UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

UNIDADE EM TRÊS PASSOS

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

MATHEUS ROCHA

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium* E *Bacillus subtilis* NA CULTURA DO TRIGO NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

TRÊS PASSOS – RS

2022

MATHEUS ROCHA

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense, Bacillus megaterium* **E** *Bacillus subtilis* **NA CULTURA DO TRIGO NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lorensi de Souza

TRÊS PASSOS – RS

2022

MATHEUS ROCHA

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilens, Bacillus megaterium* **E** *Bacillus subtilis* **NA CULTURA DO TRIGO NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lorensi de Souza

Aprovado em: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

_____

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lorensi de Souza

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

_____

Professor: Dr. Mastrângello Enivar Lanzanova

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

_____

Professora: Dra. Danni Maisa da Silva

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **5**

2 OBJETIVOS **7**

2.1 Objetivo geral 7

2.2 Objetivos específicos 7

3 METODOLOGIA **8**

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO **10**

5 CONCLUSÃO **15**

REFERÊNCIAS **16**

1 INTRODUÇÃO

O trigo, denominado cientificamente como *Triticum aestivum* L., é uma espécie de gramínea da família das Poaceaes, cultivado há milhares de anos, cuja origem e evolução não são totalmente definidas. Para tal, há diferentes hipóteses, sendo a mais aceita a que considera que esta planta foi originada pelo processo de seleção artificial realizada pelo homem, provavelmente ocorrido há cerca de 10.000 a 12.000 a.C. na região do Oriente Médio, mais especificadamente nas margens dos rios que banham a Crescente Fértil (ABITRIGO, 2022). Ao longo do tempo, o ancestral selvagem do atual trigo, transformou drasticamente suas características morfológicas, fisiológicas e fitossanitárias, primordialmente devido ao melhoramento genético, que desenvolveu inúmeros genótipos até alcançar o presente padrão genético (VILLAVICENCIO, 2021).

No decorrer dos anos, o cultivo do trigo se expandiu pelo globo terrestre, pois apesar de apresentar uma grande adaptabilidade a diferentes condições climáticas, a espécie possui preferência por climas temperados e relativamente secos, os quais favorecem o seu desenvolvimento (ACOSTA *et al*., 2016). Na atualidade, é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, esta matéria prima possui um grau elevado de relevância no setor industrial, sua composição rica em carboidratos, proteínas, fibras, vitaminas e minerais, faz com que a maior parte da sua produção seja destinada a alimentação humana, principalmente na elaboração de pães, massas e biscoitos. (LOVERA, 2020). Além disso, é utilizada para a fabricação de rações e de forma direta como pastejo para consumo animal, como fonte altamente energética (CASTRO *et al*., 2021; VECCHIA *et al*., 2022).

Segundo dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA), realizado pelo IBGE (2022), o Brasil na safra 2022 alcançará mais uma marca histórica em relação a área cultivada, produção e rendimento médio da cultura do trigo, a estimativa é de que esteja presente em mais de 3 milhões de hectares brasileiros, chegando a aproximadamente 10 milhões de toneladas produzidas e com uma produtividade média acima de 3 mil quilogramas por hectare, fortalecendo sua importância na economia nacional. Entretanto, o país ainda não é autossuficiente, o que o torna dependente de meio externos, para sanar este gargalo importa o grão, principalmente da Argentina, Paraguai e Estados Unidos (ABITRIGO, 2020). No cenário mundial, o Brasil ocupa apenas a posição de 15º maior produtor de trigo, os países que lideram este ranking são a China, União Europeia e Índia (CONAB, 2022).

Na safra 2021, a região Sul, composta por três estados, entre eles o Rio Grande do Sul maior produtor de trigo do Brasil, também detém o mérito de ser a principal região produtora do grão, ultrapassando a marca de 7 milhões de toneladas, seguida pelas regiões Sudeste, Centro-oeste e Nordeste (IBGE, 2022). O Rio Grande do Sul, por sua vez, produziu na safra de 2021 aproximadamente 3,5 milhões de toneladas, correspondendo a metade da produção total da região Sul, em uma área total de 1 milhão de hectares (CONAB, 2022). Sendo assim, é notória a importância da cultura do trigo no âmbito social, cultural e econômico, sendo um dos pilares do setor agrícola, além de ser um agente promotor ativo do desenvolvimento nacional, estadual e regional, por meio da geração de emprego e renda, e reconhecidamente um ingrediente essencial na alimentação humana e animal desde os promórdios das civilizações.

A cultura do trigo, é altamente responsiva a quantidade de macronutrientes disponíveis no solo, dentre os quais destaca-se o nitrogênio, mineral que possui maior demanda pela planta, uma vez que é integrante fundamental das células e está intrinsicamente ligado a clorofila, vitaminas, proteínas e carboidratos; o fósforo, crucial nos estádios iniais da planta, sendo indispensável para a maioria das rotas metabólicas e processos vitais, tais como a constituição do ATP, geração e transporte de fotoassimilados e divisão celular; o potássio, segundo maior nutriente constituinte do tecido vegetativo e dos grãos de trigo, além de ser responsável pela ativação de diversos sistemas enzimáticos, também propicia a absorção de água pelas raízes e melhorar a eficiência da fotossíntese (BONA *et al*., 2016). Logo, estes elementos atuam diretamente no desenvolvimento e funcionamento de todos os órgãos da planta, raízes, caule, folhas, flores e frutos, consequentemente são fatores determinantes do rendimento potencial da cultura do trigo.

A adubação inorgânica, chamada popularmente de fertilização química ou mineral, é a opção mais utilizada para o fornecimento de nutrientes as plantas, pois quando aplicada no solo promove rapidamente efeitos positivos no crescimento e desenvolvimento das culturas, devido a liberação de seus nutrientes praticamente de maneira imediata (SOUZA *et al*., 2018). Entretanto, o seu uso é insustentável, visto que promove impactos ambientais irreversíveis aos ecossistemas, desde a retirada de minerais de jazidas para sua formulação até a poluição causada pela sua dissolução, contaminando o solo, a água e o ar, podendo desencadear o desequilíbrio e esgotamento dos recursos naturais (GRAEFF, 2021).

Sob esta perspectiva, é necessário determinar estratégias menos agressivas ao meio ambiente sem comprometer a disponibilidade de nutrientes e limitar a produtividade das plantas, tais como a utilização de microorganismos promotores de desenvolvimento vegetal,

como as bactérias promotoras de fixação biológica de nitrogênio e solubilizadoras de fósforo retido nas partículas do solo, que são consideradas uma alternativa eminente. Conforme Gaspareto (2022), a inoculação de rizobactérias, ou seja, bactérias alocadas na região específica onde o solo e as raízes das plantas estão em contato, tais como as do gênero *Bacillus* e *Azospirillum*, possuem potencial biotecnológico benéfico para a cultura do trigo e para uma produção mais sustentável.

As bactérias diazotróficas, como é o caso da *Azospirillum brasilense*, possuem a capacidade de fixar biologicamente o nitrogênio presente na atmosfera terrestre, estas estão presentes no solo e ao se associarem às plantas propiciam ganhos no seu desenvolvimento (FURMAM *et al*., 2019). Ao colonizarem as raízes do trigo, as bactérias do gênero *Azospirillum* facilitam o acesso e aumentam a eficiência do uso de nitrogênio pelas plantas, resultando em uma menor exigência de aplicação de adubos nitrogenados (LUDWIG *et al*., 2022). De modo geral, a inoculação das bactérias *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* favorece expressivamente a produtividade de grãos da cultura do trigo, contribuindo também para o seu fortalecimento fitosssanitário e para a absorção de água e outros nutrientes, por meio da liberação de moléculas de fósforo que estão aderidas a outros constituintes do solo, sendo um mecanismo ecologicamente e economicamente viável (ANDERZEVSKI, 2021).

Dessa maneira, o presente estudo objetiva avaliar o desempenho da inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* na cultura do trigo no noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influencia da inoculação do *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* na cultura do trigo.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar os componentes de rendimento massa verde, massa seca, número de espigas por metro linear e produtividade da cultura do trigo inoculada com *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense*.

- ✓ Avaliar o efeito da adubação química sobre o processo de inoculação de *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense*, sobre a cultura do trigo.

3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), unidade Três Passos localizada juntamente a Escola Técnica Estadual Celeiro (ETEC), situando-se na latitude 27°33’49’’ e longitude 53°51’30’’, no município de Bom Progresso – RS. O clima da região corresponde, segundo a classificação de Köppen, ao tipo Cfa, temperado úmido e com verão quente. Conforme informações do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2022), o município apresenta uma média anual pluviométrica de 1800 mm de chuvas distribuídas uniformemente durante os doze meses. A temperatura média anual varia entre 19º e 20º C e o solo do local foi caracterizado como Latossolo (STRECK, 2018).

O delineamento utilizado foi constituído em blocos ao acaso com quatro repetições de cada tratamento avaliado. Na área do experimento, é realizado rotação de culturas, estando anteriormente estabelecida a cultura da soja. As parcelas foram delimitadas nas medidas 2 por 2 m (4 m²). O espaçamento entre linhas da cultura do trigo foi de 0,17 m. A inoculação foi via semente, com inoculante composto por *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, e foi utilizado a dose de 100 mL para cada 20 kg de sementes. Já referente ao constituído à base de *Azospirillum brasilense* foi usado a dosagem de 150 mL para cada 25 kg de sementes. Os tratamentos implantados foram:

T0 – Controle (sem adubação mineral e sem inoculação).

T1 – Testemunha (somente com adubação mineral).

T2 – Inoculação com *Azospirillum brasilense*.

T3 - Inoculação com *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*.

T4 - Inoculação com *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*.

T5 - Inoculação com *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* + 50% da dose de adubação mineral total.

T6 - Inoculação com *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* + 100% da dose de adubação mineral total.

T7 - Inoculação com *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* + 100% da dose de potássio da adubação mineral total.

A adubação da cultura do trigo foi realizada conforme a necessidade determinada através da realização de uma análise de solo prévia à implantação do experimento na área experimental, de acordo com o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS- RS/SC, 2016). Os dados do laudo da análise de solo foram: argila (%) > 60; pH (H_2O) 5,9; índice SMP 6,1; P (mg/dm³) 11; K (mg/dm³) 211; MO (%) 3,4.

A semeadura ocorreu no segundo 9 de julho de 2022, em sistema de plantio direto manual, utilizando-se 70 sementes por metro linear a uma profundidade de 3 a 5 cm. A cultivar utilizada foi a Biotrigo Audaz. Os tratamentos culturais utilizados foram realizados conforme recomendações técnicas para a cultura do trigo (EMBRAPA, 2020). Os parâmetros avaliados foram: produtividade, produção de massa seca, massa verde e número de espiga por planta.

No momento do florescimento pleno, as avaliações de massa seca e massa verde foram realizadas através da coleta manual de plantas nas duas linhas centrais de cada parcela correspondentes a 1 m. Depois, as amostras foram levadas para laboratório, com o auxílio de balança de precisão, onde foram feitas suas respectivas pesagens. Os dados mensurados neste procedimento corresponderam ao parâmetro de massa verde. Para constatação da massa seca, as amostras foram colocadas em estufa de secagem a temperatura de 65°C até atingirem peso constante e posteriormente foram pesadas novamente.

No final do estádio de espigamento, foi contada o número de espigas por planta em duas linhas laterais de cada parcela correspondentes a 1 m. Para averiguação da produtividade, quando as plantas chegaram no momento ideal para colheita, foram coletadas amostras referentes as mesmas linhas utilizadas na avaliação anterior. Em laboratório, a umidade dos grãos foi ajustada para 13% e posteriormente com a ajuda da balança de precisão, foi feita a pesagem e calculada a produtividade de grãos por hectare.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e testes complementares com contrastes ortogonais utilizando-se os procedimentos disponíveis no pacote estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019). Os constrastes realizados foram: c1: T0 X T1; c2: T0 X T2; c3: T0 X T3; c4: T0 X T4; c5: T0 X T5; c6: T0 X T6; c7: T0 X T7; c8: T1 X T2; c9: T1 X T3; c10: T1 X T4; c11: T1 X T5; c12: T1 X T6; c13: T1 X T7; c14: T2 X T3; c15: T2 X T4; c16: T2 X T5; c17: T2 X T6; c18: T2 X T7; c19: T3 X T4; c20: T3 X T5; c21: T3 X T6; c22: T3 X T7; c23: T4 X T5; c24: T4 X T6; c25: T4 X T7; c26: T5 X T6; c27: T5 X T7; c28: T6 X T7.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de massa seca (g), massa verde (g), número de espigas por metro linear e produtividade (sc/ha) da cultura do trigo, além dos contrates testados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Médias de massa seca (g), massa verde (g) e número de espigas por metro linear da cultura do trigo

	Tratamentos	Massa seca (g)	Massa verde (g)	Número de espigas/metro linear
T0	Controle (sem adubação mineral e sem inoculação)	274,75	69,1	121,66
T1	Testemunha (somente com adubação mineral)	326,53	109,93	137
T2	*Azospirillum brasilense*	312,62	96,95	132
T3	*Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*	293,75	88,58	131,33
T4	*Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*	342,31	107,30	140,33
T5	*Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* + 50% da dose de adubação mineral total	327,53	93,45	136
T6	*Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* +	301,64	86,01	134,66

	Bacillus megaterium + 100% da dose de adubação mineral total			
T7	*Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* + 100% da dose de fósforo da adubação mineral total	295,43	87,61	135,33

Contrastes testados: c1: T0 X T1; c2: T0 X T2; c3: T0 X T3; c4: T0 X T4; c5: T0 X T5; c6: T0 X T6; c7: T0 X T7; c8: T1 X T2; c9: T1 X T3; c10: T1 X T4; c11: T1 X T5; c12: T1 X T6; c13: T1 X T7; c14: T2 X T3; c15: T2 X T4; c16: T2 X T5; c17: T2 X T6; c18: T2 X T7; c19: T3 X T4; c20: T3 X T5; c21: T3 X T6; c22: T3 X T7; c23: T4 X T5; c24: T4 X T6; c25: T4 X T7; c26: T5 X T6; c27: T5 X T7; c28: T6 X T7.

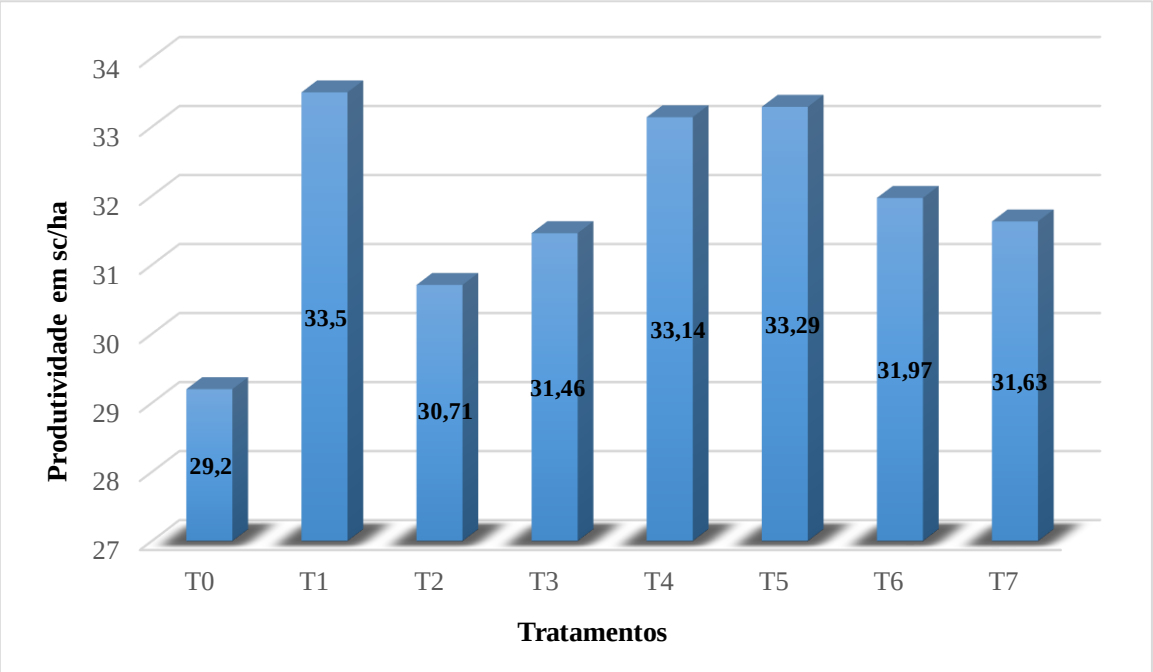
Conforme a Tabela 1, a média de massa verde variou entre 274,75 e 342,31 gramas nos tratamentos T0 e T4, controle ou sem adubação mineral e sem inoculação e com inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, respectivamente. Este parâmetro não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$) em todos os contrastes analisados, este fato pode ser explicado pela fertilidade do solo da área do experimento, visto que o laudo da análise de solo realizada antes da execução do estudo demonstrou que havia uma boa quantidade de nutrientes para o desenvolvimento da cultura. Para Akirinlola *et al*. (2018), ainda há lacunas sobre o verdadeiro funcionamento dos organismos benéficos ao desenvolvimento de plantas, principalmente no que tange a sua interação com o meio, ou seja, rizobactérias podem atuar de maneira diferente de acordo com a disponibilidade de recursos e outros organismos presentes, diminuindo ou aumentando sua intensidade de ação.

A média de massa seca variou entre 109,93 e 69,1 gramas nos tratamentos T0 e T1, controle ou sem adubação mineral e sem inoculação e testemunha ou com adubação mineral, respectivamente (Tabela 1). Para essa variável somente os contrates 1, 2 e 4 apresentaram diferença significativa a ($p < 0,05$) na massa seca e nos demais contrastes não foram observadas diferenças ($p > 0,05$). Percebe-se, que os tratamentos que foram inoculados com as bactérias Azospirillum brasilense de forma isolada e com *Azospirillum brasilense, Bacillus*

subtilis, e *Bacillus megaterium* em conjunto e o tratamento que foi utilizado somente adubação mineral se destacaram perante o tratamento que não foi adotado nem a inoculação nem a adubação mineral, obtendo produções de massa seca superiores estatisticamente quando comparados. O consórcio de bactérias fixadoras de nitrogênio e solubilizadoras de fosfato possui potencial para a cultura do trigo, uma vez que agem de forma direta e indireta através de processos simbióticos com a planta, favorecendo a disponibilidade de nutrientes as plantas e onerando os efeitos de estresses bióticos ou abióticos (KUMAR *et al*., 2018). Além disso, a inoculação de microorganismos melhora a qualidade do solo, essencialmente a biota, pois aumenta a quantidade e diversidade de vida no meio.

A média de número de espigas por metro linear variou entre 121,66 e 140,33 nos tratamentos T0 e T4, controle ou sem adubação mineral e sem inoculação e com inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense, Bacillus subtilis e Bacillus megaterium*, respectivamente. Este quesito apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) para os contrastes 1,4,5,6 e 7, o restante dos contrastes realizados não evidenciaram diferença significativa ($p > 0,05$). Nota-se, que os tratamentos que foram utilizados somente adubação mineral, inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense, Bacillus subtilis,* e *Bacillus megaterium* em conjunto, bem como aqueles que foram empregados a co-inoculação mais 50% e 100% da adubação mineral total e 100% da dose de fósforo da adubação mineral total, alcançaram resultados superiores estatisticamente para média de número de espigas por metro linear quando confrontados com o tratamento sem inoculação e sem adubação mineral. Segundo Mendoza *et al*. (2021), o emprego de bactérias em gramíneas, como é o caso do trigo, tem a capacidade de aumentar a liberação do fósforo que está retido no solo e indisponível para a assimilação das plantas através de sua solubilização e mineralização. Em pesquisa, Santos (2018) reforça que a utilização de rizobactérias promotoras de crescimento em plantas (RPCPs), em especial as do gênero *Azospirillum*, é uma opção economicamente viável e ambientalmente sustentável. Neste sentido, a inoculação de sementes com bactérias se torna um manejo de preservação dos recursos naturais que não compromete o desempenho da cultura do trigo.

Figura 1. Médias de produtividade (sc/ha) da cultura do trigo e respectivo tratamento avaliado.



A média de produtividade variou entre 29,2 e 33,5 sc/ha nos tratamentos T0 e T1, controle ou sem adubação mineral e sem inoculação e testemunha ou com adubação mineral, respectivamente (Figura 1). Para este parâmetro somente os contrates 1, 4 e 5 apresentaram diferença significativa a ($p < 0,05$) na produtividade e nos demais contrastes não foram averiguadas diferenças ($p > 0,05$), um dos possíveis motivos que esclarece o ocorrido, são os níveis de nutrientes presentes no solo do local do estudo, como constatado na análise de solo, antes mesmo da instalação do experimento, já havia uma abundância significativa de macronutrientes suficiente para suprir grande parte da necessidade da cultura do trigo. Verifica-se, que os tratamentos que foram inoculados com as bactérias Azospirillum brasilense de forma isolada e com Azospirillum brasilense, Bacillus subtilis, e Bacillus megaterium em conjunto e o tratamento que foi adotado somente adubação mineral atingiram médias de produtividade estatisticamente maiores em relação ao tratamento que não foi empregado nem a inoculação nem a adubação mineral. Em continuidade, Souto (2020) discute os desafios de microorganismos solubilizadores de fosfato serem utilizados como biofertilizantes, um dos principais entraves seria o não conhecimento sobre a influência do meio, em outras palavras, as condições e características do solo, sobre o funcionamento das bactérias. Em contrapartida, Mendonça *et al*. (2020) e Pereira *et al*. (2018), alegam que

bactérias promotoras de crescimento possuem a capacidade de proteger as plantas sob estresses abióticos, mitigando os impactos de fenômenos meteorológicos, como períodos de baixa pluviometria ou em situações de temperaturas acima do normal.

A fixação biológica de nitrogênio pelas plantas, é um processo natural resultante da conversão do nitrogênio atmosférico em amônia, esse processo é originado por uma interação simbiótica entre as raízes e bactérias (HUNGRIA; NOGUEIRA, 2022). No que tange, há inúmeros estudos relacionados ao assunto, alguns deles são os realizados por Nascimento (2022) e Silva *et al*. (2021), afirma que a inoculação de bactérias do gênero *Bradyrhizobium spp*. e *A. brasilense* promove ganhos quanto ao desenvolvimento vegetativo, produção e formação de nódulos nas raízes de plantas, fato que indica um melhor desempenho na fixação de nitrogênio elementar, por consequente maior disponibilidade para as plantas e uma menor necessidade de aporte de adubos nitrogenados. Todavia, há autores que discordam, alegam que a partir de resultados obtidos em seus experimentos não há uma certeza sobre a ação das bactérias, sobretudo devido essas performarem de maneira distinta conforme o ambiente (BRONDANI, 2020; QUATRIN *et al*., 2020). Sendo assim, é possível constatar que o nível de fertilidade solo pode interferir na atividade das bactérias fixadores de nitrogênio, logo é preciso a realização de mais pesquisas que aumentem a precisão sobre o tema.

A inoculação de bactérias solubilizadoras de fosfato, é outra prática relativamente recente que está sendo empregada na agricultura brasileira e no mundo, esses microorganismos ao colonizarem a rizosfera solubilizam e mineralizam o fósforo orgânico através de enzimas, deixando-o prontamente acessível para o aproveitamento pelas plantas (GODOY, 2020). Segundo Bini *et al*. (2021), o Brasil é o precursor do desenvolvimento e produção em escala industrial de um produto que possui esta função, sendo resultado de mais de duas décadas de pesquisas e elaborado a partir de duas cepas de bactérias do gênero *Bacillus*. Ainda, os mesmos pesquisadores declaram que há trabalhos que expressam o potencial do inoculante, agregando na produção média de grãos de milho e soja, porém erros de armazenamento do produto, manipulação e aplicação podem acarretar em prejuízos no rendimento e comprometer sua imagem. Ademais, ainda é escasso a quantidade de materiais que aprofundam sobre a eficiência e a eficácia de bactérias solubilizadoras de fosfato na cultura do trigo, circunstância que remete o quanto o tema deve ser explorado para se obter um diagnóstico com maior exatidão.

Diante do exposto, a inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio e solubilizadoras de fosfato, como é o caso do *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* e *Bacillus*

megaterium, respectivamente, é uma prática ainda não consolidada totalmente, pois ao mesmo tempo que há estudos que comprovam sua eficiencia há outros que obtem resultados opostos, para sanar estas lacunas e obter resultados mais confiáveis é necessário a realização de pesquisas mais detalhadas.

Finalizando, através do presente trabalho foi possível constatar que a inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense* , *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* na cultura do trigo possui um grande potencial agronômico, em virtude de que em muitos casos os tratamentos que foram empregados o uso das bactérias, separadamente e em conjunto, alcançaram estatísticamente o mesmo desempenho que aqueles derivados da utilização de adubação química. Por fim, a inoculação dessas bactérias é uma alternativa para contribuir com uma agricultura mais sustentável, diminuindo o aporte de insumos não renováveis, sem comprometer a produtividade e rentabilidade da lavoura.

5 CONCLUSÃO

A inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* possui a capacidade de suprir a necessidade nutricional da cultura do trigo de maneira igual ou similar a adubação mineral, considerando os parâmetros avaliados.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, A. S. *et al*. **Trigo: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Coleção 500 perguntas – 500 respostas. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

AKIRINLOLA, R. J. *et al*. Evaluation of Bacillus Strains for plant growth promotion and predictability of officacy by in vitro physiological traits. **International Journal of Microbiology.** 2018.

ANDERZEVSKI, L. B. **Uso da microbiolização de sementes de trigo com isolado de Bacillus sp. no crescimento de plantas e incidência de doenças**. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia. Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO TRIGO – ABITRIGO. **Evolução mensal e anual do preço do trigo, consumo, produção e estoque mundial de trigo.** 2022. Disponível em: http://www.abitrigo.com.br/categoria-estatisticas/trigo/ . Acesso em: 10 de outubro de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO TRIGO – ABITRIGO. **História do Trigo.** 2022. Disponível em: https://www.abitrigo.com.br/conhecimento/historia-do-trigo/ . Acesso em: 10 de outubro de 2022.

ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. **Clima, temperatura e precipitação.** 2022. Disponível em: https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao Acesso em: 1322 de outubro de 2022.

ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. **Clima, temperatura e precipitação.** 2022. Disponível em: https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/solos Acesso em: 1322 de outubro de 2022.

BINI, D. *et al*. Inoculante à base de bactérias solubilizadoras de fosfato nas culturas do milho e da soja (BiomaPhos®): dúvidas frequentes e boas práticas de inoculação. **Comunicado técnico Nº 252**, Embrapa, Sete Lagoas-MG. 2021

BONA, *et al*. Manejo nutricional da cultura do trigo. **International Plant Nutrition Institute**. Informações agronômicas Nº 154. 2016. Disponível em: file:///C:/Users/maath/Downloads/ID439792016n154InfAgron.pdf. Acesso em: 15 de outubro de 2022.

BRONDANI, M. S. *et al*. **Fontes de nitrogênio associadas a Azospirillum brasilense: impacto sobre crescimento e produtividade de trigo e milho.** Dissertação de Mestrado em

Agronomia, Agricultura e Ambiente. Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen. 2020.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: SBCS-NRS, 2016, 101 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Trigo – Análise Mensal – Setembro 2022**. 2022. Disponível em: Conab - Trigo – Análise Mensal – Setembro 2022 https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/19211-trigo-analise-mensal-setembro-2022 Acesso em: 10 de outubro de 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. Informações Técnicas para trigo e triticale. **13ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale**. Passo Fundo, RS. 2020. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214730/1/informacoestecnicasparatrigoetriticalesafra2020-1592946148.pdf Acesso em: 28 de outubro de 2022.

FERREIRA, D. F. **SISVAR:** A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Bbrasileira de Bbiometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.

FURMAM, F. G. *et al*. **Desenvolvimento e produtividade do trigo em função da inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal.** Dissertação de Mestrado em Agronomia. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa. 2019.

GASPARETO, R. N. **Inoculação com bactérias promotoras de crescimento associado a doses de nitrogênio na nutrição e desempenho agronômico de trigo no Cerrado**. Tese de Doutorado em Agronomia. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira. 2022.

GODOY, F. A. **Identificação de bactérias promotoras de crescimento de trigo e seu impacto na comunidade bacteriana da rizosfera**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2020.

GRAEFF, A. I. **Influência da adubação nitrogenada sobre bioindicadores de qualidade do solo**. Trabalho de Conclusão de Curso em Bacharelado em Agronomia. Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó. 2021.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Fixação biológica do nitrogênio. **In: Bioinsumos na cultura da soja.** Embrapa, 1ª ed, cap. 8, p. 141-162. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático de Levantamento Agrícola.** 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados Acesso em: 15 de outubro de 2022.

KUMAR, P. *et al*. Inoculation of siderophore producing rhizobacteria and their consortium for growth enhancement of wheat plant. **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, v. 15, p. 264-269, 2018.

LOVERA, M. M. **Qualidade tecnológica de farinha de trigo obtida em diferentes frações do diagrama de moagem**. Trabalho de Conclusão de Curso em Bacharelado em Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2020.

LUDWIG, R. L. *et al*. Desempenho agronômico de cultivares de trigo em resposta à inoculação (*Azospirillum brasilense*) e aplicação de nitrogênio. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 4, p. 799-808, 2022.

MENDONÇA, J. J. *et al*. Diversidade, mecanismos de atuação e potencial agrícola de bactérias promotoras de crescimento de plantas, usando milho como cultura exemplo. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 25, n. 2, 2020.

MENDOZA, M. P. *et al*. Estudio de metabolitos producidos por bacterias que solubilizan fosfato aislado de la raíz y rizoplano de gramíneas. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research,** v. 4, n. 4, p. 4944-4949, 2021.

NASCIMENTO, E. *et al*. Co-inoculation with Bradyrhizobium spp. and Azospirillum brasilense in cowpea under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 3-8, 2022.

PEREIRA, Y. D. *et al*. **Crescimento de plantas de trigo inoculadas com bactérias promotoras de crescimento em condições de restrição hídrica**. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos. 2018.

QUATRIN, M. P. *et al*. **Avaliação de trigo de duplo propósito inoculado com Azospirillum brasilense**. Tese de Doutorado em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2020.

SANTOS, F. L. **Inoculação e coinoculação de rizobactérias promotoras de crescimento em plantas de arroz, milho e trigo.** Tese de Doutorado em Ciência do Solo.Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2018.

SILVA, L. L. *et al*. Coinoculação de Azospirillum brasilense e Bradyrhizobium japonicum no desenvolvimento da soja. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 7, p. 25-32, 2021.

SOUTO, L. A. **Microrganismos solubilizadores de fosfato: Usos e potencialidades na agricultura**. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia. Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo. 2020.

SOUZA, R. *et al*. Utilização de adubos químicos e adubos orgânicos. **Anuário Acadêmico-científico da UniAraguaia**, v. 7, n. 1, p. 34-40, 2018.

STRECK, E. V., *et al*. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EMATER – ASCAR. 2018

VECCHIA, A. L. *et al*. Combinações de trigo duplo propósito como ferramentas para produção de forragem e de grãos. In: **Embrapa Trigo-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15.; MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TRIGO, 2021.

VILLAVICENCIO, J. **Caracterização de genótipos brasileiros de trigo (Triticum aestivum L.) quanto a caracteres agronômicos e resistência tipo II à giberela.** Dissertação de Mestrado em Agronomia.Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2021.