

**Desenvolvimento e produtividade de trigo submetido a aplicações aéreas sequenciais de
*Azospirillum***

**Development and productivity of wheat submitted to sequential aerial applications of
*Azospirillum***

**Desarrollo y productividad de trigo sometido a aplicaciones aéreas secuenciales de
*Azospirillum***

Recebido: 22/09/2020 | Revisado: 29/10/2020 | Aceito: 09/10/2020 | Publicado: 11/10/2020

Lucas Dal Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5412-9799>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: lucas.dal_santos@hotmail.com

Leandro Rampim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8300-7424>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: rampimleandro@hotmail.com

Vanessa de Oliveira Faria

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3683-3656>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: wanessa_olfr@hotmail.com

Lucas Jonson Perussolo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6365-3098>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: lucas.jonsonperussolo@gmail.com

Elmar Vornes Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3434-3637>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: jr.wornes@gmail.com

Lucas de Oliveira Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6199-5676>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: lucas_o_martins@hotmail.com

Cacilda Duarte Rios Faria

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5334-9749>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: criosfaria@hotmail.com

Leandro Alvarenga Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0682-6949>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: leandro.alvarenga.s@hotmail.com

Fabricio William de Ávila

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0301-2720>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: fwavila@unicentro.br

Resumo

A cultura (*Triticum aestivum*) do trigo expressa grande importância como alimento no mundo. Sabendo disso, o aumento da produtividade desta cultura é uma excelente linha de pesquisa, contribuindo para elevar o fornecimento de alimentos. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura de trigo com aplicações sequenciais de *Azospirillum* na cultura do trigo. O experimento foi desenvolvido no município de Guarapuava-PR, na região Centro-Sul do Paraná, com clima Cfb – subtropical mesotérmico úmido, com altitude aproximada de 1120 m. Para a condução do trabalho foi utilizado delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos sendo eles: Controle absoluto - T1 (sem aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*), aplicação de inoculante *Azospirillum brasilense* no perfilhamento - T2, aplicação do inoculante no perfilhamento + alongação - T3, aplicação do inoculante no perfilhamento + alongação + emborrachamento - T4, aplicação do inoculante no perfilhamento + alongação + emborrachamento + floração - T5, com 4 repetições, totalizando 20 unidades amostrais. Após a aplicação dos tratamentos foliares, foi realizado as avaliações de: massa total de planta, massa de mil grãos, produtividade, peso hectolitro e altura de planta. A aplicação de *Azospirillum brasilense* foliar, independente do somatório de épocas de aplicação não apresentou interferência no desenvolvimento da cultura de trigo, assim como não elevou a produtividade da cultura.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*; *Triticum aestivum*; Aplicação foliar; Época de aplicação.

Abstract

The crop (*Triticum aestivum*) of wheat expresses great importance as food in the world. Knowing this, increasing the productivity of this crop is an excellent line of research, contributing to increase the supply of food. Thus, the objective of the work was to evaluate the development and productivity of the wheat crop with sequential applications of *Azospirillum* in the wheat crop. The experiment was carried out in the municipality of Guarapuava-PR, in the Center-South region of Paraná, with a humid mesothermal Cfb - subtropical climate, with an altitude of approximately 1120 m. To conduct the work, a randomized block design was used with five treatments, namely: Absolute control - T1 (without foliar application of *Azospirillum brasilense*), application of *Azospirillum brasilense* inoculant in tillering - T2, application of inoculant in tillering + elongation - T3, inoculant application in tillering + elongation + rubber - T4, inoculant application in tillering + elongation + rubber + flowering - T5, with 4 repetitions, totaling 20 sample units. After the application of leaf treatments, the evaluations of: (total mass of plant, mass of a thousand grains, productivity, hectoliter weight and plant height) were carried out. The application of *Azospirillum brasilense* foliar, regardless of the sum of application times, did not interfere with the development of the wheat crop, nor did it increase the productivity of the crop.

Keywords: *Azospirillum brasilense*; *Triticum aestivum*; Foliar application; Time of application.

Resumen

El cultivo (*Triticum aestivum*) de trigo expresa una gran importancia como alimento en el mundo. Sabiendo esto, incrementar la productividad de este cultivo es una excelente línea de investigación, contribuyendo a incrementar la oferta de alimentos. Así, el objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo y productividad del cultivo de trigo con aplicaciones secuenciales de *Azospirillum* en el cultivo de trigo. El experimento se llevó a cabo en el municipio de Guarapuava-PR, en la región Centro-Sur de Paraná, con un clima Cfb - subtropical mesotérmico húmedo, con una altitud aproximada de 1120 m. Para realizar el trabajo se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos, a saber: Control absoluto - T1 (sin aplicación foliar de *Azospirillum brasilense*), aplicación de inoculante *Azospirillum brasilense* en macollamiento - T2, aplicación de inoculante en macollamiento + alargamiento - T3, aplicación de inoculante en macollamiento + alargamiento + caucho - T4, aplicación de inoculante en macollamiento + alargamiento + caucho + floración - T5, con 4 repeticiones, totalizando 20 unidades de muestra. Luego de la aplicación de los tratamientos foliares, se

realizaron evaluaciones de: (masa vegetal total, masa de mil granos, productividad, peso hectolitro y altura de la planta). La aplicación de *Azospirillum brasilense* foliar, independientemente de la suma de los tiempos de aplicación, no interfirió con el desarrollo del cultivo de trigo ni aumentó la productividad del cultivo.

Palabras clave: *Azospirillum brasilense*; *Triticum aestivum*; Aplicación foliar; Hora de aplicación.

1. Introdução

O trigo apresenta importância no cenário global, o qual se destaca entre os três cereais mais cultivados no mundo, assim como o milho e o arroz (Takeiti, 2015). A produção de pão se deu em torno dos 4.000 a.C., quando, a partir do processo de fermentação do trigo os egípcios descobriram que o alimento poderia ser produzido. Ao longo dos anos o cereal se espalhou por todo o globo (Flandrin; Montanari, 1998). Em meados do século XVII se deu o início do cultivo de trigo em São Paulo e Rio Grande do Sul, e desde então o cereal adquiriu sua importância econômica no Brasil colonial (Rossi; Neves, 2004).

O aumento da produtividade do grão se deu por volta do século XX, no qual ocorreu a concessão de incentivos financeiros à produção, favorecendo o cultivo de trigo (Rossi; Neves, 2004). *Triticum aestivum* L. é a espécie do cereal de maior relevância para a alimentação humana, e também é a mais cultivada no mundo, sua produção estimada chega a 730 milhões de toneladas (World Wheat Production 2016/2017). Na safra 15/16 a área de trigo cultivado no Paraná alcançou cerca de 1,081 milhão de hectares, estimando-se produtividade média de 3050 kg ha⁻¹, resultando numa produção de aproximadamente 3,3 milhões de toneladas. O Centro-Sul apresenta também regiões altamente tecnificadas, o que confere geralmente maior produtividade por área. Neste caso, as regiões próximas a Guarapuava e Ponta Grossa se encaixam neste perfil (Conab, 2017).

Todo acréscimo de produtividade em qualquer cultura é proveniente da somatória de vários fatores. Um exemplo é o emprego adequado de fertilizantes nitrogenados, dose e momento certo de aplicação, além de condições climáticas ideais (Mumbach et al, 2017). Uma forma de fornecimento de N (nitrogênio) para as culturas é a FBN (Fixação Biológica de Nitrogênio), tanto que para a família das Fabaceae este processo é bem difundido, porém para as Poaceae também tem sido obtidos resultados favoráveis, mas não sendo tão eficiente quando para as Fabaceae (Giehl, 2017). Desta forma, uma alternativa para diminuir o custo de

produção pela utilização de fertilizantes nitrogenados é o emprego de inoculantes com bactérias que aumentam o desenvolvimento das plantas e produtividade (Galindo et al, 2018).

A capacidade de fixação biológica de nitrogênio por microorganismos (*Azospirillum*) ainda vai além, como produção de óxido nítrico, maior eficiência da enzima ACC deaminase e produção de reguladores de crescimento de plantas (Feldmann et al. 2018). Ainda comentado por Dartora et al. (2013), o gênero *Azospirillum* vem sendo estudado quanto a capacidade de crescimentos das plantas, bem como alteração da produção hormonal, o que pode acarretar maior crescimento de raiz, repercutindo em maior absorção de água e nutriente. Segundo Silva e Pires (2017), a eficiência da bactéria (*Azospirillum*) diminui com altas doses de nitrogênio, assim pode ocorrer a redução da atividade da nitrogenase da bactéria, responsável pela transformação do nitrogênio atmosférico em N na forma passiva de assimilação pelas plantas. Sgobi (2016) fala que a produtividade final é definida da soma de diversos fatores e como alternativa para redução de custos tem-se a inoculação com *Azospirillum*, que promove desenvolvimento das plantas oriundo da assimilação do N existente no ambiente e diminui o emprego de fertilizantes nitrogenados.

Inoculantes para leguminosas apresentam grande importância para a produção agrícola. Nesta linha, o uso do inoculante *Azospirillum* para gramínea vem se destacando com o intuito de diminuir gastos da produção (Georgin et al. 2014).

Como a demanda de alimentos no mundo vem aumentando conforme a população cresce, de forma que em 30 anos teremos cerca de 9 bilhões de habitantes no mundo, este trabalho vem em busca de avaliar a eficiência do emprego da inoculação na cultura do trigo para aumento da produtividade da cultura. Além disto, a cultura de trigo exige elevado volume de sementes onerando e dificultando a operacionalidade de executar a inoculação de sementes com *Azospirillum*.

A utilização de inoculante *Azospirillum brasilense* em sementes de trigo exige atividade de inoculação que demanda equipamentos e pessoal, devido a elevada quantidade de sementes utilizadas na semeadura para a cultura de trigo. A aplicação aérea permite elevando rendimento operacional com aplicação via foliar diretamente na cultura de trigo. Contudo, ainda é escasso informações sobre a aplicação de *Azospirillum brasilense* e respostas sobre a eficiência no desenvolvimento da cultura e na produtividade de grãos.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura de trigo com aplicações aérea sequenciais de *Azospirillum* na cultura do trigo.

2. Metodologia

O presente trabalho é uma pesquisa experimental qualitativa (Pereira, Shitsuka, Parreira, & Shitsuka, 2018), sendo o experimento foi desenvolvido no município de Guarapuava-PR, na região Centro-sul do Paraná. A região apresenta clima Cfb – subtropical mesotérmico úmido, com altitude aproximada de 1120 m e solo classificado como Latossolo Bruno.

Para a condução do trabalho foi utilizado delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos: Controle absoluto - T1 (sem aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*), aplicação de inoculante *Azospirillum brasilense* no perfilhamento - T2, aplicação do inoculante no perfilhamento + alongação - T3, aplicação do inoculante no perfilhamento + alongação + emborrachamento - T4, aplicação do inoculante no perfilhamento + alongação + emborrachamento + floração - T5, com 4 repetições, totalizando 20 unidades amostrais. Desta forma, os tratamentos utilizados foram: controle, seguido de outros 4 tratamentos com aplicação de *Azospirillum brasilense*, conforme apresentado na Tabela 1. No experimento foi utilizado inoculante GrammyCrop, com presença de bactéria *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6. As aplicações foram realizadas com volume de calda de 100 L ha⁻¹.

Tabela 1 – Composição e doses dos tratamentos utilizados no ensaio. Guarapuava, PR, 2016.

Tratamento	Composição ⁽¹⁾	Doses
Controle	<i>Azospirillum brasilense</i>	0 ml ha ⁻¹
Perfilhamento	<i>Azospirillum brasilense</i>	200 ml ha ⁻¹
Perfilhamento/Elongação	<i>Azospirillum brasilense</i>	200+200 ml ha ⁻¹
Perfilhamento/Elongação/ Emborrachamento	<i>Azospirillum brasilense</i>	200+200+200 ml ha ⁻¹
Perfilhamento/Elongação/ Emborrachamento/Floração	<i>Azospirillum brasilense</i>	200+200+200+200 ml ha ⁻¹

⁽¹⁾ Inoculante Grammycroo, com presença de bactéria *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6. Fonte: Autores.

Cada parcela foi constituída de 5 metros de comprimento e 4 metros de largura, totalizando 20 m², com área útil de 2 m². A semeadura do trigo foi realizada em julho de 2016, sendo utilizada semeadora para parcelas experimentais, com espaçamento entre linha de semeadura de 0,18 m. A adubação utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ do formulado 04-20-20. Para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças ocorreram conforme recomendação para a cultura (Embrapa, 2012).

Após estágio de florescimento pleno e início do enchimento de grãos, foi mensurada a massa total das plantas, em g, pesando inicialmente cinco plantas por parcelas e depois dividindo este valor pelo número de plantas. A altura de planta, em cm, medindo cinco plantas por parcelas, com as quais foi realizada avaliação do diâmetro de colmo, com paquímetro, em mm.

A produtividade de grãos foi determinada colhendo-se, manualmente, todas as espigas das plantas da parcela contendo 2 m². As espigas foram trilhadas em máquina estacionária com posterior limpeza dos grãos. Realizou-se a pesagem e conversão do rendimento para kg ha⁻¹. Também foi determinado a massa de mil grãos, contando trezentos grãos e extrapolando para mil grãos. Outra variável analisada foi o PH (peso hectolitro) na amostra de grãos obtida, com equipamento para determinar PH.

Para os dados obtidos foi realizada a análise de variância dos resultados a 5% de probabilidade de erro com software estatístico SISVAR.

3. Resultados e Discussão

Como se pode observar nas Tabelas 2 e 3, independente da forma que foi realizada a aplicação foliar de *Azospirillum brasilense* não houve resultado estatístico significativo para massa total da planta, MMG (massa de mil grãos), produtividade, PH (peso hectolitro), altura de planta e diâmetro de colmo. Resultados semelhantes foram encontrados por Galindo et al. (2015) para as variáveis altura de planta, massa de mil grãos, peso hectolitro e produtividade.

Tabela 2 – Análise de variância para diâmetro de colmo, massa total da planta, massa de mil grãos (MMG) e produtividade com formas de pulverização aérea com *Azospirillum brasilense*. Guarapuava, PR, 2016.

FV	GL	Massa total da planta	MMG	Produtividade
Formas de pulverização aérea com <i>Azospirillum</i>	4	1.24 ^{ns}	0.53 ^{ns}	0.86 ^{ns}
CV		11.20	14.53	33.21
Média		6.13	49.90	3295

^{ns}: não significativo ao teste de F à 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autores.

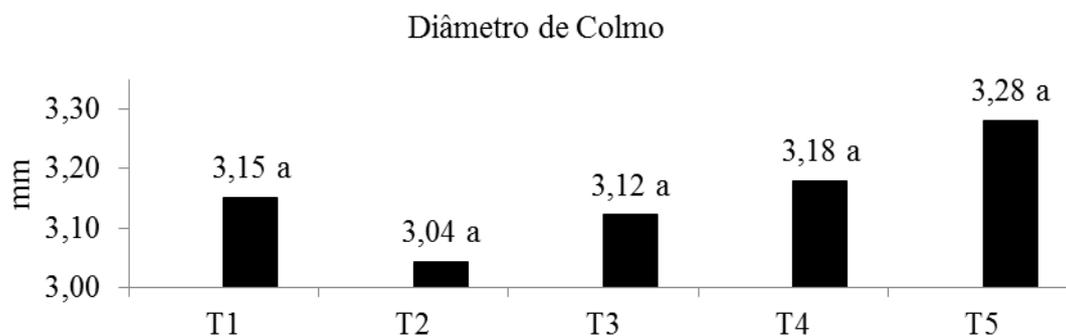
Tabela 3 – Análise de variância para PH (peso hectolitro), altura de planta e diâmetro de colmo com formas de pulverização aérea com *Azospirillum brasilense*. Guarapuava, PR, 2016.

FV	GL	PH	Altura de planta	Diâmetro de colmo
Formas de pulverização aérea com <i>Azospirillum</i>	4	1.93 ^{ns}	0.603 ^{ns}	0.23 ^{ns}
CV		7.24	11.23	11.40
Média		69.80	45.00	3.15

^{ns}: não significativo ao teste F a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autores.

Como nos mostra a Figura 1, não houve resposta para o diâmetro de colmo na cultura do trigo submetido a diferentes formas de aplicação aérea do inoculante *Azospirillum*. Mesmo assim percebe-se o diâmetro de colmo em aplicação aérea de *Azospirillum* em perfilhamento foi de 3,04 mm e em T5 (quatro aplicações) foi de 3,28 mm com 4 % acima da testemunha, o qual foi realizado várias aplicações aéreas, sem diferença estatística. Foram encontrados resultados contrários a este, porém para a cultura do milho com inoculação via semente, assim aumentando o diâmetro do colmo pela ação das bactérias sobre a cultura em função da geração de fito-hormônios pelas bactérias, como auxinas, giberilinas e citocininas (Dartora et al. 2013).

Figura 1 – Diâmetro de colmo em mm nos diferentes tratamentos, Controle absoluto - T1 (sem aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*), aplicação de inoculante *Azospirillum brasilense* no perfilhamento - T2, aplicação no perfilhamento + alongação - T3, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento - T4, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento + floração - T5, Guarapuava PR, 2016. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.

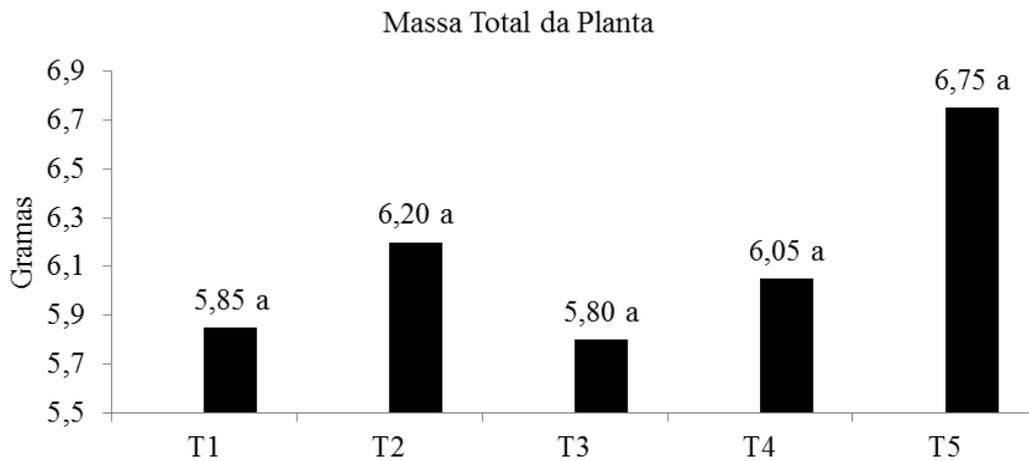


Fonte: Autores.

Apresentado na Figura 2, a massa total das plantas de trigo também não se diferiu para todos os tratamentos testados. O trabalho realizado por Cotrim et al. (2016), onde ele utilizou o inoculante via semente houve diferença na massa seca da planta, pois a inoculação realizada beneficiou o crescimento da planta de trigo. Resultados distintos com os deste trabalho foi visto por Correa Filho et al. (2017) que ao usar somente a inoculação houve diferença para a variável massa total de plantas. Desta forma, casos em que o resultado foi positivo na cultura da aveia está relacionado em sua maioria com os fatores da própria bactéria, assim como a escolha da estirpe, o número de células por semente e sua viabilidade. Munareto et al. (2016), encontrou resultado positivo tanto para massa total da planta como para outros componentes de rendimentos e produtividade do trigo, sendo a forma de aplicação do *Azospirillum brasilense* via foliar com dose superior à testada neste trabalho, com realização de duas aplicações de *Azospirillum brasilense* (início e fim do perfilhamento) na dose de 500 ml ha⁻¹ e assim trazendo melhor desenvolvimento da cultura em trabalho realizado em dois cultivos. Semelhante ao observado para diâmetro de colmo, foi observado na Figura 1 que a aplicação aérea em 4 momentos (T5) apresentou maior valor de 6,75 g para massa total de planta com 15 % acima da testemunha, sobretudo, sem diferença para com os demais tratamentos, em que houve menor número de aplicações aéreas.

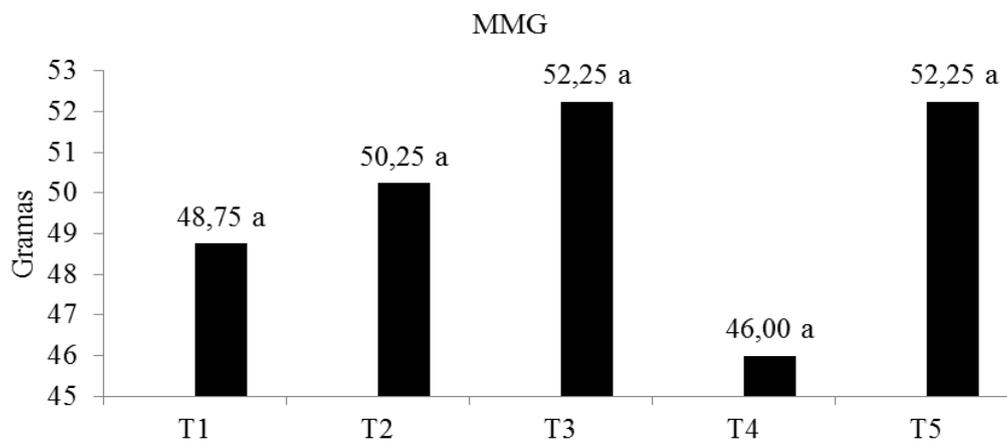
A Figura 3 representa a massa de mil grãos da cultura do trigo e não apresentou diferença entre as formas de aplicação aérea. Silva e Pires (2017) encontrou resultados para a cultura de trigo semelhantes com deste trabalho, o qual não obteve diferença para a variável massa de mil grãos evidenciando que a utilização de *Azospirillum* não interfere na massa de mil grãos, quando utilizado no tratamento de sementes. Já, Sala et al. (2007), encontrou resultados positivos para a variável massa de mil grãos (MMG), assim obteve aumento na massa de mil grãos com a realização da inoculação via semente, segundo os autores, isto ocorre pela melhor distribuição de nitrogênio na planta tendo assim maior aproveitamento da biomassa gerada. Para massa de mil grãos, o tratamento T3 e T5 se destacam, com 52,25 g com 7 % acima da testemunha (junto com T3), mesmo sendo semelhante aos demais tratamentos.

Figura 2 – Massa total da planta de trigo em gramas nos diferentes tratamentos, Controle absoluto - T1 (sem aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*), aplicação de inoculante *Azospirillum brasilense* no perfilhamento - T2, aplicação no perfilhamento + alongação - T3, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento - T4, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento + floração - T5, Guarapuava PR, 2016. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.



Fonte: Autores.

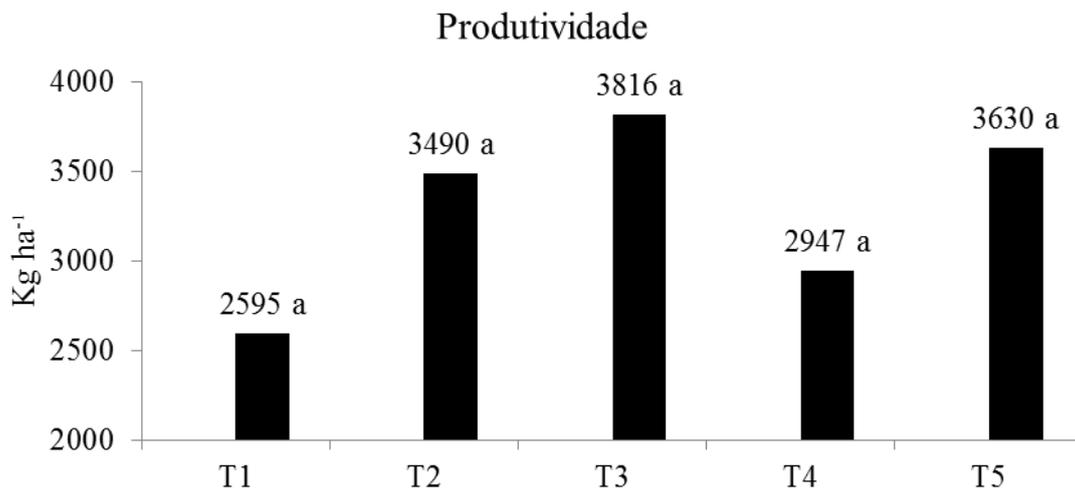
Figura 3 – Massa de mil grãos (MMG) em gramas para os diferentes tratamentos, Controle absoluto - T1 (sem aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*), aplicação de inoculante *Azospirillum brasilense* no perfilhamento - T2, aplicação no perfilhamento + alongação - T3, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento - T4, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento + floração - T5, Guarapuava PR, 2016. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.



Fonte: Autores.

Como demonstrado na Figura 4, produtividade não foi influenciada pelas diferentes aplicações aéreas. Entretanto devido às condições climáticas apresentadas durante a condução do experimento a colheita foi prejudicada, onde houve acamamento da cultura, assim a avaliação da variável produtividade pode ter sido comprometida, com isso tendo baixa produtividade de grãos. Garé et al. (2017) encontrou respostas iguais em seu trabalho, porém fala que tais resultados podem ser o reflexo do ano agrícola e cultivar utilizada, pois estes dois fatores podem mascarar os benefícios oriundos do inoculante *Azospirillum*. E resultados parecidos foram obtidos por Nunes et al. (2015) com inoculante via semente, entretanto a cultura antecessora era a cenoura, a qual demanda doses pesadas de nitrogênio, adubação esta que pode maquiar resultados do *Azospirillum*. No entanto, o uso da aplicação aérea de *Azospirillum* pode ser justificada, pois a bactéria já foi encontrada dentro de planta, apresentando comportamento endofítico (Perin et al. 2003).

Figura 4 – Produtividade em kg/ha nos diferentes tratamentos, Controle absoluto - T1 (sem aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*), aplicação de inoculante *Azospirillum brasilense* no perfilhamento - T2, aplicação no perfilhamento + alongação - T3, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento - T4, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento + floração - T5, Guarapuava PR, 2016. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.



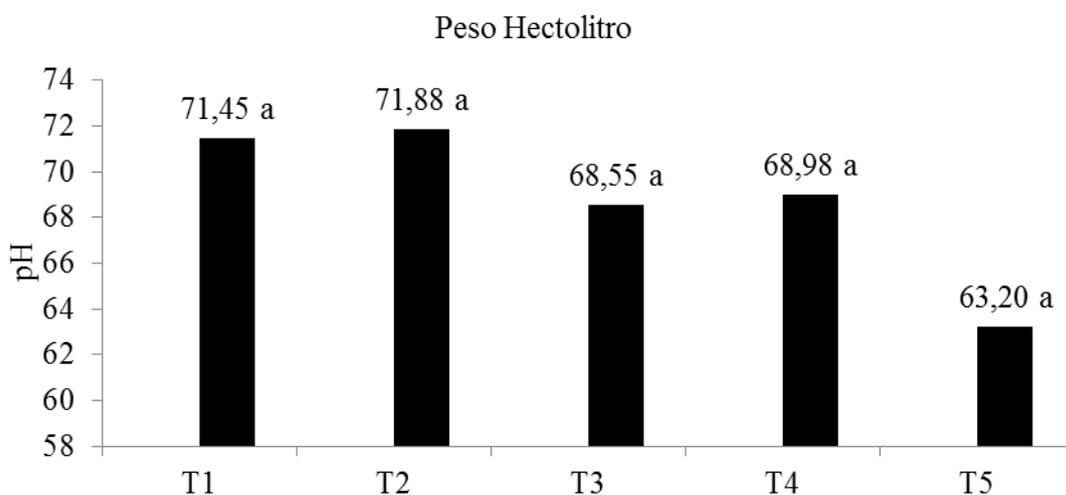
Fonte: Autores.

Conforme exposto na Figura 5 o PH (peso hectolitro) da cultura do trigo também não diferenciou para os tratamentos de aplicação aérea de *Azospirillum*. Resultados contrários foram encontrados por Mendes et al. (2012), quando utilizado *Azospirillum brasilense* via

semente, assim inferindo melhorias para os grãos de trigo para a comercialização, desta forma influenciou positivamente o peso hectolitro. Mello et al. (2012), também encontrou resultados que não corroboram com os do presente trabalho, assim demonstrando que quando realizada a inoculação via semente o *Azospirillum* é benéfico para o peso hectolitro.

A Figura 6 evidenciou que não houve diferença para a variável altura de planta. Resultados parecidos foram encontrados para altura de planta com inoculação isolada de *Azospirillum*, porém quando a inoculação foi associada com doses de nitrogênio apresentou resultados positivos, assim como quando aumentado a dose, maiores são as alturas de planta (Corassa et al. 2013).

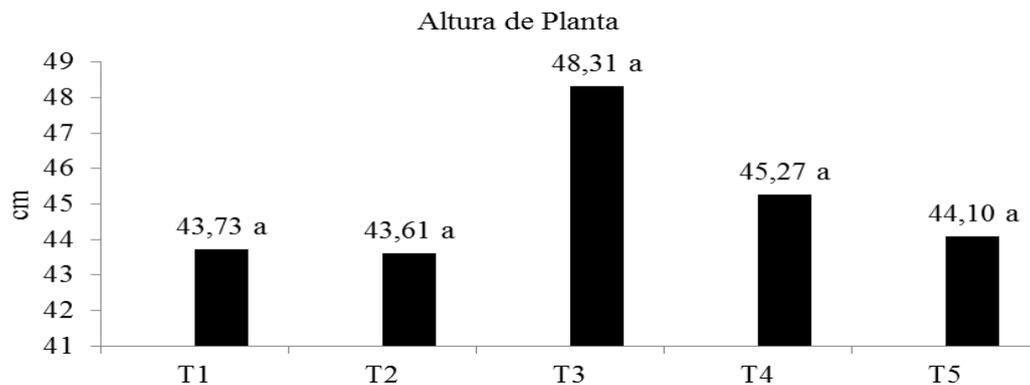
Figura 5 – Peso hectolitro nos diferentes tratamentos, Controle absoluto - T1 (sem aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*), aplicação de inoculante *Azospirillum brasilense* no perfilhamento - T2, aplicação no perfilhamento + alongação - T3, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento - T4, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento + floração - T5, Guarapuava PR, 2016. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.



Fonte: Autores.

Com isso, pode-se dizer que o produtor a princípio pode continuar utilizando o inoculante via semente ou diretamente no sulco, pois é notório que ao menos na dose utilizada no trabalho e no formato de uso não houve eficiência do *Azospirillum* via foliar com aplicação aérea.

Figura 6 – Altura de planta em cm nos diferentes tratamentos, Controle absoluto - T1 (sem aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*), aplicação de inoculante *Azospirillum brasilense* no perfilhamento - T2, aplicação no perfilhamento + alongação - T3, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento - T4, aplicação no perfilhamento + alongação + emborrachamento + floração - T5, Guarapuava PR, 2016. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente.



Fonte: Autores.

4. Conclusão

A aplicação de *Azospirillum brasilense*, sendo ela foliar com 200 ml ha^{-1} de inoculante com *Azospirillum brasilense*, por aplicação aérea, independente do somatório de épocas de aplicação não apresentou interferência no desenvolvimento de plantas, assim como não eleva a produtividade da cultura de trigo.

Em trabalhos futuros, realizar aplicação de doses mais elevadas de inoculante com *Azospirillum* em aplicação aérea única ou sequencial na cultura de trigo.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundação Araucária (Fundação Araucária de Apoio Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná), pelo apoio financeiro.

Referências

- Corassa, G. M., Bertollo, Gallon, G. M., M., Bona, S. D., & Santi, A. L. (2013). Inoculação com *Azospirillum brasilense* associada à adubação nitrogenada em trigo na região norte do Rio Grande do Sul. Enciclopédia Biosfera Centro Científico Conhecer, 9 (16), 1298-1308.
- Correa Filho, D. V. B., Correia, É. C. S. S., Neto, F. J. D., Santos, D. V., Silva, T. A., Monteiro R. N. F., & Fontana, L. F. (2017). Crescimento e desenvolvimento de aveia preta em resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada. Colloquium Agrariae, 13 (2), 01-08.
- Cotrim, M. F., Alvarez, R. C. F., & Seron, A. C. C. (2016). Qualidade fisiológica de sementes de trigo em resposta a aplicação de *Azospirillum brasilense* e ácido húmico. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, 10 (4), 349-357.
- Dartora, J., Guimarães, V. F., Marini, D., & Sander G. (2013). Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, 17 (10), 1023-1029.
- Feldmann, N. A., Bredemeier, C., Hahn, L., & Mühl, F. R. (2018). Wheat cultivars submitted to seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen application in different environments. Científica, 46 (1), 95-100.
- Flandrin, J. L., & Montanari, M. (1998). História da alimentação. São Paulo: Estação Liberdade.
- Galindo, F. S., Ziolkowski, M. G., Bellote, J. L. M., Santini, J. M. K., Teixeira Filho, M. C. M., & Buzetti, S. (2015). Épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar afetando a produtividade da cultura do trigo irrigado. Tecnologia e Ciência Agropecuária, 9 (2), 43-48.
- Galindo, F. S., Teixeira Filho, M. C. M., Tarsitano, M. A. A., Buzetti, S., Santini, J. M. K., Ludkiewicz, M. G. Z., & ALVES, C. J. (2018). Technical and economic feasibility of

irrigated wheat as a function of nitrogen doses, sources, and inoculation with *Azospirillum brasilense*. Semina: Ciências Agrárias, 39 (1), 51-66.

Garé, L. M., Buzo, F. S., Portugal, J. R., Silveira, T. L. S., & Meirelles, F. C. (2017). Influência do thidiazuron e da inoculação com *Azospirillum brasilense* no crescimento e produtividade do arroz de terras altas. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, 11 (4), 326-339.

Georgin, J., Lazzari, L., Lamego, F. P., & Camponogara, A. (2014). Desenvolvimento inicial de trigo (*Triticum aestivum*) com uso de fitohormônios, zinco e inoculante no tratamento de sementes. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 18 (4), 1318-1325.

Giehl, J. (2017). Inoculação de *Azospirillum brasilense* em híbridos comerciais de milho. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

Mello, N. (2012). Inoculação de *Azospirillum brasilense* nas culturas de milho e trigo. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, Passo Fundo.

Mendes, M. C., Rosário, J. G., Faria, M. V., Zocche, J. C., & Walter, A. L. B. (2012). Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. Applied Research & Agrotechnology, 4 (3), 95-110.

Mumbach, G. L., Kotowski, I. E., Schneider, F. J. A., Mallmann, M. S., Bilíbio, É. B., Portela, V. O., Bonfada, É. B., & Kaiser, D. R. (2017). Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. Scientia Agraria, 18 (2), 97-103.

Munareto, J. D. (2016). Aspectos fisiológicos de sementes, produtividade de grãos de trigo submetidos a doses de nitrogênio, inoculação e aplicação foliar de *Azospirillum brasilense*. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria.

Nunes, P. H. M. P., Aquino L. A., Dornelas L. P. S., Xavier, F. O., Dezordi, L. R., & Assunção N. S. (2015). Produtividade do trigo irrigado submetido à aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39 (1), 174-182.

Oliveira N., & Candice M. R. S. (2017). Conab. 218 p. Recuperado de <<http://www.conab.gov.br>>.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica (1o ed, Vol. 1). Santa Maria, RS: UFSM, NTE.

Perin, L., Silva, M. F., Ferreira, J. S., Canuto, E. L., Medeiros, A. F. A., Olivares, F. L., & Reis, V. M. (2003). Avaliação da capacidade de estabelecimento endofítico de estirpes de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* em milho e arroz. *Agronomia*, 37 (2), 47-53.

Rossi, R. M., & Neves, M. F. (Coord.) (2004). Estratégias para o trigo no Brasil. São Paulo: Atlas.

Sala, V. M. R., Cardoso, E. J. B. N., Freitas, J. G., & Silveira, A. P. D. (2007). Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42 (6), 833-842.

Santana, F. M., Lau, D., Maciel, J. L. N., Fernandes, J. M. C., & Costmilan, L. M. (2012). Manual de Identificação de Doenças de Trigo. Passo Fundo: Embrapa (Boletim técnico, 108).

Sgobi, M. A. (2016). Acúmulo de matéria seca, extração e exportação de nutrientes de cultivares de trigo inoculados com *Azospirillum brasilense*. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Unesp – Câmpus de Ilha Solteira.

Silva, S. R., & Pires, J. L. F. (2017). Resposta do trigo BRS Guamirim à aplicação de *Azospirillum*, nitrogênio e substâncias promotoras do crescimento. *Revista Ciência Agronômica*, 48 (4), 631-638.

Takeiti, C. Y. (2015). Trigo. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2015.
Recuperado de <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.html>.

World Wheat Production. (2016). Recuperado de <<https://www.worldwheatproduction.com/>>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Lucas Dal Santos – 10%

Leandro Rampim – 30%

Vanessa de Oliveira Faria – 10%

Lucas Jonson Perussolo – 20%

Elmar Vornes Júnior – 10%

Lucas de Oliveira Martins – 5%

Cacilda Duarte Rios Faria – 5%

Leandro Alvarenga Santos – 5%

Fabricio William de Ávila – 5%