


## Inoculação via semente e foliar com *Azospirillum brasilense* associada a doses de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.023-004>

### Lucas Frederico Vergütz

Engenheiro Agrônomo – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá.

### Lidiane Aline Rohr Tiemann

Graduando em Agronomia – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá.

### Mathias Foletto

Graduando em Agronomia – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá.

### Igor Gabriel Bohrz

Graduando em Agronomia – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá.

### Gustavo Dal Molin Vieira

Graduando em Agronomia – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá.

### Cauê Lublo Casanova

Graduando em Agronomia – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá.

### Vitor Cossul

Graduando em Agronomia – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá.

### Rodrigo Luiz Ludwig

Professor e Doutor em Agronomia – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá.

## RESUMO

A cultura do trigo (*Triticum aestivum*) possui grande importância na alimentação humana e animal, sendo a segunda maior produção de grãos do mundo. Entretanto, é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que aumentem a produtividade de forma sustentável reduzindo o custo de implantação e operação. Sendo assim, a inoculação com bactérias promotoras do crescimento, como o *Azospirillum brasilense*, surge como uma alternativa viável, porém ainda requer de estudos para melhor posicionamento. O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho agrônômico da cultura do trigo em função da aplicação de *Azospirillum brasilense* via semente e foliar, isoladas e em conjunto, associadas a aplicações de diferentes doses de nitrogênio em cobertura. O experimento foi conduzido a campo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, campus Ibirubá, no ano de 2020. O delineamento experimental usado foi o delineamento de blocos casualizados (DBC) com cinco repetições por tratamento, em um modelo bifatorial, com os fatores via de inoculação de *Azospirillum brasilense* (Sem inoculação; Inoculação via semente; Inoculação via foliar e Inoculação via semente + inoculação via foliar) e doses de nitrogênio em cobertura (0; 40; 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>) utilizando a cultivar de trigo TBIO Ponteiro. Os resultados obtidos indicam que a inoculação com *Azospirillum brasilense* via semente e foliar, isoladas e em conjunto, não apresentaram efeitos significativos nas variáveis avaliadas, não gerando resultados que viabilizem sua utilização, independente da forma de inoculação, somente na variável de número de espigas por metro quadrado, que se apresentou um aumento com a inoculação foliar e semente + foliar. Por outro lado, as maiores doses de nitrogênio (80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>) mostraram os melhores resultados.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*, Inoculação de sementes, Fixação biológica de nitrogênio.

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma planta anual de inverno pertencente à família Poaceae, subfamília Pooideae e ao gênero *Triticum*. A sua origem acredita-se ser de gramíneas silvestres que se desenvolviam nas beiradas dos rios Tigres e Eufrates por volta de 12.000 anos a.C., após vários anos de seleção natural e artificial chegou se as características da cultura que são conhecidas atualmente (SCHEEREN et al., 2015).

Este cereal apresenta importância econômica em todo o mundo, muito utilizado na alimentação humana, através da farinha, em pão, massas, entre outros. Para a alimentação animal também tem sua importância, pois é utilizado em várias dietas em bovinos, suínos, aves, entre outros. Além de ser uma das principais fontes de renda nas lavouras de inverno, proporcionando um papel importante na rotação de culturas, e com a palhada deixada na superfície do solo ainda contribui para o controle de plantas daninhas, redução da erosão e melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

A cultura do trigo tem grande necessidade de adubação nitrogenada para conseguir alcançar maiores rendimentos. De acordo com Prando et al. (2013) o nitrogênio (N) é o nutriente mais absorvido e também o mais exportado pelas plantas de trigo, com grande influência na produtividade da cultura. A fonte de adubação nitrogenada mais utilizada é a ureia (aproximadamente 45 % de N). No entanto, este nutriente representa boa parte do custo de produção da lavoura de trigo, pois para se obter a ureia é necessário a realização de alguns processos industriais complexos (LUDWIG, 2015). Ainda, esta fonte nitrogenada, apresenta uma característica desfavorável com relação a perda de N por volatilização, quando aplicada principalmente a lanço, sem incorporação. A perda pode ser acentuada quanto maior for a quantidade de palha e a falta de chuva para sua incorporação (CANTARELLA et al., 2008).

Sabendo do alto custo econômico e ambiental da adubação nitrogenada mineral, buscaram-se alternativas para suprir a demanda de N da cultura, neste contexto, destacam-se as bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP). Essas bactérias têm a capacidade de estimular o crescimento das plantas de várias formas, dentre elas: aumento na atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas (CASSÁN et al., 2008), capacidade de fixação biológica de N (HUERGO et al., 2008), solubilização de fosfato (RODRIGUEZ et al., 2004), e produção de fitormônios que induzem o crescimento radicular, melhorando a absorção de água e nutrientes pelas plantas (DOORNBOS et al., 2012). De modo geral, as BPCP são capazes de estimular o crescimento e desenvolvimento das plantas através de mecanismos diretos e/ou indiretos, convivendo de forma associada nas superfícies radiculares, a rizosfera e filosfera, e também nos tecidos internos de vegetais de diferentes espécies (HUNGRIA et al. 2010).

Dentre as bactérias diazotróficas destacam-se as bactérias do gênero *Azospirillum*, que podem fazer a fixação de N<sub>2</sub> para a planta e com isso produzem auxinas, sendo o principal o ácido indolacético

(AIA), e giberelinas, que estimulam o crescimento vegetal, das raízes, aumentando a absorção de água e nutrientes (BASHAN et al., 2004). Segundo Barassi et al. (2008) com a inoculação de *Azospirillum* há melhoria em parâmetros fotossintéticos das folhas, teor de clorofila, condutância estomática, aumento no teor de prolina nas raízes e parte aérea, maior produção de biomassa, maior altura de plantas, maior elasticidade da parede celular, melhoria no potencial hídrico e incremento no teor de água no apoplasto.

Em estudos realizados durante 20 anos, Okon e Labandera-Gonzales (1994) concluíram que 60% a 70% dos ensaios tiveram incremento na produção através da inoculação, com aumentos estatísticos de 5% a 30%. Outro estudo na Argentina, com 273 ensaios com inoculação de *A. brasilense* em trigo, houve aumento de produtividade de 256 Kg.ha<sup>-1</sup> em 76% dos casos (DÍAZ-ZORITA e FERNANDEZ CANIGIA, 2008). A grande maioria de experimentos realizados no Brasil e na Argentina relatou benefícios, como crescimento das plantas e/ou aumento da produtividade, com a inoculação de *Azospirillum* (CÁSSAN e GARCIA DE SALAMONE, 2008).

De acordo com Döbereiner (1989), em relação a FBN, existe diferença entre genótipos de gramíneas, com isso sendo possível explorar mais o seu potencial através de melhoramento vegetal. A ausência de resposta a inoculação de bactérias diazotróficas em gramíneas, na grande maioria, pode ser devido ao uso de linhagens inadequadas (ROSÁRIO, 2013). Reis et al. (2000), afirmam que o genótipo da planta é essencial para alcançar benefícios da FBN, bem como a seleção de estirpes eficientes. A competitividade com outras estirpes nativas ou com a microbiota do solo, pode prevenir a colonização radicular por bactérias utilizadas como inoculante, o que é importante para o sucesso da inoculação (REIS, 2007).

Antunes et al. (2017) realizando a inoculação via semente com *Azospirillum brasilense*, na cultura do milho, concluíram que é possível reduzir, em no mínimo 25%, as doses da adubação nitrogenada sem que ocorra comprometimento no desenvolvimento da planta. Em gramíneas, a transferência do N fixado para a planta ocorre lentamente e apenas uma pequena parte torna-se disponível para o vegetal, logo, o processo de FBN por essas bactérias em associação com gramíneas consegue suprir apenas parcialmente as necessidades das plantas em nitrogênio (HUNGRIA et al., 2011).

A forma mais comumente utilizada de inoculação de *A. brasilense* é via semente, embora, apresenta a desvantagem de poder ocorrer incompatibilidade com fungicida e inseticida usados no tratamento de sementes (HUNGRIA et. al., 2007). Como vantagem apresenta otimização na operacionalidade, visto que não é necessária uma nova aplicação, não gerando mais custos ao produtor. A inoculação via foliar surge como uma alternativa, pois não apresenta riscos com a incompatibilidade de produtos no tratamento de sementes, já que é aplicada posteriormente e individualmente (KAPPES et. al., 2017).

A inoculação via semente requer alguns cuidados, devendo ser realizada de forma uniforme, não deixar as sementes expostas ao sol, armazenar num local seco, semear logo após a inoculação ou no máximo em 24 horas, caso contrário é recomendado refazer a inoculação. Se as sementes forem tratadas com inseticida e/ou fungicida o inoculante deve ser colocado por último e ficar atento a compatibilidade dos inseticidas e fungicidas usados no tratamento de sementes (HUNGRIA, 2011).

A fim de melhorar a operacionalidade no campo, a aplicação foliar do inoculante feita através de pulverização nos estádios vegetativos da cultura, surge como uma opção, e tem se mostrado mais prática e eficiente, pois com a aplicação de inoculante via foliar não se tem um dos maiores problemas que ocorre na inoculação na semente que é a incompatibilidade com inseticidas, fungicidas e herbicidas que podem trazer efeitos prejudiciais (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho agrônômico da cultura do trigo associada à inoculação de *Azospirillum brasilense* via semente e foliar, isoladas e em conjunto, com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Ibirubá - RS, com coordenadas geográficas 28°38'57" S e 53°06'23" O e 452 metros de elevação. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (EMBRAPA 2018). Segundo a classificação climática de Köppen a área de estudo localiza-se em uma região de clima do tipo "Cfa", subtropical úmido, tendo a temperatura média de 19°C e precipitação média anual de 1826 mm (MORENO, 1961). De acordo com os dados da estação experimental do INMET localizada no IFRS Campus Ibirubá, durante o período de semeadura até a colheita do experimento ocorreu uma precipitação de 798,8 mm de chuva e a temperatura média foi de 15,5°C. Segundo Westphalem (1983) a necessidade hídrica mínima para a cultura do trigo é de 312 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento de blocos casualizados (DBC) com cinco repetições por tratamento envolvendo um modelo bifatorial (4 x 4) com os fatores via de inoculação de *Azospirillum brasilense* (Sem inoculação; Inoculação via semente; Inoculação via foliar e Inoculação via semente + inoculação via foliar) e doses de nitrogênio em cobertura (0; 40; 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>), totalizando 80 unidades experimentais. A cultivar de trigo utilizada foi a TBIO Ponteiro, com população final de 330 plantas m<sup>-2</sup>. As unidades experimentais eram constituídas por 9 fileiras de 3 m de comprimento, com espaçamento de 0,17 m entre fileiras, totalizando uma área de 4,59 m<sup>2</sup>, conforme a Figura 1.

O sistema de cultivo utilizado foi a semeadura direta, realizando-se mobilização do solo apenas na linha de semeadura, sem futuros revolvimentos do solo. A amostragem do solo para posterior

análise foi realizada no cultivo anterior com a cultura da soja, considerando o trigo como segundo cultivo para fins de correção, a expectativa de rendimento foi de 4,5 t.ha<sup>-1</sup> e conforme a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2016) a quantidade de adubação recomendada foi de 300 Kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante da fórmula 5-20-20 e não houve necessidade de calagem. A dose de N recomendada foi de 15 kg.ha<sup>-1</sup> na base e 55 kg.ha<sup>-1</sup> em cobertura, dividido em duas aplicações.

Com objetivo de eliminar as plantas daninhas presentes na área e evitar a competição por água, luz e nutrientes com a cultura a ser implantada, realizou-se a dessecação utilizando os herbicidas Cletodim na dose de 450 mL.ha<sup>-1</sup> de p.c., 2,4-D na dose de 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de p.c. e 0,5 L.ha<sup>-1</sup> óleo mineral. A semeadura ocorreu dia 20 de junho de 2020, de forma mecanizada, com a distribuição uniforme das sementes no sulco de semeadura, a uma profundidade de aproximadamente dois cm.

Para os tratamentos com inoculação via semente, a realização desta ocorreu antes da semeadura, adicionando-se 5 mL.kg<sup>-1</sup> de semente de inoculante líquido composto por uma cultura de bactérias *Azospirillum brasilense*, das estirpes AbV5 e AbV6, numa concentração de 2,0 x 10<sup>8</sup> UFC.mL<sup>-1</sup>. Para os tratamentos com aplicações de inoculante via foliar, este ocorreu no início do afilhamento, correspondendo ao estágio 2 da escala de Feekes-Large, com pulverizador costal elétrico com vazão regulada para 365 L.ha<sup>-1</sup>, considerando as condições climáticas favoráveis como temperatura abaixo de 20°C, umidade relativa do ar superior a 55-60%, velocidade do vento superior a 3 km.h<sup>-1</sup> e inferior a 10 km.h<sup>-1</sup>, buscando evitar problemas com deriva que é o movimento de um produto no ar durante ou depois da aplicação para um local diferente do planejada e a perda de eficiência do produto, foi utilizando 0,5 L.ha<sup>-1</sup> do mesmo inoculante líquido utilizado via semente.

A adubação nitrogenada de cobertura foi dividida em duas aplicações, sendo a primeira no início do afilhamento (aproximadamente 40 DAS) e a segunda no início do alongamento do colmo (aproximadamente 70 DAS), correspondendo aos estádios 2 e 6 da escala de Feekes-Large, respectivamente. O fertilizante utilizado foi a ureia (45 % de Nitrogênio) e a aplicação realizada de forma manual, em superfície. Os demais tratos culturais, como manejo de plantas daninhas, doenças e pragas foram realizados conforme as Informações técnicas para trigo e triticales (EMBRAPA 2018), quando necessário.

As variáveis avaliadas foram a emergência (estádio 1 da escala de Feekes-Large), sendo contabilizadas as plantas emergidas em dois metros lineares de cada unidade experimental para estimar o stand inicial da área. Quando a cultura estava iniciando o alongamento do caule (estádio 6 escala de Feekes-Large) foi contabilizado o número de afilhos por planta em dois metros lineares por unidade experimental e para estimar o número de espigas por metro quadrado, realizou-se a contagem das espigas de dois metros lineares de cada unidade experimental, quando todas as espigas estavam fora das bainhas (estádio 10.5 escala de Feekes-Large).

Além disso, foi avaliado o teor relativo de clorofila nas folhas no período de início do florescimento da cultura (estádio 10.5.1 da escala fenológica de Feekes-Large) sendo determinados os teores relativos de clorofila na face adaxial e porção central da folha bandeira de dez plantas por unidade experimental, utilizando um medidor eletrônico de teor de clorofila (CLOROFILOG CFL1030). No estágio 11 da escala fenológica, que corresponde a grão leitosos, determinou-se a estatura de plantas, medindo 10 plantas aleatoriamente na unidade experimental, com auxílio de uma trena graduada.

No momento em que a cultura atingiu o estágio de maturação fisiológica (estádio 11.4 da escala de Feekes-Large) coletou-se aleatoriamente 10 plantas por unidade experimental (incluindo os afilhos), cortadas na altura da superfície do solo. Em seguida, foram contabilizadas as espiguetas de cada planta (espiga da mãe + espiga do afilhos).

Após a maturação da cultura realizou-se a colheita manual da área útil de 2 metros de comprimento por 0,85 metros de largura (5 fileiras), totalizando 1,7 m<sup>2</sup>, a qual foi trilhada em trilhadora tratorizada. Após a limpeza, realizou-se a determinação da massa da amostra em balança digital com precisão de 0,01 grama, e também a aferição da umidade da amostra (U%) utilizando determinador eletrônico. A partir da massa de grãos obtida na área útil da parcela se obteve a produtividade, expressa em kg.ha<sup>-1</sup>, corrigindo-se o peso para 13% de umidade e extrapolando a produtividade da parcela para hectare.

Também foram realizadas regressões para ajuste do grau de polinômio visando estabelecer a máxima eficiência técnica e econômica da variável produtividade. Através da equação de grau 2 ( $y = a \pm bx \pm cx^2$ ) foi empregado o modelo matemático  $y = -b_1/2b$ , na estimativa da máxima eficiência técnica (MET), para o cálculo da produtividade máxima foi utilizada a fórmula  $ax^2 + bx + c$  e a fórmula  $[(t/w) - b_1]/2b_2$  para obtenção da máxima eficiência econômica (MEE). O  $t$  é o valor do insumo (ureia) e  $w$  o valor do produto (trigo) (DA SILVA et al., 2015), que neste período, o quilograma de ureia correspondeu ao custo de R\$ 3,26 e o valor pago ao produtor pela saca de trigo em R\$ 81,00.

Através da massa de grãos utilizada para a determinação da produtividade, foi determinada em uma balança hectolétrica com capacidade para um 0,25 L, e posterior convertido para quilos por hectolitro com auxílio de uma tabela de conversão que acompanha o equipamento. Como também determinada pela contagem manual de oito repetições de 100 grãos pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g e após calculada a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância conforme o modelo do delineamento experimental e as causas de variação que apresentarem significância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) foram submetidos aos procedimentos complementares de acordo com as respostas obtidas pelas interações e efeitos principais. Para os fatores qualitativos utilizou-se o teste de Scott-Knott e para os fatores quantitativos, regressão. O software utilizado foi o Sisvar (FERREIRA, 2019).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A média de plantas emergidas foi de 327,9 plantas por m<sup>2</sup>, apresentando resultado satisfatório, já que a semeadora foi ajustada para distribuir 330 plantas por m<sup>2</sup>. Em relação ao número de afilhos por planta não apresentou diferença significativa entre as formas de inoculação (Tabela 1). Munareto (2016) em seu trabalho verificou um aumento no número de perfilhos, em duas variedades, quando a semente foi inoculada, já na outra variedade ocorreu diminuição do número de perfilhos quando a semente foi inoculada. Barzotto et al. (2018) trabalhando com cevada, concluíram que o número de perfilhos emitidos foi superior nos tratamentos inoculados na ausência de adubação nitrogenada e na maior dose, que foi de 120 kg.ha<sup>-1</sup>. As condições ambientais, nutricionais e genéticas afetam diretamente a emissão de afilhos e durante este trabalho, as temperaturas foram elevadas para perfilhamento. De acordo com Monteiro et al. (2012) o genótipo influencia a comunidade microbiana presente nas raízes pela diferença na sinalização entre raiz e bactéria.

Conforme a tabela 1 a variável teor de clorofila, parâmetro fotossintético das folhas, também não apresentou diferença estatística entre as formas de inoculação, diferentemente dos resultados encontrados por Offeman (2015) e Barassi et al. (2008) que observaram incrementos no teor de clorofila quando foi realizada a inoculação das sementes com *A. brasilense*.

A variável espigas por m<sup>2</sup> apresentou diferença estatística, onde a inoculação foliar e a inoculação semente + foliar se mostraram mais eficientes em relação as outras formas. Por outro lado, mesmo não tendo ocorrido diferença estatística para o número de afilhos por planta para as diferentes formas de inoculação, a variável espiga por m<sup>2</sup> apresentou resultado superior para duas variáveis, o que pode ser explicado pelo fato de que estas duas formas de inoculação terem apresentado maior número de afilhos viáveis e que foram capazes de gerar espigas. Ao contrário de Ferreira et al. (2017) e Ferreira et al. (2014) que não observaram diferença significativa para essa variável avaliando a inoculação foliar no trigo na região do Cerrado.

O número de espiguetas por planta não foi influenciado pelas diferentes formas de inoculação o que corrobora com os resultados encontrados pelos autores Galindo et al. (2015) e Munareto (2016), que não observaram diferença estatística na aplicação de *A. brasilense* na cultura do trigo para esta variável. Por outro lado, Munareto (2016), no experimento no ano de 2015, observou que a associação das formas de inoculação, semente + foliar, apresentou resultados superiores as demais formas. A aplicação conjunta do inoculante apresenta maior potencial, devido à adubação química não conseguir suprir a necessidade da planta em relação à quantidade e momento de aplicação, ao contrário da bactéria, onde as necessidades são supridas continuamente até a fase reprodutiva, que é onde a planta mais necessita de acúmulo de N para transloucar ao número de espiguetas e ao número de grãos por espiga.

Tabela 1. Afilhos por planta, teor de clorofila, número de espigas por m<sup>2</sup> e espiguetas por planta de trigo em diferentes formas de inoculação de *A. brasilense* na cultura do trigo. Ibirubá-RS, 2021.

Forma de inoculação	Variável avaliada							
	Afilhos		Teor de		Espigas		Espiguetas	
	(Planta)		clorofila		(m <sup>2</sup> )		(Planta)	
Sem inoculação	2,2	**ns	46,2	ns	411,5	*b	33,4	ns
Inoculação na semente	2,2		47,8		417,4	b	34,3	
Inoculação foliar	2,1		47,6		447,2	a	33,1	
Inoc. semente + foliar	2,2		49,1		454,0	a	34,9	
Média	2,2		47,7		432,5		33,91	
CV (%)	12,48		7,83		7,5		12,82	

\*Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%. \*\*ns Não significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Pode-se observar na tabela 2, que a produtividade não apresentou diferença entre as formas de inoculação, bem como, as outras características avaliadas, estatura de plantas, peso do hectolitro e massa de mil grãos. É pertinente se fazer uma discussão sobre a variabilidade de respostas obtidas quando se trabalha com diferentes genótipos, principalmente quanto à inoculação de *Azospirillum brasilense*.

Vários estudos mostram diferenças da resposta de cultivares de trigo quando inoculadas (LEMOS et al., 2013; SALA et al., 2007; SALA et al., 2005). Um fator que pode interferir na associação é a afinidade entre bactérias e a planta. As bactérias são atraídas até a rizosfera pelos exsudatos liberados pelas raízes das plantas, e o utilizam como fonte de energia promovendo o crescimento (BABALOLA et al., 2010). Porém, a interação vai depender de fatores, como composição dos exsudatos (BIANCHET et al., 2013), fatores bióticos e abióticos da região da rizosfera (DUTTA; PODILE, 2010) e da competição do *Azospirillum* com as bactérias diazotróficas nativas do solo (DIDONET et al., 2000).

No estudo realizado por Hungria et al. (2010) foram verificados incrementos significativos na produtividade de grãos de trigo de até 31% quando inocularam as sementes com diferentes estirpes de *A. brasilense*, diferentemente do que foi obtido no presente trabalho. Já para Ferreira (2017), os resultados nos parâmetros, peso hectolitro, massa de mil grãos e produtividade não diferiram, o que corrobora com os resultados obtidos, ainda, relatou que devem-se pelo fato dos teores de nutrientes no solo, sobretudo os macronutrientes, estarem em condições satisfatórias, inferindo também que o teor de N, também poderiam estar adequados pela aplicação da adubação de base e posterior adubação de cobertura em culturas antecessoras podem ter interferido, assim não obtendo diferenças significativas entre os tratamentos.

Outro fator que pode ter contribuído para que não ocorra diferença, é que a cultivar utilizada pode não ter uma resposta tão positiva em relação a inoculação, visto que, utilizando outras cultivares pode-se ter resultados mais satisfatórios.



Tabela 2. Estatura de plantas, produtividade, peso hectolitro (PH) e massa de mil grãos (MMG) de trigo em diferentes formas de inoculação de *A. brasilense* na cultura do trigo. Ibirubá-RS, 2021.

Forma de inoculação	Variável avaliada							
	Estatura		Produtividade		PH		MMG	
	(cm)		(Kg.ha <sup>-1</sup> )		(Kg.HL <sup>-1</sup> )		(g)	
Sem inoculação	71,7	*ns	3580,1	ns	77,5	ns	33,1	ns
Inoculação na semente	73,1		3416,1		77,5		32,7	
Inoculação foliar	72,1		3467,2		77,7		33,0	
Inoc. semente + foliar	73,5		3646,1		77,8		33,1	
Média	72,6		3527,4		77,6		33,0	
CV (%)	4,0		11,87		1,06		5,3	

\*ns Não significativo pelo teste F ao nível de 5%.

Com relação às doses de N, houve diferença significativa para todas as variáveis avaliadas, afilhos por planta, teor de clorofila, espigas por metro<sup>2</sup> e espiguetas por planta, estatura, produtividade, PH, MMG, (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Afilhos por planta, teor de clorofila, número de espigas por m<sup>2</sup> e espiguetas por planta de trigo em diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura na cultura do trigo. Ibirubá-RS, 2021.

Dose de N - (Kg ha <sup>-1</sup> )	Variável avaliada							
	Afilhos		Teor de Clorofila		Espigas		Espiguetas	
	(Planta)				(m <sup>2</sup> )		(Planta)	
0	1,8	c*	44,4	b	384,1	c	29,4	b
40	2,1	b	48,8	a	422,1	b	33,7	a
80	2,3	b	48,7	a	454,4	a	35,5	a
120	2,5	a	48,9	a	469,4	a	37,1	a
Média	2,2		47,7		432,5		33,9	
CV (%)	12,5		7,8		7,5		12,8	

\*Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

Tabela 4. Estatura de plantas, produtividade, peso hectolitro (PH) e massa de mil grãos (MMG) de trigo em diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura na cultura do trigo. Ibirubá-RS, 2021.

Dose de N - (Kg.ha <sup>-1</sup> )	Variável avaliada							
	Estatura		Produtividade		PH		MMG	
	(cm)		(Kg.ha <sup>-1</sup> )		(Kg.HL <sup>-1</sup> )		(g)	
0	66,1	c*	2831,3	c	78,0	a	33,9	a
40	73,2	b	3595,0	b	78,0	a	33,8	a
80	74,9	a	3704,0	b	77,8	a	33,1	a
120	76,1	a	3979,2	a	76,8	b	31,2	b
Média	72,6		3527,4		77,6		33,0	
CV (%)	4,0		11,87		1,06		5,3	

\*Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

As equações das doses de N mencionadas na sequência obtiveram significância na anova para realizar a análise de regressão. Os afilhos por planta apresentaram resultado superior com o aumento das doses de N (Figura 2A), onde que as doses de 40 e 80 kg.ha<sup>-1</sup> já apresentaram bons resultados, 2,1 e 2,3 afilhos por planta, respectivamente, e a dose de 120 kg.ha<sup>-1</sup>, apresentou o maior número de afilhos, 2,5 por planta. Isso pode ser explicado devido ao fato desta variável ser determinada pela disponibilidade de N nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura (MALAVOLTA, 2006). Os resultados encontrados por Ludwig (2015) corroboram com este trabalho, onde que com maiores doses de N atingiu-se maior número de afilhos. Para Barzotto et al. (2018) a dose que proporcionou maior número de perfilhos, na cultura da cevada, foi a de 62 kg.ha<sup>-1</sup> de N para sementes não inoculadas e 43 kg.ha<sup>-1</sup> de N para sementes inoculadas. Aplicações de N entre a emergência e a emissão da 3ª folha possibilitam maior emissão de afilhos e aplicações na 7ª folha reduzem a mortalidade e adiam a senescência dos afilhos, aumentando o número de colmos férteis e a produtividade do trigo (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2001).

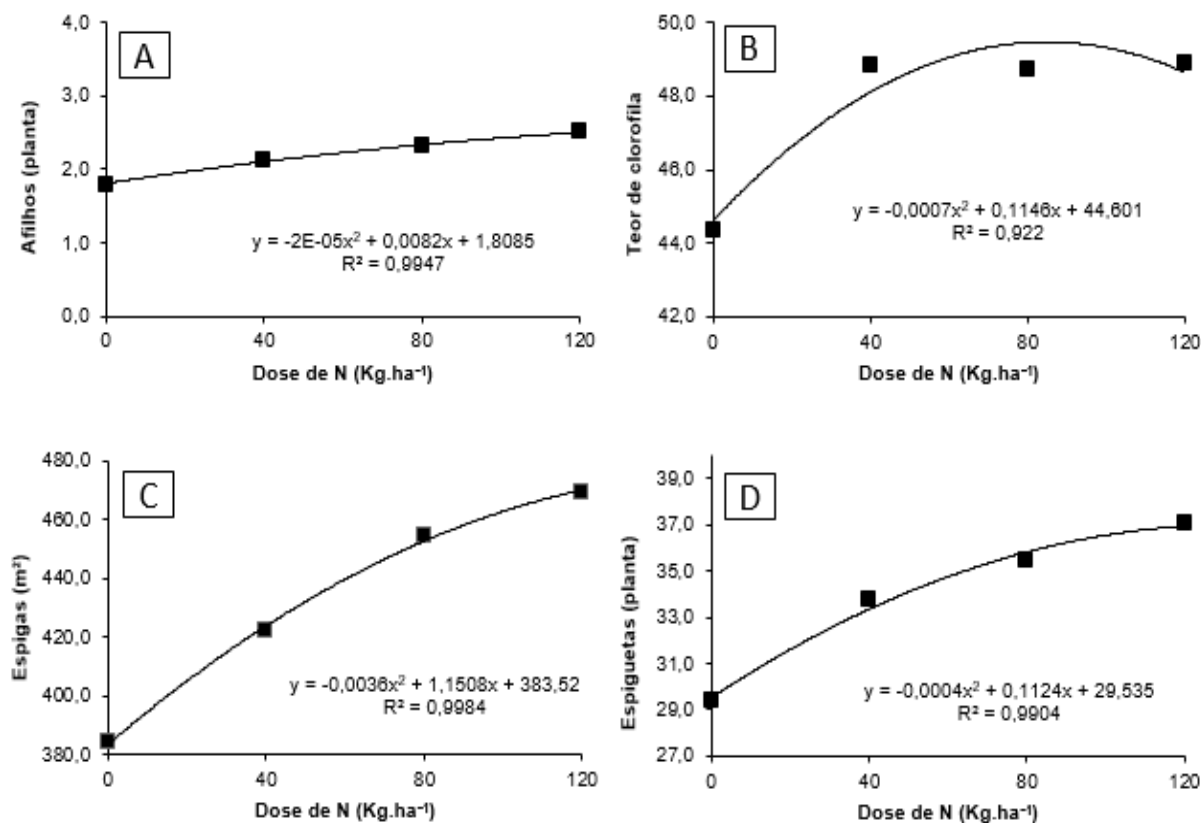
O teor de clorofila apresentou resultados superiores com o aumento das doses de N (Figura 2B), as doses 40, 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>, com valores de 48,8, 48,7 e 48,9 respectivamente, se mostraram superiores que a testemunha que foi de 44,4. Neste sentido Offemann (2015) em seu trabalho também concluiu que com doses mais elevadas de N se obtinham folhas com maiores índices de clorofila. A determinação do teor de clorofila nas folhas mostra como está a nutrição nitrogenada das plantas, já que o principal sintoma de deficiência de N é o amarelecimento das folhas (ARGENTA et al. 2001).

Em relação ao número de espigas, acompanhando a tendência dos afilhos, houve aumento do número de espigas à medida que a aumentava a dose de N, até a dose de 80 kg.ha<sup>-1</sup>, a qual não diferiu da dose de 120 kg.ha<sup>-1</sup> (Figura 2C), com 454,4 e 469,4 espigas por m<sup>2</sup>, respectivamente. Este resultado corrobora com o de Marchetti et al. (2001), que obtiveram um aumento do número de espigas com o aumento das doses de N. Barzotto et al. (2018) também concluíram que com doses de 80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N obtiveram maior número de espigas na cultura da cevada.

O número de espiguetas por planta apresentou resultados superiores com a aplicação de N, independente da dose (Figura 2D). No entanto, Teixeira Filho et al. (2008), não observaram efeito significativo das doses de N (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg.ha<sup>-1</sup>) para as variáveis número de espiga e número de espiguetas por planta.

As variáveis afilhos por planta, espigas por m<sup>2</sup> e espiguetas por planta são componentes de rendimento diretamente ou indiretamente determinados pela disponibilidade de N no solo, já que estes possibilitam o acúmulo de aminoácidos, enzimas e proteínas nos tecidos, os quais são distribuídos na planta, permitindo o desenvolvimento de novos tecidos e acumulados preferencialmente nos grãos (MALAVOLTA, 2006).

Figura 2. A – Número de afilhos por planta; B – teor de clorofila; C – número de espigas por m<sup>2</sup>; D – número de espiguetas por planta em diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura na cultura do trigo. Ibirubá-RS, 2021



Para a variável estatura (Figura 3A), as doses de 80 e 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de N foram as que apresentaram a maior estatura. Resultado semelhante foi obtido por Zagonel et. al. (2002) que observaram que de acordo com o aumento das doses de N ocorre também o aumento da estatura da planta. Ferreira et al. (2017) também verificaram aumento na estatura das plantas de trigo, já que a oferta de nitrogênio promove o alongamento do caule e o aumento do número de folhas e perfilhos. Por outro lado, deve-se atentar a algumas cultivares, quanto maior a estatura da planta maior a possibilidade de ocorrer o acamamento, fato este que não foi observado no experimento.

Em relação à produtividade (Figura 3B), a dose de 120 Kg.ha<sup>-1</sup> de N foi a que apresentou a maior produtividade. Resultado semelhante ao encontrado por Teixeira Filho (2008) que alcançou a máxima produtividade da cultura do trigo com doses de N de 120 Kg.ha<sup>-1</sup>. Por outro lado, Pettinelli Neto et. al. (2002) não observaram efeito da aplicação de N no aumento da produtividade, devido ao fornecimento de N pela cultura antecessora, a soja, por diversos anos. Os maiores incrementos são obtidos nos primeiros 40 kg aplicados, onde a diferença para a testemunha sem aplicação foi de 763,8 kg.ha<sup>-1</sup>, destacando assim, o quão limitante este elemento é para a cultura (WIETHÖLTER, 2011). Para a dose de 40 Kg de N ha<sup>-1</sup> o incremento foi de 19,1 kg de grãos para cada kg<sup>-1</sup> de N aplicado, quando comparados à dose de 0 N. Para as doses de 80 e 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, o incremento foi de apenas 2,7 e 6,9 kg de grãos para cada kg<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

Calculando a máxima eficiência técnica obteve-se valores que com  $118,2 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de N atingiu-se a máxima produtividade que foi de  $3938,7 \text{ Kg.ha}^{-1}$ . Mas calculando a máxima eficiência econômica obteve-se que para ser economicamente viável deveria se aplicar  $117,96 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de N para atingir maior lucro.

O valor de PH é utilizado como medida de comercialização do trigo, e expressa indiretamente a qualidade de grãos. Sabe-se que quanto maior o valor do PH, maior a aceitação e valorização do produto no mercado (MAZZUCO et al., 2002). Tem-se o valor de  $78 \text{ kg.hL}^{-1}$  como referência, ou seja, PH igual ou acima deste valor, considera-se trigo com maior valor comercial. Na determinação do PH estão associadas várias características do grão, como forma, textura do tegumento, tamanho, massa, e também a presença de impurezas (palha, terra). Valores muito baixo de PH podem indicar ocorrência de problemas na lavoura, que afetam o enchimento e qualidade do grão (GUARIENTI, 1993), como excesso de chuvas por exemplo.

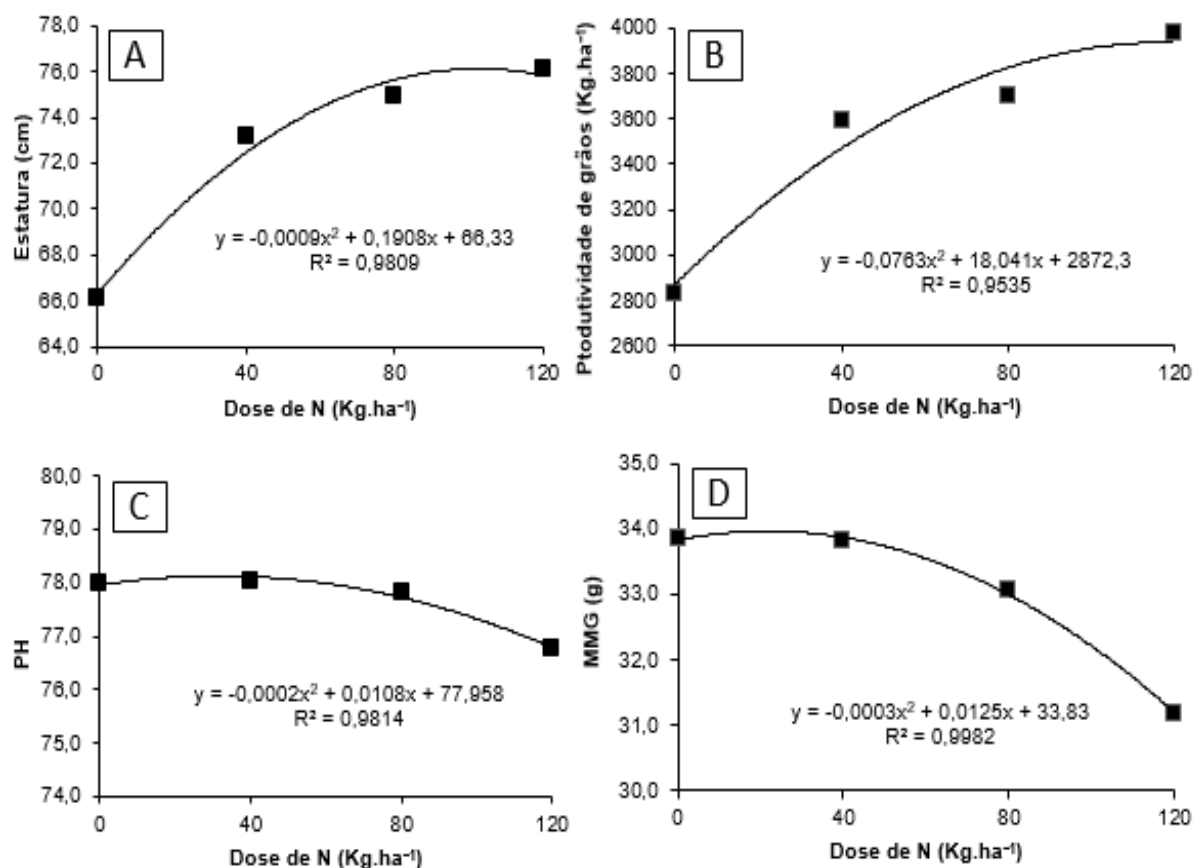
O peso hectolitro teve valor decrescente com o aumento das doses de N (Figura 3C), portanto tendo valor superior quando as doses de N foram menores ou zeradas ( $0, 40$  e  $80 \text{ Kg.ha}^{-1}$ ) e valor inferior com a maior dose ( $120 \text{ Kg.ha}^{-1}$ ) assim como Trindade et. al. (2006) e Frizzone et al. (1996), que observaram essa diminuição no peso hectolitro conforme o aumento da adubação nitrogenada. Uma hipótese para essa redução, é o aumento da competição de fotoassimilados que ocorre nos grãos onde se aplica elevadas doses de N, também reduzindo o PH. Sangoi et al. (2007) observaram uma relação inversa entre teor de proteína nos grãos no momento da colheita e rendimento de grãos, onde que a cultivar mais produtiva foi a que apresentou menor teor de proteína, e a cultivar que apresentou maior teor proteico foi a de menor produtividade. Isso se deve ao maior gasto energético que a planta tem para formar proteína, que pode comprometer o acúmulo de carboidratos (SOUZA et al., 2004).

A massa de mil grãos também apresentou valores decrescentes com o aumento das doses de N (Figura 3D), sendo assim as doses  $0, 40$  e  $80 \text{ Kg.ha}^{-1}$  se mostraram mais eficientes em relação a dose de  $120 \text{ Kg.ha}^{-1}$  para esta variável, o que pode ser explicado de acordo com resultados obtidos por Teixeira Filho (2008) onde observou que com o aumento do número de grãos por espiga, aumentou a competição de fotoassimilados dentro da espiga e de nutrientes, assim reduzindo a massa dos grãos. Por outro lado, Barzotto et al. (2018) analisando a massa de cem grãos na cultura da cevada, encontraram resultados diferentes ao deste trabalho, eles concluíram que, em sementes inoculadas, com o aumento das doses N houve aumento da massa de 100 grãos.

As maiores doses de N apresentaram mais afilhos por planta e também mais espigas (afilhos férteis), normalmente os grãos oriundos de afilhos recebem menos fotoassimilados no momento da partição e acabam enchendo menos. Então, tendo mais grãos oriundos de afilhos na dose de  $120 \text{ Kg.ha}^{-1}$  de N, a massa de mil grãos pode ser reduzida. Resultado que corrobora com Barbieri et al. (2013), que observou que o perfilhamento das plantas se apresenta como fator determinante para a massa de

mil grãos, ou seja, plantas que desenvolvem mais afilhos apresentam maior competição intraespecífica resultando em menor massa de mil grãos. Dessa forma, uma planta com menor número de afilhos tem maior condição de aumentar a massa de mil grãos, o que pode ser visto neste trabalho.

Figura 3. A - Estatura de plantas; B – produtividade de grãos; C – peso do hectolitro (PH); D - massa de mil grãos (MMG) de trigo em diferentes doses de adubação nitrogenada de cobertura na cultura do trigo. Ibirubá-RS, 2021.



#### 4 CONCLUSÕES

As formas de aplicação de *Azospirillum brasilense* via semente e foliar, isoladas e em conjunto, não apresentaram influência sobre as variáveis analisadas. Somente para a variável espigas por m<sup>2</sup> houve incrementos quando da inoculação via foliar e semente + foliar em relações as outras opções de aplicação, esse resultado foi superior em duas formas de inoculação o que pode ser explicado pelo fato dessas duas variáveis terem o maior número de afilhos viáveis e que geraram espigas.

Para a cultivar utilizada, a inoculação com *A. brasilense* não apresentou resultados que justifiquem e viabilizem sua utilização, independente da forma de inoculação, não havendo cenários que trouxeram bons aumentos produtivos, respectivos aos valores investidos na utilização de bactérias do gênero *Azospirillum*.

Na aplicação de nitrogênio na forma de ureia, principalmente em grandes dosagens (80 e 120 kg.ha<sup>-1</sup>) houve um acréscimo na produtividade, estatura, teor relativo de clorofila nas folhas, afilhos por planta, espigas por m<sup>2</sup> e espiguetas por planta, quanto maior a dose utilizada maior o nível de



produtividade obtida como resposta da planta, onde apresentaram mais afixhos por planta e também mais espigas (afixhos férteis).

As variáveis MMG e PH obtiveram reduções em virtude do aumento das doses de N, no caso do MMG o presente trabalho apresentou resultados decrescentes o que pode ser explicado pelo aumento do número de grãos por espiga, que ocasionou o aumento da competição de fotoassimilados dentro da espiga e de nutrientes, assim reduzindo a massa dos grãos. Já no fato do PH a hipótese para essa redução, é o aumento da competição de fotoassimilados que ocorre nos grãos onde se aplica elevadas doses de N, também reduzindo o PH o que foi pode ser visto nesse trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. M. Notícias: fertilizante na medida certa em trigo. Embrapa Trigo, 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17063710/fertilizante-na-medida-certa-em-trigo> >. Acesso em: 04 set. 2021.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13: 158-167, 2001.

BABALOLA, O. O. Beneficial bacteria of agricultural importance. *Biotechnol Lett*, v. 32, n. 11, p. 1559-1570, 2010.

BARASSI, C.A.; SUELDO, R.J.; CREUS, C.M.; CARROZZI, L.E.; CASANOVAS, W.M.; PEREYRA, M.A. Potencialidad de *Azospirillum* en optimizar el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum sp.: Cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina*. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. P.49-59. Acesso em: 02 abr. 2020.

BARBIERI, A. P. P.; MARTIN, T. N.; MERTZ, L. M.; NUNES, U. R.; CONCEIÇÃO, G. M. Redução populacional de trigo no rendimento e na qualidade fisiológica das sementes. *Ciência Agrônômica*, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, v. 44, n. 4, p. 724-731, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rca/a/K3Th9KQ5WrCx9BZpv7Cj4zL/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 29 jul. 2021.

BARZOTTO, G. R.; LIMA, S. F.; SANTOS, O. F.; PIATI, G. L.; WASSOLOWSKI, C. R. Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em cevada. *Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais*, v. 6, n. 1, 2018. Disponível em: < <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/4611> >.

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L.E. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). *Canadian Journal of Microbiology*, Ottawa, v. 50, p. 521-577, 2004.

BIANCHET, P.; SANGOI, L.; KLAUBERG FILHO, O.; MIQUELLUTI, D. J.; FERREIRA, M. A.; VIEIRA, J. Formulação simples e mista de inoculantes com bactérias diazotróficas, sob diferentes doses de nitrogênio na cultura do arroz irrigado. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.6, p.2555-2566, 2013.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Estádios fenológicos do trigo para a adubação nitrogenada em cobertura. *Revistas Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.25, n.2, p.317-323, abr./jun. 2001. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/1802/180218429009.pdf> >. Acesso em: 22 mai. 2020.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CASSÁN, F.; SGROY, V.; PERRIG, D.; MASCIARELLI, O.; LUNA, V. Produção de fitormônio por *Azospirillum sp.* aspectos fisiológicos e tecnológicos de promoção de crescimento vegetal. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum sp.: Fisiologia celular, as interações de plantas e pesquisa agrônômica na Argentina*. Buenos Aires: Associação Argentina de Microbiologia, 2008. p. 61-86.



CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.87-95.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 376p., 2016.

DA SILVA, D. R.; NETO, C. J. G.; CARDOSO, A. M.; KRYSZCZUN, D. K.; ARNOLD, G.; DA SILVA, J. A. G. A máxima eficiência técnica e econômica de uso do nitrogênio sobre a produtividade e qualidade industrial de grãos de aveia em diferentes sistemas de cultivo. XXIII Seminário de Iniciação Científica. Salão do conhecimento. UNIJUÍ. 2015.

DÍAZ-ZORITA, M.; FERNANDEZ CANIGIA, M.V. Análisis de la producción de cereales inoculados con *Azospirillum brasilense* en la República Argentina. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.155-166.

DIDONET, A. D.; LIMA, A. S.; CANDATEN, A. A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos em trigo submetidos à inoculação de *Azospirillum*. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 35, n. 2, p. 401-411, 2000.

DÖBEREINER, J. Avanços recentes na pesquisa em fixação biológica de nitrogênio no Brasil, IEA/USP, São Paulo, p. 23, 1989.

DOORNBOS, R. F., VAN LOON, L. C. E BAKKER, P. A. H. M. (2012). Impact of root exudates and plant defense signaling on bacterial communities in the rhizosphere. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 227-243. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-011-0028-y>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

DUTTA, S.; PODILE A. R. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): the bugs to debug the root zone. *Critical Reviews in Microbiology*. v.36, n. 3, p. 232-244, 2010.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª ed. Brasília, DF: Embrapa 2018. 356 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>>. Acesso em: 21 mai. 2020.

FERREIRA, J. P.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; NASCIMENTO, V.; SABUNDJIAN, M. T. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e nitrogênio em cobertura no trigo em região do Cerrado. *Tecnologia e Ciência agropecuária*, v. 8, n. 3, p. 27-32, 2014.

FERREIRA, J. P.; NUNES, R. F.; SILVA, R. B.; DAL BEM, E. A.; GARCIA, D. P. *Azospirillum brasilense* via foliar e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo na região de Itapeva-SP. *Revista brasileira de engenharia de biosistemas*, Itapeva, v 12 (2), 2017.

FRIZZONE, J. A.; MELLO JÚNIOR, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A. Efeito de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.31, n.6, p.425-434, 1996.





GALINDO, F. S.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; BELLOTE, J. L. M.; SANTINI, J. M. K.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S. Épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar afetando a produtividade da cultura do trigo irrigado. *Tecnologia e ciência agropecuária*, v. 9, p. 43-48, 2015.

GUARIENTI, E. M. Qualidade industrial de trigo. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 36 p. 1993. (Documentos, 8).

HUERGO, L. F.; MONTEIRO, R. A.; BONATTO, A. C.; RIGO, L. U.; STEFFENS, M. B. R.; CRUZ, L. M.; CHUBATSU, L. S.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O. Regulação da fixação de nitrogênio em *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. *Azospirillum* sp.: Fisiologia celular, as interações de plantas e pesquisa agrônômica na Argentina. Buenos Aires: Associação Argentina de Microbiologia, 2008. p. 17-35.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Embrapa Soja – Documentos 325, 2011.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p.. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/564908/a-importancia-do-processo-de-fixacao-biologica-do-nitrogenio-para-a-cultura-da-soja-componente-essencial-para-a-competitividade-do-produto-brasileiro>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*, v.331, n. 1-2, p.413-425, 2010.

KAPPES, C.; DA SILVA, R. G.; NUNES FERREIRA, V. N. Aplicação foliar de *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em cobertura no milho safrinha. *Scientia Agraria Paranaensis*. Marechal Cândido Rondon-PR. 2017.

LARGE, E. C. Growth stages in cereals illustration of the feeks scale. *Plant Pathology*, v. 3, n. 4, p. 128-129, 1954.

LEMONS, J. M.; GUIMARÃES, V. F.; VENDRUSCOLO, E. C. G; SANTOS, M. F.; OFFEMANN, L. C. Resposta de cultivares de trigo à inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, e à adubação nitrogenada em cobertura. *Científica*, Jaboticabal, v.41, n.2, p.189–198, 2013.

LUDWIG, R. L. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada em cultivares de trigo. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2015.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas, São Paulo: Editora Agronomica Ceres, 2006. 638 p.

MARCHETTI, M.E; CARAMORI, AZAMBUJA, T.B; CAMPOS, A.M.B. Resposta de duas espécies de trigo ao nitrogênio e ao fósforo em solução nutritiva, *Ciência Agrotecnológica* v.25 (4): 925-933, 2001.

MAZZUCO, H.; PORTELLA, J. A.; JUNIOR, W.; LUIS ZANOTTO, D. L.; MIRANDA, M. Z.; AVILA, V. S. Influência do estágio de maturação na colheita e temperatura de secagem de grãos de trigo sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAc) em frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2221-2226, 2002.



MONTEIRO, F. P. PACHECO, L. P.; LORENZETTI, E. R.; ARMESTO, C.; SOUZA, P. E.; ABREU, M. S. Exudatos radiculares de plantas de cobertura no desenvolvimento de *Sclerotinia sclerotiorum*. *Bioscience Journal*, v. 28, p. 87-93, 2012.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2. ed., atual. E ampl. Lavras: Ed. UFLA, 729 p., 2006. Acesso em: 02 abr. 2020.

MORENO, J.A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonizações, Secção de Geografia, 1961. 46p.

MUNARETO, J. D.; Aspectos fisiológicos de sementes, produtividade de grãos de trigo submetidos a doses de nitrogênio, inoculação e aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria –RS. 2016.

OFFEMAN, L. C. Inoculação via semente e foliar de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo, associado a fertilização nitrogenada. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon- PR, 2015.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology & Biochemistry*, v.26, p.1591-1601, 1994.

PETTINELLI NETO, A.; CRUSCIOL, A. C.; BICUDO, S. J.; FREITAS, J. G.; PULZ, A. L. Eficiência e resposta de genótipos de trigo irrigado ao nitrogênio para o Estado de São Paulo. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, 2002, Presidente Prudente. Anais.... Presidente Prudente: UNESP-Programa de Iniciação Científica da UNESP, 2002. (CD ROM).

PRANDO, A.M.; ZUCARELI, C.; FRONZA, V.; ÁLVARES DE OLIVEIRA, F.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 1, p. 34-41, 2013.

REIS, V.M.; BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L.; DÖBEREINER, J. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v.19, p.227-247, 2000.

REIS, V. M.; Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 2007. 22p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/34399/1/doc232.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, T.; GOIRE, I.; BASHAN, Y. Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growthpromoting bacterium *Azospirillum spp.* *Naturwissenschaften*, Berlin, v. 91, p. 552- 555, 2004.

ROSÁRIO, J. G.; Inoculação com *Azospirillum brasilense* associada à redução na adubação nitrogenada de cobertura em cultivares de trigo. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Guarapuava, 2013.

SALA, V. M. R.; 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*, v.42, n.6, p.833-842, 2007.



SALA, V.M.R.; FREITAS, S.S.; DONZELI, V.P.; FREITAS, J.G.; GALL O. P.B.; SILVEIRA, A.P.D. Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:345-352, 2005.

SANGOI, L.; BERNS, A.C.; ALMEIDA, M. L., ZANIN, C. G., SCHWEITZER, C. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta à época da adubação nitrogenada de cobertura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.6, p.1564-1570, 2007.

SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L.; CAIERÃO, E. Botânica, morfologia e descrição fenotípica. Embrapa Trigo. 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128602/1/ID-43066-2015-trigo-do-plantio-a-colheita-cap2.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

SOUZA, E. J.; MARTIN, J. M.; GUTTIERI, M. J.; O'BRIEN, K. M.; HABERNICHT, D. K.; LANNING, S. P.; MCLEAN, R.; CARLSON, G. R.; TALBERT, L. E. Influence of genotype, environment, and nitrogen management on spring wheat quality. *Crop Science*, Madison, v.44, p.425-432, 2004.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Doses, fontes e épocas de aplicação do nitrogênio em cultivares de trigo sob plantio direto no cerrado. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. 2008.

WIETHÖLTER, S. Fertilidade do solo e a cultura do trigo no Brasil. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. Trigo no Brasil: Bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p.135-184.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidade de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. *Ciência Rural*, v.32, p.25-29, 2002.