



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CINTIA MARA MALDANER

**AVALIAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE RIZOBACTÉRIAS EM DIFERENTES NÍVEIS
DE ADUBAÇÃO EM TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO**

LARANJEIRAS DO SUL

2023

CINTIA MARA MALDANER

**AVALIAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE RIZOBACTÉRIAS EM DIFERENTES NÍVEIS
DE ADUBAÇÃO EM TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Grillo

LARANJEIRAS DO SUL

2023

Maldaner, Cintia Mara
AVALIAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE RIZOBACTÉRIAS EM
DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO EM TRIGO DE DUPLO
PROPÓSITO / Cintia Mara Maldaner. -- 2023.
26 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Grillo

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2023.

1. O TRIGO. 2. TRIGO DUPLO PROPÓSITO. 3.
RIZOBACTÉRIAS NA CULTURA DO TRIGO DUPLO PROPÓSITO. I.
Grillo, José Francisco, orient. II. Universidade Federal
da Fronteira Sul. III. Título.

CINTIA MARA MALDANER

**AVALIAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO DE RIZOBACTÉRIAS EM DIFERENTES
NÍVEIS DE ADUBAÇÃO EM TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR)

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Grillo

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 11/12/2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Francisco Grillo



Prof. Dr. Henrique Von Hertwig Bittencourt



Engenheira agrônoma Silvana da Costa

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por me guiar e me permitir ter saúde para seguir a minha trajetória.

Agradeço aos meus pais e irmãos, Sandra R. F. Maldaner (mãe), Rogerio L. Maldaner (Pai), que sempre estiveram ao meu lado, incentivando e não me deixando desanimar nos momentos difíceis.

Ao Professor orientador Dr. José Francisco Grillo, por todos os conselhos e ensinamentos, que contribuíram na minha formação acadêmica.

A todos que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho, em especial aos técnicos Silvana e Edmilson.

Às empresas Ballagro, Embrapa e Coasul, pelo fornecimento de materiais que foram fundamentais para a pesquisa.

“O campo é a escola mais sábia do homem”

- James H. Aughey

Avaliação da associação de rizobactérias em diferentes níveis de adubação em trigo de duplo propósito

RESUMO

O uso de rizobactérias como *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* são alternativas para obtenção de N e P, reduzindo assim os custos de produção e impactos ambientais provocados pelo uso de adubos químicos nitrogenados e fosfatados. Este trabalho de pesquisa objetivou avaliar a associação de rizobactérias em diferentes níveis de adubação em trigo de duplo propósito, com a utilização de *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*. O experimento foi realizado em ambiente controlado na Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, campus Laranjeiras do Sul-PR, onde foi utilizado um LATOSSOLO VERMELHO como substrato, retirado de área agrícola próxima. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando-se um arranjo fatorial 5 x 3 + 1 (Testemunha), ou seja, 5 níveis de adubação recomendada (100%, 75%, 50%, 25% e 0%) e 3 formas de inoculação (*Azospirillum brasilense*; *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluorescens*), mais a Testemunha (100% da adubação recomendada e sem inoculação), com 4 repetições, totalizando-se 64 vasos (unidades experimentais). Considerou-se as seguintes variáveis: altura de planta no 1º corte (AP1), clorofila total (CLORt), massa seca aérea (MSA), N-foliar (NF), P-foliar (PF), número de perfilhos (NPER) e altura de planta na floração (APF). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), seguida de análise de regressão quando aplicável e as médias comparadas pelo teste de Tukey à nível de 5% de significância. Houve interação entre os níveis de adubação recomendada e formas de inoculação (rizobactérias) apenas para as variáveis APF e CLORt. As demais variáveis (AP1, MSA, NF, PF e NPER), foram influenciadas significativamente apenas pelos níveis de adubação recomendada. Estes resultados permitem inferir que o uso de inoculantes com rizobactérias (*A. brasilense* e com *P. fluorescens*) nas sementes de trigo de duplo propósito (na forma isolada e combinada), não se mostrou promissor, sendo recomendado a realização de novos trabalhos de pesquisa para elucidar as possíveis interações com manejo.

Palavras-Chave: Nitrogênio. Fósforo. *Azospirillum brasilense*. *Pseudomonas fluorescens*. *Triticum aestivum* L.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Valores médios de número de perfilhos (NPER) na cultura do trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR) e Testemunha (100% de AR e sem inoculação)16
- Figura 2 - Valores médios da altura de planta 1 (cm) de trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR). Testemunha (100% de AR e sem inoculação)17
- Figura 3 - Valores médios da clorofila total (CLORt) de trigo (57 DAE), em função da interação entre níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de AR) e formas de inoculações (*A. brasilense*, *P. fluorescens*, *A. brasilense* + *P. fluorescens*). Testemunha (100% de AR e sem inoculação)18
- Figura 4 - Valores médios da massa seca aérea (MSA) de trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR). Testemunha (100% de AR e sem inoculação)19
- Figura 5A - Aspectos vegetativos da cultura do trigo (57 DAE), com inoculação de *A. brasilense*, em função de diferentes níveis de adubação recomendada (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Testemunha (100% de AR e sem inoculação)20
- Figura 5B - Aspectos vegetativos da cultura do trigo (57 DAE), com inoculação de *P. fluorescens*, em função de diferentes níveis de adubação recomendada (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Testemunha (100% de AR e sem inoculação)20
- Figura 5C - Aspectos vegetativos da cultura do trigo (57 DAE), com inoculação de *A. brasilense* + *P. fluorescens*, em função de diferentes níveis de adubação recomendada (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Testemunha (100% de AR e sem inoculação)21
- Figura 6 - Valores médios de nitrogênio foliar (NF) de trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR). Testemunha (100% de AR e sem inoculação)22
- Figura 7 - Valores médios de fósforo foliar (PF) de trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR). Testemunha (100% de AR e sem inoculação)23
- Figura 8 - Valores médios da altura de planta na floração (APF) de trigo (97 DAC), em função da interação entre níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de AR) e formas de inoculações (*A. brasilense*, *P. fluorescens*, *A. brasilense* + *P. fluorescens*). Testemunha (100% de AR e sem inoculação)23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos físico-químicos do solo coletado na profundidade de 0-20 cm, anteriormente ao período experimental. Rio Bonito do Iguaçu-PR (2023)	13
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
METODOLOGIA.....	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
CONCLUSÕES	24
AGRADECIMENTOS	25
REFERÊNCIAS	26

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) pertence à família Poaceae é a base alimentar da humanidade, sendo uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem. De acordo com os dados da Conab (2022), a produção de trigo para a safra 2022/23 está estimada em 9.500,9 mil toneladas. A importância do trigo está relacionada ao seu uso como ingrediente para pães, massas, entre outros (SCHEUER *et al.*, 2011). Porém, o trigo também pode ser empregado com duplo propósito em sistema de integração entre lavoura e pecuária, ou seja, pode ser utilizado para produzir forragem (volumoso) para ruminantes (tanto para pastagem, produção de silagem, feno em seu período vegetativo) e, posteriormente, destinado para a produção de grãos (RONSANI *et al.*, 2018).

A utilização de gramíneas de inverno, é uma possibilidade de utilização das culturas que possuem alto valor bromatológico e uma ótima produção de matéria seca para produção de grãos e alimentação animal (FONTANELI *et al.*, 2012). Para sua produção, deve atentar-se às características bromatológicas específicas para que a produção final de grãos atenda a sua finalidade de uso como forrageira (BROCA *et al.*, 2021). O trigo de duplo propósito BRS Tarumaxi destaca-se pela resistência ao pastoreio e, se submetido a manejo específico, pode substituir a consorciação tradicional de aveia-azevém, também possibilita um ganho adicional pelos grãos produzidos (CASTRO *et al.*, 2020).

A fertilidade do solo é a capacidade do solo em fornecer os elementos que são essenciais à vegetação e depende de suas características físicas e químicas. Um solo rico em nutrientes, é considerado fértil (CUNHA, 2017). Uma agricultura sustentável requer a utilização de estratégias que permitam o aumento da produção de alimentos sem prejuízo ao meio ambiente e à saúde, dentro do contexto econômico, social e político de cada região. Com a utilização de microrganismos benéficos pode-se reduzir os gastos de produção e prejuízos ambientais com o manejo de adubação na cultura do trigo (ARRUDA, 2012).

Dentre os elementos químicos necessários para a fertilização das plantas, os três macronutrientes primários com nitrogênio (N), potássio (K) e fósforo (P), são os mais importantes e que constituem os fertilizantes. Além disso, dentre esses, os fertilizantes nitrogenados ganham maior destaque, pois são responsáveis por grande quantidade e produção de fertilizantes utilizados no mundo. À medida que as produtividades das culturas aumentam, as quantidades de nutrientes necessárias para o desenvolvimento destas também aumentam, e caso não sejam realizadas as devidas reposições no sistema, há grande chance de ocorrerem reduções nas produtividades (REETZ, 2017). De acordo com Hungria *et al.* (2022), o N é o

nutriente exigido com maior frequência e quantidade pelas plantas, sendo limitante na produção agrícola em baixa disponibilidade. Porém, o N é escasso em muitos solos, embora a atmosfera consista em 78% de gás de nitrogênio (N_2), as plantas não são capazes de utilizar essa forma, resultando em uma elevada dependência da agricultura dos fertilizantes industriais nitrogenados.

A fixação biológica de nitrogênio ocorre através por microrganismos do solo que podem estabelecer relações com as plantas. São chamados diazotróficos por terem capacidade de fixar nitrogênio atmosférico. Porém, neste processo de conversão de nitrogênio atmosférico em amônia, é utilizada a energia celular na forma de adenosina trifosfato (ATP) (BARBOSA et al., 2012).

A exemplo do nitrogênio, o P também está entre os principais nutrientes para o desenvolvimento das plantas, onde sua baixa disponibilidade no solo pode causar deficiência e atraso no desenvolvimento da cultura. O P é um elemento pouco móvel no solo encontrado na forma orgânica e inorgânica e sua disponibilidade depende do pH, da taxa de matéria orgânica e da atividade microbiana (MARINEZ *et al.*, 2021). De acordo com Dechen e Nachtigall (2007), o fósforo desempenha papel importante na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular, além de outros processos que sucedem na planta. Segundo Oliveira-Paiva *et al.* (2022), o fósforo não utilizado pelas culturas permanece no solo na forma não disponível (P não lábil) para a planta, tornando-se desta forma de extrema relevância a utilização de alternativas economicamente viáveis e sustentáveis, como os inoculantes microbianos, para o aumento de disponibilidade desse nutriente.

A inoculação de microrganismos solubilizadores de fosfato (MSP), além da solubilização de fósforo não disponível para as plantas, também pode proporcionar o crescimento desta através da produção de fito-hormônios e enzimas contra patógenos que podem, secundariamente, aumentar a absorção de outros nutrientes e água (RICHARDSON et al., 2009). Os microrganismos desempenham função importante em todo o ciclo do P (dissolução-precipitação, sorção-dessorção e mineralização-imobilização). Dentre os principais mecanismos de solubilização de P do solo exercidos pelos microrganismos estão a liberação de: ácidos orgânicos, sideróforos, prótons, íons hidroxila, CO_2 , enzimas extracelulares e liberação de P durante a degradação do substrato (McGILL & COLE, 1981).

Dessa forma, visando o desenvolvimento da sustentabilidade na produção agrícola, tem-se impulsionado a utilização da biodiversidade natural e de processos biológicos para atender as necessidades nutricionais das culturas. Diversos processos são mediados por microrganismos do solo desempenhando papel importante na ciclagem de nutrientes, entre eles, a fixação

biológica de nitrogênio atmosférico, que é realizada por microrganismos procarióticos diazotróficos. Estes podem ser de vida livre e associados às espécies vegetais, onde podem estabelecer simbiose com as leguminosas (MOREIRA, 2010).

A utilização de microrganismos para possíveis melhorias no cultivo e na produtividade de plantas de interesse agrônômico, tem sido alvo de muitas pesquisas (ARRUDA, 2012). O uso desses microrganismos na forma de inoculantes biológicos pode ajudar a reduzir custos de produção no setor agrícola, pois possibilita a substituição parcial ou total dos métodos tradicionais de adubação com fertilizantes (FLORENCIO *et al.* 2022).

Desta forma, este trabalho de pesquisa objetivou avaliar a associação de *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*, em diferentes níveis de adubação em trigo de duplo propósito.

METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido em ambiente controlado (casa de vegetação) na Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul-PR, onde foi utilizado como substrato um LATOSSOLO VERMELHO (EMBRAPA, 2018) com textura argilosa (teor de argila de 480 g kg⁻¹).

Inicialmente, foi realizada a coleta de uma amostra composta de solo, na profundidade de 0-20 com auxílio de um trado (IAPAR, 1996), a qual foi enviada ao laboratório para a determinação de seus atributos físico-químicos (EMBRAPA, 2009) (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos físico-químicos do solo coletado na profundidade de 0-20 cm, anteriormente ao período experimental. Rio Bonito do Iguçu-PR (2023).

Descrição	Unidade	Teores
pH CaCl ₂		4,65
Acidez potencial (H+Al)	cmol _c dm ⁻³	5,59
Alumínio (Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,40
Matéria orgânica (M.O.)	g dm ⁻³	41,91
Fósforo (P- Mehlich 1)	mg dm ⁻³	3,85
Fósforo remanescente (P-rem)	mg L ⁻¹	29,0
Eficiência da adubação fosfatada (Ef-P)	%	48,33
Nível crítico de fósforo (NiCri-P)	mg L ⁻¹	15,39
Fósforo relativo (PR)	%	25,01
Cálcio (Ca ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	3,77
Magnésio (Mg ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	1,38
Potássio (K ⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,25
Soma de bases (SB)	cmol _c dm ⁻³	5,40
Capacidade de troca catiônica (CTC pH 7,0)	cmol _c dm ⁻³	10,99
Saturação por bases (V %)	%	49,10
Enxofre (S)	mg dm ⁻³	5,15
Boro (B)	mg dm ⁻³	0,37
Ferro (Fe ²⁺)	mg dm ⁻³	44,72
Cobre (Cu ²⁺)	mg dm ⁻³	1,15
Manganês (Mn ²⁺)	mg dm ⁻³	58,70
Zinco (Zn ²⁺)	mg dm ⁻³	2,70
Fração argila	g kg ⁻¹	480
Fração silte	g kg ⁻¹	290
Fração areia	kg ⁻¹	230
Classe textural		Argilosa

Fonte: Laboratório de Análises Agrônomicas e Consultoria Agrotecsolo (Guarapuava-PR).

O experimento foi implantado no dia 24 de abril de 2023, utilizado delineamento inteiramente casualizados (DIC), em esquema fatorial 5 x 3 + 1, com 4 repetições, combinando-se (i) fator A - 3 formas de inoculação (INOC): *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluorescens*; com (ii) fator B - 5 níveis de adubação recomendada (AR) 100%, 75%, 50%, 25% e 0%, mais Testemunha (100% da adubação recomendada e sem inoculação), totalizando 16 tratamentos e 64 unidades experimentais (vaso de polietileno com capacidade de 8 litros).

Após o enchimento de vasos com o solo, foi realizada a adubação de semeadura, de acordo com os níveis de adubação recomendada (AR) propostos nos tratamentos (100%; 75%; 50%; 25% e 0% de AR). A adubação utilizada foi a de manutenção, recomendada para a cultura do trigo segundo SBCS/NEPAR (2017), com base nos resultados obtidos na análise de solo (Tabela 1). Os tratamentos com 100% de AR de base (semeadura), recebeu a dose de 56 kg ha⁻¹

¹ sulfato de amônio (21% N), 85 kg ha⁻¹ de ureia (45 % N), 1.150 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (18 % P₂O₅) e 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (60% K₂O). A adubação de cobertura foi utilizada 134 kg ha⁻¹ de ureia, parcelada em 2 aplicações: perfilhamento (estádio E2, aos 16 DAE) e no alongamento (estádio E4, aos 34 DAE).

A cultivar de trigo utilizada foi a BRS Tarumaxi, sendo uma cultivar de dupla aptidão, também chamada de duplo propósito (DP) pois pode ser utilizada primeiramente para a alimentação de ruminantes e posteriormente na produção de grãos. De acordo com os tratamentos propostos acima, as sementes de trigo foram previamente tratadas com 2 inoculantes a base das bactérias *Pseudomonas fluorescens* (HoberPhos, 50 ml para 50 kg de sementes ou 200 ml ha⁻¹) e *Azospirillum brasilense* (HoberAzos - cepas AbV5 e AbV6, 100 ml ha⁻¹), cujas quantidades utilizadas foram de acordo com os fabricantes. As sementes foram acondicionadas em sacos plásticos para receber os inoculantes sendo o procedimento realizado à sombra, momentos antes da semeadura. A homogeneização da solução contendo as sementes foi realizada através de agitação. Decorridos 7 DAE, foi realizado o desbaste e seleção de 10 plantas uniformes e mais vigorosas por vaso.

Após a implantação da cultura do trigo, quando necessário, foram realizados os seguintes tratamentos culturais: (i) óleo de Neem (dosagem 100 ml para 10 litro de água) com 4 aplicações, uma preventiva e as outras quando houve incidência dos insetos e (ii) água com sabão para pulgões e lagartas. Foram realizadas 2 aplicações de biofungicida multissítio Égide (*Bacillus amyloliquefaciens* e *B. subtilis*) na dosagem de 500 ml ha⁻¹, sendo uma preventiva (40 DAE) e a outra por ocasião de incidência de ferrugem (69 DAE).

As variáveis analisadas foram: (i) aos 57 DAE no 1° corte - altura de planta (AP1), clorofila total (CLORt), massa seca aérea (MSA), N-foliar (NF), P-foliar (PF) e número de perfilhos (NPER); (ii) aos 97 dias após o 1° corte (DAC) - altura de planta após a floração (APF).

A clorofila total (CLORt) foi determinada com o medidor portátil de clorofila (ClorofiLOG/Falker) antes do corte. Para a determinação das variáveis massa seca aérea (MSA), N-foliar (NF) e P-foliar (PF), foi realizado o corte da parte aérea de todas as plantas (57 DAE) a uma altura uniforme de 0,7 cm do solo. A determinação da AP1 foi imediatamente realizada em uma superfície plana e com auxílio de fita métrica. As plantas coletadas foram lavadas com água de torneira em abundância e enxaguadas com água destilada. Posteriormente, foram colocadas em sacos de papel Kraft e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada (65° C até peso constante). Após o resfriamento do material foram pesadas em balança de precisão para terminação da MSA (EMBRAPA, 2009).

Após a secagem, as plantas coletadas foram trituradas em moinho do tipo Wiley, passadas em peneiras de malha 1,0 mm, e o material moído foi armazenado em potes coletores para posteriormente realizar análise química. A determinação dos teores de N e P foi realizado de acordo com Lana *et al.* (2010).

Os dados das variáveis foram submetidos a análise de variância (ANOVA), mais teste de normalidade utilizando o teste de Kolmogórov-Smirnov, seguida de análise de regressão quando aplicável e as médias comparadas pelo teste de Tukey à nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada interação entre os fatores níveis de adubação recomendada (AR) e as inoculações (INOC) para as variáveis clorofila total (CLORt) ($p < 0,01$) e altura de planta na floração (APF) ($p < 0,01$). As variáveis número de perfilhos (NPER) ($p < 0,05$), fósforo foliar (PF) ($p < 0,05$), altura de planta (AP1) ($p < 0,05$), massa seca aérea (MSA) ($p < 0,05$) e nitrogênio foliar (NF) ($p < 0,05$), variaram significativamente em função apenas do fator níveis de AR.

A variável número de perfilhos (NPER) apresentou resposta quadrática (Figura 1) somente em função dos níveis da adubação recomendada (AR), não sendo verificado efeito na interação entre AR e formas de inoculação (INOC). O aumento do nível de AR proporcionou aumento da variável NPER no trigo, onde o tratamento com 100% de AR proporcionou o melhor resultado em relação aos demais níveis testados (0, 25, 50 e 75% de AR). Em relação ao tratamento com 0% de AR, foi observado um aumento no NPER de 265% do nível para o tratamento de 100% de AR. Estes resultados com trigo de duplo propósito não corroboram com os obtidos por Pereira (2018), cujos resultados do experimento a campo com coinoculação do trigo (TBIO TORUK) com *Pseudomonas fluorescens* e *Azospirillum brasilense*, concluiu que a inoculação aumentou o número de perfilhos em até 12% em relação a testemunha. O número de perfilhos possui grande importância no desenvolvimento da cultura, podendo ser afetado através da ocorrência de alguma deficiência nutricional da planta. Neste caso, a planta pode ter aptidão compensatório e diminuir suas perdas através da redução do número de perfilhos (drenos) (VALÉRIO *et al.*, 2008).

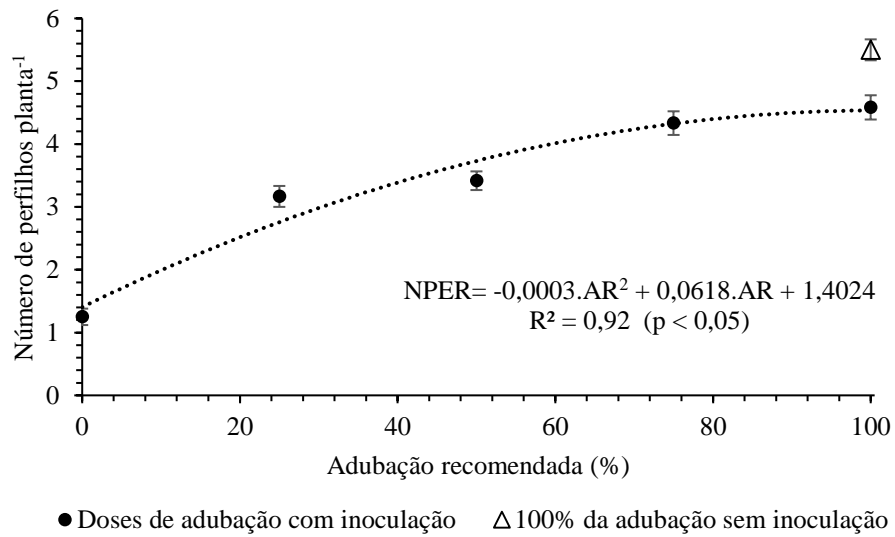
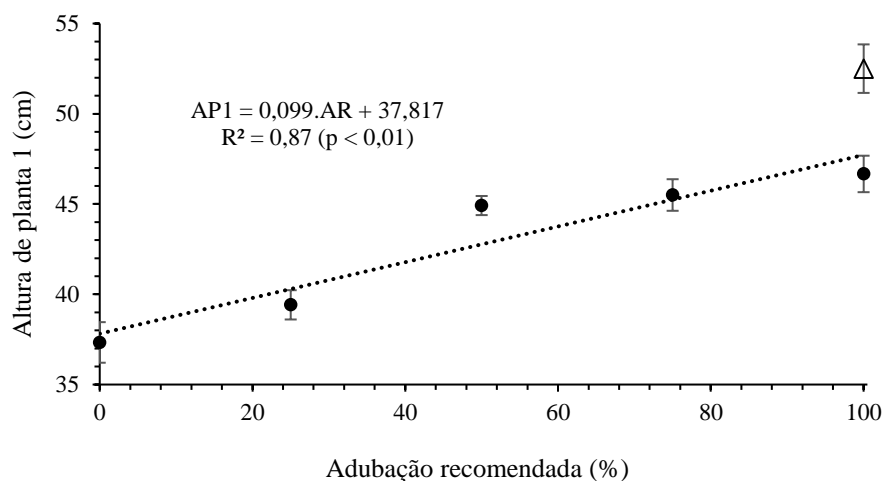


Figura 1. Valores médios de número de perfilhos (NPER) na cultura do trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR) e Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

A variável altura de planta (AP1) apresentou resposta linear em função dos níveis de AR (Figura 2), onde o aumento da AP1 foi diretamente proporcional ao aumento do nível de AR. O tratamento Testemunha (100% de AR e sem inoculação) apresentou valor médio de AP1 superior ao obtido no nível 100% de AR (com inoculação). Desta forma, a maior disponibilidade de nutrientes durante o desenvolvimento da cultura do trigo, influenciou positivamente no alongamento do caule. A altura de plantas em cereais é afetada por altas doses de nitrogênio, aumentando a produção de fitohormônios (em especial a giberelina) que são promotores de crescimento e desenvolvimento (MARSCHNER, 1995).



● Doses de adubação com inoculação △ 100% da adubação sem inoculação

Figura 2 - Valores médios da altura de planta 1 (cm) de trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR). Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

Para variável clorofila total (CLORt) foi observada interação entre os fatores adubação recomendada (AR) e forma de inoculação com rizobactérias (INOC) (Figura 3).

Considerando-se o fator níveis de AR dentro de formas de INOC, foi observado que na de inoculação com *A. brasilense* (inoculação 1) o melhor índice de CLORt foi verificado no nível de 100% de AR, diferindo de forma significativa dos demais. O menor índice de CLORt foi obtido no nível de 25% de AR. Ao contrário do inoculante *A. brasilense* (inoculação 1), na inoculação com *P. fluorescens* (inoculação 2) o maior resultado de CLORt foi determinado no nível 25% de AR, diferindo dos demais, onde os níveis de 100, 75 e 0% de AR apresentaram os menores índices de AR, não diferindo entre si. E finalmente, a inoculação com *A. brasilense* + *P. fluorescens* (inoculação 3) apresentou aos melhores resultado de CLORt nos níveis de 100, 75 e 50% de AR, sendo superiores aos demais e não diferindo entre si. O menor resultado de CLORt foi verificado no nível de 0% de AR.

Considerando-se o fator formas de INOC dentro de níveis de AR, pode-se observar que: (i) para o nível 100% de AR todas as formas de INOC testadas (*A. brasilense*, *P. fluorescens*, *A. brasilense* + *P. fluorescens*) não diferiram entre si; (ii) nos níveis 75 e 50 % de AR as inoculações com *P. fluorescens* (inoculação 2) e com *A. brasilense* + *P. fluorescens* (inoculação 3) não diferiram entre si e foram superiores a inoculação com *A. brasilense* (inoculação 1); (iii) no nível 25% de AR todas as formas de inoculações testadas (1, 2 e 3) diferiram de forma significativa entre si, sendo que a inoculação com *P. fluorescens* (inoculação 2) diferiu positivamente as demais formas testadas, dentre as quais a inoculação com *A.*

brasilense (inoculação 1) apresentou o menor índice de CLORt e (*iv*) no nível 0% de AR (da mesma forma que ocorrido no nível 25% de AR) todas as formas de inoculações testadas (1, 2 e 3) diferiram entre si e a inoculação com *P. fluorescens* (inoculação 2) também resultou no maior índice de CLORt. Porém, inoculação com *A. brasilense* + *P. fluorescens* (inoculação 3) proporcionou o menor índice de CLORt no nível 0% de AR.

O tratamento Testemunha (100% de AR e sem inoculação) diferiu de todos os tratamentos testados.

A clorofila é um importante parâmetro de absorção de nitrogênio, pois a sua molécula apresenta quatro átomos de nitrogênio no núcleo central, onde ocorre a absorção de radiação solar (TAIZ *et al.*, 2017). Está diretamente associada ao potencial de atividade fotossintética e ao estado nutricional das plantas, geralmente com a quantidade e qualidade da clorofila (ZORARELLI *et al.*, 2003).

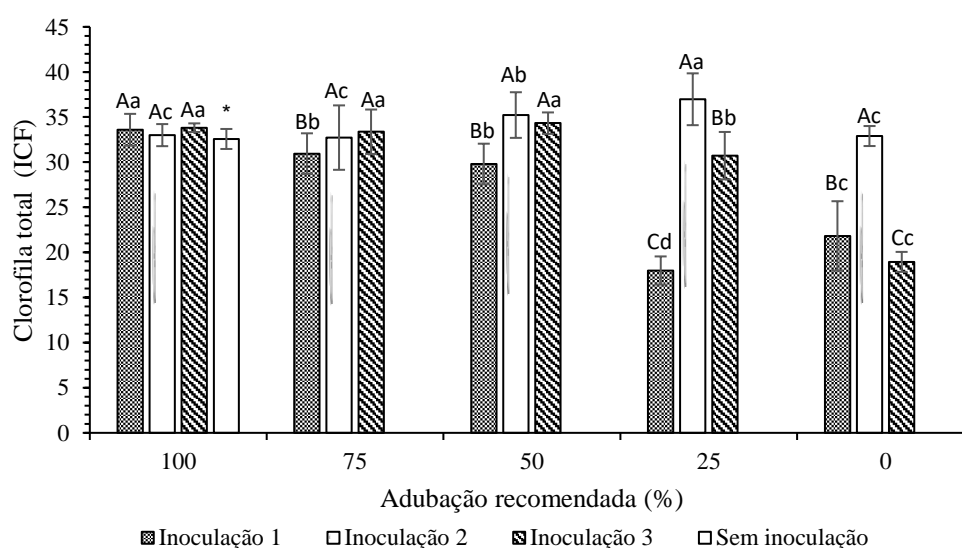


Figura 3 - Valores médios da clorofila total (CLORt) de trigo (57 DAE), em função da interação entre níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de AR) e formas de inoculações (*A. brasilense*, *P. fluorescens*, *A. brasilense* + *P. fluorescens*). Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas dentro de cada nível de AR, as formas de INOC não diferem estatisticamente entre si.

** Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas dentro de cada forma de INOC, os níveis de AR não diferem estatisticamente entre si.

A produção de MSA do trigo apresentou resposta linear (Figura 4) em função apenas de níveis de AR, onde a Testemunha (100% AR e sem inoculação) se destacou dos demais níveis de AR testados, ou seja, o aumento da produção de MSA foi diretamente proporcional ao

aumento dos níveis de AR. Os resultados obtidos corroboram com os obtidos por Hastenpflug *et al.* (2011), onde a maior produtividade de forragem em cultivares de trigo de duplo propósito, foi obtida em função do aumento da dose de N, indiferente do número de cortes em que o trigo tenha sido submetido. De igual modo, estudos realizados por Ronsani *et al.* (2018) também demonstraram que a produção total de massa de forragem de trigo de duplo propósito, aumentou em função do aumento da dose de N aplicada.

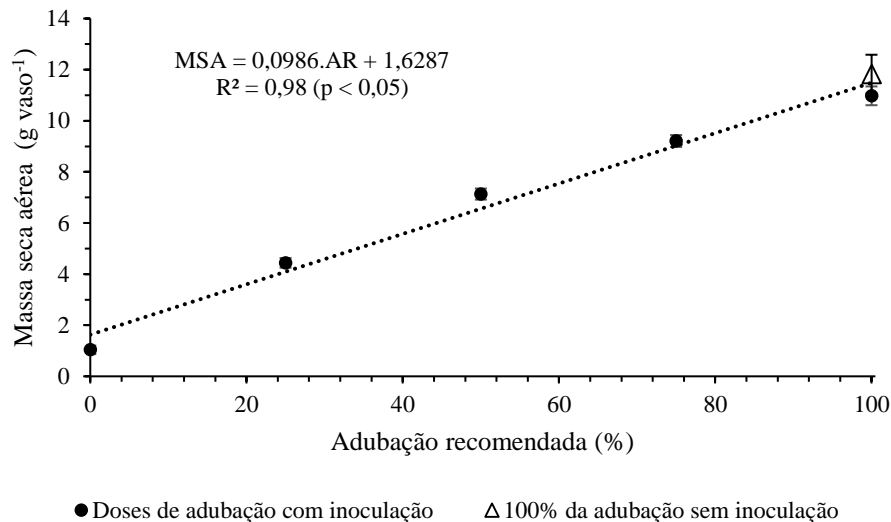


Figura 4 - Valores médios da massa seca aérea (MSA) de trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR). Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

Nas figuras 5A, 5B e 5C estão representados os aspectos vegetativos da cultura do trigo (57 DAE) em função dos tratamentos com diferentes formas de inoculações (INOC) combinadas com níveis crescentes de adubação recomendada (AR).

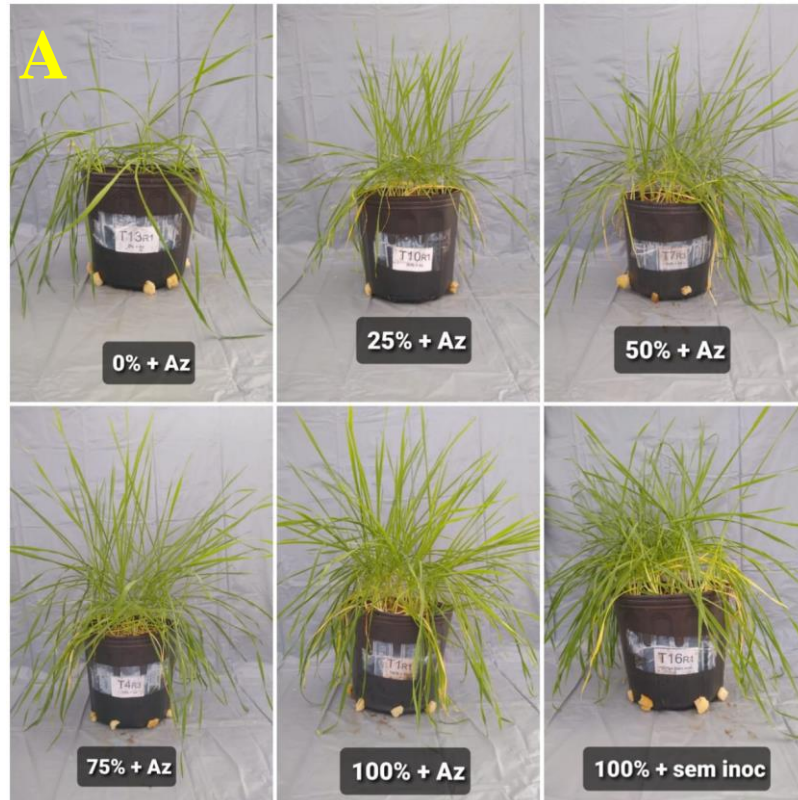


Figura 5A - Aspectos vegetativos da cultura do trigo (57 DAE), com inoculação de *A. brasilense*, em função de diferentes níveis de adubação recomendada (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

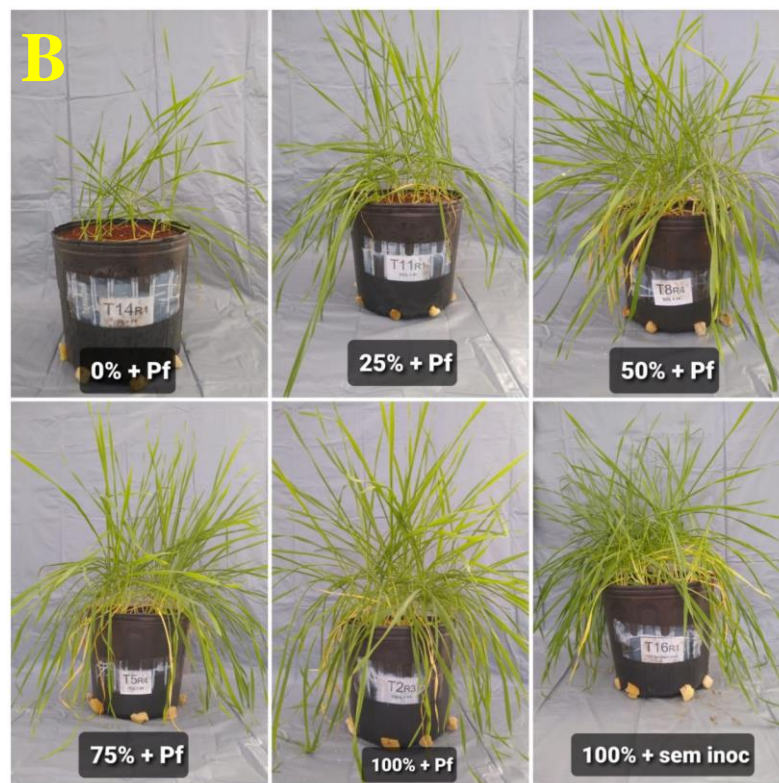


Figura 5B - Aspectos vegetativos da cultura do trigo (57 DAE) com inoculação de *P. fluorescens*, em função de diferentes níveis de adubação recomendada (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

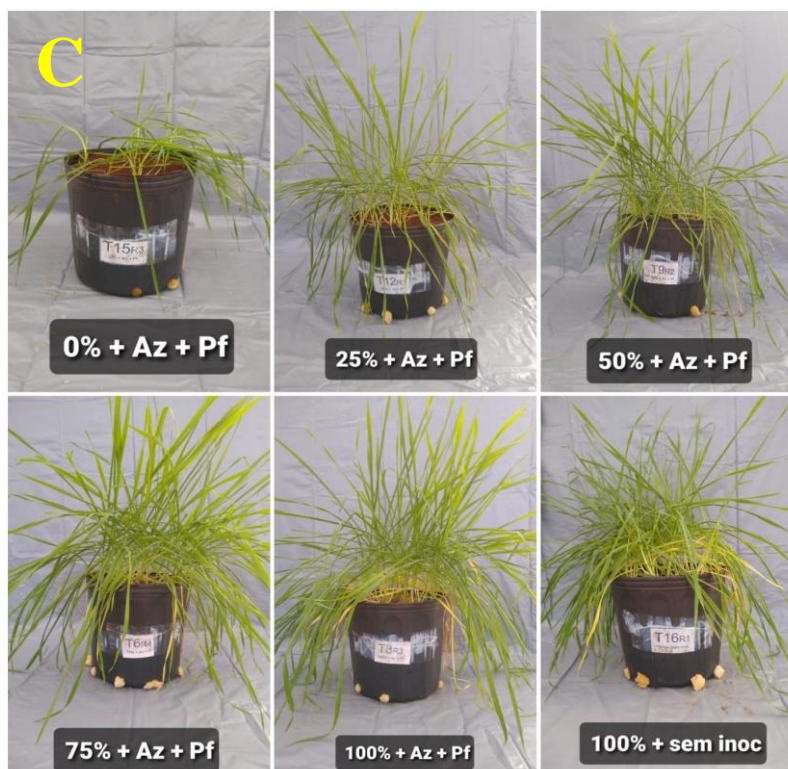


Figura 5C - Aspectos vegetativos da cultura do trigo (57 DAE), com inoculação de *A. brasilense* + *P. fluorescens*, em função de diferentes níveis de adubação recomendada (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

Na Figura 6 encontram-se os teores médios de nitrogênio foliar (NF) em função dos níveis de AR testados, não sendo observado efeitos significativos do fator formas de INOC e a interação deste com o fator níveis de AR sobre esta variável. Apesar do fator níveis de AR ser quantitativo, não foi possível o ajuste de um modelo matemático para os dados obtidos para NF. Desta forma, foi realizado o teste de comparação múltiplas de médias nos diferentes níveis de AR, onde foi observado que o tratamento com 0% de AR apresentou o maior teor de NF, porém não diferente qualitativamente dos obtidos nos tratamentos com níveis de 100 e 75% de AR. Estes tratamentos diferiram significativamente dos demais níveis de AR (25 e 50%) e do tratamento Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

O elevado teor de matéria orgânica ($41,91 \text{ g dm}^{-3}$) do solo utilizado no experimento (Tabela 1), pode ter sido determinante nos resultados não significativos obtidos com relação ao fator formas de INOC com rizobactérias neste experimento. Possivelmente, a elevada disponibilidade N, dentre outros nutrientes liberados pela matéria orgânica do solo durante o período experimental, tenha reduzido a eficiência das rizobactérias testadas.

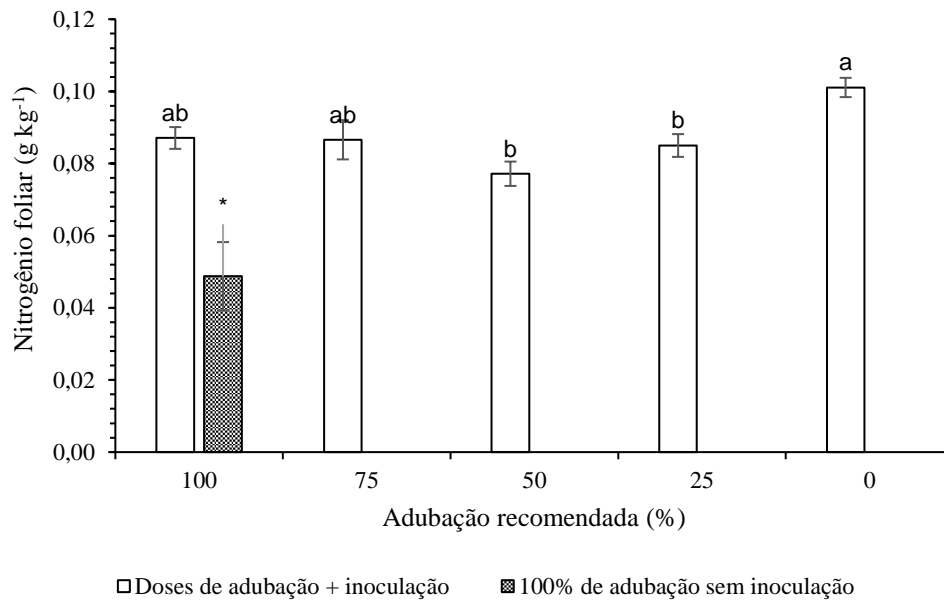


Figura 6 - Valores médios de nitrogênio foliar (NF) de trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR). Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

Da mesma forma que ocorrido para o teor de NF, não houve interação entre os fatores níveis de AR e formas de INOC para a variável teor de fósforo foliar (PF), sendo influenciada de forma significativa apenas pelos níveis de AR (Figura 7) que, apesar de ser um fator quantitativo, não foi possível o ajuste de um modelo matemático para os dados obtidos para PF, sendo desta forma realizado o teste qualitativo de comparação múltiplas de médias nos diferentes níveis de AR. Os dados obtidos revelaram que a Testemunha não diferiu dos demais tratamentos testados. Por outro lado, o tratamento com 0% de AR diferiu significativamente dos demais níveis de AR (25, 50, 75 e 100% de AR), permitindo assim inferir que o aumento dos níveis de AR reduziu a eficiência das rizobactérias testadas, onde a menor concentração de PF ocorreu nos tratamentos com maiores níveis de AR. Este resultado ainda pode estar associado ao efeito diluição de nutrientes nas plantas, haja vista que a menor produção de MSA (Figura 4) ocorreu no tratamento com 0% de AR, o qual pode ser justificado quando a taxa relativa da massa seca aérea é superior a taxa de absorção de nutrientes (BISCA *et al.*, 2023; MAIA *et al.*, 2005; ROSSI *et al.*, 1999). Outro fator que pode ter influenciado no efeito das inoculações sobre o teor de fósforo foliar (PF), é o genótipo do trigo utilizados neste trabalho. Zem *et al.* (2012) observou que o efeito da inoculação no trigo depende do seu genótipo, dessa forma, tendo cultivares que respondem ou não a inoculação.

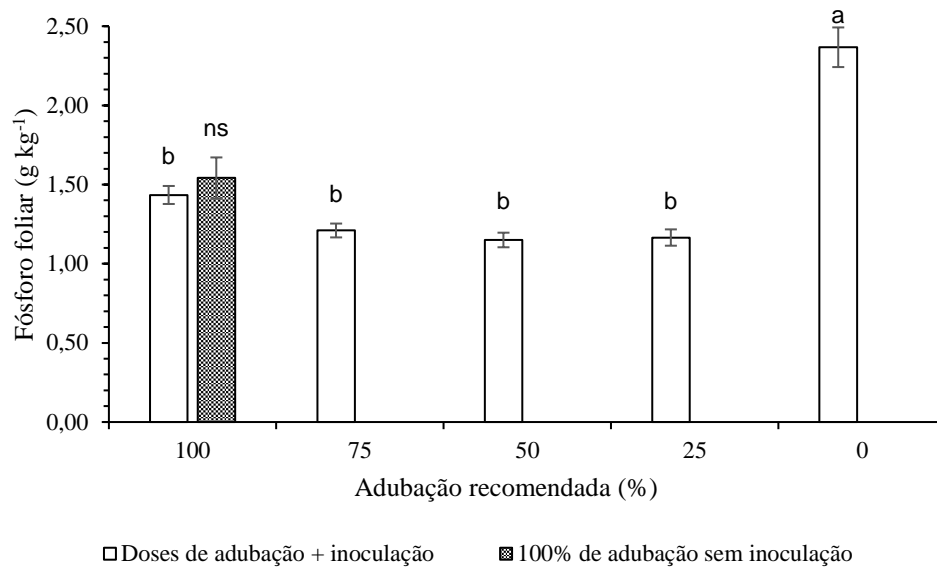


Figura 7 - Valores médios de fósforo foliar (PF) de trigo (57 DAE), em função dos níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75%, 100% de AR). Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

A variável altura de planta na floração (APF) foi influenciada pela interação entre os fatores níveis de adubação recomendada (AR) e formas de inoculações (INOC) (Figura 8). Não se obteve ajuste matemático para as diferentes doses de adubação e inoculação.

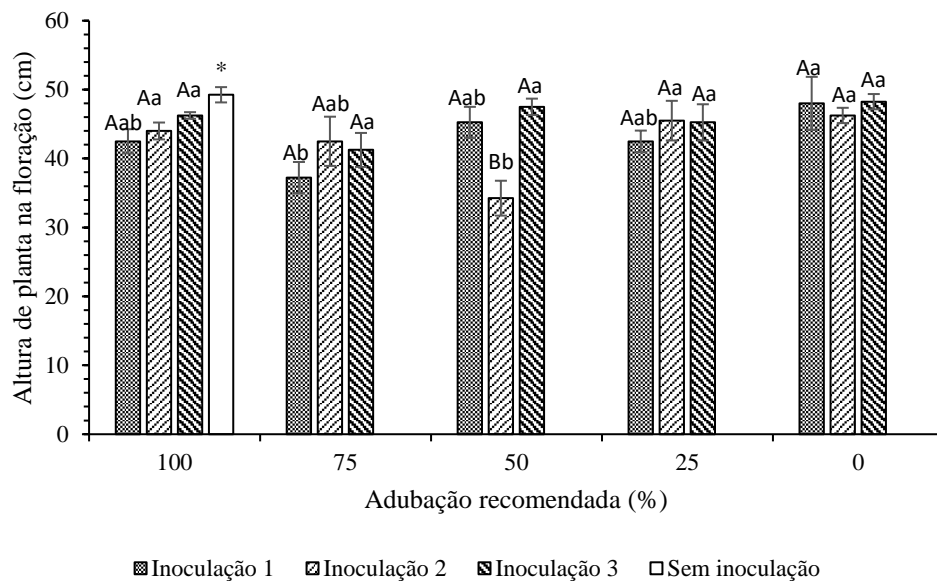


Figura 8 - Valores médios da altura de planta na floração (APF) de trigo (97 DAC), em função da interação entre níveis de adubação (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de AR) e formas de inoculações (*A. brasilense*, *P. fluorescens*, *A. brasilense* + *P. fluorescens*). Testemunha (100% de AR e sem inoculação).

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas dentro de cada nível de AR, as formas de INOC não diferem estatisticamente entre si.

** Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas dentro de cada forma de INOC, os níveis de AR não diferem estatisticamente entre si.

Considerando-se o fator níveis de AR (%) dentro de formas de INOC, foi observado que: (i) na inoculação com *A. brasilense* (inoculação 1), o maior valor de altura de planta na floração (APF) foi obtido no nível de 0% de AR, diferindo de forma significativa dos demais. O menor valor de APF (Figura 8) foi observado no nível de 75% de AR; (ii) na inoculação com *P. fluorescens* (inoculação 2), os maiores resultados de APF foram verificados nos níveis 0, 25 e 100% de AR, não diferindo entre si. O nível 50% de AR apresentou o menor resultado de APF e (iii) na inoculação com *A. brasilense* + *P. fluorescens* (inoculação 3), a APF não apresentou diferença significativa em função dos níveis de AR testados.

Considerando-se o fator formas de INOC dentro de níveis de AR (%), observou-se que: (i) nos níveis 0, 25, 75 e 100% de AR, as formas de INOC testadas não proporcionaram diferenças significativas na variável APF; (ii) no nível 50% de AR, as inoculações com *A. brasilense* (inoculação 1) e com *A. brasilense* + *P. fluorescens* (inoculação 3) foram superiores quando comparadas com a inoculação de *P. fluorescens* (inoculação 2). O tratamento Testemunha (100% de AR e sem inoculação), diferiu de forma significativa de todos os 15 tratamentos testados (Tabela 2), apresentando valores médios de APF superiores aos demais. Mesmo comparando-se o tratamento Testemunha (100% de AR e sem inoculação) com os tratamentos de nível 100% de AR combinados formas de inoculação (1, 2 e 3), foi observado o efeito supressor do uso destes inoculantes sobre valores de APF do trigo (Figura 8). Tal efeito pode ser justificado em função da eficiência de fixação biológica das bactérias diazotróficas ser rapidamente reduzida ou até inibida na presença de altas concentrações de nitrogênio no solo (CARVALHO *et al.*, 2014).

Foi possível verificar que após o primeiro corte (57 DAE), quando as plantas não mais receberam nitrogênio e, conseqüentemente, menor disponibilidade de N, as bactérias auxiliaram de maneira significativa no desenvolvimento da planta, haja vista que, os valores obtidos de APF nos tratamentos dos níveis 0 e 100% de AR, não diferiram entre si (Figura 8).

De acordo com os resultados obtidos nas variáveis relacionadas com o desenvolvimento do trigo durante o bioensaio, foi possível observar que a cultura respondeu de forma significativa apenas aos níveis de AR.

CONCLUSÕES

Houve interação entre as rizobactérias, em altura de planta na floração (APF) e na clorofila total (CLORt), entretanto sem possibilidade de recomendação de redução dos níveis

de adubação pois outros parâmetros de crescimento/desenvolvimento do trigo de duplo propósito (forragem e grãos) foram limitantes.

A inoculação das sementes de trigo com rizobactéria *Pseudomonas fluorescens* não proporcionou elevação do teor de P-foliar (PF). A ausência de interação e desenvolvimento das rizobactérias, pode estar relacionado ao aumento dos níveis de AR, dessa forma, reduzindo a eficiência destas. Outro fator que pode ter influenciado foi o genótipo do trigo utilizado neste trabalho.

A inoculação das sementes de trigo com a rizobactéria *Azospirillum brasilense* não proporcionou elevação dos teores de N foliar (NF).

O número de perfilhos (NPER), altura de planta (AP1), massa seca área (MSA), apresentaram os melhores rendimentos com a utilização de 100% da adubação recomendada (AR), independente da forma de inoculação utilizada na cultura do trigo.

Apesar da ausência de resultados significativos nas demais variáveis consideradas neste trabalho em relação as formas de inoculação de rizobactérias no trigo, recomenda-se a realização de novos trabalhos de pesquisa a campo para testarem: (i) formas de inoculações em diferentes cultivares de trigo duplo propósito em relação ao genótipo, (ii) em diferentes concentrações de matéria orgânica no solo e (iii) a influência da *P. fluorescens* no índice de CLORt na cultura do trigo. Considerando-se que a utilização destes microrganismos na agricultura apresenta um potencial promissor na sustentabilidade dos agroecossistemas produtivos.

AGRADECIMENTOS

À Cooperativa Coasul Agroindustrial - COASUL (Rio Bonito do Iguaçu-PR), á EMBRAPA Trigo e à empresa Ballagro Agro Tecnologia.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, L. M. **Seleção e Caracterização de Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Milho Cultivadas no Rio Grande do Sul**. 2012. 58 f. Dissertação (mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de pós – graduação em Genética e Biologia Molecular - Porto Alegre, 2012.
- BARBOSA, J. Z; CONSALTER, R; MOTTA, V; CARLOS, A. Fixação biológica de nitrogênio em Poaceae. Curitiba- PR, 2012.
- BISCA, H. H.; MACHADO, M. J.; INÁCIO, G. C.; SOUZA, D. S. Fungos micorrízicos arbusculares associados a doses de fósforo no crescimento da cultura do milho. **Rev. Agro Amb.**, v. 16, n. 3, e11059, 2023.
- BROCA, Â.; BERTAN, L. C.; FRANCISCO, C. T. P. Estudo da qualidade do trigo e da farinha de trigo destinada a panificação em um moinho no sul do Brasil. **Research, Society And Development**, v. 10, n. 4, p. 344 - 356, 2021.
- CASTRO, R. L.; FONTANELLI, R. S.; CAIERÃO, E. SANTOS, H. P.; MELLO, R. P.; CELANO, M. M. **Forragens e grãos**. **Revista FABC**, 2020, p.10. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124157/1/Fundacao-ABC-2020P10-12.pdf>>.
- CARVALHO, T. L. G., BALSEMÃO-PIRES, E., SARAIVA, R. M., FERREIRA, P. C. G. E HEMERLY, A. S. (2014). Nitrogen signalling in plant interactions with associative and endophytic diazotrophic bacteria. **Journal of Experimental Botany**, First published online: August 11, 2014, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/eru319>.
- CONAB. **Histórico mensal de trigo**. 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo>>.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes - Análise multivariada e simulação**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v. 1. 175 p. ISBN: 8572692487.
- CUNHA, L. G. S. **Cenários e desafios da indústria de fertilizantes**. 2017. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2017
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Elementos Requeridos à Nutrição de Plantas**. *In*: NOVAIS, R.F.; ALVARES, V. H.; BARROS, N. F. DE.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. 1.ed.Viçosa, MG: SBCS, 2007. p. 91-132.
- EMBRAPA - **Solos, Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 5a ed., Brasília: EMBRAPA Solos, 2018. 356p. ISBN: 978-85-7035-817-2.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, Embrapa Informática

Agropecuária, 2ª Edição, Editor Técnico Fábio César da Silva. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. 627p. ISBN: 978-85-7383-430-7.

FLORENCIO, C.; BORTOLETTO-SANTOS, R.; FAVARO, C. P.; BRONDI, M. G.; VELLOSO, C. C. V.; KLAIC, R.; RIBEIRO, C.; FARINAS, C. S.; MATTOSO, L. H. C. Avanços na produção e formulação de inoculantes microbianos visando uma agricultura mais sustentável. **Química Nova**. 2022, v. 45, n. 9., pp. 1133-1145. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170909>>.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2 ed. Embrapa Trigo, 2012.

HASTENPFLUG, M.; BRAIDA, J. A.; MARTIN, T. N.; ZIEC, M. F.; SIMIONATTO, C. C.; CASTAGNINO, D. S. Cultivares de trigo duplo propósito submetido ao manejo nitrogenado e a regimes de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 63: 196-202. 2011.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; **Fixação biológica do nitrogênio**. Livro Bioinsumos na cultura da soja - Embrapa, Brasília, 2022. cap.8, p.141-142.

IAPAR. **Amostragem de solo para análise química - plantio direto e convencional, culturas perenes, várzeas, pastagens e capineiras**. CIRCULAR N° 90. Londrina – Paraná. AGOSTO/96.

LANA, M. C.; FEY, R.; FRANDOLOSO, J. F.; RICHART, A.; FONTANIVA, S.; **Análise Química de Solo E Tecido Vegetal: Práticas de laboratório**. – Cascavel: UNIOESTE, 2010.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; FILHO, F. Q. P.; GUEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.292-295, 2005

MARINEZ, H. E. P.; LUCENA, J. J.; BONILLA, I.; **Relações solo planta: Bases Para a Nutrição e Produção Vegetal**. 1. ed. 307p. Viçosa, MG: UFV, 2021. ISBN: 9786559250196
MONTINO S. P.; **Uso do Bacillus subtilis Como Agente de Biocontrole de Fitopatógenos da Cultura de Soja**. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, 2(3), 14. 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.51189/rema/1338>>

MARSCHNER, H; **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Presse, 1995.

McGILL, W. B.; COLE, C. V. Comparative aspects of cycling of organic C, N, S and P through soil organic matter. *Geoderma*, v. 26, n. 4, p. 267-268, 1981. DOI: 10.1016/0016-7061(81)90024-0.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae** 1(2): 74-99, 2010.

OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; ALVEZ, V. M. C.; GOMES, E. A.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; MARRIEL, I. E. **Microrganismos solubilizadores de fósforo na cultura da soja**. Livro Bioinsumos na cultura da soja - Embrapa, Brasília, 2022. cap.9, p.163-165.

PEREIRA, Y. D. **Crescimento de plantas de trigo inoculadas com bactérias promotoras de crescimento em condições de restrição hídrica**. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2018.

REETZ, H. F.; **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. **International FERTILIZER Industry Association (IFA)**. Paris, França, 2016. Tradução: LOPES, A. S. Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) - São Paulo, Brasil, 2017. 178p. Disponível em: <<https://fdocumentos.tips/document/seu-uso-eficiente-fertilizantes-euflabrdcomwp-content/uploads/201803/fertilizantes-e.html?page=9>>.

RICHARDSON, A. E.; BAREA, JM; MCNEILL, A.M.; PRINGET-COMBARET, C. **Aquisição de fósforo e nitrogênio na rizosfera e promoção do crescimento das plantas por microrganismos**. *Solo da planta* 321, 305–339 (2009). <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9895-2>

RONSANI, S. C.; PIVA, J. T.; FIOREZE, S. L.; BASSO, K. C.; RIBEIRO, R. H.; BESEN, M. R. Adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca de cultivares de trigo de duplo propósito. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 2, p. 174-181, 2018. DOI: 10.5965/223811711722018174. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/9530>.

ROSSI, C.; MONTEIRO, F. A. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins Braquiária e Colonião. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1101-1110, out./dez. 1999.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Estadual Paraná. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.

SCHEUER, P.M. FRANCISCO, A.; MIRANDA, M. Z.; MIMBERGER, V. M. Characterization of Brazilian wheat cultivars for specific technological applications. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** - Campinas. v. 31, n. 3, p. 816 - 826, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/Nc8t6kHzzvLHG86P9tSjPDQz/?format=pdf&lang=en>>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

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

ZEM, G.; CASTRO, R. L.; SILVA-JUNIOR, J. P.; CONSOLI, L.; CAIERÃO, E. **Resposta de cultivares de trigo à inoculação com *Azospirillum brasilense* em Passo Fundo**, 2012.

ZORARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCININ, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1117-1122, 2003.