO VÉRTICE – UNIVÉRTIX**

TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA – 2024/01



COORDENAÇÃO DE CURSO: PROFA. D. Sc. IRLANE TOLEDO BASTOS

PROFESSORA RESPONSÁVEL: PROFA. M. SC. RENATA APARECIDA FONTES

MATIPÓ, 2024

TRABALHOS PRESENTE NESTE VOLUME

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO DA BACTÉRIA *Bacillus aryabhatai* NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA

DESEMPENHO DE SEMENTES DE MILHO INOCULADAS COM *Azospirillum brasilense* E EXTRATO DE ALGAS

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO DA BACTÉRIA *Bacillus aryabhatai* NO DESENVOLVIMENTO DA SOJA

ACADÊMICOS: Estéfane Aparecida Ferreira Ferraz de Lima e Leonardo Silva Sampaio.

ORIENTADORA: Aline Aparecida Martins Rolim

LINHA DE PESQUISA: Fitotecnia; Produção e Beneficiamento de Sementes.

RESUMO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial da cultura da soja. Dos fatores da produção agrícola, o clima é o de mais difícil controle e com maior impacto na obtenção de máximas produtividades. Estresses abióticos, como a seca, excesso de chuvas etc. podem reduzir significativamente os rendimentos em lavouras. A bactéria *Bacillus aryabhatai* vem sendo estudada na eficiência da inoculação das sementes de soja para amenizar os efeitos causados pelo estresse hídrico nas plantas. Portanto, este trabalho teve por objetivo analisar a eficiência da inoculação da bactéria *B. aryabhatai* no desenvolvimento da soja submetidas ao déficit hídrico. Foi utilizada a bactéria promotora de crescimento *B. aryabhatai* na inoculação de tratamento das sementes via sulco de plantio e em pulverização quando as plantas atingiram o estágio fenológico de V4. Os tratamentos utilizados foram: T1: inoculado com *B. aryabhatai* sem déficit hídrico; T2: não inoculado sem déficit hídrico; T3: não inoculado com déficit hídrico; T4: inoculado com *B. aryabhatai* com déficit hídrico. O déficit hídrico foi determinado por 45% da capacidade de campo da cultura e inserido no estágio V4. Quarenta dias após o plantio da soja foi realizada a avaliação do experimento em que se analisou a altura da planta, sistema radicular o diâmetro do caule, peso da massa fresca e massa seca da parte aérea e da raiz. No presente trabalho, a inoculação pelas bactérias *Bacillus aryabhatai* não se mostrou eficiente. Acredita-se que as condições de realização do experimento reduziram a eficiência da inoculação.

PALAVRAS-CHAVE: déficit hídrico; inoculação; *Glycine max*; *Bacillus aryabhatai*.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, atualmente, é o maior produtor e exportador mundial da cultura da soja. Conforme dados do 12º Levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a safra 2022/23 alcançou 154.617,4 mil toneladas. Esses resultados aconteceram devido às excelentes condições climáticas ocorridas na maioria das regiões produtoras (CONAB, 2023).

As condições edafoclimáticas requisitadas para desenvolvimento e produtividade da soja são: temperatura, fotoperíodo e a oferta hídrica, sendo a temperatura ideal para o desenvolvimento em torno de 30°C e de 25°C para a germinação. A necessidade fotoperiódica dependerá do fotoperíodo crítico de cada

cultivar. Já a água, representa cerca de 90% do peso da planta e realiza diversos processos fisiológicos e químicos (Farias; Nepomuceno; Neumaier, 2007).

Dos fatores da produção agrícola, o clima é o de mais difícil controle e com maior impacto na obtenção de máximas produtividades. A imprevisibilidade do clima confere às adversidades como principal fator de risco e de insucesso na exploração agrícola. Estresses abióticos, como a seca, excesso de chuvas, temperaturas muito altas ou baixas etc. podem reduzir significativamente os rendimentos em lavouras (Neumaier; Nepomuceno, 2021).

A disponibilidade de água é importante, principalmente nas fases de germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Sua falta pode afetar a produção de energia e nutrientes, estrutura celular e o desenvolvimento das plantas. Por isso, é importante garantir o fornecimento adequado de água para as plantas, de modo especial em áreas onde a disponibilidade hídrica é limitada ou em épocas de seca prolongada (Carvalho, 2023).

Na inoculação via semente, vem sendo usados microrganismos no sulco de semeadura ou pulverização foliar sobre a cultura, como *Bradyrhizobium sp.* (fixação de nitrogênio), *Azospirillum sp.* (promoção de crescimento de raízes), *Bacillus megaterium* (promoção de crescimento e solubilização de fosfatos), *Pseudomonas fluorescens* (promoção de crescimento), Biobokashi, prática que auxilia o desenvolvimento dos microrganismos. O *Bacillus aryabhattai* (resistência a seca) auxilia o desenvolvimento de culturas (Fulaneti, 2022). Diante disso, vem se buscando uma forma de reduzir os efeitos causados pelo déficit hídrico na cultura da soja (Jha, 2018).

A bactéria *B. aryabhattai* vem sendo amplamente estudada na eficiência da inoculação das sementes de soja para amenizar os efeitos causados pelo estresse hídrico nas plantas, que acarretam perdas de produção ocasionadas pela má formação e desenvolvimento da planta.

Contudo, este trabalho teve por objetivo analisar a eficiência da inoculação da bactéria *Bacillus aryabhattai*, no desenvolvimento da soja submetidas ao déficit hídrico.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Cultura da Soja

Originária da costa leste da Ásia, ao longo do rio Yangtse, na China, a soja foi introduzida no ocidente no século XVIII, inicialmente na Europa. Atualmente, é cultivada em todas as regiões do Brasil (Bretschneider, 1882; Gazzoni; Dall'agnol, 2018). Trata-se de uma das principais culturas do mundo, devido a sua relevância na economia mundial, importância na segurança alimentar. Os maiores produtores de soja do mundo são Brasil, Estados Unidos, Argentina, China e Paraguai (USDA, 2020). Seu ciclo de vida é anual variando de 70 a 200 dias com germinação epigea de cotilédones de forma oval elíptica, podendo ser afetada por fatores relacionados às sementes, ou fatores ambientais (França, 2016; Silva; Borém, Sediyma, Câmara 2022; Zanon, 2022).

No Brasil, o déficit de água é um dos principais limitantes para que a soja atinja seu potencial total e causa diferenciação nas produtividades de grãos entre diferentes safras (Farias; Neponuceno; Neumaier, 2007).

Quando a planta absorve menos água do que ela transpira, ocorre a deficiência hídrica, sendo caracterizado por possível alta taxa de transpiração das plantas de soja, retenção osmótica da água e secamento do solo (Bergamaschi; Bergonci, 2017). Como defesa ao estresse hídrico, as plantas utilizam mecanismos para diminuir os danos, assim, processos fisiológicos são alterados (Taiz; Zaiger, 2013).

2.2 Bactérias do gênero *Bacillus*

O gênero *Bacillus* é composto por 191 espécies e quatro subespécies, naturalmente encontradas no solo, ar e água (CANADÁ, 2018). São bactérias Gram-positivas aeróbias ou anaeróbias facultativas, apresentando ou não flagelos para locomoção e com capacidade de formação de endósporos, para sobrevivência a condições desfavoráveis. Desse gênero, poucas são patogênicas e as benéficas têm grande importância industrial (Rabinocitch; Oliveira, 2015).

São encontradas em diversos nichos ambientais, incluindo a rizosfera das plantas, onde colonizam as raízes e formam biofilmes, os quais são compostos por células microbianas envoltas por uma matriz exopolissacarídica, formando micro ecossistemas. Esses biofilmes podem produzir metabólitos que estimulam os fitormônios vegetais a solubilização e mobilização de nutrientes no solo, induzindo o crescimento das raízes promovendo o melhor desenvolvimento de plantas (Kilian, 2000).

Alguns estudos mostram que os *Bacillus* favorecem a regulação e produção de hormônios e reguladores vegetais. Reduzindo os efeitos dos estresses abióticos nas plantas (Ramírez, 2019).

2.3 *Bacillus aryabhattai*

Bacillus aryabhattai é uma espécie de bactéria pertencente ao gênero *Bacillus*, que tem sido frequentemente estudada devido aos seus potenciais de aplicação em vários setores, desde a agricultura, até sua utilização no tratamento de efluentes, limpeza, biorremediação, tratamento séptico, desodorização e na produção de enzimas e produtos químicos (Government of Canada, 2018).

Elas promovem o crescimento e o desenvolvimento das plantas, melhoram a disponibilidade de nutrientes, estimulam a germinação de sementes, o crescimento das raízes, aumentam o rendimento da cultura (Marulanda, 2009; Harthmann, 2010; Melo, 2015).

O *Bacillus aryabhattai* desenvolve uma barreira física, chamada de biofilme, que é composta por populações microbianas aderidas umas às outras ou a uma superfície. Além disso elas também produzem enzimas antioxidantes que detoxificam os compostos que causam danos ao DNA e às estruturas celulares, formadas pelas células quando submetidas ao estresse hídrico (May, 2019).

A eficiência desse gênero de bactéria foi primeiramente descoberta em estratos atmosféricos (Shivaji, 2009) e, posteriormente, verificada na rizosfera de plantas de mandacaru (*Cereus jamacaru*) do Nordeste brasileiro. Isso levou-a a ser relacionada a uma possível alternativa biológica para a promoção de tolerância a déficit hídrico nas culturas do milho e soja, por demonstrar promoção de crescimento por meio de mecanismos como: regulação de fitormônios, solubilização de nutrientes minerais e ação antagônica para patógenos de plantas.

2.4 Déficit hídrico

No estresse por déficit hídrico, quando inicial e leve, geralmente as plantas ainda conseguem absorver a água do solo, porém diminuindo o seu potencial hídrico nas folhas e ajustando o fechamento estomático para evitar maior perda d'água por evapotranspiração de modo com que a seca progrida (Seki, 2007). Já quando o déficit é intenso, acarretam diversos radicais livres tóxicos para as células vegetais nas plantas. Nesse momento, é possível verificar a mudança comportamental de

expressão de genes relacionados à tolerância à seca (Goswami; Banerjee; Raha, 2013; Pereira, 2012; Mesquita, 2020).

Em condições de déficit hídrico, o equilíbrio entre a produção de fotoassimilados e a demanda para o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos é severamente afetado (Ferrari, Paz e Silva, 2015).

Em muitas espécies, como o milho e girassol, o número de folhas é determinado geneticamente. Entretanto, se ocorrer déficit hídrico antes do florescimento das plantas, o número de folhas é reduzido, aumentando a senescência das folhas devido ao solo seco (Silva, 2020), causando prejuízos para as plantas.

3 Metodologia

3.1 Instalação do experimento

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Fazenda Escola do Centro Universitário Vértice - Univértix, campus Matipó, a decorrer dos meses de fevereiro a abril de 2024, nas coordenadas geográficas de latitude 20°16'13.19"S e longitude 42°21'19.61"O.

O referido estudo trata-se de uma pesquisa de caráter experimental, a qual, segundo Fontelles (2009), envolve algum tipo de experimento, em que o pesquisador participa ativamente na condução do trabalho, processo ou do fato avaliado, agindo na causa, modificando, e avaliando as alterações encontradas. O pesquisador seleciona as variáveis que serão analisadas, define a forma de controle e observa os efeitos no objeto de estudo, em condições pré-estabelecidas.

3.2 Crescimento das plantas

Para realização do experimento, foi utilizada a cultivar de soja Anta 82 RR. As sementes de soja foram submetidas a inoculação recebendo uma dosagem de 1,2 ml do inoculante *Bradyrhizobium* que, por sua vez, auxilia no processo de fixação de nitrogênio.

Posteriormente as sementes foram semeadas em sacos plásticos que foram preenchidos com 2Kg de substrato constituído de uma mistura 1:1 de casca de pinheiro (Tropstrato R) e terra de barranco. O material foi submetido a uma análise laboratorial para a determinação das suas características químicas, em que se

evidenciou que ambos os substratos estavam adequados para o plantio não sendo necessário fazer correções da acidez (calagem).

Foram semeadas três sementes por saco (com dimensões de 18cm x 26cm). No momento do plantio, foi feita uma adubação fosfatada e potássica utilizando como fonte de Pentóxido de Fósforo (P_2O_5), o Super Simples. A fonte de potássio (K) foi o Cloreto de Potássio (KCl), com as respectivas dosagens 2,3g e 7,7g adequadas conforme as necessidades exigidas (Anexo 1), de acordo com Ribeiro (1999).

As plantas foram mantidas na casa de vegetação distribuídas em forma de Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), durante o experimento, e irrigadas conforme necessário, até atingirem o estágio de V4 (Três trifólios completamente desenvolvidos). As plantas também foram desbastadas com o auxílio de uma tesoura mantendo apenas uma por saquinho, sendo essa a mais vigorosa e mais centralizada.

A partir do estágio V4, foi aplicado o déficit hídrico. As plantas foram agrupadas por tratamentos e levadas para um local de fácil acesso onde foi possível controlar o déficit hídrico com uma maior precisão. Lá as plantas foram agrupadas em linhas: de um lado ficaram as plantas que foram submetidas ao déficit e do outro as plantas sem déficit; o que também facilitou o momento de pesagem.

3.3 Tratamentos

Foi utilizada a bactéria promotora de crescimento *B. aryabhatai*, na inoculação de tratamento das sementes via sulco de plantio e em pulverização quando as plantas atingiram o estágio fenológico de V4. A bactéria foi obtida no produto comercial Acta Ary®, o qual é um produto microbiológico, com concentração de $1,0 \times 10^9$ UFC. O microrganismo age com um biofilme radicular, indutor de resistência à seca, promotor de crescimento e auxilia o controle da severidade dos nematoides, otimizando o uso da água pela planta, retomando de forma mais rápida o ciclo produtivo após eventos de estresse (Acta Bio, 2024).

Os tratamentos utilizados foram: T1: inoculado com *B. aryabhatai* sem déficit hídrico; T2: não inoculado sem déficit hídrico; T3: não inoculado com déficit hídrico; T4: inoculado com *B. aryabhatai* com déficit hídrico. O déficit hídrico foi determinado por 45% da capacidade de campo da cultura e inserido no estágio V4. Cada tratamento foi composto por 5 repetições. Os tratamentos T1 e T4 receberam a

inoculação da seguinte forma: foram diluídos 2,5 ml do produto comercial em 97,5 ml de água; após a diluição foram adicionados 1 ml da mistura no fundo de cada sulco de plantio. Ao atingirem o estágio de V4, as plantas passaram por uma pulverização em que foi feita uma nova aplicação via foliar do produto.

3.4 Avaliações

Quarenta dias após o plantio da soja, foi realizada a avaliação do experimento quando se analisou a altura da planta, comprimento da raiz, diâmetro do caule, peso de massa fresca da parte aérea e do sistema radicular, peso da massa seca da parte aérea e sistema radicular e o número de folhas. Para se avaliar a altura das plantas, foi utilizada uma régua graduada em centímetros, sendo medidas a parte aérea do coleto até a última folha completamente expandida.

Para o sistema radicular, foi realizada a medição do comprimento da raiz com o auxílio de uma régua e o seu volume de matéria verde foi dado calculado com ajuda de uma balança de precisão.

O diâmetro do caule foi aferido com o uso de um paquímetro e o número de folhas foi determinado por uma contagem direta.

O peso da matéria fresca e seca foi determinado a partir de uma balança de precisão.

3.5 Análise estatísticas

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 5 repetições. Cada unidade experimental correspondeu a um saco de plástico contendo uma planta. Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância — pelo programa de análise de variância Sisvar — e as médias dos tratamentos foram submetidas ao Teste de Tukey com nível de variância de 5%.

4 RESULTADOS

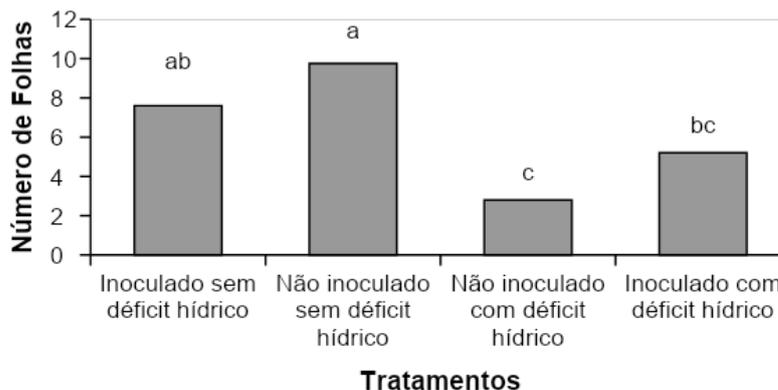
Aos sete dias de acompanhamento, não se obteve diferenciação clara entre os experimentos. Notou-se apenas o murchamento e amarelecimento de algumas plantas não inoculadas com déficit hídrico (T3). No décimo dia de avaliação, foi notado uma murcha evidente e secamento de algumas folhas.

Após 15 dias de experimento e submetendo as plantas ao déficit hídrico de 45%, o tratamento 3 apresentou murcha, secamento e morte, não resistindo ao estresse hídrico; já o tratamento 1 se manteve em pleno desenvolvimento. Em algumas plantas, foi possível observar florescimento.

As cultivares controle, que não receberam a bactéria e não foram submetidas ao déficit (T2), mantiveram seu ciclo vegetativo com pleno vigor chegando ao estágio de florescimento. Já as cultivares, que receberam a inoculação com a bactéria e não foram submetidas ao déficit (T1), não se diferenciaram do T2 em relação ao desenvolvimento e florescimento.

Os resultados do teste de Tukey revelaram que, na avaliação do número de folhas, observou-se que o T2 — não inoculado sem déficit hídrico — apresentou melhor média que os tratamentos T3 — não inoculado com déficit hídrico — e T4 — inoculado com déficit hídrico. Não houve diferenciação do T1, inoculado sem déficit hídrico (Figura 1).

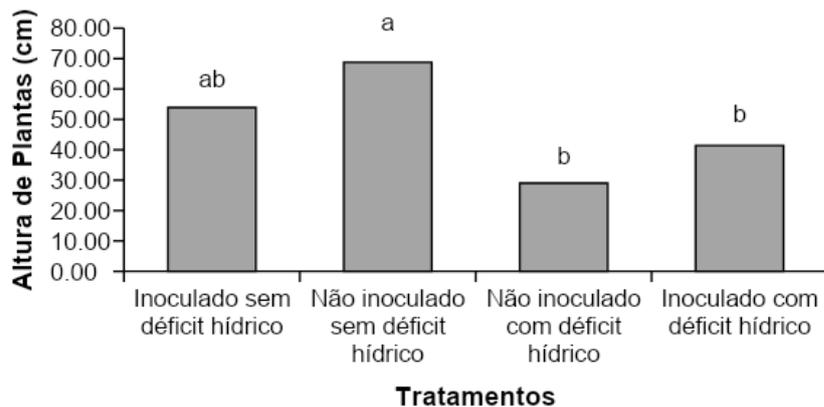
Figura 1 - Resultados médios do número de folhas obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Já em relação aos resultados médios para a altura de plantas, observados na Figura 2, é possível evidenciar que o T2 — não inoculado sem déficit hídrico — apresentou melhor média que os tratamentos T3 — não inoculado com déficit hídrico — e T4, inoculado com déficit hídrico. Não houve diferenciação do T1, inoculado sem déficit hídrico.

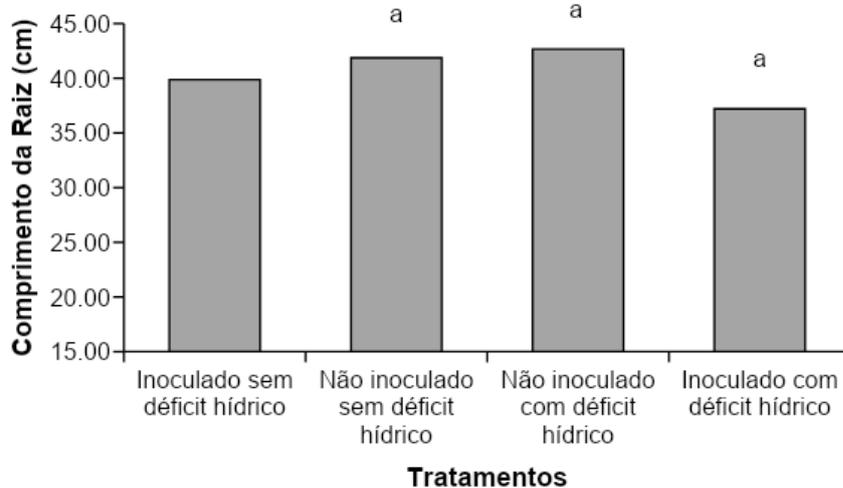
Figura 2 - Resultados médios da altura das plantas obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte: Dados da pesquisa.

Verificou-se que não houve efeito da bactéria *B. aryabhatai* e do déficit hídrico na variável correspondente ao comprimento da raiz (Figura 3)

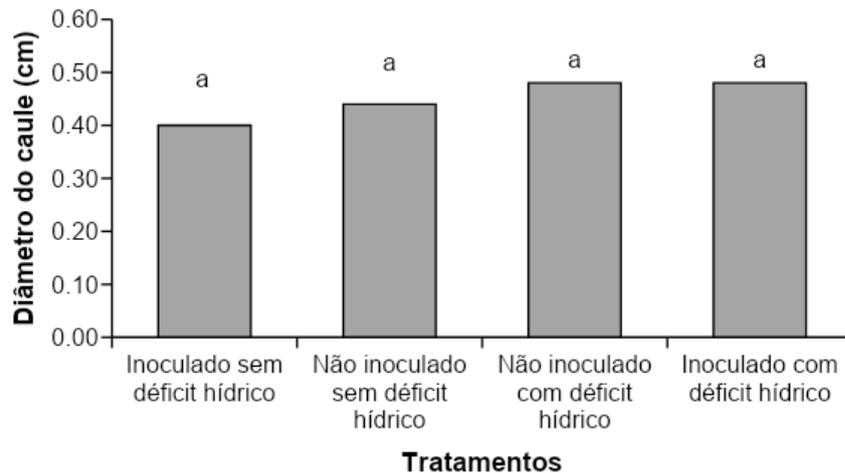
Figura 3 - Resultados médios do comprimento da raiz obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Além disso, foi possível evidenciar que não houve efeito da bactéria *B. aryabhatai* e do déficit hídrico para a variável diâmetro do caule (Figura 4).

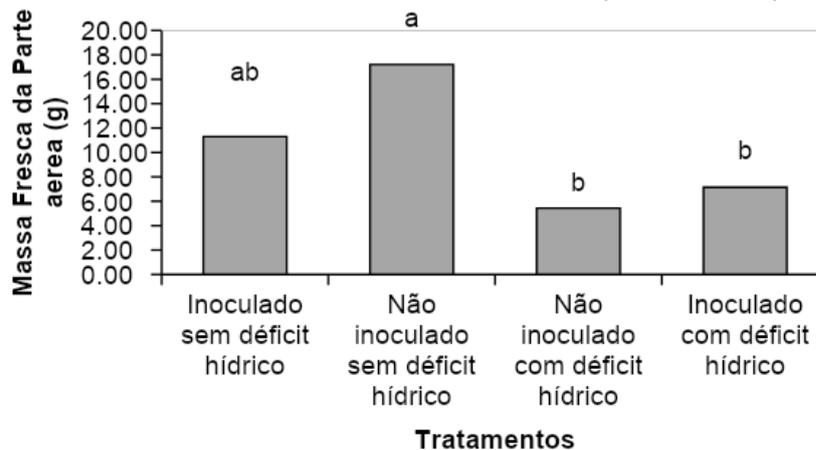
Figura 4 - Resultados médios do Diâmetro do Caule obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey



Fonte - Dados da pesquisa.

Em relação à variável massa fresca da parte aérea, também se demonstrou que não houve efeito da bactéria *B. aryabhatai* e do déficit hídrico (Figura 5).

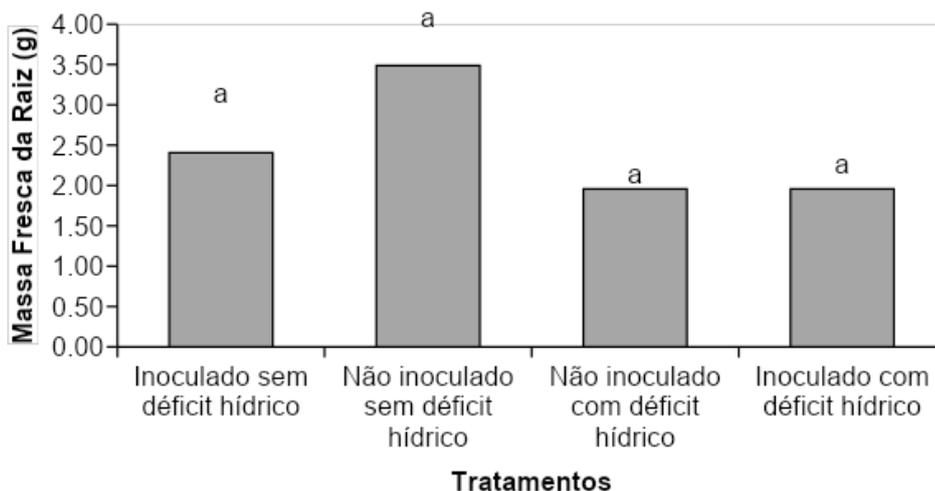
Figura 5 - Resultados médios da massa fresca da parte aérea obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Para a massa fresca da raiz (Figura 6), o T2 — não inoculado sem déficit hídrico — apresentou média superior aos tratamentos T3 — não inoculado com déficit hídrico — e T4, inoculado com déficit hídrico. Não houve diferenciação do T1, inoculado sem déficit hídrico.

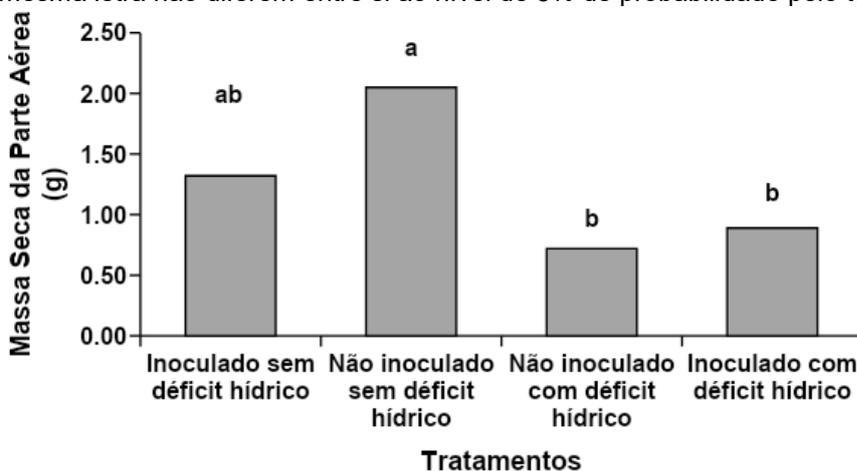
Figura 6 - Resultados médios da massa fresca da parte aérea obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Na Figura 7, observa-se os resultados médios da massa seca da parte aérea, sendo possível verificar que o T2 — não inoculado sem déficit hídrico — apresentou melhor média que os tratamentos T3 — não inoculado com déficit hídrico — e T4, inoculado com déficit hídrico. Não houve diferenciação do T1 inoculado sem déficit hídrico.

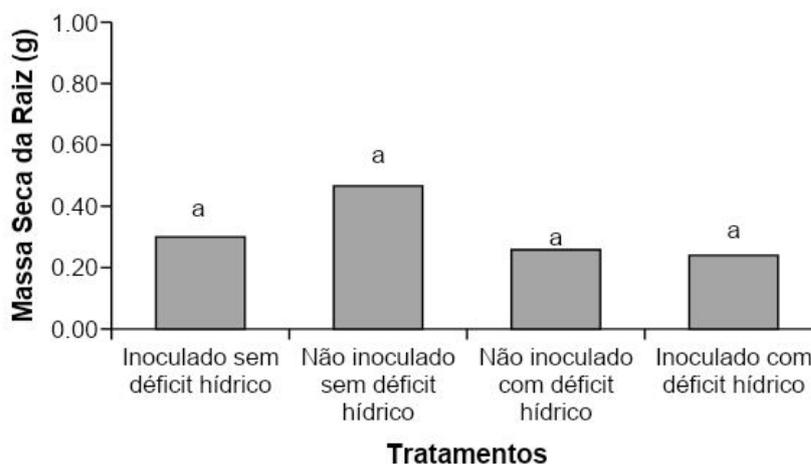
Figura 7 - Resultados médios da massa seca da parte aérea obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Para a variável massa seca da raiz, também não houve efeito da bactéria *B. aryabhatai* e do déficit hídrico (Figura 8).

Figura 8 - Resultados médios da massa seca da parte raiz obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

5 DISCUSSÃO

A partir do que se observou no presente trabalho, a bactéria não se manteve eficiente ao déficit hídrico. Segundo Barbosa (2021) e Cerezini (2016), a falta de água afeta a sobrevivência dos microrganismos inoculados, pois condições adequadas de temperatura e umidade do solo são essenciais à sobrevivência das bactérias. Esses fatores podem acarretar prejuízos na sua eficiência.

No mês de março de 2024, quando o experimento foi desenvolvido, a cidade de Matipó — segundo o site de meteorologia *AccuWeather* (2024) — vivenciou uma forte variação de temperatura. Na ocasião, as temperaturas variaram de 19° a 34° graus. Pinto (2023) enfatizou que a exposição a solo seco e temperaturas acima de 32°C, em um período de 2 horas, resulta em queda na sobrevivência das bactérias a níveis inferiores ao mínimo necessário a uma boa inoculação. Barbosa (2021) complementa que quanto maior o tempo de exposição ao calor, maiores os danos à sobrevivência dos microrganismos, pois o solo exposto apresenta uma maior variação de temperatura devido à falta de cobertura vegetal.

Quando submetida à situação de estresse hídrico, a planta reduz o seu teor de água, diminui o potencial hídrico foliar — consequentemente, a turgidez — fecha os estômatos e reduz o seu crescimento celular (Jaleel *et al.*, 2009). Além disso, o estresse hídrico pode reduzir a disponibilidade de alguns nutrientes essenciais, uma vez que são melhores absorvidos pelas raízes em meio aquoso o que também diminui o desenvolvimento da planta, podendo ter contribuído para as respostas das plantas submetidas ao estresse hídrico no presente trabalho.

Dimkpa *et al.* (2009) mostraram que as rizobactérias podem diminuir o impacto da seca no crescimento das plantas, alterando as reações químicas e bioquímicas no interior da planta ou na rizosfera. Isso pode modificar a fisiologia da planta, favorecendo a tolerância ao estresse hídrico. Dentro desse contexto, o período de desenvolvimento do trabalho pode não ter sido o suficiente para que as rizobactérias pudessem interagir o suficiente com as raízes das plantas e demonstrar sua eficiência na diminuição do estresse hídrico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, a inoculação pelas bactérias *Bacillus aryabhatai* não se mostrou eficiente. Acredita-se que as condições de realização do experimento reduziram a eficiência da inoculação.

Novos estudos em condições favoráveis são necessários para uma avaliação mais precisa da ação de *B. aryabhatai* no desenvolvimento da soja.

7 REFERÊNCIAS

ACTA BIO - **Acta Ary**, Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.actabio.com.br/acta-ary-10-litro/p> acesso em 06 de fev. 2024.

ACCUWEATHER - **AccuWeather Meteorologia**. 2024. Disponível em: <https://www.accuweather.com/pt/br/matip%C3%B3/34283/march-weather/34283?year=2024>. Acesso em 19 de mai.2024.

BARBOSA, J. Z.; HUNGRIA, M.; SENA, J. V.S.; POGGERE, G.; REIS, A.; CORREA, R. S. Meta-analysis reveals benefits of co-inoculation of soybean with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium* spp. in Brazil. **Applied Soil Ecology**., s.l., v.163, p.103913, 1 jul. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348972442_Meta-analysis_reveals_benefits_of_co-inoculation_of_soybean_with_Azospirillum_brasilense_and_Bradyrhizobium_spp_in_Brazil. Acesso em 16 de mai. 2024.

BARRETO, M. M. **Formação de biofilme por rizobactérias isoladas de plantas do semiárido baiano**. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gross. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado em biotecnologia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2009. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/bitstream/tede/1274/2/disserta%C3%A7%C3%A3o%20final%20Ma%C3%ADra%20Merc%C3%AAs%20Barreto.pdf>. Acesso em 23 de fev. 2024.

BERGAMASCHI, H. BERGONCI, J. I. **As plantas e o clima: Princípios e aplicações**. Guayaba, Agrolivros, 2017. p.351.

BRETSCHNEIDER, E. **Botanicon Sinicum**: Notes on Chinese botany from native and western sources. Londres: Trubner, 1882. Disponível em: <https://ia600505.us.archive.org/7/items/mobot31753000532124/mobot31753000532124.pdf> . Acesso em 22 set. 2023.

CARVALHO, R. C. S. **Co-inoculação com microrganismos promotores de crescimento de plantas no desenvolvimento e produtividade da soja**. Orientador: Fernando Shintate Galindo, 2023. 55f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista, Dracena. Dracena, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/4eccc468-3811-4007-bf84-3395dff88f93/content>. Acesso em 23 de fev. 2024.

CEREZINI, P.; KUWANO, B. H.; SANTOS, M.B.; TERASSI, F.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. Strategies to promote early nodulation in soybean under drought. **Field Crops Research**, s.l., v. 196, p. 160–167, 1 set. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305078723_Strategies_to_promote_early_nodulation_in_soybean_under_drought Acesso em 16 de mai. 2024,

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da safra de grãos**. Brasil, 2023 Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> acesso em 17 de set 2023.

DIMKPA, C.; WEINAND, T.; ASCH, F. Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. **Plant Cell Environ**, v. 32, p. 1682-1694, 2009. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2122288> Acesso em: 31 de mai. 2024.

FARIAS, J. R. B.; NEPONUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. **Embrapa Soja**, Londrina, v.1, n.48, p.8, set. 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/470308/> Acesso em: 22 set. 2023.

FARIAS J. R. B.; NEUMAIER N.; NEPOMUCENO A.L. - **Água**. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA, Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/exigencias-climaticas/agua> Acesso em :17 de set. 2023.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no mato grosso. **Revista nativa**, Sinop, v. 3, n. 1, p. 67-77, jan. / mar. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274696470_deficit_hidrico_no_metaboliso_da_soja_em_semeaduras_antecipadas_no_mato_grosso_water_deficit_on_the_soybean_metabolism_in_early_sowing. Acesso em: 22 set. 2023.

FONTELLES, M. J; GARCIA, S.M.; HASEGAWA, F.S. FONTELLES, R.G.S. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista paraense de medicina**, s.l., v. 23, n. 3, p. 1-8, jul-set 2009. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf. Acesso em: 24 de fev. 2024.

FRANÇA, J. B. N.; KRZYŻANOWSKI F. C.; HENNING A. A.; PÁDUA G. P.; LORINI I.; HENNING F. A.; Tecnologia de produção de sementes de soja. **Embrapa Soja** Londrina, v.1, n.380, p. 15-44, jan. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf> Acesso em: 22 set. 2023.

FULANETI, F.S. **Opções de bactérias na coinoculação na cultura da soja**. Orientador: Thomas Newton Martin, 2022, 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/25956>. Acesso em: 23 de fev. 2024.

GAZZONI, D. L. DALL'AGNOL, A. A Saga da soja: de 1050 a.C. a 2050 d.C. **Embrapa**, Brasília, Distrito Federal, 2018, p. 199, 2018. jul. 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220999/1/ID-38839-Livro-Saga-da-Soja-versao-web.pdf> Acesso em: 22 set. 2023.

GOSWAMI, A.; BANERJEE, R.; RAHA, S. Drought resistance in rice seedlings conferred by seed priming: role of the antioxidant defense mechanisms. **Protoplasma**, Brasil, v. 250, n. 5, p. 1115–1129, fev. 2013. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00709-013-0487-x>. Acesso em 22 set. 2023.

GOVERNMENT OF CANADA. **Bacillus megaterium– information sheet**. Canadá, 2018. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/chemical-substances/fact-sheets/chemicals-glance/bacillus-megaterium.html> . Acesso em 14 set. 2023.

HARTHMANN, O. E. L.; MÓGOR, A. F.; WORDELL, F. J. A.; LUZ, W. C. Rizobactérias no crescimento e na produtividade da cebola. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 462-465, fev.2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782009005000256> . Acesso em 14 set. 2023.

JALEEL, C.A.; MANIVANNAN, P.; WAHID, A.; FAROOQ, M.; AL-JUBURI, H.J.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. **International Journal of Agriculture Biology**, Faisalabad, v.11, p.100 - 105, 2009.

JHA, P.K.; KUMAR, S.N.; INES, A.V.M. Responses of soybean to water stress and supplemental irrigation in upper Indo-Gangetic plain: Field experiment and modeling approach. **Field Crops Research**, USA, v. 219, p. 76–86, 2018. Disponível em: https://www.academia.edu/92549465/Responses_of_soybean_to_water_stress_and_supplemental_irrigation_in_upper_Indo_Gangetic_plain_Field_experiment_and_modeling_approach. Acesso em: 23 de fev. 2024.

KILIAN, M.; STEINER, U.; KREBS B. L.; JUNGE, H.; SCHMIEDEKNECHT G.; HAIN R. FzB24 bacillus subtilis mode of action of a microbial agent enhancing plant vitality. **Pflanzen-schutz nachrichten bayer**, Brasil, v.1, p. 72-93, jan. 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/288032437_FZB24_Bacillus_subtilis_-_mode_of_action_of_a_microbial_agent_enhancing_plant_vitality Acesso em 22 set. 2023.

MARULANDA, A.; BAREA, J. M.; AZCÓN, R. Stimulation of plant growth and drought tolerance by native microorganisms (am fungi and bacteria) from dry environments: mechanisms related to bacterial effectiveness. **Journal of plant growth regulation**, Brazil, v. 28, n. 2, p. 115-124, jun. 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/226289461 Stimulation of Plant Growth and Drought Tolerance by Native Microorganisms AM Fungi and Bacteria from Dry Environments Mechanisms Related to Bacterial Effectiveness](https://www.researchgate.net/publication/226289461_Stimulation_of_Plant_Growth_and_Drought_Tolerance_by_Native_Microorganisms_AM_Fungi_and_Bacteria_from_Dry_Environments_Mechanisms_Related_to_Bacterial_Effectiveness). Acesso em: 14 set. 2023.

MAY, A; MOREIRA, B. R. A.; MASCARIN, G. M.; VIANA, R. S.; SANTOS, M. S.; SILVA, E. H. F. M.; RAMOS, N. P.; MELO, I. S. Indução de tolerância à seca em mudas de cana-de-açúcar com a inoculação de bacillus aryabhattai. **Embrapa meio ambiente**, Jaboticabal, v. 47, p. 400–410, jul. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/206362/1/May-Induction-Drought-2019.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

MELO, I. S. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas: Descrição e potencial de uso na agricultura. **Ecologia microbiana. Embrapa meio ambiente**, Jaguariúna, p. 87- 116. 1999. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/207158/1/Melo-Rizobacterias.pdf>. Acesso em 22 set.2023.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J.R. - **Exigências Climáticas**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/exigencias-climaticas> Acesso em: 17 de set. 2023.

PARK, Y.G. MUN, B.G.; KANG, S.K.; HUSSAIN, A.; SHAHZAD, R.; SEO, C. W.; KIM, A. Y.; LEE, S. U.; OH, K. Y.; LEE, D. Y.; LEE, I. J.; YUN, B. W. Bacillus aryabhattai srb02 tolerates oxidative and nitrosative stress and promotes the growth of soybean by modulating the production of phytohormones. **Plos one**, Brasil , v. 12, n. 3, p28, mar. 2017. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0173203> Acesso em: 14 set. 2023.

PES, L.Z.; ARENHARDT, M.H. Fisiologia vegetal. **Rede e-tec brasil colégio politécnico**, Santa Maria, v.1, n.1, 82p, jun.2015. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/09_fisiologia_vegetal.pdf Acesso em: 22 set.2023.

PINTO, D. B. B.; FERREIRA, E.; HENNING, F. A.; AMARAL, H. F.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; Recovery of Bradyrhizobium cells and effects on the physiological quality of soybean seeds sown in dry soil. **Journal of Seed Science**, [s.l.], v. 45, p. e202345001, 27 jan. 2023. Disponível em <https://doi.org/10.1590/2317-1545v45259694> Acesso em 19 de mai. 2024.

RABINOCITCH, L.; OLIVEIRA, E. J. Coletânea de procedimentos técnicos e metodologias empregadas para o estudo de bacillus e gêneros esporulados aeróbios correlatos. **Montenegro comunicação**, Rio de Janeiro, v.1, n. 1, p. 160, 2015. Disponível em:

<http://www.fiocruz.br/ioc/media/Coletanea%20de%20Procedimentos%20Tecnicos%20para%20Bacillus.PDF> Acesso em: 22 set. 2023.

RIBEIRO A. C.; GUIMARÃES P. T. G.; ALVAREZ V. H. **5ª Aproximação - Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, SBCS, p.359, 1999.

SANCHEZ, J.A.R.; CABRERA A.R.; GONZÁLEZ, L. L.; SOLANO, G. L.; SANTOYO, M.C. Selección de cepas de bacillus spp. Productoras de antibióticos aisladas de frutos tropicales. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, México, v. 17, p. 5–11, 2011. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/262598595> **Selección de cepas de Bacillus spp productoras de antibioticos aisladas de frutos tropicales** acesso em 14 set. 2023.

SHIVAJI, S; CHATURVEDI P.; BEGUM, Z.; PINDI, P.K.; MANORAMA, R.; PADMANABAN D.A.; ANANTH, D.; YOGESH S.S.; SHRIKANT, P.; PARAG, V.; CBS, D.; GN, D.; RK, M.; UR, R. PM, B.; JV, N.; Janibacter hoylei sp. Nov., bacillus isronensis sp. Nov. And bacillus aryabhatai sp. Nov., isolated from cryotubes used for collecting air from the upper atmosphere. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v.59, n. 12, p. 2977–2986, dez. 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19643890/>. Acesso em: 24 set. 2023.

SEKI, M.; CHATURVEDI P.; BEGUM Z.; PINDI P.K.; MANORAMA R.; PADMANABAN D.A.; SHOUCHE Y.S.; PAWAR S.; VAISHAMPAYAN P.; DUTT CB.; DATTA G.N.; MANCHANDA R.K.; RAO U.R.; BHARGAVA P.M.; NARLIKAR J.V. Regulatory metabolic networks in drought stress responses. **Current opinion in plant biology**. Brasil, v. 10, n. 3, p. 296–302, 2007. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1369526607000490>. Acesso em: 24 set. 2023.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; CÂMARA, G. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2022. Disponível em: https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/degustacao/soja-plantio-colheita_deg.pdf. Acesso em 23 de fev. 2024.

SILVA, J.C.; FELIPE, F.; S.; LIMA F. C.; SANTOS K.C.; SANTOS W. F.; SANTOS M. A. L. Desempenho agrônômico do rabanete em função de lâminas de irrigação e níveis de adubação nitrogenada. **Revista ciência agrícola**, Rio Largo, v. 18, n. 3, p. 7-11, 2020. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/9488> Acesso em: 14 set. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **World agricultural supply and demand estimates**. Washington, DC: The Department, USDA, 2020. Disponível em: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde>. Acesso 24 set. 2023.

ZANON, A. J.; SILVA, M. R.; TAGLIAPIETRA, E. L.; CERA, J. C.; BEXAIRA, K. P.; RICHTER, G. L.; DUARTE, J., A. J.; ROCHA, T. S. M.; WEBER, P. S.; STRECK, N.

A. Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades, Santa Maria, v.1, n.1, p. 136, 2022.

ANEXO 1

DESEMPENHO DE SEMENTES DE MILHO INOCULADAS COM *Azospirillum brasilense* E EXTRATO DE ALGAS

ACADÊMICOS: Maycon Douglas Costa e Thiago Sathler Soares de Almeida.

ORIENTADORA: Aline Aparecida Martins Rolim.

LINHA DE PESQUISA: Fitotecnia - Produção e Beneficiamento de Sementes

RESUMO

No Brasil, o milho é um dos cereais mais cultivados e de acordo com 2º levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento. Para a safra 2023/24, existe a previsão de uma produção total de 119,1 milhões de toneladas. Na agricultura, a análise da qualidade das sementes é essencial para o seu cultivo. A inoculação de microrganismos, como *Azospirillum brasilense*, pode estar associada a uma variedade de mecanismos que podem estimular o crescimento das plantas. O uso de bioestimulantes, nas fases iniciais de crescimento das mudas e no tratamento de sementes, pode ter efeito no auxílio ao crescimento das raízes e no aumento da taxa de regeneração das mudas em condições adversas. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da inoculação de sementes de milho com a bactéria *Azospirillum brasilense* e extrato de algas, sobre o crescimento e desenvolvimento inicial da cultura. Foi utilizado a bactéria promotora de crescimento *A. brasilense* e extrato de algas no tratamento de sementes. Os tratamentos utilizados foram: T1: não inoculado; T2: inoculado com *A. brasilense*; T3: inoculado com *A. brasilense* + extrato de algas, com 8 repetições. A inoculação com *A. brasilense* obteve resultados significativos para a altura da parte aérea e a massa fresca da parte aérea. A inoculação com *A. brasilense* e *A. brasilense* + extrato de algas obtiveram resultados superiores para massa fresca da raiz. Torna-se importante ampliar as pesquisas, especialmente em condições de campo, para uma avaliação mais precisa da inoculação de sementes de milho.

PALAVRAS-CHAVE: bactérias promotoras de crescimento; inoculação; crescimento de plantas; milho; algas marinhas.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o milho é um dos cereais mais cultivados e de acordo com 2º levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Para a safra 2023/24, existe a previsão de uma produção total de 119,1 milhões de toneladas de milho, um decréscimo esperado de 9,6%, comparando-se à safra anterior. Essa redução na produção total é resultado do encolhimento da área de milho, com destaque da redução na segunda safra, em conjunto com uma menor produtividade projetada em campo. Cabe destacar que a CONAB projeta um decréscimo de 5% na área plantada e de 4,8% da produtividade do setor (CONAB, 2023).

Na agricultura, a análise da qualidade das sementes é essencial para o cultivo do milho. É consensual que a germinação, o vigor e a avaliação da qualidade fisiológica e sanitária são aspectos fundamentais a serem considerados (Stefanello, 2014).

A fertilidade do substrato é um fator importante a considerar para que as mudas cresçam bem, principalmente no processo após a germinação. Para tanto, ações como o uso de extratos de algas marinhas como bioestimulantes (Norrie, 2008) e de alguns microrganismos do solo e das plantas que podem promover o crescimento das plantas tornaram-se estratégias agrícolas e ambientais promissoras (Hesham *et al.*, 2021).

Bactérias do gênero *Azospirillum* podem ser inoculadas em plantas agronomicamente importantes para estimular o crescimento por meio de uma variedade de mecanismos, incluindo síntese de fitohormônios, enriquecimento de nitrogênio, redução de estresse e controle biológico da microbiota patogênica (Bashan; Bashan, 2010).

A inoculação desses microrganismos, como *Azospirillum brasilense*, pode estar associada a uma variedade de mecanismos que podem estimular o crescimento das plantas (Costa *et al.*, 2015). Bactérias inoculadas com *Azospirillum* sp. ajudam a fornecer nitrogênio às plantas por meio da fixação biológica de nitrogênio (Dobbelaere *et al.*, 2001).

Os romanos relataram o uso de algas na agricultura desde a antiguidade, colhiam-nas e armazenavam-nas diretamente no solo (El Boukhari *et al.*, 2020). O uso de bioestimulantes nas fases iniciais de crescimento das mudas e no tratamento de sementes pode ter efeito no auxílio ao crescimento das raízes e no aumento da taxa de regeneração das mudas em condições adversas, por exemplo, quando há falta de água (Lana *et al.*, 2009).

Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da inoculação de sementes de milho com a bactéria *Azospirillum brasilense* e extrato de algas, sobre o crescimento e desenvolvimento inicial da cultura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA E DA CULTURA

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie da família Gramineae/Poaceae, derivada de *Zea mays* (Zeamays ssp. Mexico (Schrader) Iltis), uma subespécie

mexicana de teosinto, e tem sido cultivada em muitas regiões há mais de 8.000 anos mundo. (empresas dos EUA, China, Índia, Brasil, Indonésia, África do Sul etc.). Essa planta é tão nutritiva que se destina ao uso na nutrição humana e animal e contém quase todos os aminoácidos conhecidos, exceto Lisina e Triptofano (Barros; Calado, 2014).

No Brasil, o milho é muito importante para a agricultura. Cerca de 47% de todo o milho produzido no Brasil é utilizado na criação de galinhas, suínos e bovinos para produção de carne e leite (Brasil, 2020).

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela água, temperatura, luz solar ou luz. O cultivo do milho necessita de indicadores de fatores climáticos, principalmente temperatura, pluviosidade e fotoperíodo, para atingir níveis considerados ótimos para maximizar o potencial de produção genética (Cruz *et al.*, 2010).

Atualmente, estão ocorrendo mudanças tecnológicas no cultivo do milho e, com isso, estão sendo realizadas pesquisas para aumentar a produtividade e a variedade, juntamente com melhorias na produção e no rendimento. Essas mudanças incluem aprimoramento na qualidade do solo e na fertilização e estão associadas a uma gestão adequada, incluindo rotação de culturas, gestão da fertilidade, utilização de fertilizantes químicos ou orgânicos e técnicas como a inoculação (Santos *et al.*, 2017).

2.2 INOCULAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO

O percentual de germinação e o vigor das plântulas dependem vários fatores dentre eles os genéticos e as práticas culturais (Schlindwein *et al.*, 2008). Pensando em práticas culturais, a inoculação das sementes com micro-organismos com características promotoras de crescimento vegetal tem se mostrado uma alternativa viável, apresentando baixo custo e garantindo a conservação ambiental, fatores essenciais para o estabelecimento de sistemas agrícolas sustentáveis.

À medida que a produção de milho se desenvolve — tanto a nível nacional quanto global —, cada vez mais métodos de produção e uma melhor utilização dos recursos disponíveis são explorados. A fixação biológica de nitrogênio no milho está aumentando e a quantidade de pesquisas realizadas na área também. Muitos estudos têm demonstrado aumento na produção de massa seca, produtividade e

acúmulo de nutrientes em plantas inoculadas com *Azospirillum* spp (Reis Junior *et al.*, 2008).

Uma alternativa para manter a produtividade do milho reduzindo o uso de fertilizantes nitrogenados é inocular as sementes com bactérias diazotróficas. São bactérias com a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico no solo e disponibilizá-lo às plantas (Lin; Okon; Hardy, 1983). Além de promover a fixação biológica de nitrogênio, também influenciam no crescimento das raízes (Cavallet *et al.*, 2000).

O uso de *Azospirillum* no milho pode afetar os parâmetros fisiológicos das plantas, aumentando o teor de clorofila e da condutância estomática. Isso não apenas contribui para o aumento da produção de biomassa, altura e produtividade das plantas (Skonieski *et al.*, 2017), mas também e aumenta o valor nutricional da silagem (Vendrusculo *et al.*, 2020).

2.3 BACTÉRIA *Azospirillum brasilense*

Azospirillum é uma bactéria de solo de vida livre com alta capacidade de fixar nitrogênio orgânico nas plantas, mas sem nódulos complexos, os quais são o resultado de uma interação simbiótica complexa entre as bactérias do solo, conhecidas como rizóbios e as raízes das plantas hospedeiras. Portanto, os nódulos radiculares são fundamentais para o suprimento de nitrogênio às plantas leguminosas, contribuindo para seu crescimento saudável e produtivo. Acredita-se que as populações de *Azospirillum* variem entre os híbridos, dependendo de várias características qualitativas e quantitativas dos exsudados radiculares (Cadore *et al.*, 2016).

Essas são bactérias que ocorrem naturalmente na maioria dos solos e possuem uma grande diversidade genética. Todavia, para sua utilização como inoculantes em culturas agrícolas, faz-se necessária uma seleção de estirpes eficientes para esse fim (Ardakani *et al.*, 2011).

As bactérias do gênero *A. brasiliense* também são conhecidas como bactérias promotoras do crescimento das plantas porque não apenas fixam o nitrogênio atmosférico, mas também produzem hormônios vegetais e promovem o crescimento das raízes, permitindo que as plantas absorvam mais água e nutrientes e resistam melhor à seca. O benefício é usar melhores nutrientes (Viana, 2015).

Nos estudos sobre milho e trigo de Hungria *et al.* (2010), ao inocularem espécies selecionadas de *Azospirillum*, foram encontrados incrementos de,

respectivamente, 26 e 30% na produtividade de grãos dessas culturas, além de aumentos das absorções de P e K pelas plantas.

2.4 EXTRATO DE ALGAS

Os bioestimulantes são classificados como produtos derivados de substâncias orgânicas que — quando aplicados em pequenas quantidades em sementes, plantas ou solo — podem estimular o crescimento e o desenvolvimento de diversas plantas em condições ideais e estressantes (Yakhin *et al.*, 2017).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) considera substâncias como os aminoácidos e as substâncias húmicas os produtos aditivos classificados no grupo dos compostos naturais e aprovados para uso em fertilizantes (Costa *et al.*, 2014). Atualmente, existe um interesse crescente na utilização de microalgas não só como bioestimulante, mas também devido à sua flexibilidade e potencial de utilização em diversos campos industriais (Barone *et al.*, 2017).

Os extratos de algas são considerados substâncias que reduzem o estresse em plantas expostas a condições ambientais adversas, aumentando a tolerância das plantas e melhorando a capacidade de recuperação do estresse (Nair *et al.*, 2011). Martinez-Balmori *et al.* (2013), em estudo utilizando cana-de-açúcar devido ao seu alto teor de sacarose, concluíram que a presença de carbono lábil — ou seja, açúcares mais solúveis e álcoois de cadeia longa — favorece maior atividade da comunidade microbiana, refletindo uma população maior densidade.

O conteúdo de carbono do solo, que regula os recursos nutricionais, tem um impacto significativo na distribuição heterogênea das comunidades microbianas do solo (Maron; Mougel; Ranjard, 2011). Segundo Moloinyane; Nchu (2019), o efeito promotor de crescimento dos fungos pode depender da disponibilidade de nutrientes no meio de cultura. Além disso, os promotores de crescimento dependem de diversas variáveis como o ambiente em que estão localizados, o substrato utilizado, a disponibilidade de nutrientes e a influência de outros microrganismos presentes no substrato (Machado *et al.*, 2015).

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa experimental. A pesquisa experimental é caracterizada por manipular diretamente as variáveis relacionadas com o objeto de estudo e tem como base a tentativa e erro. Portanto, a pesquisa experimental se destina a dizer e compreender de que modo ou causas o fenômeno é produzido. Portanto, este tipo de trabalho tem como objetivo manipular e controlar as variáveis da pesquisa. Dessa forma, o pesquisador não é mais um agente passivo, que assiste ao experimento. Os pesquisadores de pesquisa experimental atuam como agentes ativos cujos estudos e testes têm impacto direto na pesquisa.

3.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Fazenda Escola do Centro Universitário Vértice - Univértix, campus Matipó, a decorrer dos meses de março a abril de 2024, nas coordenadas geográficas de latitude 20°16'13.19"S e longitude 42°21'19.61"O.

3.3 CRESCIMENTO DAS PLANTAS

No experimento, utilizou-se a cultivar de milho híbrido K9660 PRO2. O plantio foi realizado no dia 09 de março de 2024. Para a produção das mudas, foi utilizado terra vermelha, com análise prévia e adubação realizada de acordo como recomendado pela 5ª aproximação (Ribeiro; Guimarães; Alvarez, 1999) e os resultados estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1- Resumo da análise química do solo utilizado como substrato para avaliação de plântulas de milho.

pH	MO	P ⁽¹⁾	K	Ca ⁽²⁾	Mg ⁽²⁾	Al ⁽²⁾	H+A1	SB	T	V
H ₂ O	dag/Kg	mg/dm ³				cmolc/dm ³				%
5,54	1,48	3,62	112,52	2,02	0,59	0,11	2,20	2,94	5,14	57,20

Sendo: MO – Matéria Orgânica (Colorimetria); P – Fósforo; K – Pótássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; SB – Soma de Bases Trocáveis; T - Capacidade de troca Catiônica a pH7 ; V - Índice de Saturação em Bases

(1): Extrator Mehlich 1;

(2) - Mg- Al- Extrator: KCL - 1 mol/L

Fonte: Análise Laboratório de Análise de Solos localizado em Manhuaçu-MG, 2023.

Tabela 2- Análise física do solo utilizada como substrato para avaliação de plântulas de milho.

Componente	Granulometria
Argila g/Kg	299,30
Silte g/Kg	270,50
Areia Total g/Kg	430,20

Tipologia: Solo Tipo 2

Fonte: Análise laboratório de análise de solos localizado em Manhuaçu-MG, 2023.

Foram utilizados sacos de polietileno perfurados, com dimensões de 18 cm x 26 cm para produção das mudas. O adubo utilizado durante o plantio foi o 04-14-08, com a dose recomendada baseada na 5ª aproximação, sendo aplicados 10 gramas por saquinho. A primeira irrigação nos saquinhos foi realizada após o plantio. A irrigação dos sacos foi feita com um regador, ajustada conforme a demanda necessária para proporcionar as condições ideais de desenvolvimento, utilizando a capacidade de campo do solo de forma padronizada para garantir uma rega homogênea em todos os tratamentos.

Foram semeadas 2 sementes por saco a uma profundidade de 1 cm e cobertas com uma fina camada de substrato comercial estéril, com objetivo de facilitar a germinação. Quando as plantas apresentaram de três a quatro folhas expandidas, uma das mudas foi eliminada de modo a permanecer apenas uma planta por saco (Quadros *et al.*, 2014).

3.4 TRATAMENTOS

Foi utilizado a bactéria promotora de crescimento *A. brasilense*, obtida da formulação comercial, Biomax® Azum (Isolado: AbV5; Ingrediente ativo: 3×10^8 UFC/ml; Vittia, São Joaquim da Barra, SP) e o extrato de algas Bioenergy® seguindo a recomendação comercial do fabricante que foram: 0,100 L/60.000 sementes e 0,80 L/60.000 sementes, respectivamente. Os tratamentos utilizados foram: T1: não inoculado; T2: inoculado com *A. brasilense*; T3: inoculado com *A. brasilense* + extrato de algas, aplicados no tratamento de sementes. Cada tratamento, foram feitas 8 repetições.

Figura 1 - Sementes; A – T1: não inoculado; B – T2: inoculado com *A. brasilense*; C – T2: inoculado com *A. brasilense* + extrato de algas.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

3.5 AVALIAÇÕES DO CRESCIMENTO VEGETATIVO

Aos 22 dias após a semeadura foi aferido:

- Altura de planta (AP) em centímetros (cm) utilizando uma fita milimétrica. A aferição foi feita partir do coleto da planta até a curvatura da última folha;

- Diâmetro do colmo (DC) e milímetros (mm) utilizando um paquímetro. A medida foi realizada na altura de 1,0 cm do coleto da planta.

Posteriormente, as plantas foram levadas para laboratório onde inicialmente as raízes foram lavadas com água corrente usando uma peneira de 0,5 mm de diâmetro. Após lavagem, foram determinados a massa fresca, em gramas (g), da raiz e parte aérea, utilizando balança analítica com precisão de 0,001g. Também foi aferido o comprimento de raiz, em centímetros (cm), com auxílio de uma fita milimétrica.

Para o peso da massa seca (MS) da parte aérea e raiz as plantas de cada tratamento e repetição, foram colocadas em sacos de papel do tipo Kraft e levadas para secagem em estufa de ar forçado a 60 ± 3 °C até peso constante (ROSA *et al.*, 2007). Os resultados foram expressos em grama (g) de planta.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

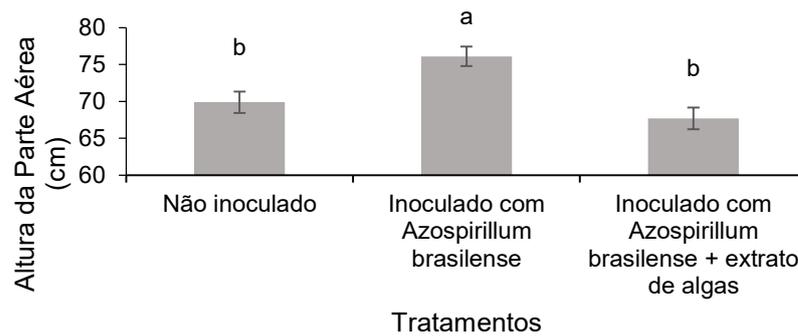
O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e oito repetições. Cada unidade experimental correspondeu a um vaso de plástico contendo uma planta.

Os dados de todas as variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram submetidos ao Teste de Tukey com nível de variância de 1%.

4 RESULTADOS

Na Figura 2, observa-se os resultados médios para altura da parte aérea. Houve diferença significativa entre as médias, sendo que o T2, inoculado com *A. brasiliense* apresentou melhor média que os tratamentos T1, não inoculado, e T3, inoculado com *A. brasiliense* + extrato de algas, que não diferiram entre si.

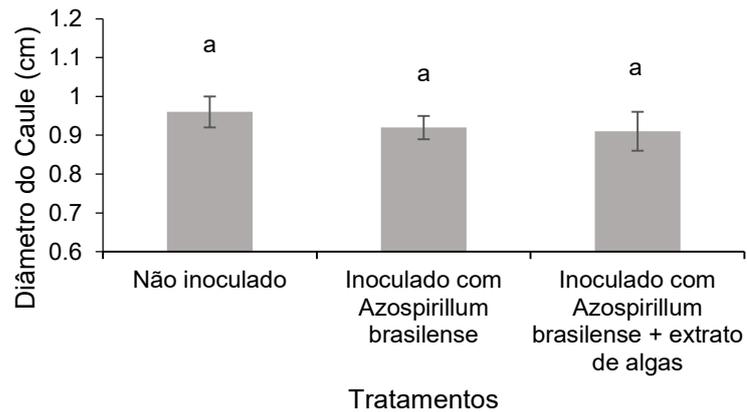
Figura 2 - Resultados médios da altura de plantas obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa

Para a variável diâmetro do caule (Figura 3), verificou-se que não houve efeito significativo dos tratamentos.

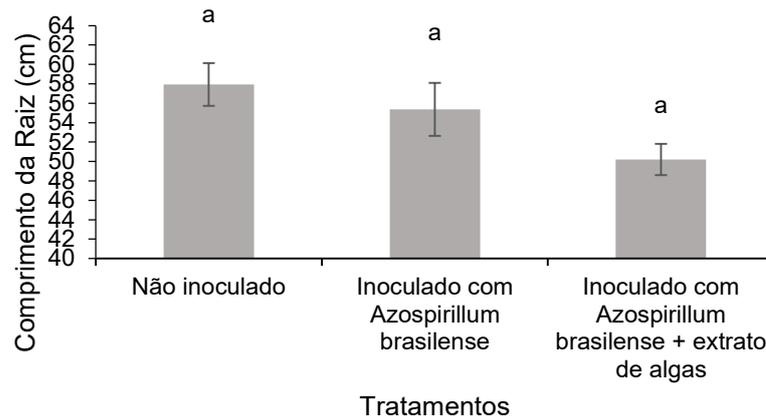
Figura 3 - Resultados médios do diâmetro do caule obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Na Figura 4, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável comprimento da raiz.

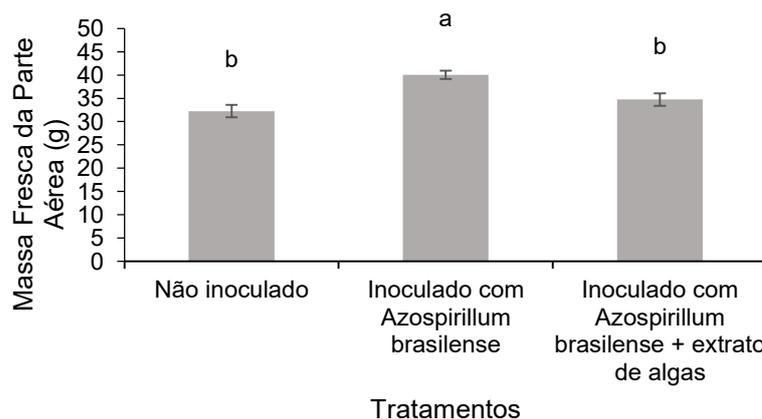
Figura 4 - Resultados médios do comprimento da raiz obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Para a massa fresca da parte aérea (Figura 5), observou-se que houve diferença significativa entre as médias, sendo que o T2, inoculado com *A. brasiliense*, apresentou melhor média que os tratamentos T1, não inoculado, e T3, inoculado com *A. brasiliense* + extrato de algas, que não diferiram entre si.

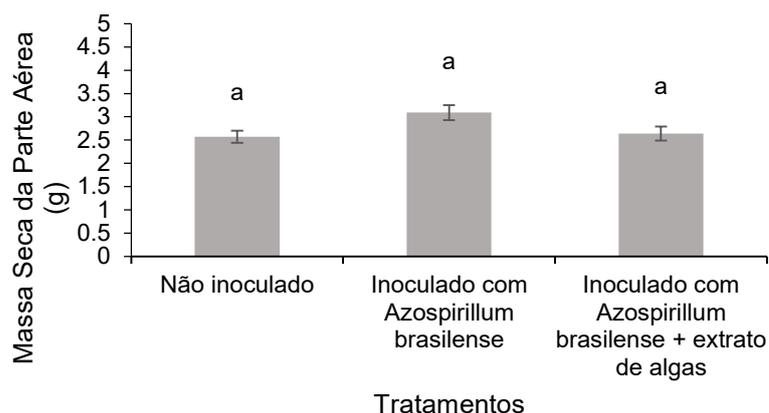
Figura 5 - Resultados médios da massa fresca da parte aérea obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Na Figura 6, é possível observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável massa seca da parte aérea.

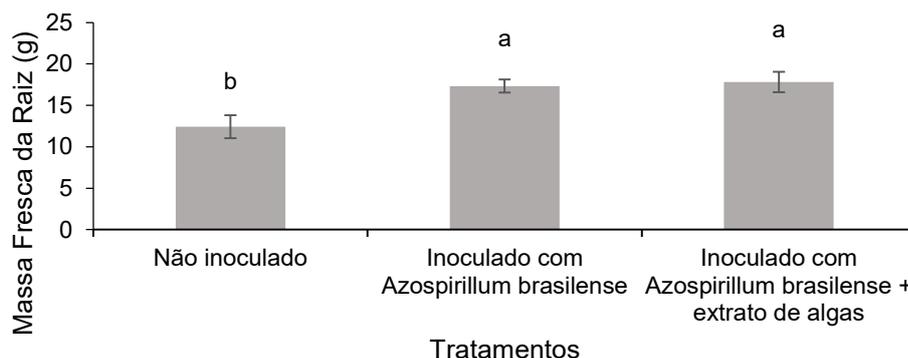
Figura 6 - Resultados médios da massa seca da parte aérea obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Na Figura 7, observa-se os resultados médios para massa fresca da raiz. Houve diferença significativa entre as médias, sendo que o T3, inoculado com *A. brasilense* + extrato de algas, apresentou melhor média que o tratamento T1, não inoculado, não diferindo do tratamento T2, inoculado com *A. brasilense*.

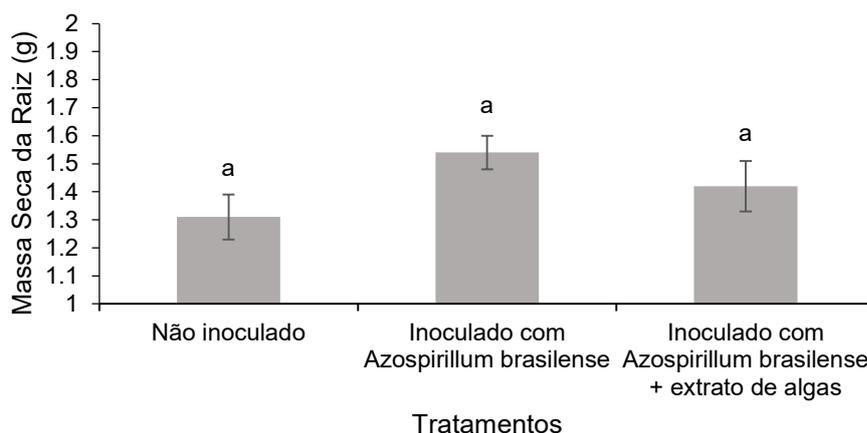
Figura 7 - Resultados médios da massa fresca da raiz obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

Na Figura 8, verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável massa seca da raiz.

Figura 8 - Resultados médios da massa seca da raiz obtidos de cada tratamento. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



Fonte - Dados da pesquisa.

5 DISCUSSÃO

O milho inoculado com *A. brasilense* (T2) obteve resultados significativos na produção da parte aérea, em que a altura da parte aérea e a massa fresca da parte aérea foram superiores aos demais tratamentos; e a massa fresca da raiz os tratamentos *A. brasilense* (T2) e *A. Brasilense* + extrato de algas (T3) foram superiores à testemunha. No entanto, para as características de diâmetro do caule, comprimento da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz não houve diferença.

O maior desenvolvimento das plantas inoculadas pode estar ligado à produção de diversas substâncias promotoras do crescimento, causadas pela interação da bactéria *A. brasilense* com o sistema radicular. Nesse sentido, esse mecanismo surge de forma adicional, consistindo na capacidade de produzir ou metabolizar fitohormônios como auxinas, giberelinas e citocininas, etileno, ácido abscísico, óxido nítrico e poliaminas, que garantem um melhor crescimento das raízes e, portanto, mais água, absorção e nutrientes, resultando em plantas mais vigorosas e produtivas e, como consequência, maior produção (Peres *et al.*, 2020).

É provável que a maior produção de material fresco e o acúmulo de nutrientes das plantas inoculadas se deva à produção de substâncias que promovem o crescimento das bactérias. Reis Júnior *et al.* (2008) afirmaram que os fitohormônios, principalmente o ácido indol acético (IAA), excretados pelo *Azospirillum*, desempenham um papel essencial na promoção do crescimento das plantas em geral.

Segundo Moraes *et al.* (2022), o milho respondeu até 10 dias após a emergência das plântulas ao extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em termos de comprimento da raiz, comprimento da parte aérea e matéria seca da raiz. Todavia, a resposta foi altamente dependente da dose. Seria necessário um novo experimento com doses maiores de extrato de alga *A. nodosum*.

Monteiro (2024) observou que a aplicação de diferentes quantidades de extrato de algas contendo bioestimulante não levou ao aumento do desenvolvimento do sistema radicular e da altura das plantas. Da mesma forma, um estudo realizado por Barcelos (2016) — que visou a analisar o desempenho da cultivar de milho híbrido, após aplicação foliar e por meio do tratamento de sementes de diferentes bioestimulantes e da utilização de um produto comercial contendo extrato de algas como tratamento de semente — não apresentou melhorias positivas nos parâmetros biométricos da planta em comparação ao controle.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho a inoculação pela bactéria com *A. brasilense* obteve resultados significativos para a altura da parte aérea e a massa fresca da parte aérea. A inoculação com *A. brasilense* e *A. Brasiliense* + extrato de algas obteve resultados superiores para massa fresca da raiz.

Torna-se importante ampliar as pesquisas, especialmente em condições de campo, para uma avaliação mais precisa da inoculação de sementes de milho com *A. brasiliense* e extrato de algas, visando a promover melhor interação entre estes. Espera-se uma maior produtividade nas lavouras de milho, buscando maior lucratividade e ciclos menores da cultura.

REFERÊNCIAS

ARDAKANI, M.R.; MAZAHARI, D.; MAFAKHERI, S.; MOGHADDAM, A. Absorption efficiency of N, P, K through triple inoculation of wheat (*Triticum aestivum* L.) by *Azospirillum brasilense*, *Streptomyces* sp., *Glomus intraradices* and manure application. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, [s.l.], v.17, p.181-192, abr.-jun., 2011. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3550541/pdf/12298_2011_Article_65.pdf. Acesso em: 19 de mai. 2024.

BARCELOS, G. S. **Bioestimulantes na cultura do milho: impacto na nutrição e nos parâmetros biométricos**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/18993>. Acesso em: 08 jun. 2024.

BARONE, V.; BAGLIERI, A.; STEVANATO, P.; BROCCANELLO, C.; BERTOLDO, G.; BERTAGGIA, M.; CAGNIN, M.; PIZZEGHELLO, D.; MOLITERNI, V.M.C.; MANDOLINO, G.; FORNASIER, F.; SQUARTINI, A.; NARDI, S.; CONCHERI, G. Root morphological and molecular responses induced by microalgae extracts in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). **Journal of Applied Phycology**, [s.l.], v.30, p.1061-1071, set. 2017. Disponível em: <http://publicationslist.org/data/stevanato/ref-62/Barone%20et%20al%202017%20JAPH.pdf> Acesso em: 16 abr. 2024.

BARROS, J. F.C.; CALADO, J. G. **A Cultura do Milho**. Évora. 2014. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2023.

BASHAN Y.; BASHAN L.E. How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. **Advances in agronomy**, Alemanha, v.108, p.77-136, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211310080028> Acesso em: 16 abr. 2024.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2019/2020 a 2029/2030 Projeções de Longo Prazo**. 11ª edição. Brasília: SPA/Mapa, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ao-completar-160-anos-ministerio-da-agricultura-preve-crescimento-de-27-na-producao-de-graos-do-pais-na-proxima-decada/ProjecoesdaAgronegocio2019_20202029_2030.pdf Acesso em: 01 dez. 2023.

CADORE, R.; PAULINO, C. N. A.; FIALHO, R. E.; ANTONIO R. V.; SIQUEIRA, F. D.; PERES, L. T.; ROSSATO, M.; ALVES, D. A. C. Híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista brasileira de milho e sorgo**, Goiás, v.15, n.3, p.398-409, nov.-dez., 2016. Disponível em: <https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/587> Acesso em: 16 abr. 2024.

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. D. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.1, p.129-132, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Z9BZMqZ8RV9JMDshq5GvTqH/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 16 abr. 2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Grãos Safra 2023/24 2º Levantamento**. Brasília: Conab, 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/50041_d88c251198bcf179946b667d192dc1b5. Acesso em: 23 nov. 2023.

COSTA, R. R. G. F.; QUIRINO, G. S. F.; NAVES, D. C. F.; SANTOS, C. B.; ROCHA, A. F. S. Efficiency of inoculant with *Azospirillum brasilense* on the growth and yield of second-harvest maize. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.45, n.3, p.304-311, jul.-set., 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pat/a/hkpK8CmsjgdsRqX3bvndK6d/abstract/?lang=en> Acesso em: 16 abr. 2024.

COSTA M.A.; NOGUEIRA, C.E.C.; ALVES, H.J.; MARRA, B.M.; ALAB, J.H.C. O uso de macroalgas marinhas na agricultura. **Acta Iguazu**, Cascavel-PR, v.3, n.2, p.69-76, 2014. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/10398/7502> Acesso em: 16 abr. 2024.

CRUZ, J.M.; PEREIRA FILHO, I.A.; ALVARENGA R.C.; GONTIJO NETO M.M.; VIANA J.H.M.; OLIVEIRA M.F.; MATRANGOLO W.J.R.; ALBUQUERQUE FILHO M.R. Cultivo de Milho. **Embrapa Milho e Sorgo - Sistema de produção**, Brasília, v.2, n.6, set. 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf> Acesso em: 29 nov. 2023.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J. F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, A. Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, [s.l.], v.28, p.871-879, set., 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Juan-Aguirre-Medina/publication/262995633_Responses_of_agronomically_important_crops_to_inoculation_with_Azospirillum/links/56b4903d08ae22962fe5f319/Responses-of-agronomically-important-crops-to-inoculation-with-Azospirillum.pdf Acesso em: 01 mai. 2024.

EL BOUKHARI, M. E. M.; BARAKATE, M.; BOUHIA, Y.; LYAMLOULI, K. Trends in seaweed extract based biostimulants: Manufacturing process and beneficial effect on soil-plant systems. **Plants**, [s.l.], v.9, n.3, p.359, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants9030359> Acesso em: 16 abr. 2024.

HESHAM, A. E. L.; KAUR, T.; DEVI, R.; KOUR, D.; PRASAD, S.; YADAV, N.; SINGH, C.; SINGH, J.; YADAV, A. J. Current trends in microbial biotechnology for agricultural sustainability: Conclusion and future challenges. In: YADAV, A.N., SINGH, J., SINGH, C., YADAV, N. **Current Trends in Microbial Biotechnology for Sustainable Agriculture**. Environmental and Microbial Biotechnology. Singapore: Springer. 2021. p. 555 - 572. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-6949-4_22 Acesso em: 01 mai. 2024.

HUNGRIA M.; CAMPO R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, [s.l.], v.331, p.413-425, jan., 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-009-0262-0>. Acesso em: 19 mai. 2024.

LANA, A. M. Q.; LANA, R. M.; GOZUEN, C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience**

Journal. Uberlândia-MG, v.25, n.1, p.13-20, jan.-fev., 2009. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=Aplica%C3%A7%C3%A3o+de+reguladores+de+crescimento+na+cultura+do+feijoeiro.+Bioscience+Journal.+&btnG= Acesso em: 01 mai. 2024.

LIN, W.; OKON, Y.; HARDY, R.W.F. Enhanced mineral uptake by Zea mays and Sorghum bicolor roots inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Applied and Environmental Microbiology**, [s.l.], v.45, n.6, p.1775-1779, 1983. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/pdf/10.1128/aem.45.6.1775-1779.1983> Acesso em: 01 mai. 2024.

MACHADO, D.F.M.; TAVARES, A.P.; LOPES, S.J.; SILVA, A.C.F. Trichoderma spp. na emergência e crescimento de mudas de cambará (*Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.167-176, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/yXXqTnvk5ThC5phR5zQfTRK/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 01 mai. 2024.

MARON, P. A.; MOUGEL, C., RANJARD, L. Soil microbial diversity: Methodological strategy, spatial overview, and functional interest Diversité microbienne des sols: stratégie méthodologique, distribution spatiale et traduction en fonctionnement biologique. **Comptes Rendus Biologies**, [s.l.], v.334, n.5-6, p.403-411, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069110002921> Acesso em: 01 mai. 2024.

MARTINEZ-BALMORI, D.; OLIVARES, F. L.; SPACCINI, R.; AGUIAR, K. P.; ARAUJO, M. F.; AGUIAR, N. O.; GURIDI, F.; CANELLAS, L. P. Molecular characteristics of vermicompost and their relationship to preservation of inoculated nitrogenfixing bacteria. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, [s.l.], v.104, p.540-550, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165237013001174> Acesso em: 01 mai. 2024.

MOLOINYANE, S.; NCHU, F. The Effects of Endophytic Beauveria bassiana Inoculation on Infestation Level of Planococcus ficus, Growth and Volatile Constituents of Potted Greenhouse Grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Toxins (Basel)**, [s.l.], v.2, p.11-72, jan., 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30696046/>. Acesso em: 19 mai. 2024.

MONTEIRO, D. V. R. **Doses de Bioestimulante na qualidade fisiológica de sementes de milho**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) Instituto Federal Goiano, Posse, 2024. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/4266/1/Tcc_D%c3%a9bora%20Monteiro.pdf. Acesso em: 08 jun. 2024.

MORAES, M.F.; SANTOS, C.L.R.; SILVA, C.F.; STIVAL, M.M.; LIMA, V.M.M. Uso de Extrato de Algas no Tratamento de Sementes e Aplicação Foliar na Cultura do Milho. **Revista Eletrônica Interdisciplinar Barra do Garças**, Mato Grosso - Brasil, v.14, n.2, p.70-79, 2022. Disponível em: <http://revista.sear.com.br/rei/article/view/266/269> Acesso em: 04 jun. 2024.

NAIR, P.; KANDASAMY, S.; ZHANG, J.; JI, X.; KIRBY, C.; BENKEL, B.; HODGES, M.D.; CRITCHLEY, A.T.; HILTZ, D.; PRITHIVIRAJ, B. Transcriptional and metabolomic analysis of *Ascophyllum nodosum* mediated freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **BMC Genomics**, London, v.13, n.643, p.643, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/1471-2164-13-643> Acesso em: 01 mai. 2024.

NORRIE, J. Advances In The Use Of *Ascophyllum Nodosum* Seaplant Extracts For Crop Production: Linking Laboratory And Field Research. **Acadian Seaplants Limited**, Dartmouth, Nova Scotia, Canadá, v.único, p.17-18, fev., 2008. Disponível em: <https://fluidfertilizer.org/wp-content/uploads/2016/05/Jefferly-Norrie-1.pdf> Acesso em: 01 mai. 2024.

PERES, M.S.; MAIA, M.S.; VALICHESKI, R.R.; CARVALHO, E.R.; XAVIER, L.O.; CAIRES, B.C.; ALVES, E.M.; LELLIS, F.V. Qualidade nutricional e bromatológica da silagem de milho inoculado com *azospirillum* em cultivo solteiro e consorciado. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n.11, p.85974-85988, nov., 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/19506/15650> Acesso em: 03 jun. 2024.

QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, P. R. F.; VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D.; CAMARGO, F. A. O. Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.2, p.209-218, mar.-abr., 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/v4RGgXhxKtJzkKRtGTh7RDj/?lang=pt> Acesso em: 01 de mai. 2024.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: SBCS, 1999.

REIS JUNIOR, F. B.; TOLEDO, C. T.; MACHADO, A. T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum* amazonense em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.] v.32, n.3, p.1139-1146, jun., 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250033981_Inoculacao_de_Azospirillum_a_mazonense_em_dois_genotipos_de_milho_sob_diferentes_regimes_de_nitrogenio/link/0a85e534ec2cf6e23a000000/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnNOUGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uliwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19 Acesso em: 01 de mai. 2024.

ROSA, S. D. V. F.; MELO, L. Q.; VEIGA, A. D.; OLIVEIRA, S.; SOUZA, C. A. S.; AGUIAR, V. A. Formação de mudas de *Coffea arabica* L cv Rubi utilizando sementes ou frutos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.31, n.2, p.349-356, mar./abr., 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/Tm9mC9RsXbmfkGmcDczJFHS/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 01 mai. 2024.

SANTOS, W.F.; AFFÉRI, F.S.; PELÚZIO, J.M.; SODRÉ, L.F.; REINA, E.; PEREIRA, J.S. Eficiência do nitrogênio e divergência genética em milho visando à produção de proteína. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Amapá, v.4, n.4, p.135-144, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v4i4.191>. Acesso em: 19 de mai. 2024

SCHLINDWEIN, G.; VARGAS, L.K.; LISBOA, B.B; AZAMBUJA, A.C.; GRANADA, C.E; GABIATTI, N.C.; PRATES, F.; STUMPF, R. **Influência da inoculação de rizóbios sobre a germinação e o vigor de plântulas de alface**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.3, p.658-664, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/VPk8J3nzvTJvFzrHfX3V67N/?lang=pt>. Acesso em: 19 de mai. 2024.

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; MARTIN, T. N.; NORBERG, J. L.; MEINERZ, G. R.; TONIN, T. J.; BERNHARD, P.; FRATA, M. T. Effect of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization rates on maize plant yield and silage quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v.46, n.9, p.722-730, set., 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/SmPkQrnysTK6cC9JjVPXmBj/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 01 de mai. 2024.

STEFANELLO, R. **Composição química e qualidade de sementes de variedades crioulas de milho no armazenamento**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria RS, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3220/STEFANELLO%2C%20RAQUEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 mai. 2024.

VENDRUSCULO, E. P.; CAMPOS, L. F. C.; OLIVEIRA, P.R.; SELEGUINI, A. L. S. F. Productivity and economic indicators of sweet maize silage treated with diazotrophic bacteria and thiamine. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, Colômbia, v.12, n.1, p.738, 2020. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2027-42972020000100015&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 01 mai. 2024.

VIANA, G. Bactérias aumentam o rendimento do milho e reduzem adubos químicos. **EMBRAPA Milho e Sorgo**, Minas Gerais, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-produtividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos>. Acesso em: 19 de mai. 2024.

YAKHIN, O.I.; LUBYANOV, A.A.; YAKHIN, I.A.; BROWN, P.H. Biostimulants in plant science: A global perspective. **Frontiers Plant Science**, [s.l.], v.7: p.1-32. jan., 2017. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.02049/full> Acesso em: 01 mai. 2024.

