

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS
CURSO DE AGRONOMIA

Tainara da Silva Perin

Reinoculação do trigo associada à redução da adubação nitrogenada

Curitibanos

2023

Tainara da Silva Perin

Reinoculação do trigo associada à redução da adubação nitrogenada

Trabalho de conclusão de curso de Graduação em
Agronomia, do Centro de Ciências Rurais,
Campus de Curitibanos, da Universidade Federal
de Santa Catarina.

Orientador: Prof.^a Sonia Purin da Cruz, *Ph.D.*

Curitibanos

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da
UFSC.

Da Silva, Tainara Perin

Reinoculação do trigo associada à redução da adubação
nitrogenada/Tainara da Silva Perin; orientadora, Sonia
Purin da Cruz, 2022.

37 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2023.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Trigo. 3. reinoculação. 4.
Fertilizantes nitrogenados. 5. Bactéria. Da Cruz, Sonia
Purin. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Rodovia Ulysses Gaboardi, km3
CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitiba/SC
TELEFONE (048) 3721-2176 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

Tainara da Silva Perin

Reinoculação do trigo associada à redução da adubação nitrogenada.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 25 de maio de 2023.



Documento assinado digitalmente
D. JALMA EUGENIO SCHMITT
Data: 15/06/2023 11:27:44-0300
CPF: ***.180.539-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler
Coordenador do curso

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente
Sonia Purin
Data: 16/06/2023 15:52:07-0300
CPF: ***.293.969-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Sonia Purin da Cruz, *Ph.D.*
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Kelen Cristina Basso
Data: 15/06/2023 13:17:11-0300
CPF: ***.664.788-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Dr.^a Kelen Cristina Basso
Membro da banca examinadora



Documento assinado digitalmente
Neilor Bugoni Riquetti
Data: 16/06/2023 09:01:04-0300
CPF: ***.588.849-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Dr. Neilor Bugoni Riquetti
Membro da banca examinadora

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por ter me dado saúde e força a ponto de superar as dificuldades durante todos esses anos de estudo. Agradeço também ao Monsenhor João Benvegnú (*in memoriam*), um sacerdote que sempre valorizou os estudos e que foi um exemplo de humildade e humanidade.
- Aos meus pais, Ronaldo e Clemires, as pessoas mais importantes da minha vida, que desde a infância estiveram ao meu lado, por toda educação e suporte. As minhas avós, Zélides, Eloiva (*in memoriam*) e minha irmã Kellen, por todo incentivo e companheirismo. A minha segunda família do coração que me acolhe a muitos anos, família Karlinski.
- Agradeço ao meu namorado Eduardo, que nunca me recusou incentivo, apoio e amor. Obrigado por compartilhar os inúmeros momentos de ansiedade e estresse. Sem você ao meu lado esse trabalho não seria concluído.
- Aos meus amigos (as) esses que são tantos à serem citados, mas sempre estiveram ao meu lado, pela amizade e parceria incondicional e pelo apoio ao longo de todo o curso, estarão sempre em meu coração e memória.
- Agradeço a minha orientadora prof.^a Sonia, por ser incansável no auxílio e na transmissão do seu amplo conhecimento durante todas as fases desse trabalho. Ao grupo GMicro, aos íntimos “grupo da kombi”, por toda ajuda e parceria nos mais variados trabalhos. A todos os professores e funcionários da Universidade Federal de Santa Catarina.
- A empresa Rizobacter do Brasil, por fornecer o inoculante e área experimental.

Muito obrigado!

RESUMO

O trigo é uma cultura com altas exigências nutricionais, e para uma boa produção, altas doses de fertilizantes nitrogenados são necessários, que são os mais exigidos. Visando um bom desenvolvimento e uma boa produtividade, seu uso é essencial, entretanto quando em excesso geram altos custos e promovem uma série de impactos negativos ao meio ambiente. Portanto, a utilização de inoculantes à base de *Azospirillum brasilense* é uma forma reduzir a adubação de N. Contudo, perante o aumento no custo dos adubos nitrogenados, novas técnicas que visam diminuir a sua aplicação devem ser estudadas, como a reinoculação do trigo com *A. brasilense*, podendo resultar na maior eficiência da FBN, conseqüentemente na redução no custo de produção e menor impacto ambiental. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da reinoculação com *A. brasilense* no desenvolvimento da cultura do trigo. O estudo foi realizado a campo em colaboração com a empresa Rizobacter do Brasil, na propriedade do Sr. Luís Fernando Balbinott, localizada no município de Santa Cecília – SC. Conduziu-se o experimento em um delineamento de blocos casualizados com 4 tratamentos e 5 repetições, sendo T1: testemunha 100% N, sem inoculação; T2: 50% N, sem inoculação; T3: 50% N + inoculação com *A. brasilense* 2 dias após a semeadura; T4: 50% N + inoculação com *A. brasilense* 2 dias após a semeadura + reinoculação com *A. brasilense* no perfilhamento, 34 dias após a semeadura. Realizou-se avaliação de altura das plantas e número de perfilhos aos 65 DAE e na colheita, massa de 1.000 grãos, nitrogênio dos grãos e a produtividade. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância simples (ANOVA), havendo diferenças, foram identificadas pelo teste de Scott-Knott a 5%. Verificou-se diferença somente na altura e número de perfilhos aos 65 DAE sendo que T3 e T4 foram estatisticamente iguais e superiores a T1 e T2, não havendo diferenças significativas nas demais variáveis. É possível concluir que a reinoculação e inoculação do trigo pode gerar incrementos da altura e número de perfilhos aos 65 DAE. Portanto, recomenda-se a realização de novos estudos em busca de resultados positivos, visando a diminuição da aplicação de fertilizantes nitrogenados, em busca de um menor custo de produção e impacto ambiental.

Palavras chave: Fixação biológica de nitrogênio. Fertilizantes. *Triticum spp.*

ABSTRACT

Wheat is a crop with high nutritional requirements, and for good production, high doses of nitrogen fertilizers are required, which are the most demanded. Aiming at good development and good productivity, its use is essential, however when in excess it generates high costs and promotes a series of negative impacts on the environment. Therefore, the use of inoculants based on *Azospirillum brasilense* is a way to reduce N fertilization. However, given the increase in the cost of nitrogen fertilizers, new techniques aimed at reducing its application should be studied, such as the re-inoculation of wheat with A. Thus, the present work aimed to evaluate the effects of reinoculation with *A. brasilense* on the development of the wheat crop. The study was carried out in the field in collaboration with the company Rizobacter do Brazil, on the property of Mr. Luís Fernando Balbinott, located in the municipality of Santa Cecília – SC. The experiment was conducted in a randomized block design with 4 treatments and 5 replications, with T1: 100% N control, without inoculation; T2: 50% N, without inoculation; T3: 50% N + inoculation with *A. brasilense* 2 days after sowing; T4: 50% N + inoculation with *A. brasilense* 2 days after sowing + reinoculation with *A. brasilense* at tillering, 34 days after sowing. Plant height and number of tillers were evaluated at 65 DAE and at harvest, weight of 1,000 grains, grain nitrogen and productivity. The results obtained were submitted to analysis of simple variance (ANOVA). If there were differences, they were identified by the Scott-Knott test at 5%. There was a difference only in height and number of tillers at 65 DAE, with T3 and T4 being statistically equal and superior to T1 and T2, with no significant differences in the other variables. It is possible to conclude that the re-inoculation and inoculation of wheat can increase the height and number of tillers at 65 DAE. a lower production cost and environmental impact.

Key words: Biological nitrogen fixation. Fertilizers. *Triticum spp.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - (A) Localização do município de Santa Cecília em Santa Catarina; Disposição da área do experimento; (B) Pontos de referências da localização do experimento; (C) Disposição da área do experimento	18
Figura 2 - Croqui com disposição das parcelas	19
Figura 3 - Aplicação da adubação de cobertura	20
Figura 4 - Local do experimento após a semeadura	21
Figura 5 - Inoculação do trigo por pulverização dirigida na linha da semeadura	21
Figura 6 - Reinoculação do trigo por pulverização dirigida na linha da semeadura	22
Figura 7 - Aspecto das plantas de trigo aos 65 dias após a semeadura	22
Figura 8 - Medição da altura de planas com auxílio de trena.....	23
Figura 9 - Coleta das plantas da parcela	24
Figura 10 – Etapa de destilação da análise de nitrogênio.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise de variância para altura de plantas (cm) de trigo submetido a reinoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> , em experimento conduzido em Santa Cecília – SC, na safra 2022.....	26
Tabela 2 – Valores médios para altura de plantas (cm) de trigo submetido a reinoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> , em experimento conduzido em Santa Cecília – SC, na safra 2022	26
Tabela 3 – Resultado da análise de variância para o número de perfilhos por planta para cultura do trigo.	27
Tabela 4 – Valores médios de número de perfilhos do trigo submetido a reinoculação com <i>Azospirillum brasilense</i> , em experimento conduzido em Santa Cecília – SC, na safra 2022	27
Tabela 5 - Resultado da análise de variância para altura de plantas de trigo ao final do ciclo.	27
Tabela 6 - Resultado da análise de variância do número de perfilhos de trigo ao final do ciclo.	28
Tabela 7 - Resultado da análise de variância da massa de mil grãos da cultura do trigo.	28
Tabela 8 - Resultado da análise de variância da produtividade final da cultura do trigo.	28
Tabela 9 - Resultado da análise de variância de gramas de nitrogênio por quilos de grãos da cultura do trigo.....	29
Tabela 10 - Resultado da análise de variância de porcentagem de nitrogênio nos grãos da cultura do trigo.	29
Tabela 11 – Resultado da análise de variância da porcentagem de proteína nos grãos da cultura do trigo	29
Tabela 12 - Resultado da análise de variância de nitrogênio acumulado em quilos por hectare da cultura do trigo	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo geral	12
1.1.2	Objetivos específicos	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	CULTURA DO TRIGO	13
2.2	CUSTOS DE PRODUÇÃO COM FERTILIZANTES	14
2.3	INOCULAÇÃO DO TRIGO COM <i>Azospirillum brasilense</i>	14
2.4	REINOCULAÇÃO	16
4	MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1	LOCAL DO ESTUDO	18
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	18
4.3	SEMEADURA	20
4.4	INOCULAÇÃO E REINOCULAÇÃO	21
4.5	AVALIAÇÕES	22
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	25
5	RESULTADO E DISCUSSÃO	26
6	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A cultura do trigo é pertencente à família das Poaceae, ao gênero *Triticum*, e as duas principais espécies são *Triticum durum* e *Triticum aestivum*. A cultura faz parte da humanidade há cerca de 10 mil anos, tanto à pessoas quanto animais, e o seu cultivo começou na Mesopotâmia, na região denominada de crescente Fértil, atualmente essa área vai do Egito ao Iraque. Por volta de 4.000 a.C., os egípcios descobriram o processo de fermentação do grão, e com essa descoberta foi possível dar início à panificação, a qual está presente até hoje na alimentação humana (ABITRIGO, 2018).

No Brasil, o trigo é utilizado na panificação, principalmente, mas também é destinado à pastagens e com duplo propósito. Com o aumento expressivo no custo de produção da cultura do trigo, vem crescendo a busca por alternativas que visem diminuir gastos como de fertilizantes nitrogenados, sem prejudicar a produtividade (BAUMGRATZ, 2017).

Diante disso, a utilização de bactérias associativas que promovam o crescimento vegetal possui um enorme potencial, pois as mesmas conseguem suprir parcial ou completamente as necessidades nutricionais das plantas. Desta forma, reduzindo a utilização de fertilizantes nitrogenados, por consequência se reduz o custo de produção. Como forma de fornecimento de N, existe a possibilidade da inoculação com bactérias fixadoras do gênero *Azospirillum*. A espécie com maior potencial é *Azospirillum brasilense*, que pode gerar diversos e diferentes estímulos para o crescimento das plantas (FUKAMI *et al.*, 2016). Essa tecnologia já é disponível comercialmente no Brasil, recomendada pelo Ministério da Agricultura, como um padrão de cultivo que permite reduzir a adubação de cobertura em 25% (HUNGRIA, 2011). Entretanto, novos métodos de inoculação podem ser recomendados como alternativa a fim de reduzir ainda mais a adubação, sem comprometer a produtividade.

Uma alternativa potencial é o método de reinoculação. Nela, uma cultura que já foi inoculada, normalmente na semente, passa por mais uma inoculação em pós-emergência, qual já foi estudada na soja no Brasil. Porém, para a cultura do trigo não há estudos relacionados à reinoculação. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta do trigo sob reinoculação com *A. brasilense* associada à redução da adubação nitrogenada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a resposta da cultura do trigo submetida à reinoculação com *Azospirillum brasilense*.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar o efeito da reinoculação em relação à altura de plantas, número de perfilhos e produtividade do trigo.
- Determinar a concentração de nitrogênio e proteína dos grãos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CULTURA DO TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum*) pertence à família Poaceae e tem grande importância econômica e alimentícia em praticamente toda a população mundial. Através da farinha é possível produzir massas, pães, biscoitos, bolos e outros. A cultura foi introduzida no Brasil em 1534, por Martim Afonso de Souza, o qual desembarcou na capitania de São Vicente. Naquela época o clima quente do país dificultou a expansão da cultura, diante disso apenas na segunda metade do século XVIII que a cultura começou a se desenvolver no Rio Grande do Sul. Na década de 40, as plantações começaram a expandir no Rio Grande do Sul e no Paraná, se tornando o principal produtor no Brasil (ABITRIGO, 2022).

Com o grande avanço da cultura no Brasil, foi fundada a EMBRAPA Trigo no ano de 1974. Na época, buscava-se estabelecer unidades nacionais de pesquisa, especificamente do trigo, visando a condução direta de trabalho de geração, adaptação e difusão de tecnologias à cultura. A cidade escolhida pra sediar a Unidade foi Passo Fundo (RS), por ser um grande centro na região tritícola do país (EMBRAPA TRIGO, 2022).

Os cinco maiores produtores mundiais de trigo são os países da União Europeia, com 138,9 milhões de toneladas, China com 136,9 milhões de toneladas, Índia com 109,5 milhões de toneladas, Rússia com 75 milhões e os EUA com 44,7 milhões de toneladas. Atualmente o Brasil ocupa a 16ª posição, com uma produção de 7,7 milhões de hectares plantados (CONAB, 2022).

No Brasil a área plantada é de 3.051,5 mil hectares com uma produtividade de 3.114 kg ha⁻¹. O estado com maior produção de trigo é o Rio Grande do Sul, com 4,751 milhões de toneladas. O Paraná conta com 3,513 milhões de toneladas, e ambos expressam 86% da produção nacional. Entretanto, para suprir a demanda nacional de consumo, foi necessária a importação de 6,1 milhões de toneladas em 2022 (CONAB, 2022), fato que é frequente ao longo dos últimos anos e gera custos maiores a aquisição de trigo pelo o mercado consumidor.

3.2 CUSTO DE PRODUÇÃO COM FERTILIZANTES

Sabe-se que houve um aumento significativo dos custos para a produção do trigo ao longo dos últimos anos. Desta forma, novas técnicas devem ser adotadas, visando diminuir os custos de produção, sem afetar o potencial produtivo da cultura. Entre os insumos, dentre os que mais impactaram na elevação dos custos estão os fertilizantes, que compreenderam um aumento de 27,25% dos custos variáveis e representam entre 25 a 30% do investimento (EMBRAPA, 2022). Como na maioria das culturas, os nutrientes mais requeridos pela cultura do trigo são N, P, K, sendo o N exigido em maior quantidade, pois é o nutriente que mais limita o rendimento e influência na qualidade final do grão (HUNGRIA, 2011).

Os fertilizantes nitrogenados são os mais requeridos pela cultura e a adubação com fertilizantes industrializados sintéticos é a forma mais prática e adotada para o suprimento de nitrogênio nas culturas. Mesmo apresentando alta solubilidade e rápida disponibilidade à absorção, o nitrogênio continua sendo um nutriente com grandes potenciais de perdas no ambiente. Desta forma, maiores quantidades do nutriente são necessárias às culturas, e isso acaba elevando ainda mais os custos de produção (TEIXEIRA FILHO *et al.*, 2010).

Dentre os cinco principais fertilizantes do trigo, os nitrogenados ficaram em média 127% mais caros. Segundo dados do Relatório de Insumos Agropecuários da CONAB a tonelada de ureia em dezembro de 2020 estava custando R\$ 1.940,00, já em dezembro de 2021 passou para R\$ 5.355,00 (EMBRAPA, 2022) e hoje em 2023 houve uma redução para 2.300,00. Deste modo, alternativas como a utilização de inoculantes à base de *Azospirillum brasilense* podem ser fundamentais, pois essas bactérias fixam nitrogênio atmosférico, assim podendo reduzir a utilização de adubos nitrogenados, além de garantir altas produtividades com baixo custo, desse modo tendo uma menor dependência de importação de insumos (HUNGRIA, 2011).

3.3 INOCULAÇÃO DO TRIGO COM *Azospirillum brasilense*

O uso de bactérias fixadoras de N atmosférico já é muito comum em leguminosas, e depois de várias pesquisas apresentadas ao Ministério da Agricultura e Pecuária de

Abastecimento (MAPA), essa técnica já é utilizada também em gramíneas (HUNGRIA, 2011). O objetivo é diminuir o custo de aplicações de fertilizantes nitrogenados, e consequentemente diminuir o custo de produção. Dentre as bactérias estudadas, a de maior potencial é *A. brasilense*, uma espécie diazotrófica que tem gerado resultados positivos quando associada a gramíneas como arroz, milho e o trigo (FAGES, 1994). A bactéria gera estímulos tanto no crescimento das plantas, como a produção de hormônios vegetais (auxinas, giberelinas e citocininas), solubilização de fosfato, maior desenvolvimento radicular, aumento nos teores de clorofilas e alterações na atividade fotossintética das plantas (HUNGRIA, 2011).

Para a cultura do trigo, o único microrganismo que possui registro e recomendação comercial pelo MAPA até o presente momento é *A. brasilense*. Os inoculantes normalmente encontrados no mercado são líquidos e devem ter uma população mínima de 1×10^8 Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por grama ou mililitro. Os cuidados a serem observados à inoculação incluem observação da garantia da concentração registrada até o seu vencimento e conservar o inoculante em local protegido do sol e arejado até o momento da utilização. Os métodos de inoculação são via sulco, foliar e na semente (este último considerado o padrão para a cultura) (HUNGRIA, 2011).

O trabalho realizado por Hungria (2011) foi pioneiro nas pesquisas relacionadas à inoculação do trigo com *A. brasilense*. Neste sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar a inoculação de diferentes estirpes de *A. brasilense* turfoso na cultura do trigo. Desta forma, os resultados obtidos indicam que as estirpes Ab-V1, Ab-V5, Ab-V6 e Ab-V8 foram as que apresentaram melhores resultados, gerando um incremento na produtividade de 312 a 423 Kg ha⁻¹, ou de 13% a 18% em comparação com o controle não inoculado.

Diante disso, diversos trabalhos começaram a ser realizados e demonstraram o benefício de *A. brasilense* ao trigo. Em um estudo realizado por Pereira *et al.* (2016), no estado do Paraná, os autores buscaram avaliar o rendimento do trigo em resposta a diferentes modos de inoculação. O maior destaque na produtividade de grãos foi obtido no tratamento com adubação nitrogenada (60 Kg ha⁻¹) e inoculação via semente, totalizando 2.573,88 Kg ha⁻¹. O segundo melhor tratamento foi com adubação nitrogenada (60 Kg ha⁻¹) sem inoculação, com produtividade de 2.316,29 Kg ha⁻¹. Finalmente, o tratamento com a metade da dose de N associado com a inoculação

produziu um total de 2.083,71 Kg ha⁻¹. Desta forma, é possível observar que a inoculação do trigo, associada à adubação nitrogenada, pode aumentar o rendimento do trigo, representando menor custo de produção ao agricultor, paralelamente ao maior ganho econômico.

Em outro estudo realizado por Nunes *et al.* (2015), conduzido nas safras de 2011 e 2012, com clima tipo Aw, definido como tropical com estação seca, os autores avaliaram a produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e à inoculação com *A. brasilense*. No ano de 2012, observou-se 10% de aumento na produtividade com inoculação (5.269 Kg ha⁻¹) em relação ao tratamento sem inoculação (4.721 Kg ha⁻¹). Assim, pode-se concluir que a inoculação com *A. brasilense* pode contribuir no rendimento final do trigo, desta forma resultando em um maior ganho econômico ao produtor.

3.4 REINOCULAÇÃO

A reinoculação consiste em uma segunda aplicação de inoculante na cultura em questão. Normalmente, a primeira inoculação é realizada via semente, e a segunda sobre o solo ou em pós-emergência (RODRIGUES *et al.*, 2021). Há apenas três estudos a respeito deste tema no Brasil, realizados apenas com soja até o momento.

Moretti *et al.* (2018) avaliaram a reinoculação em diferentes estádios da cultura da soja, visando o aumento da nodulação e rendimento de grãos nas safras 2014/2015 sob preparo convencional e 2015/2016 sob plantio direto. Observou-se aumento da nodulação em comparação a inoculação, quando as plantas foram reinoculadas em V1, V3, V6 e R1, apresentando um aumento de 23, 26, 29 e 23% no número de nódulos em comparação ao tratamento de inoculação padrão.

Na safra 2015/2016 observou-se aumento da nodulação com reinoculação em V3, V6 e R1, havendo aumentos de 44, 40 e 32% em relação à inoculação na semente. A produtividade de grãos mostrou diferenças significativas. Quando realizada a reinoculação em V1, V3, V6 e R1 a produtividade aumentou 9, 10, 7 e 9%. Assim, o estudo destaca que a reinoculação pode ser uma boa alternativa visando o aumento na nodulação da soja, contribuindo ainda mais na fixação biológica do nitrogênio, porém observou-se aumentos significativos na produtividade somente em áreas de plantio direto.

Zago *et al.* (2018) avaliaram a reinoculação de diferentes doses de *Bradyrhizobium* por cobertura e seu efeito na cultura da soja, o experimento foi realizado em canteiros sistema de plantio direto na safra de 2016/2017. Os tratamentos foram conduzidos da seguinte forma: o tratamento de inoculação padrão consistiu da inoculação apenas na semente. Sem pulverização de *Bradyrhizobium* e os demais tratamentos 2, 3, 4 receberam inoculação na semente e pulverização de 500, 1000, 1500 mL⁻¹. Observou-se que a soja que não recebeu pulverização por cobertura de *Bradyrhizobium* e apenas por inoculação prévia da semente resultou em 111,95 nódulos. de *Bradyrhizobium* 1500 mL ha⁻¹ pulverização e inoculação na semente obtiveram aumentos significativos, sendo de 180,65 em relação ao número de nódulos. produtividade para foi de 55,5 sacas por hectare.

Rodrigues *et al.* (2021) avaliaram a reinoculação via aplicação foliar da cultura da soja na safra agrícola de 2018/2019. Foi possível observar que a reinoculação em V3 proporcionou um maior número de vagens, visto que as plantas do tratamento com reinoculação na dose de 1.500 mL ha⁻¹ apresentou 55 vagens por planta, um aumento de 50,5% em relação as plantas do tratamento de inoculação na semente, que apresentou 36 vagens por planta. Quando a reinoculação em R1, novamente as plantas do tratamento na dose de 1.500 mL ha⁻¹ apresentou 61,75 vagens por planta, gerando um incremento de 103% quando comparado ao padrão, que alcançou 30,45 vagens por planta.

Em relação à cultura do trigo, não há estudos relacionados à reinoculação. Desta forma, é importante a realização de estudos em busca de resultados positivos, a exemplo da soja. O método de reinoculação tem grande potencial se utilizado na cultura do trigo, que tem altas necessidades de adubação nitrogenada. Além de diminuir o custo de produção pela redução de adubação, é possível obter um melhor desenvolvimento das plantas, e por consequência uma melhor produtividade, dando um retorno positivo ao produtor.

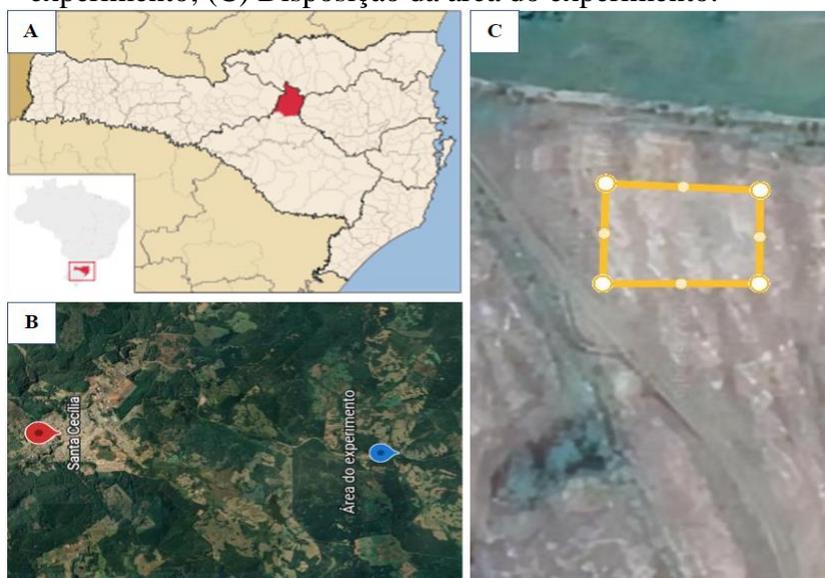
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE ESTUDO

O experimento foi conduzido a campo, na propriedade do Sr. Luís Fernando Balbinott, na localidade Fazenda Sumidouro, às margens da BR 116 no município de Santa Cecília – SC nas coordenadas geográficas 27°02'49" de latitude sul e 50°25'30" de longitude oeste (Figura 1), com colaboração da Rizobacter do Brasil. O trabalho ocorreu durante a safra de inverno de 2022.

O clima da região segundo Köppen está classificado como Cfb (subtropical úmido e verão ameno), com uma temperatura média anual de 16,5 °C e uma precipitação média de 1907,9 mm (WREGGE *et al.*, 2012). O solo está classificado pelo manual de solos de Santa Catarina como Cambissolo Háptico A, com textura muito argilosa.

Figura 1 – (A) Localização do município de Santa Cecília em Santa Catarina; Disposição da área do experimento; (B) Pontos de referências da localização do experimento; (C) Disposição da área do experimento.

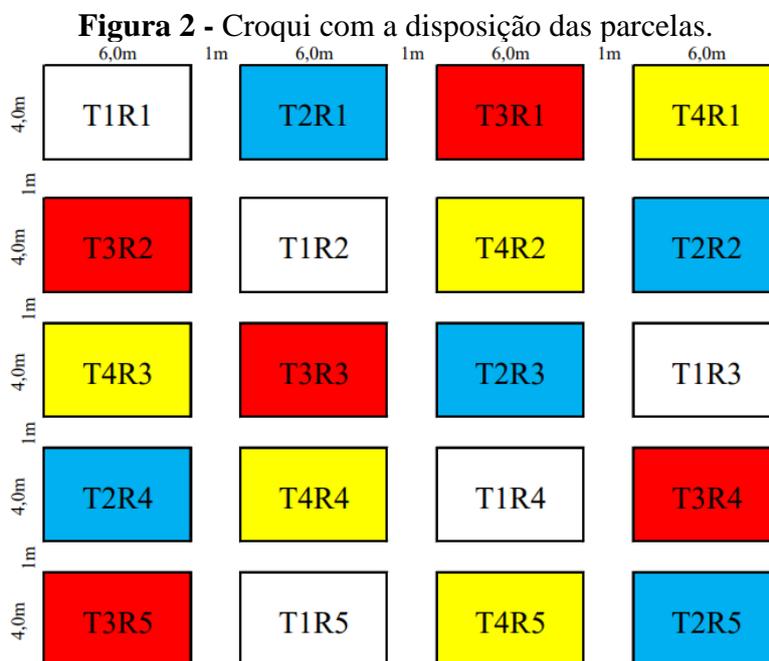


Fonte: Autora 2022, utilizando recursos do Google imagens e Earth.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi executado conforme as exigências do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), de acordo com a Instrução Normativa Nº 13 de 25/03/2011. Foram avaliados quatro tratamentos, em um delineamento de blocos ao

acaso, com cinco repetições cada, totalizando 20 unidades experimentais. As parcelas continham uma área mínima de 24 m², com espaçamento entre parcelas e blocos de 1 m, totalizando uma área de 648 m² (Figura 2).



A cultivar de trigo utilizada no experimento foi TBIO Ponteiro, desenvolvida pela Biotrigo. Essa cultivar se destaca pela alta resistência às principais doenças do trigo. Nas folhas apresenta resistência ao complexo de manchas, ferrugem, oídio, vírus do mosaico no trigo. Na espiga, sua resistência é à brusone e giberela. As sementes foram tratadas quimicamente com os produtos Spray link, Langer, Tilt e Priori xtra.

A adubação de base utilizada foi o formulado NPK (04-20-14) em uma dose de 225 kg por hectare, de acordo com o manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

A adubação de cobertura foi realizada de forma manual (Figura 3) quando as plantas se encontravam no perfilhamento. Foram aplicados 61,5 Kg de N ha⁻¹ na forma de ureia (133,69 Kg ha⁻¹) nas parcelas do tratamento sem redução da adubação. Nas parcelas dos tratamentos com redução de 50% da adubação, aplicou-se 30,75 Kg de N ha⁻¹ totalizando em 66,84 Kg de ureia por hectare.

Figura 3 – Aplicação de ureia em cobertura, realizada aos 47 DAS



Fonte: Autora, 2022.

Os tratamentos avaliados no experimento foram:

- T1: testemunha 100% N, sem inoculação;
- T2: 50% N, sem inoculação;
- T3: 50% N + inoculação com *Azospirillum brasilense* 2 dias após a semeadura;
- T4: 50% N + inoculação com *A. brasilense* 2 dias após a semeadura; + reinoculação com *A. brasilense* no perfilhamento, 34 dias após a semeadura.

O Inoculante utilizado é um produto comercial Rizospirillum, da empresa Rizobacter do Brasil, que possui registro mediante o MAPA e recomendação para inoculação na semente. Suas características de promoção de crescimento incluem a produção de fitormônios, maior desenvolvimento radicular e fixação de N₂. É composto pela bactéria *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, e possui uma concentração de 2x10⁸ UFC mL⁻¹.

4.3 SEMEADURA

A semeadura foi realizada no dia 27 de julho de 2022. Nesta operação utilizou-se trator e a semeadora de plantio direto pertencente ao proprietário da área, visto que a operação foi executada pelos funcionários da propriedade. O espaçamento utilizado entre as linhas foi de 0,17 m, e a densidade de sementes adotada foi de 170 Kg ha⁻¹ (Figura 4).

Figura 4 – Local do experimento após a semeadura.



Fonte: Autora, 2022.

4.4 INOCULAÇÃO E REINOCULAÇÃO

A inoculação foi realizada no dia 29 de julho de 2022, com o auxílio de pulverizadores manuais (Figura 5), considerando-se uma dose de 300 mL de inoculante ha^{-1} . Esse volume foi diluído em água, totalizando um volume de calda de 200 L ha^{-1} . A preparação da calda ocorreu em local arejado e sombreado, no momento de realização do procedimento, a fim de manter a viabilidade das bactérias.

Figura 5 – Inoculação do trigo por pulverização dirigida na linha de semeadura.



Fonte: Autora, 2022.

A reinoculação foi realizada sobre o solo no dia 30 de agosto de 2022, exatamente como como foi realizada a inoculação.

Figura 6 – Reinoculação do trigo por pulverização dirigida na linha de semeadura.



Fonte: Autora, 2022.

4.5 AVALIAÇÕES

As avaliações e coleta de dados foram realizadas em duas ocasiões. A primeira ocorreu aos 65 dias após a emergência das plantas (Figura 7), quando se realizou a avaliação de altura de plantas e número de perfilhos por planta. Para a altura foram selecionadas 5 (cinco) plantas por parcela e com o auxílio de uma trena mediu-se a altura das plantas a partir do nível do solo até a folha bandeira. A contagem do número de perfilhos, seguiu-se o mesmo critério, selecionando 5 plantas para realizar a contagem manualmente dos perfilhos.

Figura 7 – Aspecto das plantas de trigo aos 65 dias após a semeadura.



Fonte: Autora, 2022.

A segunda avaliação ocorreu quando as plantas se encontravam em maturação plena, sendo realizado avaliações dos componentes de produção e produtividade. Em primeiro momento a campo, avaliou-se 5 plantas de cada parcela mensurando com o auxílio de uma trena a altura das plantas, e de forma manual contou-se o número de perfilhos (Figura 8).

Figura 8 – Medição da altura de plantas com auxílio de trena.



Fonte: Autora, 2022.

Posteriormente foram coletadas quatro linhas de 4 m lineares de cada parcela, excluindo 1 m de cada extremidade (Figura 9). Todas as plantas colhidas passaram pelo processo de trilhagem, visando separar os grãos da parte aérea. A massa de grãos obtida em cada parcela foi pesada, para determinar a massa de mil grãos, que foram contadas manualmente 100 (cem) grãos de cada amostra, posteriormente extrapolaram os valores para 1.000 (mil) grãos. Após isso, foram separadas subamostras de aproximadamente 200 gramas de grãos de cada parcela, as quais foram secas em uma estufa de circulação de ar forçado, por um período de 72 horas em uma temperatura de 60° para correção da umidade a 13%. Os valores obtidos foram extrapolados para determinar os valores de produtividade de grãos, expressos em Kg ha⁻¹.

Figura 9 – Coleta das plantas da parcela.



Fonte: Autora, 2022.

Por fim, realizou-se a trituração das subamostras dos grãos (200 gramas) com auxílio de um liquidificador a análise de N. A análise de nitrogênio dos grãos foi realizada no Laboratório de Química da UFSC (Figura 10). Com os valores da titulação, foi possível calcular a quantidade de N por Kg de grãos, com resultado realizou-se os cálculos de porcentagem de nitrogênio e proteína, e por fim calculou-se o nitrogênio acumulado por hectare. Ambos procedimentos foram realizados através do método de Kjeldahl (TEDESCO *et al.*, 1995).

Figura 10 – Etapa de destilação da análise de nitrogênio.



Fonte: Autora, 2023.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância simples (ANOVA). Havendo diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5%, sendo realizados pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira coleta de dados, houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à variável **altura de plantas** (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultado da análise de variância da altura de plantas (cm) de trigo submetido a reinoculação com *Azospirillum brasilense*, em experimento conduzido em Santa Cecília - SC, na safra 2022.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	122,11414	40,70471	5,724	0,0114
REPETIÇÃO	4	54,766120	13,69153	1,925	0,1709
ERRO	12	85,341560	7,111797		
Total corrigido	19	262,22182			
CV (%)	5,46				
Média geral:	48,8830000	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

As plantas que receberam a reinoculação (T4) foram 12,12% superiores às plantas com 100% N (T1) e 7,10% em relação às plantas com 50% N (T2). Já as plantas que receberam 50% N + *A. brasilense* (T3) foram 13,22% superiores as plantas do tratamento T1 e 8,15% em comparação com as plantas do tratamento T2 (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios da altura de plantas (cm) de trigo submetido a reinoculação com *Azospirillum brasilense*, em experimento conduzido em Santa Cecília -SC, na safra 2022.

Tratamentos	Médias
T1 100% N	45,47 a1*
T2 50% N	47,60 a1
T3 50% N+ <i>A. brasilense</i>	51,48 a2
T4 50% N + <i>A. brasilense</i> + Reinoculação	50,98 a2

*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott. T1: testemunha 100% N, sem inoculação; T2: 50% N, sem inoculação; T3: 50% N + inoculação com *Azospirillum brasilense*; T4: 50% N + inoculação + reinoculação com *A. brasilense*.

De acordo com as médias de **número de perfilhos** identificou-se diferença entre os tratamentos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultado da análise de variância do número de perfilhos por planta para cultura do trigo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	20,208000	6,736000	4,221	0,0297
REPETIÇÃO	4	4,240000	1,060000	0,664	0,6288
ERRO	12	19,152000	1,596000		
Total corrigido	19	43,600000			
CV (%)	5,46				
Média geral:	5,4000000	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

De acordo com o teste de Scott-Knott, os tratamentos T2 e T1 foram iguais entre si, apresentando menores médias, e os tratamentos T3 e T4 foram estatisticamente iguais e apresentaram as maiores médias do experimento. Comparando-se o tratamento T3 em relação ao T2 e T1 observou-se um aumento de 32 e 25%. Já quando T4 foi comparado em relação a T2 e T1, observa-se um aumento de 50 e 58%, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios de número de perfilhos do trigo submetido a reinoculação com *Azospirillum brasilense*, em experimento conduzido em Santa Cecília -SC, na safra 2022.

Tratamentos	Médias
T1 100% N	4,60 a1
T2 50% N	4,36 al*
T3 50 % N + <i>A. brasilense</i>	5,76 a2
T4 50% N + <i>A. brasilense</i> +	6,88 a2
Reinoculação	

*Valores seguidos pelas mesmas letras e números não diferem entre si de acordo com o teste Scott-Knott. T1: testemunha 100% N, sem inoculação; T2: 50% N, sem inoculação; T3: 50% N + inoculação com *Azospirillum brasilense*; T4: 50% N + inoculação com *A. brasilense* + reinoculação com *A. brasilense*.

Não houve diferença estatística em relação à **altura de plantas** ao final do ciclo entre os tratamentos avaliados (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultado da análise de variância da altura de plantas de trigo ao final do ciclo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	75,023260	25,007753	0,892	0,4731
REPETIÇÃO	4	99,308480	24,827120	0,886	0,5013
ERRO	12	336,287040	28,023920		
Total corrigido	19	510,618780			
CV (%)	6,19				
Média geral:	85,5470000	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

Em relação à variável **número de perfilhos** ao final do ciclo, não foi possível observar diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6 - Resultado da análise de variância do número de perfilhos de trigo ao final do ciclo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	12,11200	4,037333	1,200	0,3515
REPETIÇÃO	4	9,568000	2,392000	0,711	0,5999
ERRO	12	40,36800	3,364000		
Total corrigido	19	62,04800			
CV (%)	47,76				
Média geral:	3,8400000	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

Não foi possível observar diferença significativa em relação à variável **massa de mil grãos** (Tabela7).

Tabela 7 - Resultado da análise de variância da massa de mil grãos da cultura do trigo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	10,827494	3,609165	0,873	0,4820
REPETIÇÃO	4	13,650739	3,412685	0,826	0,5337
ERRO	12	49,607748	4,133979		
Total corrigido	19	74,085981			
CV (%)	5,71				
Média geral:	35,6332000	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

De acordo com a análise de variância, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados com relação à **produtividade de grãos** (Tabela 8).

Tabela 8 - Resultado da análise de variância da produtividade final da cultura do trigo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	1719226,0419	573075,34	0,515	0,6797
REPETIÇÃO	4	7011242,3865	1752810,5	1,575	0,2437
ERRO	12	13354938,206	1112911,5		
Total corrigido	19	22085406,634			
CV (%)	21,97				
Média geral:	4802,8049110	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor de f calculado; Pr>Fc: p valor; CV: coeficiente de variação.

De acordo com a análise de variância não se observou diferença significativa em relação a variável **gramas de nitrogênio por quilos de grãos** (Tabela 9).

Tabela 9 - Resultado da análise de variância de gramas de nitrogênio por quilos de grãos da cultura do trigo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	40,615197	13,538399	1,669	0,2262
REPETIÇÃO	4	28,221189	7,055297	0,870	0,5098
ERRO	12	97,342444	8,111870		
Total corrigido	19	166,178830			
CV (%)	9,67				
Média geral:	29,4671154	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Igualmente, não houve diferença estatística em relação à **porcentagem de nitrogênio nos grãos** (Tabela 10).

Tabela 10 - Resultado da análise de variância de porcentagem de nitrogênio nos grãos da cultura do trigo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	0,406152	0,135384	1,669	0,2262
REPETIÇÃO	4	0,282212	0,070553	0,870	0,5098
ERRO	12	0,973424	0,081119		
Total corrigido	19	1,661788			
CV (%)	9,67				
Média geral:	2,9467115	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

De acordo com a análise de variância não houve diferença estatística em relação a variável **porcentagem de proteína nos grãos** (Tabela 11).

Tabela 11 - Resultado da análise de variância da porcentagem de proteína nos grãos da cultura do trigo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	12,928485	4,309495	1,677	0,2246
REPETIÇÃO	4	9,055925	2,263981	0,881	0,5039
ERRO	12	30,837528	2,569794		
Total corrigido	19	166,178830			
CV (%)	9,78				
Média geral:	16,3913025	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

Não se observou diferença significativa em relação a variável **quilos de nitrogênio acumulado por hectare** (Figura 12).

Tabela 12 - Resultado da análise de variância do nitrogênio acumulado em quilos por hectare da cultura do trigo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	3	2466,955754	822,31858	0,630	0,6094
REPETIÇÃO	4	5447,369584	1361,8423	1,044	0,4249
ERRO	12	15656,38678	1304,6988		
Total corrigido	19	23570,71212			
CV (%)	25,46				
Média geral:	141,8737865	Número de observações: 20			

FV: fonte de variação; **GL:** graus de liberdade; **SQ:** soma de quadrados; **QM:** quadrado médio; **Fc:** valor de f calculado; **Pr>Fc:** p valor; **CV:** coeficiente de variação.

A reinoculação para a cultura do trigo poderia se tornar uma opção com finalidade de minimizar os custos de produção. Ela seria uma opção simples, contudo com muito potencial para elevar ganhos de produtividade. Diante da falta de estudos sobre reinoculação com a cultura do trigo, para melhorar a discussão deste trabalho comparamos com algumas pesquisas já realizadas pelo método de reinoculação da soja e inoculação do trigo com *Azospirillum brasilense*.

A altura aos 65 DAE das plantas pode ser um bom indício de plantas bem desenvolvidas e com boa sanidade que possam obter maiores ganhos produtivos no final do ciclo. No presente experimento pode-se notar que os tratamentos com T3 (50% N + inoculação com *Azospirillum brasilense* 2 dias após a semeadura) e T4 (50% N + inoculação com *A. brasilense* 2 dias após a semeadura; + reinoculação com *Azospirillum brasilense* no perfilhamento, 34 dias após a semeadura) apresentaram maior altura aos 65 DAE, o que pode estar relacionado aos benefícios do *A. brasilense*. Ao contrário do observado no presente estudo, Zago *et al.* (2018) avaliaram a inoculação por cobertura de *Bradyrhizobium* na soja em diferentes doses, porém não evidenciaram diferença estatística entre as plantas.

O número de perfilhos tem grande importância no desenvolvimento da cultura, uma vez que se houver alguma falha, a planta pode ter um poder compensatório e diminuir suas perdas (VALÉRIO *et al.*, 2008). Os maiores valores de números de perfilhos foram referentes aos tratamentos T3 e T4. As plantas de ambos tratamentos apresentaram uma média de 5,76 e 6,88 perfilhos, indicando novamente a eficiência do *Azospirillum*

brasiliense. Mumbach *et al.* (2017) avaliaram os efeitos da inoculação com *A. brasiliense* na cultura do trigo no Município de Cerro Largo – RS, com a cultivar de trigo TBio sintonia, e observaram valores menores em comparação com o presente experimento, apresentando uma média de 2 perfilhos por planta, sem diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

Já Pereira *et al.* (2017) avaliaram a inoculação com *A. brasiliense* em diferentes modos de aplicação sob a cultura do trigo e avaliação do número de perfilhos ocorreu quando as plantas se encontravam no emborrachamento. Contudo, os autores não obtiveram resultados significativos entre os tratamentos avaliados, apresentando valores próximos ao do presente experimento, com média de 4,76 perfilhos.

No final do ciclo avaliou-se novamente a altura das plantas, indicando o máximo que a planta pode se desenvolver. Os valores obtidos no presente experimento são parecidos aos obtidos por Galindo *et al.* (2015), que avaliaram épocas de inoculação com *A. brasiliense* via foliar na cultura do trigo irrigado. Não houve diferença estatística, sendo que as plantas apresentaram uma média de 85,93 centímetros. Os valores obtidos por Corassa *et al.* (2013) também são parecidos com os do presente experimento. Os referidos autores avaliaram a inoculação com *A. brasiliense* associada à redução da adubação nitrogenada e o referido tratamento resultou em uma média de 87,12 centímetros.

A massa de mil grãos é um ótimo caractere produtivo, estando diretamente ligada à qualidade dos grãos, e à produtividade da cultura. De acordo com a empresa da cultivar, o trigo TBIO Ponteiro apresenta uma massa de mil grãos de 34 gramas. Entretanto os valores obtidos para o presente experimento são levemente superiores, visto que foram alcançados 35,63 gramas a cada mil sementes.

A variável mais importante a ser avaliada é a produtividade de grãos, pois a mesma indica se os produtos testados poderão dar algum retorno financeiro ao produtor. A produtividade não diferiu entre tratamentos no presente experimento, e a média obtida foi de 4.802 Kg ha⁻¹, ficando acima dos valores obtidos pela Embrapa a respeito da mesma cultivar, 4.690 Kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2019). O valor em questão foi 54% superior em relação à produtividade nacional no ano de 2022, que foi de 3.114 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2022).

Nunes *et al.* (2015), ao avaliarem a produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e inoculação com *Azospirillum brasiliense*, obtiveram resultados

inferiores aos obtidos no presente experimento, alcançando uma média de 4.019 Kg ha⁻¹ em relação aos tratamentos em que as plantas foram inoculadas. Da mesma forma, Galindo *et al.* (2015) avaliaram épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar na cultura do trigo irrigado. Os autores também obtiveram valores inferiores aos alcançados no presente experimento, apresentando uma média de 3.294 Kg ha⁻¹. Em outro estudo realizado por Piccinin *et al.* (2013), os autores avaliaram o rendimento do trigo sob inoculação com *Azospirillum brasilense* em diferentes doses, obtendo uma média de 2.156 Kg ha⁻¹, valor abaixo do obtido no presente experimento.

Já em comparação com a reinoculação da cultura da soja, Zago *et al.* (2018) avaliaram a inoculação de diferentes doses de *Bradyrhizobium* em cobertura na soja, e tiveram uma média de 3.379 Kg ha⁻¹. Entretanto, o tratamento com aplicação de 1.500 mL de inoculante por hectare mostrou-se superior aos demais, com maior produtividade. Já Moretti *et al.* (2018) avaliaram em duas safras se as inoculações adicionais de *Bradyrhizobium* na soja poderiam aumentar a produtividade de grãos. De modo geral, os autores observaram aumentos significativos quando as plantas foram reinoculadas em V1, V3, V6 e R1, obtendo uma média de 4.286 Kg ha⁻¹.

O teor de proteína apresentado pelos grãos está diretamente ligado ao nitrogênio, assim pode-se ter conhecimento se a planta estava bem nutrida pelo nutriente em questão. Mesmo não apresentando diferença significativa, o valor médio obtido foi de 16,39% de proteínas. Valores próximos foram encontrados por Mendes *et al.* (2011) que avaliaram a eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo. Os valores obtidos pelos autores também não diferiram entre si, com uma média de 16,19% de proteína. Já Moretti *et al.* (2018) avaliaram em duas safras inoculações adicionais de *Bradyrhizobium* na soja. Em relação ao teor de proteína os autores não obtiveram diferença significativa, alcançando uma média de 64,92% na safra 2014/15 e 65,24% durante a safra 2015/16.

É importante observar que diferentes formas de inoculação podem gerar respostas distintas, o que pode justificar a ausência de efeitos sobre a produtividade no presente estudo. Deste modo, Lemos *et al.* (2020) avaliaram o modo de aplicação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. As aplicações foram realizadas via sulco e via semente, e os valores obtidos em relação à produtividade de grãos pelos autores, diferiram estatisticamente entre si. As médias obtidas para a inoculação no sulco foram superiores, com um total de 4.756 Kg ha⁻¹, enquanto que a inoculação na semente promoveu uma

média de 4.645 Kg ha⁻¹. Desta forma, o método de inoculação deve ser um fator a ser levado em consideração, podendo se obter resultados maiores dependendo do método.

Outro fator a ser considerado na cultura do trigo é que a resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense* pode depender do genótipo utilizado. Desta forma, Sala *et al.* (2016) avaliaram a resposta de genótipos de trigo à inoculação com bactérias diazotróficas a campo nos municípios de Campinas e Mococa - SP. Em Campinas, em relação à produtividade de grãos, as plantas do genótipo IAC-370 apresentam aumento significativo da produção na presença do isolado IAC-HT-12, nas doses 0 e 120 kg ha⁻¹ de N, gerando um incremento de 45 e 27% respectivamente, em comparação com a testemunha. Em relação à avaliação da produtividade, no experimento realizado em Mococa, houve incremento com os isolados IAC-AT-8 e IAC-HT-11, nas doses de 120 kg ha⁻¹, sendo superiores à testemunha, com aumento na produtividade de 20 e 26%, respectivamente.

A eficiência da utilização de *Azospirillum brasilense* via semente na cultura do trigo já é comprovada cientificamente. Mesmo que o presente estudo não tenha apresentado diferença significativa, nos primeiros 65 dias após emergência das plantas foi observado o efeito da inoculação e reinoculação, mesmo com a dose reduzida de N. Com o crescimento da planta essa diferença foi-se reduzindo tornando os resultados dos tratamentos semelhantes. Assim, sugere-se que mais trabalhos sejam desenvolvidos.

6. CONCLUSÃO

Nas fases iniciais tanto a inoculação como a reinoculação promoveram aumento na altura de plantas e número de perfilhos. Entretanto essa diferença não é observada na fase final, pois ambas metodologias não apresentaram melhoria na produtividade, concentração de nitrogênio e proteína da parte aérea.

REFERÊNCIAS

- ABITRIGO. **Conhecimento**. Disponível em: <http://www.abitrigo.com.br/conhecimento/#:~:text=Trigo%20%C3%A9%20energia%20para%20nosso%20corpo&text=O%20trigo%20%C3%A9%20fonte%20de,o%20bom%20funcionamento%20do%20organismo>. Acesso em: 13/04/2022.
- ABITRIGO. **O trigo na história**. Disponível em: <https://biotrigo.com.br/bionews/o-trigo-na-historia/1411#:~:text=Os%20chineses%20j%C3%A1%20conheciam%20o,frias%2C%20como%20R%C3%BAssia%20e%20Pol%C3%B4nia>. Acesso em: 21/04/2022.
- BAUMGRATZ, E. I. Produção de trigo A decisão por análise econômico financeira. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 8-21, 2017.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Análise mensal trigo**. Brasília: 2020. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/download/41464_8ad72d682a811690d9c63ecd1ef80693. Acesso em: 12/04/2022.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355291/25604223/Ensaio+Estadual+de+Cultivares+de+Trigo+2019/8dbbfc4-974a-8d29-a203-22b938e8e368>. Acesso em: 07/06/2023
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67840158/trigo-safra-devera-ser-marcada-pela-racionalizacao-dos-recursos#:~:text=no%20%C3%BAltimo%20ano,-,Na%20estimativa%20de%20custos%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20do%20Deral%20FPR%2C%20na,sementes%20com%207%2C37%25>. Acesso em: 14/04/2022.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/trigo/historia#:~:text=A%20Embrapa%20Trigo%20foi%20fundada,dentre%20elas%2C%20a%20do%20trigo>. Acesso em: 11/04/2022.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67840158/trigo-safra-devera-ser-marcada-pela-racionalizacao-dos-recursos>. Acesso em: 13/04/2022.
- FAGES, J. *Azospirillum* inoculants and field experiments. In: OKON, Y. (Ed.). ***Azospirillum/plant associations***. Boca Raton: CRC, 1994. p.87-109.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: um sistema computacional de análise estatística**. **Ciênc. Agrotec.**, [online], v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. Acessando métodos de inoculação de milho e trigo com *Azospirillum brasilense*. **AMB Express**, 6(1):1-13, 2016.
- GALINDO, F.S.; LUDKIEWICZ, M.G.Z.; BELLOTE, J.L.M.; SANTINI, J.M.K.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZZETTI, S. Épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar afetando a produtividade da cultura do trigo irrigado. **Tecnologia e ciência agropecuária**, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2015.

- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense***: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 38 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).
- HUNGRIA, M.; *et al.* Reinoculação e adubação nitrogenada na cultura da soja. Embrapa Soja-Capítulo em livro científico, 2005.
- LEMOS, E. F.; ALVES, T L.; DA MATA RODRIGUES, A. P. R. Doses e modo de aplicação de inoculante com *Azospirillum brasiliense* na cultura do milho. **Ciência ET Praxis**, v. 13, n. 26, p. 83-94, 2020.
- MENDES, M.C.; ROSÁRIO, J.G.; FARIA, M.V.; ZOCHE, J.C.; WALTER, A.L.B. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 4, n. 3, 2011.
- MILLÉO, M. V. R.; CRISTÓFOLI, I. Avaliação da eficiência agrônômica da inoculação de *Azospirillum* sp. na cultura do milho. *Revista Scientia Agraria* v. 17, p. 14- 23, 2016.
- MORETTI, L. G.; LAZARINI, E.; BOSSOLANI, J. W.; PARENTE, T. L.; CAIONI, S.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Can additional inoculations increase soybean nodulation and grain yield?. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 2, p. 715-721, 2018.
- MUMBACH, G.L.; KOTOWSKI, I.E.; SCHNEIDER, F.J.A.; MALLMANN, M.S.; BONFADA, E.B.; PORTELA, V.O.; KAISER, D.R. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, p. 97-103, 2017.
- NUNES, P. H. M. P.; AQUINO, L. A.; SANTOS, L. P. D.; XAVIER, F. O.; DEZORDI, L. R.; ASSUNÇÃO, N.S. Produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 39, n. 1, p. 174-182, 2015.
- PICCININ, G. G.; BRACCINI, A. L.; MORAIS, L.G.; BAZO, G. L.; HOSSA, K. R.; PONCE, R. M. Rendimento e desempenho agrônômico da cultura do trigo em manejo com *Azospirillum brasilense*. **Agrarian**, v. 6, n. 22, p. 393-401, 2013.
- PEREIRA, L. C.; PIANA, S. C.; BRACCINI, A. L.; GARCIA, M. M., FERRI, G. C.; FELBER, P. H.; MARTELI, D. C. V.; BIANCHESSI, P. A.; DAMETTO, I. B. Rendimento do trigo (*Triticum aestivum*) em resposta a diferentes modos de inoculação com *Azospirillum brasilense*. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.1, p. 106-114, 2017.
- RODRIGUES, E. P.; RIBEIRO, K. D.; SILVA, A. A. Reinoculação foliar de soja em área de sequeiro do centro-oeste de Minas Gerais. **Acta Biológica Catarinense**, v. 8, n. 1, p. 51-61, 2021.
- SALA, V.M.R.; CARDOSO, E.J.B.N.; FREITAS, J.G.D.; SILVEIRA, A.P.D.D. Resposta de genótipo de trigo à inoculação de bactérias diazotrófica em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 833-842, 2007.
- STEFEN, D.L.V.; SOUZA, C.A.; COELHO, C.M.M.; TORMEN, M.E.; ZANESCO, P.R.; CASA, R.T.; SANGOI, L.; NUNES, F.R. Adubação nitrogenada associada ao emprego de reguladores de crescimento em trigo cv. Mirante. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.13, n.1, p.30-39, 2014.

TEDESCO, M. J. *et al.* Análises de Solo, Plantas e Outros Minerais. **Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre. n.5, ed.2, 1995, 174p.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. **Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira v. 45, p. 797-804, 2010.

VALÉRIO, I. P. **Progresso genético na seleção de genótipos de trigo com base na expressão do caráter número de afilhos**. Tese pós-graduação Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2008.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R.; DE ALMEIDA, I. R. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. EMBRAPA, Brasília, DF. 2º edição [E-book], 2012.

ZAGO, L.F.; LIMA, C.R.; CRUZ, R.M.S.D.; ALBERTON, O. Inoculação de diferentes doses de *Bradyrhizobium* por cobertura e seu efeito na cultura da soja. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, Umuarama**, v. 21, n. 2, p. 65-69, 2018.