

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI – RS
AGRONOMIA – BACHARELADO**

EDUARDO GABRIEL

**INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* EM TRIGO, SOB DOSES DE
NITROGÊNIO**

**Itaqui, RS, Brasil
2023**

EDUARDO GABRIEL

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* EM TRIGO, SOB DOSES DE NITROGÊNIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Paulo Jorge de Pinho

**Itaqui, RS, Brasil
2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

G118i Gabriel, Eduardo

Inoculação de *Azospirillum brasiliense* em trigo,
sob doses de nitrogênio / Eduardo Gabriel.

22 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2023.

"Orientação: Paulo Jorge de Pinho".

1. fixação biológica. 2. microrganismos. 3.
adubação mineral. I. Título.

EDUARDO GABRIEL

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* EM TRIGO, SOB DOSES DE NITROGÊNIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Paulo Jorge de Pinho

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 27/01/2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho

Orientador

UNIPAMPA

Documento assinado digitalmente



ALLAN ALVES FERNANDES

Data: 07/02/2023 11:24:56-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Allan Alves Fernandes

UNIPAMPA

Documento assinado digitalmente



ELOIR MISSIO

Data: 07/02/2023 12:09:19-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Eloir Missio

UNIPAMPA

RESUMO

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* EM TRIGO, SOB DOSES DE NITROGÊNIO

Autor: Eduardo Gabriel

Orientador: Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho

Local e data: Itaquí, 27 de janeiro de 2023

A região sul é a principal produtora de trigo (*Triticum aestivum*) do país, a cultura proporciona uma das melhores coberturas do solo para o sistema de plantio direto, sendo que seu cultivo melhora a sustentabilidade do sistema agrícola, reduzindo a proliferação de ervas daninhas e ainda contribui na renda dos agricultores. O nitrogênio é o nutriente que mais afeta a produtividade de trigo e atualmente os fertilizantes representam uma alta proporção dos custos da lavoura. Sendo assim, busca-se uma maior rentabilidade da cultura, através da melhor utilização do nitrogênio. Para isso, muito tem se estudado e utilizado bactérias diazotróficas, as quais realizam o processo de fixação biológica do gás nitrogênio. Dessa forma, este trabalho buscou estudar a melhor utilização do nitrogênio, através da utilização de um inoculante comercial (*Azospirillum brasiliense*), sob diferentes doses de nitrogênio. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos são: T1 (sem aplicação de N mineral), o T2 (150 mg dm⁻³), T3 (300 mg dm⁻³ - dose recomendada), T4 (450 mg dm⁻³) e T5 (600 mg dm⁻³), todos inoculados com o inoculante comercial (*Azospirillum brasiliense* 2x10¹¹ UFC/L). Os dados foram submetidos à análise de variância e a análises de regressão, então foi averiguado que doses crescentes de nitrogênio em trigo inoculado com o *Azospirillum brasiliense* proporcionaram maior número de perfilhos, massa seca de parte aérea e produtividade de grãos. Para a altura de plantas e peso de mil grãos não houve diferença estatística, possivelmente pelo suprimento de nitrogênio através da fixação biológica de nitrogênio realizado pelas bactérias *Azospirillum brasiliense*.

Palavras-Chave: Fixação biológica, microrganismos, adubação mineral.

ABSTRACT

INOCULATION OF *Azospirillum brasiliense* IN WHEAT, UNDER NITROGEN DOSES

Author: Eduardo Gabriel
Advisor: Prof. Dr. Paulo Jorge de Pinho
Place and date: Itaqui-RS, January 27th, 2023.

The southern region is the main producer of wheat (*Triticum aestivum*) in the country, the culture provides one of the best soil coverings for the direct planting system, and its cultivation improves the sustainability of the agricultural system, reducing the proliferation of weeds and still contributes a lot to farmers' income. Nitrogen is the nutrient that most affects wheat productivity and currently fertilizers account for a high proportion of crop costs. Therefore, a greater profitability of the culture is sought, through the better use of nitrogen. For this, much has been studied and used diazotrophic bacteria, which carry out the process of biological fixation of nitrogen gas. Thus, this work sought to study the best use of nitrogen, through the use of a commercial inoculant (*Azospirillum brasiliense*), under different doses of nitrogen. The experimental design used was in randomized blocks, with five treatments and four replications. The treatments are : T1 (without application of mineral N), T2 (150 mg dm⁻³), T3 (300 mg dm⁻³ - recommended dose), T4 (450 mg dm⁻³) and T5 (600 mg dm⁻³), all inoculated with the commercial inoculant (*Azospirillum brasiliense* 2x10¹¹ CFU/L). The data were submitted to analysis of variance and regression analysis, so it was found that increasing doses of nitrogen in wheat inoculated with *Azospirillum brasiliense* provided a greater number of tillers , shoot dry mass and grain yield. For plant height and thousand-grain weight there was no statistical difference, possibly due to nitrogen supply through biological nitrogen fixation performed by bacteria *Azospirillum brasiliense*.

Keywords: biological fixation, microorganisms, mineral fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Imagem comparativa dos tratamentos.....	15
Figura 2 - Matéria seca de parte aérea de trigo inoculado com <i>Azospirillum brasiliense</i> em função de doses de nitrogênio.	16
Figura 3 - Número de perfilhos de trigo inoculado com <i>Azospirillum brasiliense</i> em função de doses de nitrogênio.	17
Figura 4- Produtividade de trigo inoculado com <i>Azospirillum brasiliense</i> em função de doses de nitrogênio.	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Histórico do trigo	10
2.2 Nitrogênio	10
2.3 <i>Azospirillum brasiliense</i>	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
6 REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é um dos principais cereais do mundo, sendo muito utilizado para a fabricação de farinha, massas, pães e outros alimentos para os seres humanos. Trata-se de uma planta de ciclo anual, de estação fria e muito cultivada no mundo, no Brasil e no Rio Grande do Sul.

Conforme Piccinin et al. (2013) o trigo é importante no sistema de produção agrícola no centro-sul do Brasil, por ser uma opção economicamente viável durante o inverno, que proporciona uma das melhores coberturas do solo para o sistema de plantio direto. Seu cultivo melhora a sustentabilidade do sistema agrícola, reduzindo a proliferação de ervas daninhas. E ainda possui um valor interessante, sendo assim pode contribuir muito na renda dos agricultores.

No Brasil, a área de trigo cultivada na safra 22/23 foi de aproximadamente 3,0 milhões de hectares, apresentando um aumento de cerca de 11% na área cultivada na safra passada (2,7 milhões de hectares). Sendo a maior parte da produção brasileira concentrada no sul do país, se destacando o Rio Grande do Sul com 48%, Paraná com 38% e Santa Catarina 5% da produção brasileira (CONAB, 2022).

Sendo uma das poucas culturas de inverno economicamente viáveis para o cultivo, busca-se a otimização da produção, ou seja, o aumento de produtividade e rentabilidade financeira ao produtor. Segundo Sala et al. (2007) o nitrogênio (N) é o elemento mais exigido na produtividade do trigo, pois atua na formação de afilhos e na fase de formação dos nós, no início do alongamento. Nos últimos anos a busca por tecnologias capazes de maximizar a sua eficiência, bem como reduzir as doses aplicadas, com vistas à preservação do meio ambiente tem ganhado destaque (CORASSA et al., 2013). Dessa forma é essencial melhorar a utilização do N, tendo em vista a necessidade que a planta apresenta, aos altos custos dos fertilizantes e a preservação do meio ambiente.

O objetivo do trabalho foi verificar se doses de nitrogênio afetam a altura de plantas, número de perfilhos, massa seca de parte aérea, produtividade e peso de mil grãos, em trigo inoculado com *Azospirillum brasiliense*.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico do trigo e sua importância

O trigo é uma planta anual de inverno, pertencente à família das gramíneas, que chegou ao Brasil em 1534 e posteriormente ganhou espaço no Rio Grande do Sul, devido a melhor adaptação ao clima local (AKUTAGAWA et al., 2017), pelo fato de que é uma planta originária de clima frio, da região montanhosa e árida do Sudoeste Asiático (ARF, 2017).

Segundo Toreti (2021) a expansão da cultura se deu através da modernização do campo, com a utilização de maquinários e implementos e incentivos do governo. Dessa forma, o cultivo de trigo se alastrou para Santa Catarina, Paraná e outras regiões do Brasil.

É um dos cereais mais cultivado no mundo, e no Brasil, a área de trigo cultivada na safra 22/23 foi de aproximadamente 3,0 milhões de hectares, apresentando um aumento de cerca de 11% na área cultivada na safra passada (2,7 milhões de hectares). Sendo a maior parte da produção brasileira concentrada no sul do país, se destacando o Rio Grande do Sul com 48%, Paraná com 38% e Santa Catarina 5% da produção brasileira (CONAB, 2022).

A cultura apresenta alto potencial produtivo, porém, mais do que nunca, devemos buscar altas produtividades estando atentos aos custos de produção. O maior custo da lavoura está sendo os fertilizantes, dessa forma, buscamos suprir ou complementar a nutrição das plantas de outras formas além dos fertilizantes minerais, a fim de racionalizar seu uso, baixando os custos de produção e oferecendo um maior lucro por área.

2.2 Nitrogênio

Segundo Vazquez & Pereira (2018), o nitrogênio (N) é um dos nutrientes que mais influenciam na produtividade do trigo. O nutriente atua na formação de afilhos e na fase de formação dos nós, no início do alongamento (SALA et al., 2007). Porém, como já mencionado, o nutriente representa uma elevada parte nos custos de produção do trigo.

E ainda, o N quando aplicado como fertilizante, tem os seguintes destinos: absorção e exportação (em parte) pelas culturas, perda por carreamento superficial,

lixiviação no solo, perda por volatilização (como amônia ou como N₂ ou óxido de nitrogênio no caso de desnitrificação); e as quantidades relativas variam muito. A utilização desse nutriente em doses elevadas causa consumo excessivo de nutrientes pelas plantas e aumenta a disponibilidade dos elementos no sistema solo-água, levando a desequilíbrios no ambiente (EMBRAPA, 2021).

Nesse cenário, é essencial encontrar alternativas para a redução do uso de N mineral e o emprego mais eficiente desse fertilizante. Vários estudos tem se fundamentado na necessidade de maior exploração do potencial de fixação biológica de nitrogênio e do uso de bactérias que promovam o crescimento e incrementem a produtividade das plantas, de forma econômica, sustentável e com menor dependência de importação desse insumo (HUNGRIA, 2011; SANTOS, 2013)

2.3 *Azospirillum brasiliense*

O nitrogênio gasoso (N₂) constitui 78% dos gases atmosféricos, porém nenhuma planta consegue utilizá-lo como nutriente, devido à tripla ligação que existe entre os dois átomos do N₂. Mas, alguns microrganismos conseguem aproveitar esse N₂ que está difundido no espaço poroso do solo, devido à ação de enzima chamada nitrogenase, que é capaz de romper sua tripla ligação e reduzi-lo a amônia. Esses microrganismos, são bactérias diazotróficas ou fixadoras de N₂, que se associam a algumas plantas, favorecendo a absorção de N das mesmas. (Hungria, 2011).

Segundo Huergo (2006) o N proveniente da fixação biológica é menos propenso a lixiviação e volatilização, caracterizando-se como uma alternativa barata, limpa e sustentável para o fornecimento de N para os cultivos agrícolas. O *Azospirillum brasiliense* se destaca dentre essas bactérias diazotróficas, no Brasil a descoberta destas bactérias ocorreu a partir de estudos realizados pela EMBRAPA (1970), que observou as bactérias *Azospirillum*, com potencial na Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) em associação com gramíneas (DIAS, 2021).

Nas gramíneas, seus efeitos benéficos são observados no aumento da área foliar, altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, controle de doenças e aumento de produtividade. Assim, é cada vez mais crescente o uso de inoculantes contendo bactérias diazotróficas no cultivo de plantas pertencentes à família das Poáceas (SAMPAIO, 2020). Porém, segundo Hungria (2011), o processo de fixação

biológica por bactérias do gênero *Azospirillum* conseguem suprir apenas parcialmente as necessidades de nitrogênio das plantas.

Diante do que aqui foi abordado, testamos a utilização de um inoculante comercial (*Azospirillum brasiliense*) associado a diferentes doses de N, buscando uma maior eficiência dos recursos disponíveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui-RS, localizado nas coordenadas geográficas 29° 10' 09,17" de latitude Sul e 56° 34' 21,35" de longitude Oeste e classificação climática de Köppen-Geiger Cfa subtropical com verões quentes e sem estação seca definida (Peel et al, 2007). O solo utilizado como substrato é classificado como Plintossolo Argilúvico distrófico (Santos et al., 2013).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. As unidades experimentais foram vasos, compostos por 6 plantas cada. Os tratamentos são: T1 (sem aplicação de N mineral), o T2 (150 mg dm⁻³), T3 (300 mg dm⁻³ - dose recomendada), T4 (450 mg dm⁻³) e T5 (600 mg dm⁻³), todos inoculados com o inoculante comercial (*Azospirillum brasilense* 2x10¹¹ UFC/L).

Conforme a análise do solo, a acidez foi corrigida com a aplicação e incorporação de carbonato de cálcio. Após aplicação e incorporação, o solo foi mantido a 50 a 70% da capacidade de campo para que ocorra a reação e conseqüentemente a correção do pH do mesmo. Posteriormente foi realizada a aplicação e incorporação do adubo mineral, onde a adubação de fósforo (P) e potássio (K) foi realizada conforme a recomendação de adubação para vasos, sendo 200 mg dm⁻³ de fósforo e 300 mg dm⁻³ de potássio. Dessa forma, totalizando 5,4 g de super fosfato triplo e 3,2 g de cloreto de potássio. O nitrogênio foi parcelado da seguinte forma, o T2 foi aplicado somente na semeadura, sendo 1,77 g de ureia; o T3 foi parcelado em 3 aplicações, sendo 1,18 g de ureia na semeadura, 1,18 g de ureia no início do perfilhamento e 1,18 g na diferenciação; o T4 também foi dividido em 3 aplicações, sendo 1,767 g de ureia na semeadura, 1,767 g de ureia no início do perfilhamento e 1,767 g na diferenciação e; o T5 foi parcelado em 4 aplicações, sendo 1,765 g de ureia na semeadura, 1,765 g no início do perfilhamento, 1,765 g na diferenciação e 1,765 g no enchimento de grãos. As adubações obedeceram as doses preconizadas por Novais et al. (1991).

A aplicação do inoculante comercial foi realizada em duas etapas, a primeira na semeadura, a qual foi feita com 100mL do produto para cada 50kg de sementes. A outra foi realizada via aérea, 45 dias após a semeadura, com uma dose de 300 mL ha⁻¹ do produto. A semeadura ocorreu no dia 13 de junho, onde foram semeadas 6

sementes de trigo da cultivar Audaz, por vaso. A emergência das plântulas teve início no dia 19 de junho, 6 dias após a semeadura.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura, dessa forma foram realizadas aplicações do fungicida Azoxistrobina+Tebuconazol para o controle da Ferrugem da folha (*Puccinia triticina*) e do inseticida Acetamiprido+Bifentrina para o controle do Pulgão das espigas (*Sitobion avenae*).

As avaliações foram realizadas com base na altura de plantas (AP), matéria seca de parte aérea (MSPA), número de perfilhos (NP) , produtividade (PROD) e peso de mil grãos (PMG). Os dados foram submetidos à análise de variância e a análises de regressão, respeitando o modelo biológico. O software utilizado foi o SISVAR (Ferreira, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a altura de plantas (AP) e peso de mil grãos (PMG) não houveram diferenças significativas entre os tratamentos. Dessa forma, as doses de N não influenciaram esses parâmetros. Corassa et al. (2013) mostraram que o aumento da dose de N resultou em aumento da estatura de plantas de trigo, o mesmo não foi observado no atual trabalho, possivelmente pela atividade de fixação biológica de nitrogênio realizada pelas bactérias. Munareto et al. (2019) observaram que a inoculação com *Azospirillum* propiciou maior massa de mil grãos quando comparado a tratamentos sem inoculação, o que talvez explique porque no atual trabalho não houve diferença de PMG para os tratamentos sem aplicação de N e com doses crescentes de N.



Figura 1- Imagem comparativa dos tratamentos.

Já para a matéria seca de parte aérea (MSPA), como podemos observar na Figura 1, o aumento do fornecimento de N via ureia proporcionou resultados positivos até a dose de 377,9069 mg dm³, onde resultou em 97,77452 g de MSPA. Doses

superiores a essa, influenciaram negativamente nos valores de MSPA.

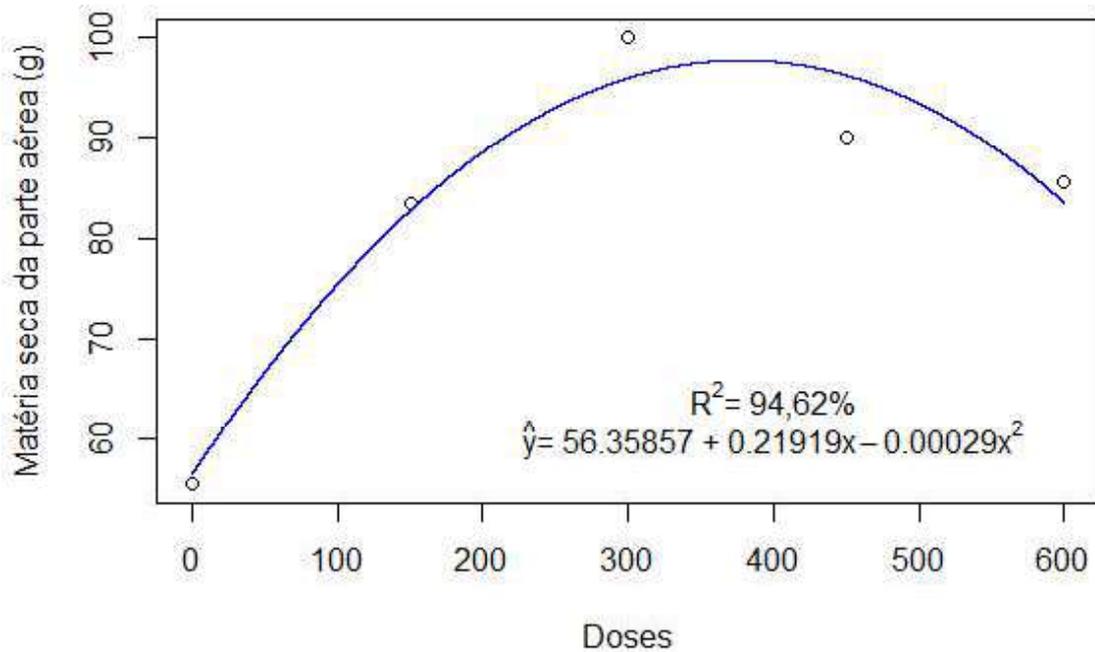


Figura 2 - Matéria seca de parte aérea de trigo inoculado com *Azospirillum brasiliense* em função de doses de nitrogênio.

Conforme a Figura 2, o número médio de perfilhos por vaso foi influenciado pelas doses de N, apresentando um acréscimo de perfilhos até a dose de 476,4936 mg dm³ de N, onde resultou em 32,0596 perfilhos por vaso, doses superiores a essa proporcionaram decréscimos na quantidade dos mesmos. Sendo assim, corroborando com os dados de Ludwig (2022), onde as doses de N influenciaram positivamente o número médio de perfilhos por planta.

No atual trabalho, o número de espigas por vaso foi o mesmo do número de perfilhos, ou seja, cada perfilho originou uma espiga (todos foram produtivos). Dessa forma os resultados corroboram com Besen et al. (2018), onde doses crescentes de N afetaram positivamente o número de espigas por m².

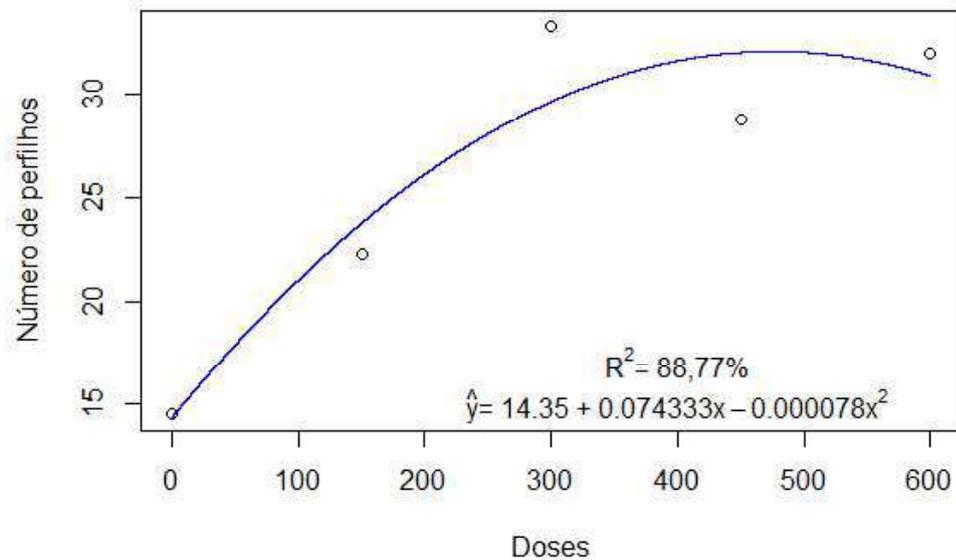


Figura 3 - Número de perfilhos de trigo inoculado com *Azospirillum brasilense* em função de doses de nitrogênio.

Assim como para a MSPA e NP, a produtividade também foi influenciada pela dose de N. A Figura 3 nos mostra que o maior fornecimento de N via ureia proporcionou a crescente produtividade de grãos até a dose de 378.1034 mg dm⁻³, onde apresentou uma produtividade de 48.94452 g de grãos por vaso. Doses superiores a esta causaram redução na produtividade de grãos, possivelmente pelo excesso da concentração do nutriente, o que resultou para a planta toxicidade e consequentemente uma redução de produção. Corroborando os resultados obtidos por Besen et al. (2020) e Ludwig et al. (2022). Tais resultados refletem aos resultados obtidos para o parâmetro NP, sendo assim a produtividade respondeu ao número de perfilhos por vaso e não ao acúmulo de massa dos grãos, como podemos observar no parâmetro PMG, o qual não diferiu os tratamentos. Situação semelhante observada também por Corassa et al (2013).

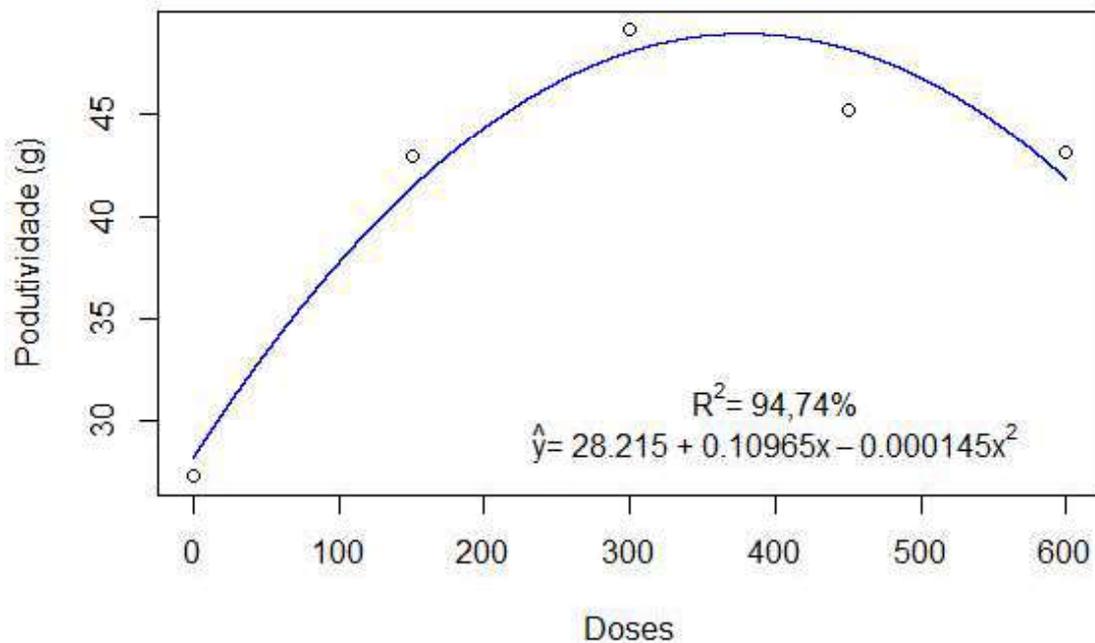


Figura 4- Produtividade de trigo inoculado com *Azospirillum brasilense* em função de doses de nitrogênio.

De acordo com Corassa et al. (2013), a inoculação com *Azospirillum brasilense* não associada com a adubação nitrogenada, ocasiona queda na produtividade de grãos. Neste trabalho foi observado o mesmo, onde as plantas que não receberam N mineral (T1), apresentaram produtividades inferiores aos demais tratamentos. Corroborando também com Hungria (2011), que confirmou que o processo de fixação biológica por bactérias do gênero *Azospirillum* conseguem suprir apenas parcialmente as necessidades de N das gramíneas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Doses crescentes de nitrogênio em trigo inoculado com o *Azospirillum brasiliense* proporcionaram maior número de perfilhos, massa seca de parte aérea e produtividade de grãos.

Para a altura de plantas e peso de mil grãos não houve diferença estatística, possivelmente pelo suprimento de nitrogênio através da fixação biológica de nitrogênio realizado pelas bactérias *Azospirillum brasiliense*.

Se faz necessário experimento com tratamentos sem a inoculação de *Azospirillum brasiliense*, a fim de verificar seus resultados isoladamente.

6 REFERÊNCIAS

AKUTAGAWA, Karla Hikari; MOREIRA, Régis Eduardo; SILVA, Aylanna Alves da. **Fatores e técnicas de produção da cultura do trigo visando à produtividade e qualidade**. 2017. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Unespar/campus de Campo Mourão, Campo Mourão, 2017

ARF, Orivaldo. **Cultura do trigo**. 2017. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2021. Disponível em: <https://www.agenciafm.com.br/site/agro/Cultura%20do%20Trigo%20-%20pdf.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021

BESEN, M. R.; GOES NETO, A. F.; ESPER NETO, M.; ZAMPAR, E. J. de O.; COSTA, E. J. de O.; CORDIOLI, V. R.; INOUE, T. T.; BATISTA, M. A. **Adubação nitrogenada e pulverização foliar de *Azospirillum brasilense* em trigo: efeitos na nutrição mineral e produtividade**. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 19, n. 4, p. 483 -493, 2020.

BESEN, M. R. ; RIBEIRO, R. H. ; MELLO, G. R. ; BRATTI, F. ; PIVA, J. T. . **Fontes minerais de nitrogênio na sucessão milho-trigo em sistema de plantio direto**. Journal of Agronomical Sciences , n. 1, v. 7, p. 87-102, 2018. Disponível em: <http://www.pag.uem.br/anteriores/v6n1>. Acessado em: 13 Jan. 2023.

CONAB. 2022. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2022/23**. Brasília: CONAB. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 17 Nov. 2022.

CORASSA, G. M.; BERTOLLO, G. M.; GALLON, M.; BONA, S. D.; SANTI, A. L. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* associada à adubação nitrogenada na região norte do Rio Grande do Sul**. Enciclopédia Biosfera , v:9, p. 1298-1308, 2013.

DETONI, M. J., SARTOR, L. R., GASPERINI, A. M., OLIGLINI, K., HEBERLE, C. T. de ***Azospirillum brasilense* em trigo com adição de crescentes doses de nitrogênio**. XXXIV Congresso brasileiro de ciência do solo, Florianópolis, SC. Ago, 2013.

DIAS, Vanderlan Carneiro. **Bactéria azospirillum brasilense e seus efeitos na eficiência da adubação nitrogenada, em cultivares convencionais de milho verde.** 2021. 100f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Palmas, 2021.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

HUERGO, L.F. **Regulação do metabolismo do nitrogênio em Azospirillum brasilense.** Tese Doutorado - Ciências Bioquímica, UFPR, Curitiba, 2006. 170 p. 2006.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.** Embrapa, Documentos, n. 325, 2011. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29676/1/Inoculacao-com-azospirillum.pdf> >, acesso em: 16/05/2022.

LUDWIG, L. L. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada em cultivares de trigo.** 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

LUDWIG, L. R.; MARTIN, T. N.; ROCKENBACH, D.; GIACOMINI, S.; VEY, R. T. **Agronomic performance of wheat cultivars in response to inoculation (*Azospirillum brasilense*) and nitrogen application.** Revista Caatinga. v. 35, n. 4, p. 799-808. 2020.

MUNARETO, J. D.; MARTIN, T. N.; FIPKE, G. M; SANTOS, V. C.; ROSA, G. B. **Nitrogen management alternatives using *Azospirillum brasilense* in wheat.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 54, p. 276, 2019.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. **Ensaio em ambiente controlado.** In: OLIVEIRA, A. J. de; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D. de; LOURENÇO, S. (Coord.). Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. p. 189-253. (EMBRAPA-SEA. Documentos 3).

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. **Updated world map of the Köopen-Geiger climate classification.** *Hydrology and Earth System Sciences*, v.11, p. 1633-1644, 2007.

Piccinin, G.G.; Braccini, A.L.; Dan, L.G.M.; Scapim, C.A.; Ricci, T.T.; Bazo, G.L. **Efficiency of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* on agronomic characteristics and yield of wheat.** *Industr. Crops Prod.* 2013, n. 43, p. 393–397.

SALA, V. M.; Cardoso, E. J. B. N.; Freitas, J. G.; Silveira, A. P. D. **Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 2007, v.42, n.6, 833-842.

Sampaio, F.A.R. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* associada à adubação nitrogenada na nutrição, desenvolvimento e produção do capim *Urochloa brizantha cv.marandu*.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Brasil. 2020.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Ed.3, rev. e ampli. Brasília: Embrapa, 353p., 2013.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F. **Perdas de nutrientes.** Embrapa Meio Ambiente, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/residuos/perdas-de-nutrientes>. Acessado em 11 Jan. 2023.

VAZQUEZ, Gisele Herbst; PEREIRA, Helio Alves. Nitrogênio em cobertura na cultura do trigo em área anteriormente cultivada com milho. *In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA*, 2018, Maceió. **Anais...** Maceió: Confea, 2018. P. 1-5.