

## **Inoculante líquido e turfoso, contendo *Azospirillum brasilense* aplicado via sementes, é eficiente em promover crescimento e produtividade na cultura do milho**

**Liquid and peat inoculant, containing *Azospirillum brasilense* applied via seeds, is efficient in promoting growth and productivity in maize**

**El inoculante líquido y de turba, que contiene *Azospirillum brasilense* aplicado a través de semillas, es eficiente para promover el crecimiento y la productividad en el cultivo de maíz**

Recebido: 10/10/2022 | Revisado: 14/10/2022 | Aceitado: 14/10/2022 | Publicado: 17/10/2022

**Vandeir Francisco Guimarães**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7117-1905>  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil  
E-mail: vandeirfg@yahoo.com.br

**Jeferson Klein**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2075-362X>  
Biogenesis Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Ltda, Brasil  
E-mail: jefersonklein@yahoo.com.br

**Débora Kestring Klein**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5443-642X>  
Biogenesis Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Ltda, Brasil  
E-mail: deborakestring@yahoo.com.br

### **Resumo**

Avaliou o desempenho do inoculante líquido e turfoso com (*Azospirillum brasilense* (Ab-V5 e Ab-V6), e adubação nitrogenada. Foram conduzidos 8 ensaios (fevereiro a agosto de 2019), em quatro áreas no estado do Paraná, em blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições: Foram quatro ensaios com inoculante líquido: T1- testemunha; T2 - 50% dose nitrogenada; T3 - 100% dose nitrogenada; T4 - 50% da adubação nitrogenada e inoculação das sementes com padrão registrado, 100 mL/60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada e inoculação, 100 mL/60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada e inoculação, 150 mL/60.000 sementes; e T7 - 50% da adubação nitrogenada e inoculação, 200 mL/60.000 sementes. Quatro ensaios com inoculante turfoso: T1- testemunha; T2- 50% dose de nitrogenada; T3-100% dose de nitrogenada; T4 - 50% da adubação nitrogenada e inoculação das sementes com padrão registrado, 100 g/60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada e inoculação, 100 g/60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada e inoculação, 150 g/60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada e inoculação, 200 g/60.000 sementes. Os resultados confirmam a eficiência agrônômica dos inoculantes líquido e turfoso em milho, quando usado a dose de 100 mL ou 100 g/60.000 sementes, com metade da fertilização nitrogenada recomendada para a cultura. Com estas dosagens obtiveram-se produtividades significativamente superiores às testemunhas e aos tratamentos que receberam metade da dose de fertilizante nitrogenado sem inoculação de sementes, sendo estatisticamente semelhante aos tratamentos com o total da fertilização nitrogenada, ao inoculante padrão.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L.; Inoculante líquido e turfoso; Promoção de crescimento de plantas; Adubação nitrogenada; FBN; Aumento de produtividade.

### **Abstract**

It evaluated the performance of the liquid and peaty inoculant with (*Azospirillum brasilense* (Ab-V5 and Ab-V6), and nitrogen fertilization. Eight trials were carried out (February to August 2019), in four areas in the state of Paraná, in blocks at the random, with 7 treatments and 4 replications: There were four trials with liquid inoculant: T1 – control; T2 – 50% nitrogen dose; T3 – 100% nitrogen dose; T4 – 50% of nitrogen fertilization and inoculation of seeds with registered pattern, 100 mL/60,000 seeds; T5 - 50% of nitrogen fertilization and inoculation of seeds with registered pattern, 150 mL/60,000 seeds; T6 - 50% of nitrogen fertilization and inoculation of seeds with registered pattern, 150 mL/60,000 seeds; T7 - 50% of nitrogen fertilization and inoculation of seeds with registered pattern, 200 mL/60,000 seeds. Four trials with peaty inoculant: T1 – control; T2 – 50% nitrogen dose; T3 – 100% nitrogen dose; T4 – 50% of nitrogen fertilization and inoculation of seeds with registered pattern, 100 g/60,000 seeds; T5 - 50% of nitrogen fertilization and inoculation of seeds with registered pattern, 150 g/60,000 seeds; T6 - 50% of nitrogen fertilization and inoculation of seeds with registered pattern, 150 g/60,000 seeds; T7 - 50% of nitrogen fertilization and inoculation of seeds with registered pattern, 200 g/60,000 seeds. The results confirm the agronomic efficiency of the liquid and peaty inoculants in maize, when used at a dose of 100 mL or 100 g/60,000 seeds, with half of the nitrogen fertilization recommended for the crop. With these dosages, yields were obtained significantly higher than the controls and

treatments that received half the dose of nitrogen fertilizer without seed inoculation, being statistically similar to treatments with total nitrogen fertilization, to the standard inoculant.

**Keywords:** *Zea mays* L.; Liquid and peaty inoculant; Plant growth promotion; Nitrogen fertilization; FBN; Productivity increase.

### Resumen

Se evaluó el desempeño del inoculante líquido y turboso con (*Azospirillum brasilense* (Ab-V5 y Ab-V6), y fertilización nitrogenada. Se realizaron ocho ensayos (Febrero a Agosto de 2019), en cuatro localidades del estado de Paraná, en bloques al azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones: Se realizaron cuatro ensayos con inoculante líquido: T1 – control; T2 – 50% de dosis de nitrógeno; T3 – 100% de dosis de nitrógeno; T4 - 50% de fertilización nitrogenada e inoculación de semillas con patron registrado, 100 mL/60.000 semillas; T5 - 50% de fertilización e inoculación nitrogenada, 100 mL/60.000 semillas; T6 - 50% de fertilización e inoculación nitrogenada, 150 mL/60.000 semillas; T7 - 50% de fertilización e inoculación nitrogenada, 200 mL/60.000 semillas. Cuatro ensayos con inoculante de tyrba: T1 – control; T2 – 50% de dosis de nitrógeno; T3 – 100% de dosis de nitrógeno; T4 - 50% de fertilización nitrogenada e inoculación de semillas con patron registrado, 100 g/60.000 semillas; T5 - 50% de fertilización e inoculación nitrogenada, 100 g/60.000 semillas; T6 - 50% de fertilización e inoculación nitrogenada, 150 g/60.000 semillas; T7 - 50% de fertilización e inoculación nitrogenada, 200 g/60.000 semillas. Los resultados confirman la eficiencia agronómica de los inoculantes líquidos y turba en maíz, cuando se utilizan en dosis de 100 mL o 100 g/60.000 semillas, con la mitad de la fertilización nitrogenada recomendada para el cultivo. Con estas dosificaciones se obtuvieron rendimientos significativamente superior a los testigos y tratamientos que recibieron la mitad de la dosis de fertilizante nitrogenado sin inoculación de semillas, siendo estadísticamente similares a los tratamientos con fertilización nitrogenada total, al inoculante estándar.

**Palabras clave:** *Zea mays* L.; Inoculante líquido y tyrba; Bacterias promotoras del crecimiento vegetal; Fertilización nitrogenada; FBN; Aumento de la productividad.

## 1. Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais cultivado no Brasil e no mundo. Apresenta grande relevância no contexto econômico e produtivo no Brasil. Com isso, para fortalecer ainda mais a cultura no país, novas técnicas surgem com a finalidade de contribuir com aumento de produtividade de forma sustentável.

Os sistemas produtivos no Brasil e na maior parte do mundo, têm sido baseados em monocultivo ou sucessões de culturas de grande interesse econômico. No Brasil pode-se destacar a sucessão soja e milho de segunda safra, bem como o cultivo de milho no verão, quando não é possível por impedimentos climáticos a produção deste cereal em segunda safra. Estes sistemas são frágeis, quando se considera a sustentabilidade do setor produtivo, mas atendem as demandas econômicas de curto prazo estabelecidas pelo capitalismo. Sendo assim, técnicas que visem minimizar o impacto deste sistema, principalmente no tocante a uso excessivo de fertilizantes, estão sendo bem aceitas e são alvo de pesquisas nas últimas décadas.

O cultivo de cereais demanda grandes quantidades de nutrientes para atingir altos rendimentos. A adição de fertilizantes sintéticos é a principal via utilizada pela agricultura convencional. Os nutrientes adicionados em cultivos de larga escala estão sujeitos a grandes perdas principalmente por lixiviação, volatilização e erosão do solo. Cerca de 50% do nitrogênio (N) adicionado como fertilizante é perdido pela lixiviação e volatilização.

A dinâmica dos nutrientes no solo resulta em baixo aproveitamento pelas plantas, mesmo com utilização de altas doses de fertilizantes solúveis. Neste sentido, técnicas têm sido estudadas e adotadas desde meados do século XX visando maximizar a absorção e aproveitamento dos nutrientes disponíveis no solo pelas plantas cultivadas.

No caso específico da cultura do milho, apesar desta possuir alta eficiência no uso de N e P, por exemplo (FRITSCHENETO et al., 2012), o enraizamento das plantas deve ser adequado para maior absorção de nutrientes do solo (ZHU; LYNCH, 2004). Nas últimas décadas, estudos sobre a utilização de microrganismos visando melhorar a exploração do solo para maior absorção de nutrientes, bem como a fixação biológica de nitrogênio, têm se intensificado.

Uma espécie de bactéria com capacidade de promoção de crescimento vegetal que tem destaque e eficiência agronômica amplamente comprovada pela comunidade científica é o *Azospirillum brasilense*. Estase outras BPCV) colonizam

tanto a região rizosférica como tecidos internos do vegetal (Baldani & Baldani, 2005; Huergo et al., 2008), apresentando motilidade guiada por mecanismo de localização quimiotática para ácidos orgânicos, açúcares, aminoácidos e compostos aromáticos exsudados pelas raízes (Steenhoudt & Vanderleyden, 2000), beneficiando-se dessas fontes de carbono e energia (Arshad et al., 2007). São vários os relatos de *Azospirillum brasilense*, inoculado via sementes associado à fertilização nitrogenada ou com outros fertilizantes, em vários sistemas de cultivo, resultando em ganhos em crescimento e produtividade do milho (Alves et al., 2020; Moreno et al., 2021; Oliveira et al., 2022).

A atividade bioreguladora desses microrganismos é função da produção e excreção hormonal, destacando-se auxinas, giberelinas e citocininas (Bashan, Holguin & Luz, 2004; Masciarelli et al., 2013; Tien et al., 1979), redução dos níveis de etileno no vegetal devido à ação da enzima ACC-deaminase, desviando compostos de rotas metabólicas que dariam origem ao hormônio gasoso no vegetal para a bactéria (Blaha et al., 2006) e produção de outros compostos, como poliaminas (Cassán, Maiale, et al., 2009; Perrig et al., 2007).

Aliado à biorregulação vegetal, mecanismos como a solubilização de fosfatos inorgânicos (Rodriguez, Gonzalez & Goire, 2004), e incrementos na atividade do óxido nítrico (Alen'kina & Nikitina, 2010; Creus et al., 2005) podem contribuir para o desenvolvimento vegetal e aumento da tolerância a condições de estresse (Hamdia et al., 2004). Desta forma, o sinergismo presente entre os mecanismos de ação dessas bactérias resulta em maior desenvolvimento radicular, melhor exploração do solo e absorção de nutrientes (Hungria et al., 2010; Radwan et al., 2004).

De posse dessa realidade, é constante o registro de novos inoculantes junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o que vem aumentando gradativamente a disponibilidade e competitividade destes produtos no mercado, favorecendo o acesso e a adoção desta tecnologia pelos produtores. Esta realidade é positiva visto que se trata de uma tecnologia sustentável e ambientalmente correta, por não gerar passivos ambientais, contaminações do solo e dos alimentos e não ser diretamente dependente de recursos não renováveis.

Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar a capacidade de promover crescimento, resultando em ganhos de produtividade, na cultura do milho em resposta à inoculação de sementes com inoculante líquido e turfoso, contendo isolados de *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 e Ab-V6), associado à adubação nitrogenada.

## 2. Metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo foram conduzidos oito ensaios em campo, sendo quatro com a utilização de tratamentos para testar a eficácia do inoculante líquido e quatro para testar a eficácia do inoculante turfoso.

### *Local experimental*

O estudo foi conduzido em quatro localidades, sendo dois ensaios por localidade, um com tratamentos com inoculante líquido e outro com inoculante turfoso. As localidades foram: Toledo/PR Coordenadas: Latitude de 24°40'19" S e Longitude 53°39'28" O. Classificação do solo: LATOSSOLO VERMELHO distroférico típico de textura muito argilosa; Palotina/PR. Coordenadas: Latitude de 24°16'31" S e Longitude 53°43'45" O. Classificação do solo: LATOSSOLO VERMELHO eutroférico de textura muito argilosa; São Miguel do Iguçu/PR. Latitude de 24°23'10" S e Longitude 54°12'42" O. Classificação do solo: NITOSSOLO VERMELHO eutroférico de textura muito argilosa. Cascavel – PR. Latitude de 25°02'02" S e Longitude 53°28'53" O. Classificação do solo: LATOSSOLO VERMELHO eutroférico de textura muito argilosa. Os ensaios foram realizados de fevereiro a agosto de 2019.

**Determinação do solo e condições climáticas durante a condução do experimento**

As caracterizações químicas e físicas dos solos das áreas experimentais foram realizadas através da análise de material, proveniente de amostras compostas por dez subamostras em cada área experimental, na profundidade de 0 a 0,20 m. Os resultados são apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4.

**Tabela 1.** Características químicas e granulométricas do solo coletado na camada de 0,0-0,2m proveniente da Estação Experimental Biogenesis, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento, localizada no município de Toledo - PR, 2019.

<b>Características químicas (a)</b>											
pH	V	P	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC	
CaCl <sub>2</sub>	- % -	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	-----			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----			
6,39	72,18	45,64	28,18	7,08	1,26	0,69	0,00	2,54	9,0	11,60	
<b>Características granulométricas</b>											
Argila				Silte				Areia			
----- g Kg <sup>-1</sup> -----											
512				213				271			

(P,K, Micronutrientes) Extrator Mehlich-1;(Al, Ca, Mg) Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; (H+Al) pH SMP (7,5); (pH) Extrator CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>. Análise realizada no Laboratório PrimorLab localizado na cidade de Assis Chateaubriand, PR. Fonte: Autores.

**Tabela 2.** Características químicas e granulométricas do solo coletado na camada de 0,0-0,2 m proveniente da propriedade CARTA, linha Santo Antônio, município de Palotina/PR, 2019.

<b>Características químicas (b)</b>											
H	V	P	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC	
CaCl <sub>2</sub>	- % -	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	-----			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----			
5,87	58,55	41,97	22,52	6,31	1,12	0,49	0,17	2,94	7,9	10,90	
<b>Características granulométricas</b>											
Argila				Silte				Areia			
----- g Kg <sup>-1</sup> -----											
467				322				211			

(P,K, Micronutrientes) Extrator Mehlich-1;(Al, Ca, Mg) Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; (H+Al) pH SMP (7,5); (pH) Extrator CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>. Análise realizada no Laboratório PrimorLab localizado na cidade de Assis Chateaubriand, PR. Fonte: Autores.

**Tabela 3.** Características químicas e granulométricas do solo da camada de 0,0-0,2 m proveniente da propriedade Kestring, distrito de São Jorge, São Miguel do Iguçu/PR, 2019.

<b>Características químicas (c)</b>											
H	V	P	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC	
CaCl <sub>2</sub>	- % -	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	-----			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----			
6,29	81,36	48,33	37,74	9,62	2,88	1,17	0,12	2,13	13,7	15,8	
<b>Características granulométricas</b>											
Argila				Silte				Areia			
----- g Kg <sup>-1</sup> -----											
674				237				89			

(P,K, Micronutrientes) Extrator Mehlich-1;(Al, Ca, Mg) Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; (H+Al) pH SMP (7,5); (pH) Extrator CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>. Análise realizada no Laboratório PrimorLab localizado na cidade de Assis Chateaubriand, PR. Fonte: Autores.

**Tabela 4.** Características químicas e granulométricas do solo coletado na camada de 0,0-0,2 m proveniente da propriedade Galeski, localizada no município de Cascavel /PR, 2019.

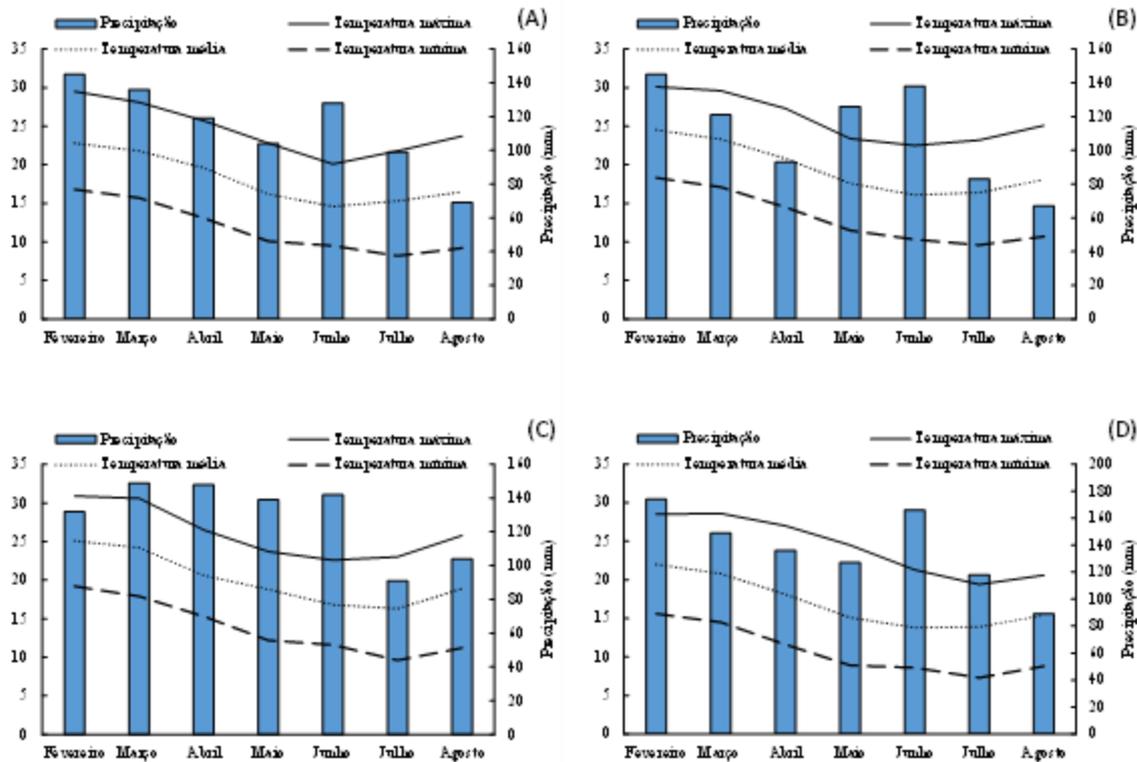
<b>Características químicas (d)</b>										
H	V	P	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC
CaCl <sub>2</sub>	- % -	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	-----			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----		
6,22	65,71	79,99	33,27	7,91	1,15	0,85	0,22	2,63	9,90	12,50
<b>Características granulométricas</b>										
Argila			Silte				Areia			
-----			g Kg <sup>-1</sup>				-----			
681			229				90			

(P,K, Micronutrientes) Extrator Mehlich-1;(Al, Ca, Mg) Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; (H+Al) pH SMP (7,5); (pH) Extrator CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol L<sup>-1</sup>. Análise realizada no Laboratório PrimorLab localizado na cidade de Assis Chateaubriand, PR. Fonte: Autores.

Para a classificação de Köppen e Geiger, (1928), a região de São Miguel do Iguauçu possui clima regional Subtropical Úmido Mesotérmico com verões quentes (temperatura média de 20,0°C de temperatura e 1755 mm de pluviosidade, para as respectivas regiões). Quanto às regiões de Toledo, Palotina e Cascavel, estas possuem clima quente e temperado com verões quentes (temperatura média de 19,4; 20,8 e 18,2°C de temperatura e 1483; 1508 e 1822 mm de pluviosidade, para as respectivas regiões). Independentemente da região, observa-se tendência a concentração de chuvas e invernos com geadas pouco frequentes. Os dados meteorológicos das quatro áreas experimentais durante a condução dos experimentos são apresentados nas Figuras 1 A, B, C e D.

Em relação à correção destes solos, quando necessário, foi realizada calagem, 30 dias antes da semeadura, para a elevação da saturação de bases para 70% conforme Embrapa, (2011). A adubação de base foi realizada segundo a recomendação de Foloni et al. (1974).

**Figura 1.** Dados médios de pluviosidade, temperatura mínima (...), temperatura média (---) e temperatura máxima ( \_ ), das diferentes localidades: A) Toledo - PR; B) Palotina - PR; C) São Miguel do Iguaçu - PR e D) Cascavel - PR, durante o período de fevereiro a outubro de 2019.



Fonte: Autores.

### **Número mais provável (NMP) de bactérias diazotróficas endofíticas presentes nos solos das áreas experimentais**

A contagem de microrganismos diazotróficos para determinação da população de bactérias em número de células por mL, foi realizada através da estimativa do número mais provável (NMP) usando a tabela de MacCrady em meio semi-sólido NFB, de acordo com metodologia descrita por Döbereiner et al. (1995).

Os resultados da contagem de microrganismos diazotróficos nos solos dos experimentos, das quatro áreas experimentais, no momento da semeadura apresentavam população de:  $3,1 \times 10^5$  (Toledo/PR);  $5,6 \times 10^4$  (Palotina/PR);  $9,4 \times 10^5$  (São Miguel do Iguaçu/PR) e  $5,3 \times 10^5$  (Cascavel/PR), Unidade Formadoras de Colônias (UFC)  $g^{-1}$  de bactérias diazotróficas.

### **Identificação da amostra de inoculante líquido da empresa BIOMA INDÚSTRIA COMÉRCIO E DISTRIBUIÇÃO - EIRELI – EPP, para milho, utilizado nos oito experimentos**

Segundo a empresa BIOMA, os inoculantes apresentam as seguintes características:

**Produto líquido para milho:** Garantia:  $2,5 \times 10^8$  UFC/mL de *Azospirillum brasilense* (isolado Ab-V5 e Ab-V6); Natureza física: Fluida; Densidade:  $1,03 \text{ g/cm}^3$ ; Cultura a que se destina: Milho (*Zea mays* L.); Dosagem testada para 60.000 sementes: 50 mL; Lote: 181224; Fabricação: 31/01/2019 e Validade: 31/07/2019. Contagem de células:  $5,3 \times 10^8$  UFC/mL.

**Produto turfoso para milho:** Garantia:  $2,0 \times 10^8$  UFC/g de *Azospirillum brasilense* (isolado Ab-V5 e Ab-V6); Natureza física: sólido; Densidade:  $0,6 \text{ g/cm}^3$ ; Cultura a que se destina: Milho (*Zea mays* L.); Dosagem testada para 60.000 sementes: 100 g; Lote: 0012019; Fabricação: 05/01/2019 e Validade: 05/06/2019. Contagem de células:  $3,4 \times 10^8$  UFC/g.

## Material vegetal

Para os oito experimentos utilizou-se o milho híbrido Pioner® 30F53 YH, o qual apresenta as características de híbrido simples, ciclo precoce (870 unidades de graus dia), grão semiduro amarelo-alaranjado, colmo com alta sanidade e boa resistência ao quebramento; altura 2,20 a 2,40 m; inserção de espiga 1,25 a 1,40 m; folhas semieretas; utilizado para produção de grãos.

## Delineamento experimental e tratamentos

Os oito ensaios foram conduzidos em delineamento em blocos casualizados com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas experimentais cada. Os ensaios para testar o inoculante líquido foram constituídos dos seguintes tratamentos: **T1**- testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; **T2** - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; **T3** - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; **T4** - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; **T5** - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; **T6** - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; e **T7** - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Os outros quatro ensaios para testar o inoculante turfoso foram constituídos dos tratamentos que se seguem: **T1** - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; **T2** - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; **T3** -100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; **T4** - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; **T5** - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes na dose de 100 mL por 60.000 sementes; **T6** - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; **T7** - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes;

A adubação nitrogenada foi dividida em três aplicações, sendo 40% na semeadura e o restante aplicado em cobertura nos estádios V4 e V6. Estes fornecidos na forma de uréia.

Foi utilizado como referência (inoculante padrão) para os oito ensaios, inoculante líquido comercial, devidamente registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento (MAPA). Lote: 1115618; Fabricação: 20/11/2018; Validade: 20/05/2019.

## Implantação e condução do experimento

Anteriormente à semeadura do milho, as áreas foram dessecadas com herbicida glifosato na dose de 4 L do p.c. ha<sup>-1</sup>. Neste momento foram coletados os restos culturais em 10 pontos de cada área experimental, nas quatro áreas experimentais, com auxílio de um quadrado de metal de 1,0 m<sup>2</sup>, as quais foram pesadas, secas em estufa a 65°C e enviadas para análise dos teores de N, P e K nas amostras. Os resultados de massa seca da palhada foram: 15; 8 e 12 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K para a área experimental de Toledo/PR; 17, 14 e 21 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K para a área experimental de Palotina/PR; e 8, 20 e 29 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K para a área experimental de São Miguel do Iguacu/PR e 14, 7 e 12 kg ha<sup>-1</sup> de N, P e K para a área experimental de Cascavel/PR, respectivamente.

Os oito ensaios experimentos foram implantados com as seguintes datas de semeadura, sendo dois em cada localidade: Toledo/PR (05 de fevereiro de 2019), Palotina/PR (13 de fevereiro de 2019), São Miguel do Iguçu/PR (09 de fevereiro de 2019) e Cascavel/PR (15 de fevereiro de 2019).

Anteriormente à inoculação das sementes, estas foram tratadas com fungicida Captan 750 TS na dose de 0,2 kg 100 kg<sup>-1</sup> de sementes, bem como, com o inseticida CropStar na dose de 0,2 L 100 kg<sup>-1</sup> de sementes.

Ainda, anteriormente à semeadura, para a inoculação das sementes foram retiradas alíquotas de inoculantes segundo os cálculos recomendados para cada tratamento, por meio de uma micropipeta modelo Micronam com capacidade de até 10 mL. As sementes foram acondicionadas em sacos de plástico de alta densidade, sendo 2,0 kg de sementes de milho para cada tratamento, onde foi diretamente depositado sobre estas os inoculantes conforme os tratamentos. Em seguida os sacos plásticos foram inflados e a massa de sementes agitada por aproximadamente dois minutos para uniformizar a distribuição do inoculante nas sementes. Sessenta minutos após a inoculação foi efetuada a semeadura, sendo este o procedimento padrão para os quatro experimentos.

A semeadura dos oito ensaios foi realizada com o auxílio de semeadora manual (matracas), distribuindo-se cinco sementes por metro no sulco de semeadura, tendo alcançado população final de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Cada parcela experimental foi constituída de 6 linhas de 0,70 m de espaçamento, com 6 m de comprimento e 4,2 m de largura, totalizando área de 25,2 m<sup>2</sup> por parcela, distanciadas entre si por 1 m, e área total de 604,80 m<sup>2</sup>. Para obtenção da área útil das parcelas foram desconsideradas as linhas laterais externas e 1,0 m das extremidades das linhas de cada parcela. Durante a condução dos experimentos, os controles de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados de acordo com as necessidades da cultura (EMBRAPA, 2012).

#### **Avaliação morfológicas das plantas no estágio vegetativo**

Para os oito ensaios, as avaliações morfológicas foram obtidas pela média da avaliação de 10 plantas de milho ao atingirem o estágio fenológico de V10. Foi avaliada a altura da planta (ALT), realizada com o auxílio de uma régua graduada, onde foi definida como sendo à distância do nível do solo até a folha mais alta da planta, expresso em mm; e diâmetro basal do colmo (DC), realizado com o auxílio de paquímetro digital, em mm. Em seguida as plantas foram seccionadas na base e separadas em folha e colmo+bainha. Posteriormente, ambas as partes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel Kraft devidamente etiquetados e submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem massa constante. Em seguida, a massa seca das estruturas vegetais foi determinada em balança de precisão obtendo a massa de matéria seca de folhas (MSF), massa de matéria seca de colmo+bainha (MSCB) e massa de matéria seca total (MST).

#### **Determinação do teor de N, P e K no tecido foliar e nos grãos**

Para os oito ensaios, no estágio fenológico relativo à emissão da inflorescência feminina, foram coletadas as folhas da região oposta e abaixo da espiga principal de dez plantas de cada parcela útil. As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingirem massa constante e armazenadas para posterior análise dos teores de N, P e K.

Após a colheita das espigas e debulha dos grãos, que será detalhada posteriormente, foram retiradas amostras de grãos correspondentes a cada parcela experimental. Estas amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem massa constante.

As amostras de folhas e grãos foram moídas e submetidas à digestão sulfúrica. Segundo a metodologia da Embrapa (2009) foi realizada a destilação por arraste de vapores, determinando-se então o teor de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nos tecidos que foram expressos em g kg<sup>-1</sup> de massa de matéria seca de folha e grão.

### **Avaliação dos componentes da produção e produtividade**

A colheita dos oito experimentos foi realizada nas seguintes datas, sendo dois ensaios por localidade: Município de Toledo/PR (26 de junho de 2019); Palotina/PR (10 de julho de 2019); São Miguel do Iguçu/PR (03 de julho de 2019) e Cascavel/PR (16 de julho de 2019).

Os componentes da produção foram determinados pela amostragem de dez espigas por parcela útil. As avaliações realizadas foram: comprimento de espiga (CE), expresso em cm, diâmetro de espiga (DE), em mm, número de fileiras de grãos por espiga (NFG), número de grãos por fileira na espiga (NGF) e massa de mil grãos (MMG), expresso em g.

Para a determinação da produtividade de grãos, todas as espigas da parcela útil foram trilhadas e os grãos pesados. Aos resultados foram acrescidos os valores da massa de mil grãos das dez espigas utilizadas para avaliação dos componentes de produção, sendo posteriormente transformados em  $\text{kg ha}^{-1}$ , corrigindo-se os valores para 13% de umidade na base úmida.

### **Análise estatística dos dados**

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Fisher-Snedecor (teste F) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram efetuadas utilizando-se o programa computacional GENES da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (Cruz, 2006).

## **3. Resultados**

Os resultados dos oito ensaios serão apresentados em sequência, sempre demonstrando as respostas dos dois ensaios, com inoculantes líquido e turfoso para cada área edafoclimática, no intuito de deixar clara eficiência dos inoculantes em promover o crescimento e incrementar a produtividade do milho nos ensaios em questão.

### **Área experimental do município de Toledo/PR (uso do inoculantes líquido)**

Ao avaliar os resultados da análise de variância dos dados referentes ao estágio fenológico V10 na fase vegetativa das plantas de milho híbrido Pioneer® 30F53 YH nas condições testadas, obtidos para a área do município de Toledo/PR, verificou-se que a altura da planta (ALT), massa seca de colmo+bainha (MSCB); massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) apresentaram efeitos significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 5). Já o parâmetro diâmetro basal do colmo (DCB) não apresentou alteração significativa (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura da planta (ALT), diâmetro basal do colmo (DBC), massa de matéria seca de folhas (MSF), massa de matéria seca de colmo+bainha (MSCB), massa de matéria seca total (MST) e teor de nitrogênio nas folhas (TEN), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, Município de Toledo/PR, 2019.

TRA	ALT	DBC	MSCB	MSF	MST
	cm	mm	g	g	g
T1	75,46 c	33,24	9,08 b	11,87 c	20,95 d
T2	86,62 b	34,11	11,14 a	13,72 bc	24,86 c
T3	99,68 a	34,63	12,49 a	17,53 a	30,02 a
T4	93,24 ab	34,44	11,63 a	15,45 ab	27,08 bc
T5	94,77 ab	34,64	11,88 a	15,58 ab	27,46 ab
T6	95,80 ab	34,53	11,79 a	15,71 ab	27,50 ab
T7	94,79 ab	35,00	11,91 a	15,86 ab	27,77 ab
C.V.	14,60	21,10	6,25	16,00	14,22
F	14,70**	2,44 <sup>ns</sup>	9,63**	15,81**	26,34**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O tratamento que recebeu 100% da adubação nitrogenada T3, apresentou os maiores valores 99,68 cm, superando os tratamentos T2 e T1. Por outro lado, a presença de bactérias *A. brasilense* independentemente da indústria ou concentração, apresentou resultados semelhante àqueles obtidos pelo tratamento T3, mesmo com a redução de 50% da adubação nitrogenada. Observa-se no tratamento T5, redução de 50% da adubação nitrogenada e somente 50 mL de inoculante foi importante para proporcionar o crescimento de plantas de milho.

O tratamento que não recebeu adubação nitrogenada e nenhuma concentração de *A. brasilense* apresentou médias inferiores comparadas aos demais tratamentos para o parâmetro matéria seca de colmo+bainha (MSCB) (Tabela 5).

A massa seca da folha das plantas de milho (MSF) foi superior no tratamento T3, superando em 27,77 o T2, seguido pelo tratamento T1, superado em 47,683% (Tabela 5). Os tratamentos T4, T5, T6 e T7 superaram o tratamento controle (T1) em 30,16%, 31,26%, 32,35% e 33,61%, respectivamente.

A massa seca total das plantas de milho (MST) apresentou os maiores valores médios para o tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T6 e T7 (Tabela 5). O tratamento T3 superou o tratamento T1 em 43,29% e T2 em 20,76% (Tabela 5). A massa seca total das plantas de milho (MST) apresentou os maiores valores médios para o tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T6 e T7 (Tabela 5). O tratamento T3 superou o tratamento T1 em 43,29% e T2 em 20,76% (Tabela 5). Os tratamentos T5, T6 e T7 superaram em 10,46%, 10,62% e 11,71% o tratamento T2.

Para os componentes da produção de milho da referida cultivar, o comprimento de espiga (CE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grão por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), apresentaram efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ). Já o diâmetro de espiga (DE), apresentaram efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ). No entanto, o número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), não apresentou efeito significativo pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). O maior comprimento médio de espiga de milho (CE) foi observado no tratamento T3 seguido por T6, superando em o T1 em 10,05 e 13,57%, respectivamente. O maior diâmetro de espiga de milho (DE) foi superior ao tratamento T3 comparado ao tratamento T1 em 12,30%, respectivamente (Tabela 6).

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grãos por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, município de Toledo/PR, 2019.

TRA	CE	DE	NFGE	NGF	NG	MMG
	cm	mm				g
T1	22,10 b	50,10 b	16,47	33,81 c	556,28 b	293,52 d
T2	23,48 ab	52,14 ab	17,29	34,59 bc	597,96 ab	313,07 cd
T3	25,10 a	56,26 a	18,04	37,73 a	680,69 a	360,73 a
T4	24,02 ab	53,56 ab	17,97	36,27 ab	651,69 ab	333,32 bc
T5	24,17 ab	53,59 ab	17,61	37,59 a	660,72 a	341,79 ab
T6	24,32 a	54,53 ab	17,95	37,42 a	672,11 a	343,20 ab
T7	24,20 ab	54,87 ab	17,76	36,56 ab	648,86 ab	351,98 ab
C.V.	3,82	14,55	16,37	12,33	6,49	13,49
F	4,16**	2,69*	0,97 <sup>ns</sup>	13,24**	4,70**	15,99**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Quanto ao número de grãos por fileira na espiga (NGF) foi superior no tratamento T3, seguidos por T5 e T6, superando em 09,08%, 08,67% e 08,18% o T2 e 11,59%, 11,18% e 10,68% o T1, respectivamente (Tabela 6).

Os valores médios de número total de grãos por espiga (NG) foi superior no tratamento T3, seguidos por T6 e T5, superando 22,36%, 20,82% e 18,77% respectivamente o T1 (Tabela 6).

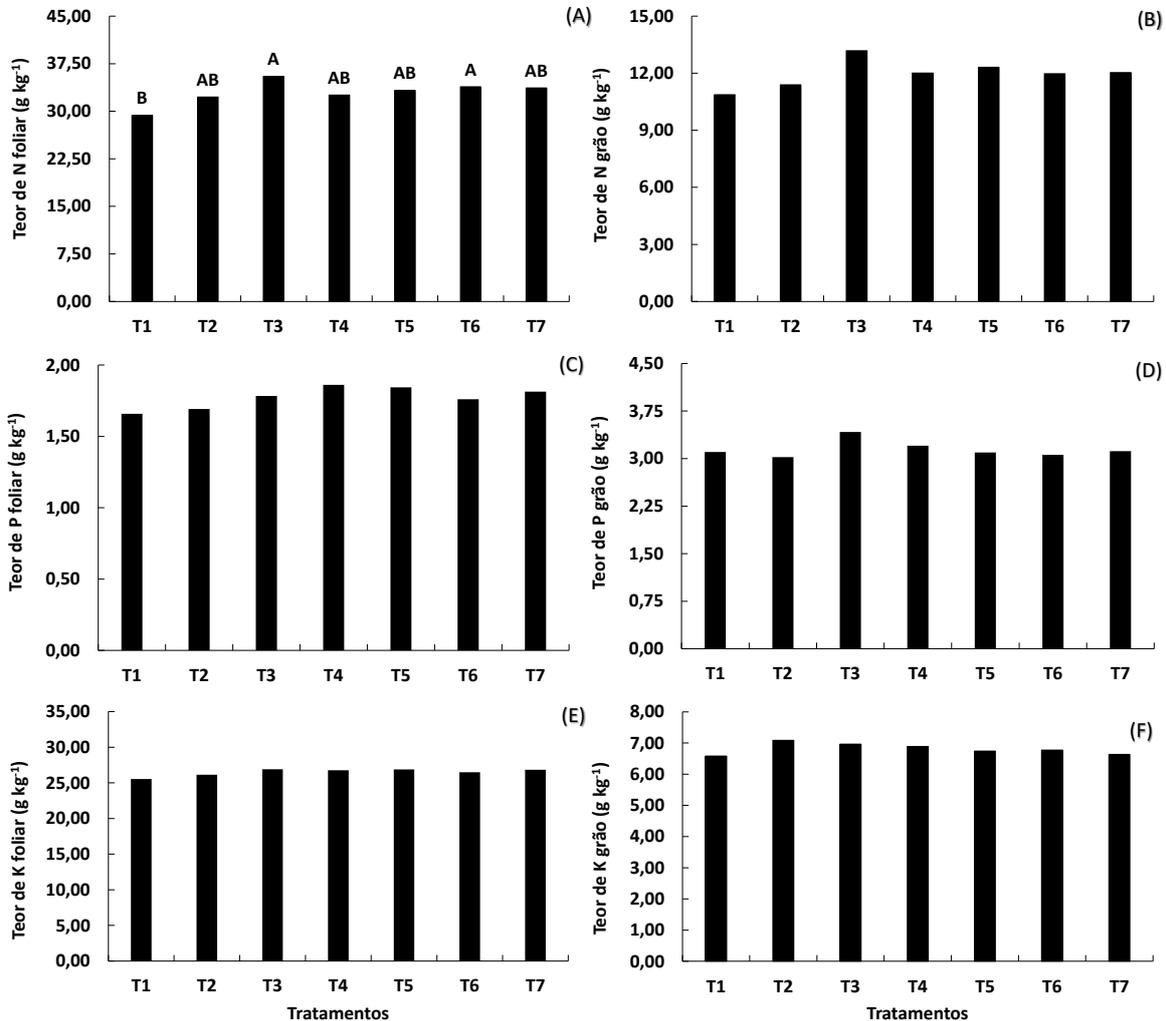
Da mesma forma, a massa de mil grãos (MMG) foi superior no T3, superando em 08,22%, 15,22% e 22,90%, respectivamente comparados aos T4, T2 e T1 (Tabela 6).

Ao avaliar os resultados dos parâmetros nutricionais (teores de N, P e K foliares e de grãos) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas fases vegetativa V10 e reprodutiva; nas condições testadas para o município de Toledo/PR, verificou-se que o teor de nitrogênio foliar (TNF) apresentou efeito significativo em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ). (Figura 2).

O teor de nitrogênio foliar das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH que receberam 100% do fornecimento nutricional de nitrogênio T3, apresentou os maiores valores médios, seguidos pelos tratamentos T6, superando T1 em 20,94% e 15,22% o T1, respectivamente (Figura 2A).

A produtividade apresentou efeito significativo ao observar os dados de sua análise de variância em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 3).

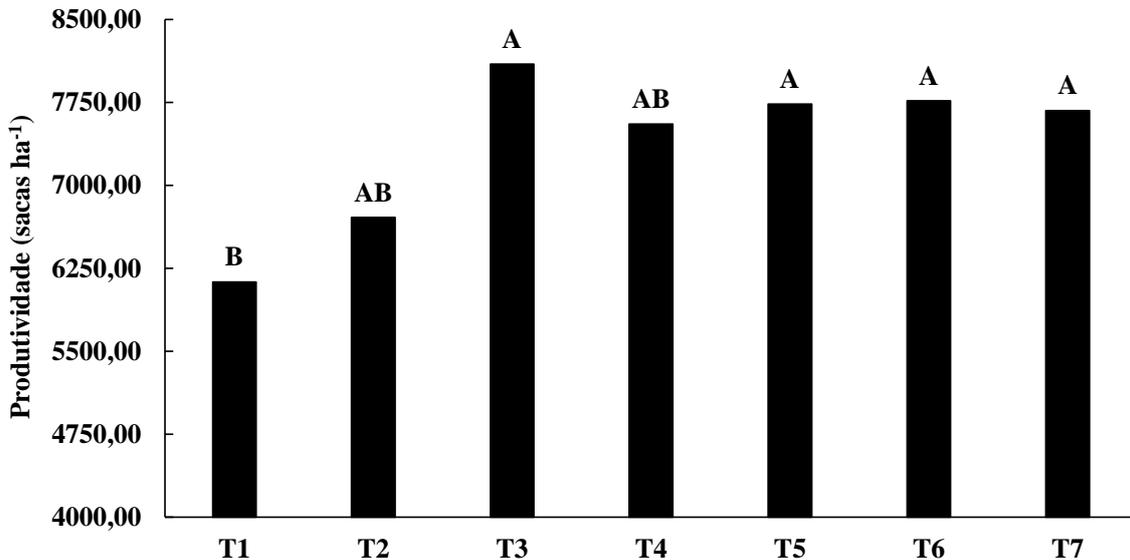
**Figura 2.** Teor nutricional de folha (nitrogênio “A”, fósforo “C” e potássio “E”) e grão (nitrogênio “B”, fósforo “D e potássio “F”), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, inoculadas com *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, no município de Toledo/PR.



Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte Autores.

A produtividade média das plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH no ensaio conduzido no município de Toledo-PR foi superior para o tratamento T3, seguido do tratamento T6, T5 e T7, superando em 16,67%, 13,86%, 13,61% e 13,11% o tratamento controle (T1) Figura 3. Ao analisar o comportamento dos tratamentos que receberam apenas 50% da adubação nitrogenada, nota-se que os tratamentos T4, T5, T6 e T7 apresentaram 6,81%, 8,26%, 8,51 e 7,79% maior comparado ao tratamento T2.

**Figura 3.** Produtividade de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH inoculadas com *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, no município de Toledo/PR.



Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%. CV = 24,94%; DMS = 1139,65; e F cal = 14,01\*\*. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte Autores.

#### Área experimental do município de Toledo/PR (uso do inoculante turfoso)

Ao avaliar os resultados da análise de variância dos dados referentes ao estágio fenológico V10, na fase vegetativa das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, nas condições testadas, obtidos para a área do município de Toledo/PR, verificou-se que a altura da planta (ALT), diâmetro basal do colmo (DCB), massa seca de colmo+bainha (MSCB), e massa seca total (MST) apresentaram efeitos significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 05). A massa seca da folha (MSF) não apresentou alteração significativa (Tabela 7).

O tratamento que recebeu 100% da adubação nitrogenada T3, apresentou os maiores valores médios para a variável (ALT), seguidos pelos tratamentos T7, T6 e T4, superando em 37,57%, 29,95%, 25,46% e 21,93% comparados ao tratamento T1, respectivamente (Tabela 7). Ainda, ao analisar o comportamento dos tratamentos que receberam 50% das doses de fertilizantes, nota-se destaque no incremento do crescimento vegetal do tratamento T2, superando em 18,68% o Tratamento T1.

Em relação ao diâmetro basal do coleto (DC), este demonstrou que os maiores valores foram observados pelo tratamento T3, seguidos dos tratamentos T7 e T6, superando em 5,65%, 5,45% e 4,76%, respectivamente (Tabela 5). O tratamento T3, foi o tratamento que apresentou os maiores valores médios para (MSCB), seguidos pelos tratamentos T6, T5 e T7, superando em 42,65%, 31,17%, 25,64% e 24,02%, respectivamente. A massa seca total das plantas de milho (MST) apresentou os maiores valores médios para o tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T7, T6 e T5, superando em 34,95%, 25,32%, 25,14% e 23,36%, comparados ao tratamento T1 (Tabela 7).

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura da planta (ALT), diâmetro basal do colmo (DBC), massa de matéria seca de folhas (MSF), massa de matéria seca de colmo+bainha (MSCB), massa de matéria seca total (MST) e teor de nitrogênio nas folhas (TEN), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, Município de Toledo/PR, 2019.

TRA	ALT	DBC	MSCB	MSF	MST
	cm	mm	g	g	g
T1	67,29 d	22,74 b	7,41 c	8,90	16,31 b
T2	73,68 cd	23,07 ab	8,57 bc	10,06	18,63 ab
T3	92,64 a	24,02 a	10,57 a	11,43	22,01 a
T4	82,05 abc	23,67 ab	8,67 bc	10,65	19,33 ab
T5	79,07 bcd	23,60 ab	9,31 ab	10,81	20,12 a
T6	84,42 abc	23,81 a	9,72 ab	10,69	20,41 a
T7	87,44 ab	23,98 a	9,19 ab	11,25	20,44 a
C.V.	16,96	11,85	7,74	10,04	17,40
F	9,14**	4,84**	8,02**	2,58 <sup>ns</sup>	6,11**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte Autores.

Para os componentes da produção, diâmetro de espiga (DE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grão por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), apresentaram efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 08). O comprimento de espiga (CE) apresentou efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 06). No entanto, o número de fileiras de grãos por espiga (NFG) não foi significativo ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 8).

**Tabela 8.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grãos por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, município de Toledo/PR, 2019.

TRA	CE	DE	NFGE	NGF	NG	MMG
	cm	mm				g
T1	19,05 b	47,73 c	17,10	29,30 c	500,68 c	310,30 b
T2	20,01 ab	49,30 bc	17,40	32,41 b	563,75 b	351,74 a
T3	21,32 a	53,68 a	17,49	36,91 a	645,65 a	362,93 a
T4	20,40 ab	50,67 abc	17,54	34,88 ab	611,85 ab	357,65 a
T5	20,15 ab	51,00 ab	17,43	34,37 ab	599,11 ab	367,69 a
T6	20,89 a	51,98 ab	17,48	35,20 ab	614,98 ab	362,45 a
T7	21,04 a	52,12 ab	17,61	35,03 ab	617,20 ab	355,50 a
C.V.	13,77	12,67	1,7	13,63	13,95	13,56
F	3,97*	8,33**	1,79 <sup>ns</sup>	16,00**	16,49**	9,53**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O maior comprimento médio de espiga de milho (CE) foi observado no tratamento T3 seguido por T7 e T6, superando T1 em 11,92%, 10,45% e 9,66%, respectivamente (Tabela 8). O maior diâmetro de espiga de milho (DE) foi superior ao tratamento T3, superando em 49,30% e 47,73% os tratamentos T2 e T1, respectivamente. Quanto ao número de grãos por fileira na espiga (NGF) foi superior no tratamento T3, superando em 25,97% e 13,88%, os tratamentos T1 e T2, respectivamente (Tabela 8).

O número total de grãos por espiga (NG) foi superior no tratamento T3, superando em 14,53% e 28,95%, respectivamente o T1 (Tabela 8). Da mesma forma, a massa de mil grãos (MMG) foi superior no T3, seguidos pelos tratamentos T5, T6, T4, T7 e T2, superando em 18,50%, 16,96%, 16,81% 15,26%, 14,57% E 13,35%, respectivamente (Tabela 8).

Ao avaliar os resultados dos parâmetros nutricionais (teores de N, P e K foliares e de grãos) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas fases vegetativa V10 e reprodutiva, nas condições testadas para o município de Toledo/PR, foi possível verificar que os parâmetros: teor de nitrogênio foliar (TNF); teor de fósforo foliar (TPF) e teor de fósforo no grão (TNG), apresentando o efeito significativo em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 4). Já o parâmetro teor de potássio no grão (TKG), apresentando o efeito significativo em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 4). Os parâmetros teor de potássio na folha (TKF) e teor de nitrogênio foliar (TNG, não apresentaram o efeito significativo em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 4).

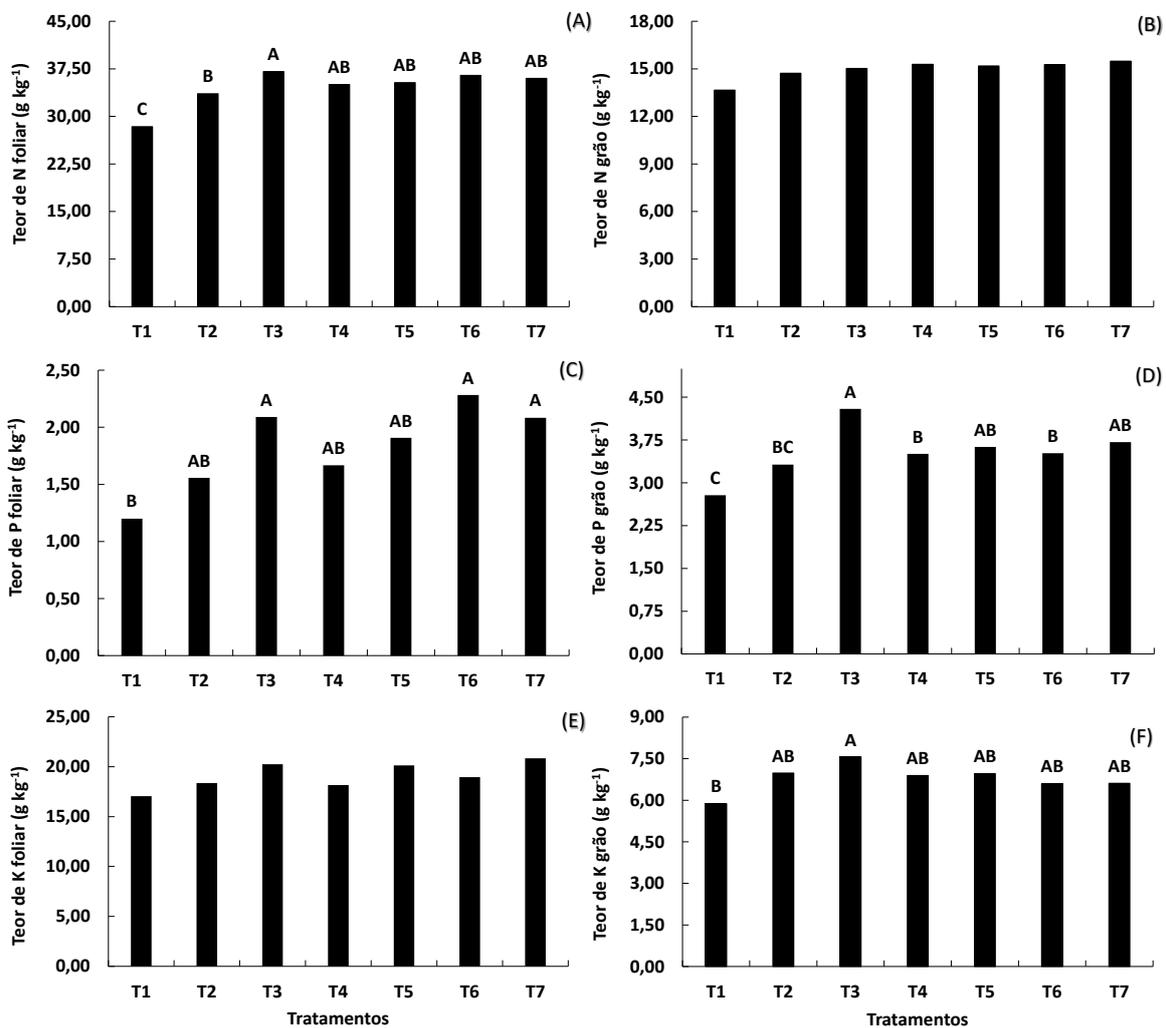
O teor de nitrogênio foliar das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH que receberam 100% do fornecimento nutricional de nitrogênio T3, apresentou os maiores valores médios, superando T2 em 33,57% e 28,40% o T1, respectivamente (Figura 4A).

O tratamento T6 apresentou os maiores valores médios para o teor de fósforo foliar de milho, seguidos pelos tratamentos T3 e T7, superando em 90,00%, 74,17% e 73,33% o tratamento T1, respectivamente (Figura 4C).

O teor de fósforo no grão de milho (TPG) foi maior no tratamento T3, superando em 21,88%, 22,22%, 29,22% e 54,32% os tratamentos T6, T4, T2 e T1, respectivamente (Figura 4D). Já o maior nível do teor de potássio no grão de milho foi observado pelo tratamento T3 superando em 28,57% o tratamento T1 (Figura 4F).

A produtividade apresentou efeito significativo ao observar os dados de sua análise de variância em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 5).

**Figura 4.** Teor nutricional de folha (nitrogênio “A”, fósforo “C” e potássio “E”) e grão (nitrogênio “B”, fósforo “D” e potássio “F”), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, cujas sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, no município de Toledo/PR.

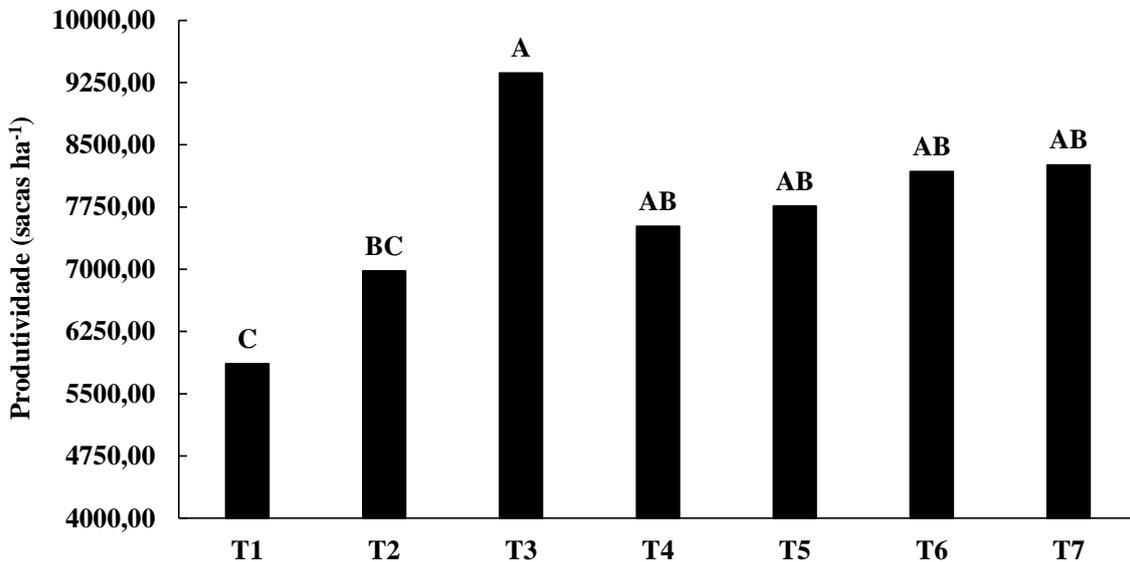


Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

A produtividade média das plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH no ensaio conduzido no município de Toledo-PR foi superior para o tratamento T3, superando em 34,21% e 59,76% os tratamentos T2 e T1, respectivamente (Figura 5). Ao analisar o comportamento dos tratamentos que receberam apenas 50% da adubação nitrogenada, nota-se que os

tratamentos T4, T5, T6 e T7 apresentaram mais de 8, 13, 19 e 21 sacas de milho a mais quando comparados aos tratamentos que recebeu a mesma concentração de fertilizantes, mas não receberam inoculação T2, respectivamente (Figura 5).

**Figura 5.** Produtividade de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, cujas sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, no município de Toledo/PR.



Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%. CV = 24,94%; DMS = 1139,65; e F cal = 14,01<sup>\*\*</sup>. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

#### Área experimental no município de Palotina/PR (uso do inoculante líquido)

Ao avaliar os resultados da análise de variância dos dados referentes ao estágio fenológico V10 na fase vegetativa das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas condições testadas, obtidos para a área do município de Palotina/PR, verifica-se que a altura da planta (ALT); massa seca de colmo+bainha (MSCB); massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) apresentaram efeitos significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 9).

**Tabela 9.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura da planta (ALT), diâmetro basal do colmo (DCB), massa de matéria seca de folhas (MSF), massa de matéria seca de colmo+bainha (MSCB), massa de matéria seca total (MST), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, município de Palotina/PR, 2019.

TRA	ALT	DCB	MSCB	MSF	MST
	cm	mm	g	g	G
T1	59,59 b	28,05	5,76 b	5,91 b	11,67 c
T2	74,91 a	29,10	6,68 b	7,49 ab	14,17 bc
T3	85,56 a	30,01	9,49 a	9,90 a	19,39 a
T4	76,09 a	29,65	7,08 b	8,90 a	15,98 ab
T5	78,84 a	29,84	7,13 b	9,16 a	16,29 ab
T6	80,13 a	29,61	7,36 ab	9,93 a	17,29 ab
T7	81,57 a	29,85	7,64 ab	9,74 a	17,38 ab
C.V.	16,61	13,87	12,74	18,84	10,02
F	11,75**	1,42 <sup>ns</sup>	5,97**	7,84**	9,56**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

A maior altura plantas de milho foi observada para no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T7, T6, T5, T4 e T2, superando em 43,58%, 36,89%, 34,47%, 32,30% e 27,69%, respectivamente comparados ao tratamento T1 (Tabela 9). A matéria seca de colmo+bainha (MSCB), foi superior estatisticamente no tratamento T3 superando os tratamentos T1, T2, T4 e T5 em 64,76%, 42,07%, 34,04% e 33,102%, respectivamente (Tabela 9).

O maior valor médio obtido para a massa seca das folhas das plantas de milho (MSF), foi superior no tratamento T6 seguido dos tratamentos T3, T7, T4 e T5, superando em 68,02%, 67,51%, 64,81%, 54,99% e 50,59% o tratamento T1 (Tabela 9). O tratamento T3 foi aquele que apresentou a maior média para a variável massa seca total das plantas de milho (MST) seguidos pelos tratamentos T7, T6, T5 e T4, superando em 66,15%, 48,93%, 48,16%, 39,59% e 36,93% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 9).

Ao avaliar os dados da análise de variância dos componentes da produção de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH no município de Palotina/2019, observa-se que as variáveis número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grão por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG) apresentaram efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 10). Já a variável diâmetro de espiga (DE), apresentou diferenças significativas pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Porém, as variáveis comprimento de espiga (CE) e número de fileiras de grãos por espiga (NFGE) não apresentou diferenças entre os tratamentos, na mesma tabela.

Os maiores valores médios obtidos para a variável diâmetro de espiga (DE), foram observados no tratamento T3, superando em 8,26% o tratamento T1 (Tabela 10).

O número de grãos por fileira na espiga (NGF) foi superior no tratamento T7, seguido pelo tratamento T6, superando em 9,73% e 11,36% o tratamento T1 e 6,65% e 8,23% i tratamento T2, respectivamente (Tabela 10). O número total de grãos por espiga (NG) foi superior no T7, superando em 17,44% e 15,71% o tratamento T1 e T2, respectivamente (Tabela 10).

O parâmetro massa de mil grãos (MMG) apresentou o maior valor médio para o tratamento T6 seguidos pelos tratamentos T3 e T6, superando em 13,25%, 12,05% e 11,90% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 10).

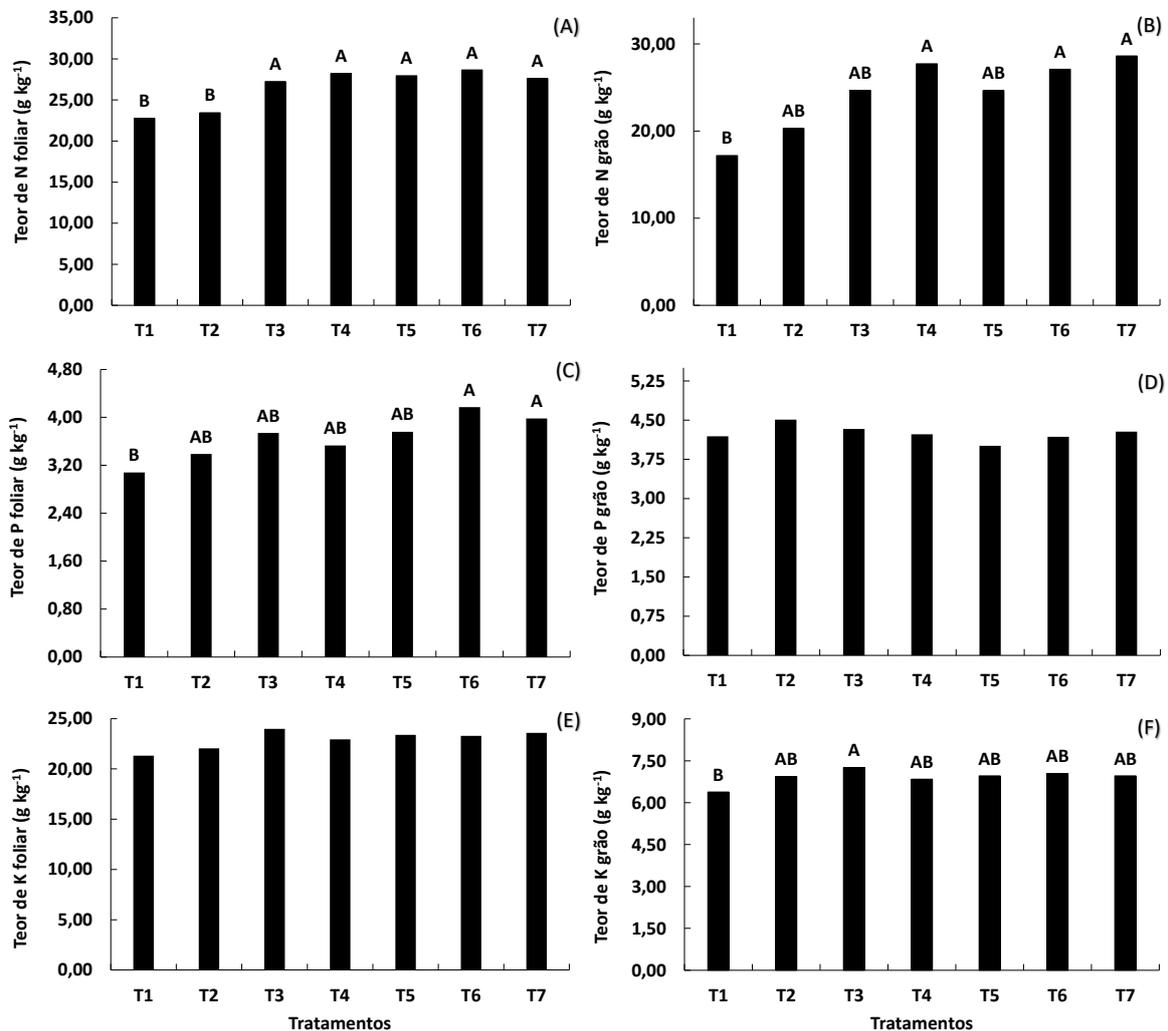
**Tabela 10.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grãos por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de Palotina/PR, 2019.

TRA	CE	DE	NFGE	NGF	NG	MMG
	cm	mm				g
T1	18,68	49,75 b	17,19	35,13 c	603,79 b	329,69 b
T2	19,26	51,81 ab	17,18	35,65 bc	612,82 b	346,98 ab
T3	19,43	53,86 a	18,20	37,09 abc	674,81 ab	354,06 ab
T4	19,56	52,83 ab	17,16	37,79 ab	648,79 ab	369,43 a
T5	18,84	53,65 ab	17,65	37,44 ab	661,13 ab	365,05 ab
T6	19,70	53,43 ab	17,82	38,02 a	677,67 ab	373,38 a
T7	19,38	53,53 ab	18,12	39,12 a	709,10 a	368,91 a
C.V.	14,55	13,18	23,69	16,61	15,33	14,52
F	0,74 <sup>ns</sup>	3,08 <sup>*</sup>	1,92 <sup>ns</sup>	4,10 <sup>**</sup>	4,54 <sup>**</sup>	3,75 <sup>**</sup>

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Ao avaliar o comportamento dos parâmetros nutricionais (N, P e K) foliar e de grão das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas fases vegetativa V10 e reprodutiva, nas condições testadas para o município de Palotina/PR. Verificou-se que as variáveis teor de nitrogênio foliar (TNF), teor de fosforo foliar (TPF), teor de nitrogênio no grão (TNG) e teor de potássio no grão (TKG), apresentaram efeito significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 6).

**Figura 6.** Teor nutricional de folha (nitrogênio “A”, fósforo “C” e potássio “E”) e grão (nitrogênio “B”, fósforo “D e potássio “F”), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH inoculadas com *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, no município de Palotina/PR.



Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Quanto aos teores de potássio foliar (TKF) e fosforo no grão (TPG), estes não apresentaram efeitos significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 6). O teor de nitrogênio foliar das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH do tratamento T6 apresentaram os maiores valores médios, seguidos pelos tratamentos T4, T5, T7 e T3, superando em 22,17%, 20,38%, 19,19%, 17,70% e 16,16 o tratamento T2 e 25,88%, 24,03%, 22,80%, 21,27% e 19,68% o tratamento T1, respectivamente (Figura 6A).

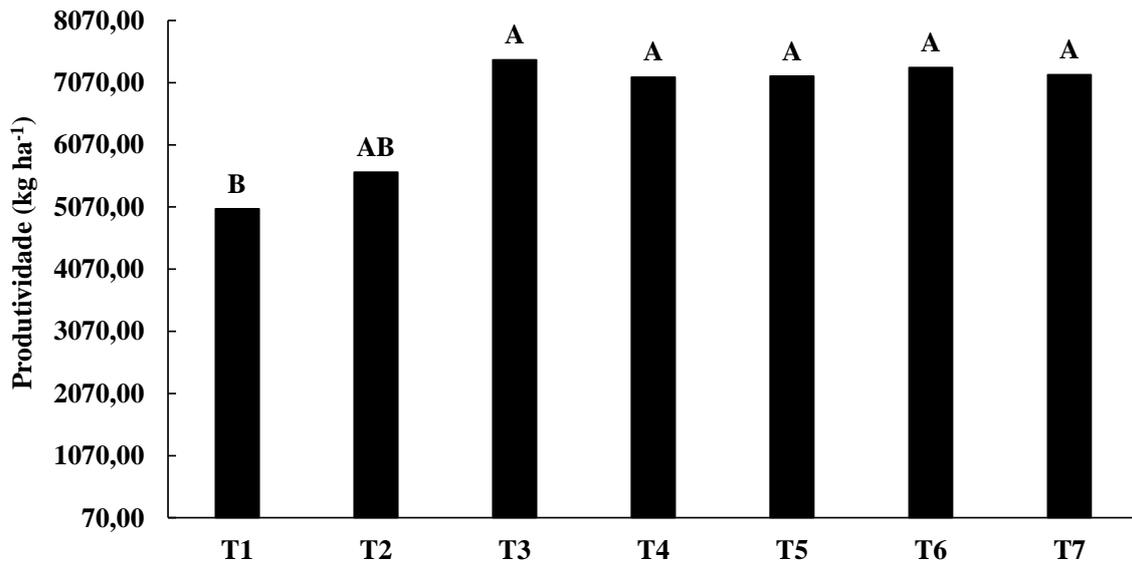
Os valores médios do teor nutricional de nitrogênio no grão de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T7, seguidos pelos tratamentos T4 e T6, superando em 23,23%, 21,40% e 20,12% o tratamento T1 respectivamente (Figura 6B).

O teor nutricional de fosforo foliar de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T6, seguidos de T7, superando em 35,39% e 29,22% o tratamento T1, respectivamente (Figura 6C). Já os teores médios

nutricionais de potássio no grão das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3 superando em 13,79% o tratamento controle, respectivamente (Figura 6F).

A produtividade apresentou efeito significativo ao observar os dados de sua análise de variância em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 7).

**Figura 7.** Produtividade de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH inoculadas com *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, no município de Palotina/PR.



T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O tratamento T3 apresentou o maior valor médio da produtividade da cultura de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH no município de Palotina/PR, seguido dos tratamentos T6, T7, T5 e T4, superando em 21,91%, 20,77%, 19,71%, 19,51% e 19,38% o tratamento T1 (Figura 7).

#### Área experimental no município de Palotina/PR (uso do inoculante turfoso)

Ao avaliar os resultados da análise de variância dos dados referentes ao estágio fenológico V10 na fase vegetativa das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas condições testadas, obtidos para a área do município de Palotina/PR, verifica-se que a altura da planta (ALT); massa seca de colmo+bainha (MSCB); massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) apresentaram efeitos significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 11).

A maior altura (ALT), média de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH foi observada para no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T7, T6, T4 e T5, superando em 32,67%, 30,95%, 26,67%, 26,15% e 22,90% o tratamento T2 e 41,05%, 39,22%, 34,67%, 34,12% e 30,66% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 11).

A matéria seca de colmo+bainha (MSCB), foi superior estatisticamente no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T6, T7, T5 e T4, superando em 44,30%, 34,81%, 34,57%, 29,53% e 26,77% os tratamentos T1 e 71,47%, 60,20%, 59,91%, 53,92% e 50,64% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 11).

**Tabela 11.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura da planta (ALT), diâmetro basal do colmo (DCB), massa de matéria seca de folhas (MSF), massa de matéria seca de colmo+bainha (MSCB), massa de matéria seca total (MST), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, município de Palotina/PR, 2019.

TRA	ALT	DCB	MSCB	MSF	MST
	cm	mm	g	g	g
T1	47,19 b	19,05	7,01 b	7,73 b	14,74 b
T2	50,17 b	19,34	8,33 b	8,58 ab	16,91 b
T3	66,56 a	20,74	12,02 a	10,09 a	22,11 a
T4	63,29 a	19,15	10,56 a	9,66 a	20,22 a
T5	61,66 a	19,69	10,79 a	9,25 ab	20,04 a
T6	63,55 a	19,65	11,23 a	9,72 a	20,95 a
T7	65,70 a	20,62	11,21 a	9,85 a	21,05 a
C.V.	17,81	4,74	8,46	7,80	16,37
F	11,08**	2,11 <sup>ns</sup>	17,64**	5,36**	18,05**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O maior valor médio obtido para a massa seca das folhas das plantas de milho (MSF), foi superior no tratamento T3 seguido dos tratamentos T7, T6 e T4, superando em 30,53%, 27,43%, 25,74% e 24,97% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 11).

O tratamento T3 foi aquele que apresentou a maior média para a variável massa seca total das plantas de milho (MST) seguidos pelos tratamentos T7, T6, T4 e T5, superando em 30,75%, 24,48%, 23,89%, 19,57% e 18,51% o tratamento T2 e 50,00%, 42,81%, 42,13%, 37,18% e 35,96% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 11).

Ao avaliar os dados da análise de variância dos componentes da produção de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH no município de Palotina/PR, 2019, observa-se que as variáveis comprimento de espiga (CE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grão por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG) apresentaram efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 12).

**Tabela 12.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grãos por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de Palotina/PR, 2019.

TRA	CE	DE	NFGE	NGF	NG	MMG
	Cm	mm				g
T1	18,53 d	51,69	17,27	27,96 c	482,43 c	312,66 b
T2	19,16 cd	52,35	17,62	33,31 b	586,72 b	333,14 ab
T3	22,43 a	53,97	17,31	37,26 a	644,89 a	349,17 a
T4	20,91 abc	53,04	17,39	34,77 b	604,51 ab	342,84 a
T5	20,33 bcd	53,08	17,60	35,09 ab	617,57 ab	346,29 a
T6	21,34 ab	53,26	17,55	35,23 ab	618,17 ab	354,15 a
T7	21,68 ab	53,16	17,69	35,49 ab	627,79 ab	347,67 a
C.V.	13,96	4,92	1,88	12,84	13,06	14,52
F	11,56**	2,02 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	37,55**	34,70**	3,75**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Os maiores valores médios obtidos para a variável comprimento de espiga (CE), foram observados no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T6 e T7, superando em 21,05%, 17,00% e 15,16% o tratamento T1 e 17,07%, 13,15% e 11,38% o tratamento T2, respectivamente (Tabela 12).

O número de grãos por fileira na espiga (NGF) foi superior no tratamento T3, superando em 7,16%, 11,86% e 33,26%, os tratamentos T4, T2 e T1, respectivamente. O número total de grãos por espiga (NG) foi superior no T3, superando em 9,91% e 33,68% o tratamento T2 e T1, respectivamente (Tabela 12).

O parâmetro massa de mil grãos (MMG) apresentou o maior valor médio para o tratamento T6, seguidos pelos tratamentos T3, T7, T5 e T4, superando em 13,27%, 11,68%, 11,20%, 10,76% e 9,65% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 12).

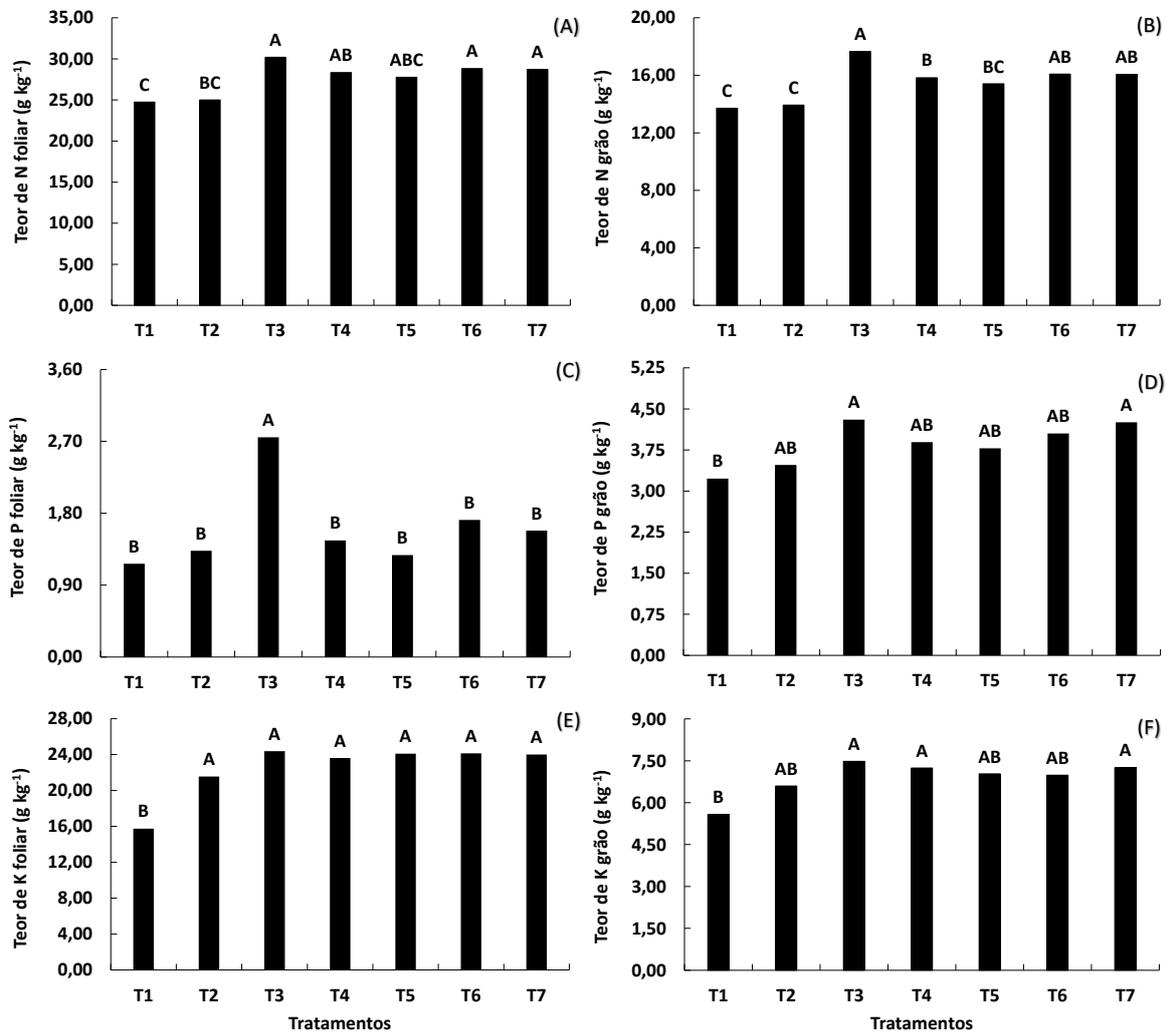
Ao avaliar o comportamento dos parâmetros nutricionais (N, P e K) foliar e de grão das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas fases vegetativa V10 e reprodutiva, nas condições testadas para o município de Palotina/PR. Verificou-se que as variáveis teor de nitrogênio foliar (TNF), teor de fósforo foliar (TPF), teor de potássio foliar (TKP), teor de nitrogênio no grão (TNG), teor de fósforo no grão (TPG) e teor de potássio no grão (TKG), apresentaram efeito significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 8).

O teor de nutricional de nitrogênio foliar das plantas (TNF) de milho híbrido Pioner® 30F53 YH do tratamento T3, seguidos pelos T6 e T7, superando em 20,70%, 15,19% e 14,75% o tratamento T2 e 22,02%, 16,44% e 16,00% o tratamento T1, respectivamente (Figura 8A).

Os valores médios do teor nutricional de nitrogênio no grão (TNG) de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, superando em 11,55%, 14,67%, 26,85% e 28,88% o tratamento T4, T5, T2 e T1, respectivamente (Figura 8B).

O teor nutricional de fosforo foliar (TPF) de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, superando em 59,88%, 74,05%, 88,36%, 106,77%, 114,84% e 135,04% os tratamentos T6, T7, T4, T2, T5 e T1, respectivamente (Figura 8C).

**Figura 8.** Teor nutricional de folha (nitrogênio “A”, fósforo “C” e potássio “E”) e grão (nitrogênio “B”, fósforo “D e potássio “F”), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, cujas sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, no município de Palotina/PR.



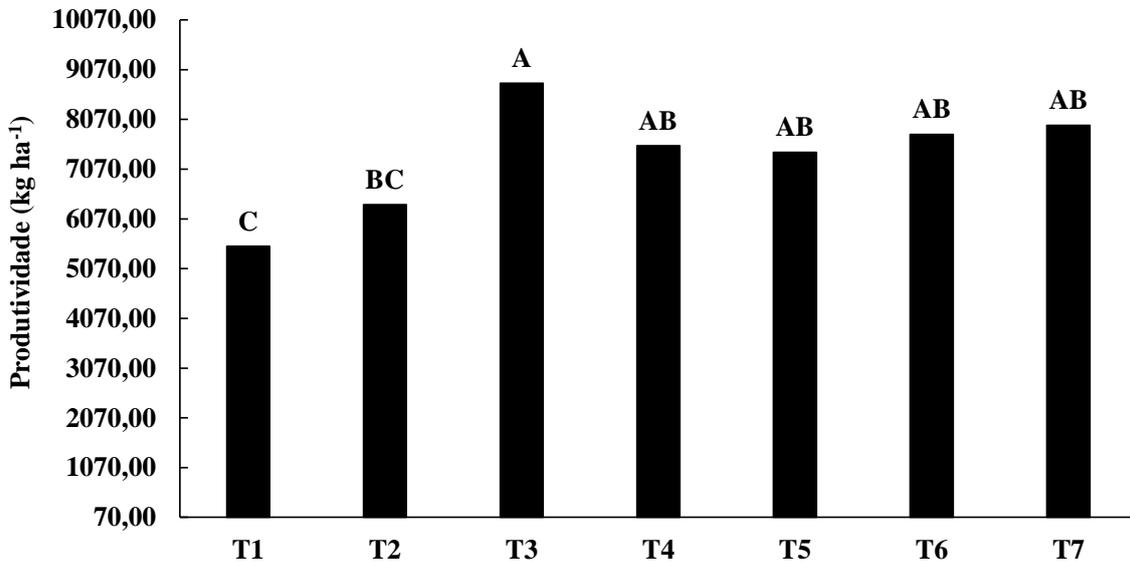
T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O teor nutricional de fósforo no grão (TPG) de milhos híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, seguidos pelo tratamento T7, superando em 33,44% e 31,89% o tratamento T1, respectivamente (Figura 8D).

O teor nutricional de potássio foliar (TKG) de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T6, T5 e T7, superando em 54,73%, 53,27%, 53,02%, 52,44%, 49,90% e 36,83% comparados ao tratamento T1, respectivamente (Figura 8E). Quanto aos teores médios de potássio no grão das plantas (TKG) de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, estes foram maiores no tratamento T3, seguido T7 e T4, superando em 34,05%, 30,11% e 29,75% o tratamento controle, respectivamente (Figura 8F).

A produtividade apresentou efeito significativo ao observar os dados de sua análise de variância em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 9).

**Figura 9.** Produtividade de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, cujas sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, no município de Palotina/PR.



T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O tratamento T3 apresentou o maior valor médio da produtividade da cultura de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH no município de Palotina/PR, superando em 38,43% e 59,44% o tratamento T2 e T1, respectivamente (Figura 9). Ao analisar o comportamento dos tratamentos que receberam apenas 50% da adubação nitrogenada, nota-se que os tratamentos T4, T5, T6 e T7 apresentaram mais de 19, 17, 25 e 26 sacas de milho a mais quando comparados aos tratamentos que recebeu a mesma concentração de fertilizantes que não recebeu inoculação T2, respectivamente (Figura 9).

#### Área experimental no município de São Miguel do Iguçu/PR (usos do inoculante líquido)

Ao avaliar os resultados da análise de variância dos dados referentes ao estágio fenológico V10 na fase vegetativa das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas condições testadas, obtidos para a área do município de São Miguel do Iguçu/PR, verifica-se que a altura da planta (ALT); massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) apresentaram efeitos significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 13). Por outro lado, os parâmetros diâmetro basal do colmo (DCB) e massa seca de colmo+bainha (MSCB), não sofreram influências dos tratamentos testados em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ).

Para a variável (ALT), nota-se que as plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH que receberam o tratamento T3 apresentaram os maiores valores médios seguidos do tratamento T6, superando em 46,56% e 46,29% o tratamento T2 e 63,19% e 62,90% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 13).

A matéria seca de colmo+bainha (MSCB), foi maior no tratamento T3, superando em 114,45% e 66,87% o tratamento T2 e T1, respectivamente. Quanto à massa seca das folhas das plantas de milho (MSF), esta foi maior no tratamento T3, seguido pelos tratamentos T7, superando em 45,92% e 43,83% o tratamento T2 e 52,73% e 50,55% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 13).

O tratamento T3 foi aquele que apresentou a maior média para a variável massa seca total das plantas de milho (MST), seguidos pelos tratamentos T7, T4 e T7, superando em 56,14%, 46,04%, 31,28% e 31,18% o tratamento T2, e 79,71%, 68,08%, 51,09% e 50,98% o tratamento T1, (Tabela 13).

**Tabela 13.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura da planta (ALT), diâmetro basal do colmo (DBC), massa de matéria seca de folhas (MSF), massa de matéria seca de colmo+bainha (MSCB), massa de matéria seca total (MST) e teor de nitrogênio foliar (TEN), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de São Miguel do Iguazu/PR, 2019.

TRA	ALT	DCB	MSCB	MSF	MST
	cm	mm	g	g	G
T1	54,63 d	26,44	7,82 c	10,07 c	17,89 d
T2	60,83 cd	27,16	10,05 bc	10,54 bc	20,59 cd
T3	89,15 a	28,01	16,77 a	15,38 a	32,15 a
T4	85,63 ab	27,63	12,77 abc	14,27 ab	27,03 ab
T5	67,99 bcd	27,90	12,00 abc	12,14 abc	24,14 bc
T6	88,99 a	27,45	13,33 ab	13,77 abc	27,01 ab
T7	74,56 abc	28,14	14,91 ab	15,16 a	30,07 a
C.V.	10,24	19,38	17,07	12,97	9,48
F	13,41**	0,50 <sup>ns</sup>	7,74 <sup>ns</sup>	6,49**	17,46**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3 -100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Ao avaliar os dados da análise de variância dos componentes da produção de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH no município de São Miguel do Iguazu/2019, observa-se que as variáveis comprimento de espiga (CE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grão por espiga (NG), apresentaram efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 14). Já a variável massa de mil grãos (MMG), apresentou efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 14). No entanto, os parâmetros diâmetro de espiga (DE) e número de fileiras de grãos por espiga (NFG), não apresentaram diferenças significativas pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), conforme a mesma tabela.

Os maiores valores médios obtidos para o comprimento de espiga de milho (CE) foram observados no tratamento T3, superando em 13,66 e 18,44% os tratamentos T2 e T1, respectivamente (Tabela 14).

**Tabela 14.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grãos por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de São Miguel do Iguçu/PR, 2019.

TRA	CE	DE	NFGE	NGF	NG	MMG
	cm	mm				g
T1	19,25 c	49,72 b	16,17	29,66 c	509,22 c	322,64 b
T2	20,06 bc	51,33 ab	16,68	32,75 b	546,31 bc	342,16 ab
T3	22,80 a	53,47 a	17,32	36,06 a	660,62 a	371,08 a
T4	20,95 abc	52,51 a	17,30	34,68 ab	599,83 ab	349,32 ab
T5	20,86 abc	52,39 ab	17,22	34,26 ab	590,09 abc	355,99 ab
T6	21,62 ab	52,92 a	17,23	35,10 ab	604,69 ab	358,67 ab
T7	21,26 abc	52,61 a	18,02	35,36 a	637,19 a	360,88 ab
C.V.	14,68	12,26	14,98	13,27	15,91	5,22
F	5,32**	4,49**	1,48 <sup>ns</sup>	16,22**	8,35**	2,91*

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

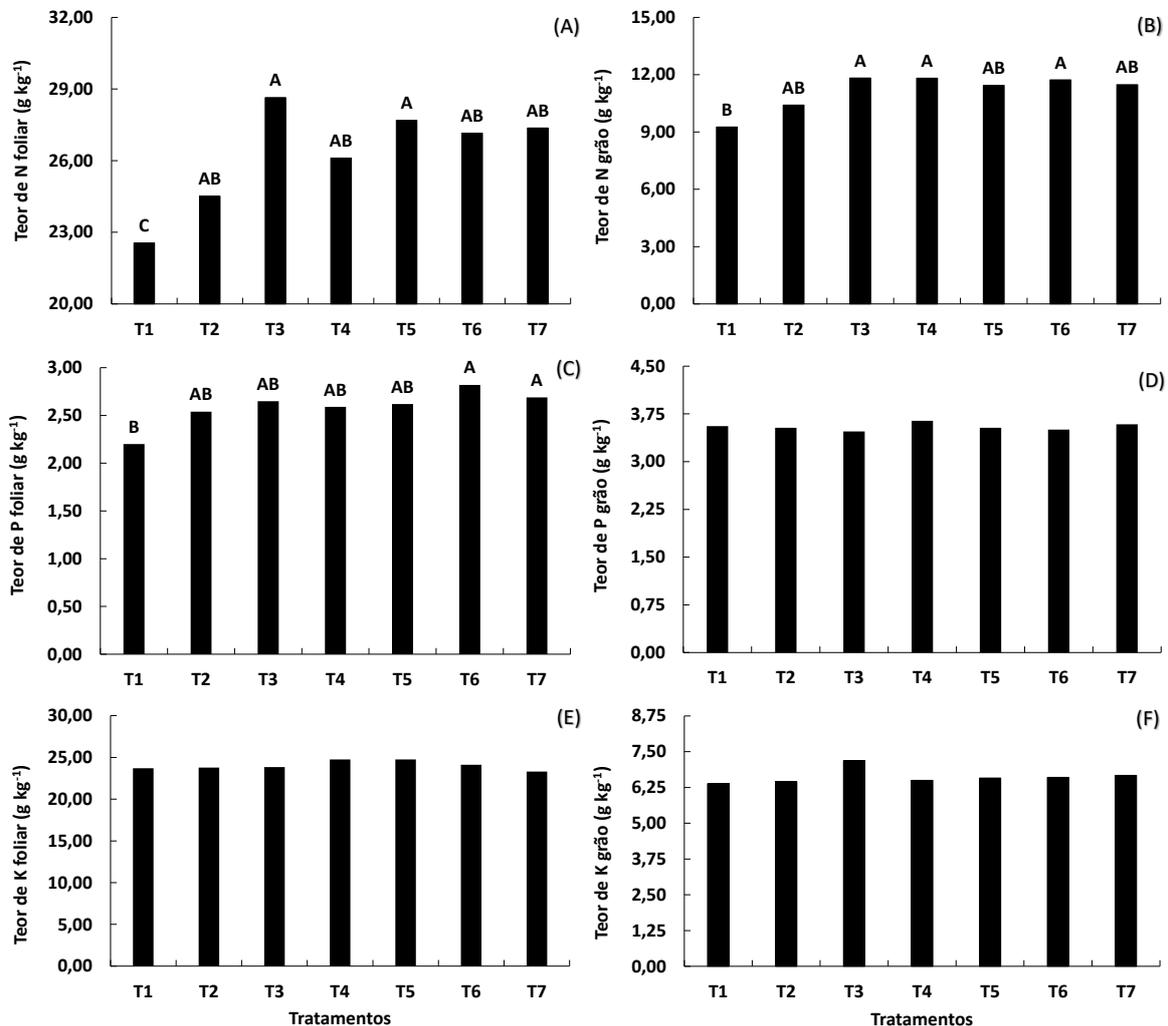
Para o diâmetro de espiga (DE) os maiores valores foram obtidos no tratamento T3, seguido pelo tratamento T6, T7 e T4, superando em 7,54%, 6,44%, 5,81% e 5,61% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 14).

Quanto ao número de grãos por fileira na espiga (NGF) foi observado maiores valores médios no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T7, superando em 10,11% e 7,97% o tratamento T2 e 21,58% e 19,22% o tratamento T1, respectivamente. Da mesma forma, o número total de grãos por espiga (NG), seguido por T7, superando em 20,92% e 16,64%, o tratamento T2 e 29,73% e 25,13% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 14).

A massa de mil grãos (MMG) foi superior no tratamento T3, superando em 15,01% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 14).

Ao avaliar o comportamento dos parâmetros nutricionais (N, P e K foliar e de grão) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas fases vegetativa V10 e reprodutiva, nas condições testadas para o município de São Miguel do Iguçu/PR. Verificou-se que o Teor de nitrogênio foliar (TNF) e o teor fosforo foliar (TPF), apresentaram efeito significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 6). O teor de nitrogênio de grão (TNG), apresentaram efeito significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 6). Já as demais variáveis não apresentaram diferenças significativas (Figura 10).

**Figura 10.** Teor nutricional de folha (nitrogênio “A”, fósforo “C” e potássio “E”) e grão (nitrogênio “B”, fósforo “D e potássio “F”), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, inoculadas com *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, no município de São Miguel do Iguaçu/PR.



Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O teor de nutricional de nitrogênio foliar das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foi maior no tratamento T3, seguido de T5, superando em 27,00% e 22,79% o tratamento T1, respectivamente (Figura 10A).

O teor de nutricional de nitrogênio no grão das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foi superior no tratamento T3, seguidos de T4 e T6, superando em 27,75%, 27,65% e 26,67% o tratamento T1, respectivamente (Figura 10B).

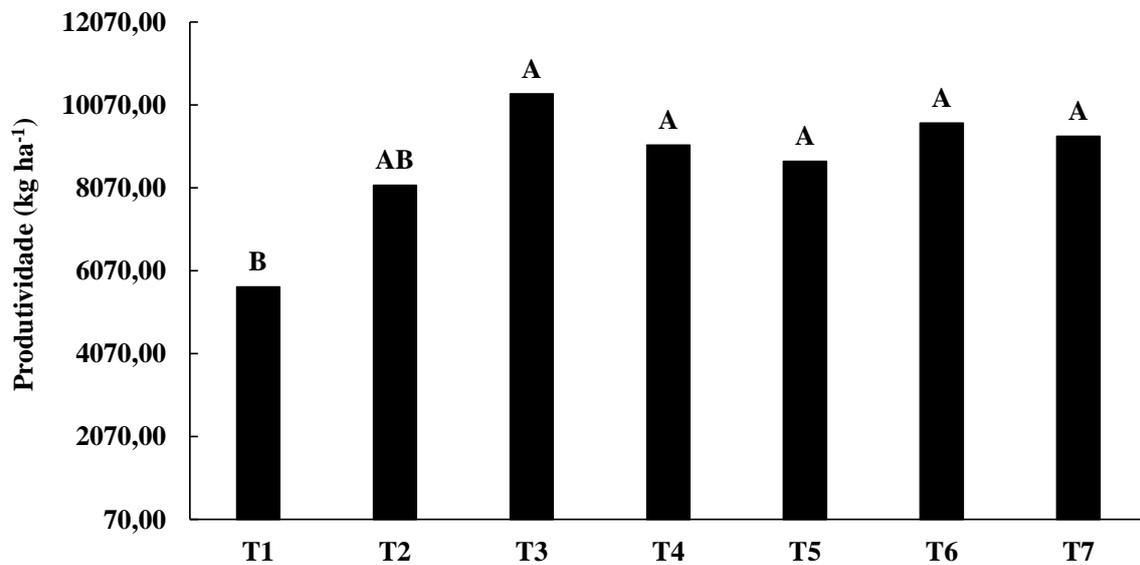
O teor nutricional de fosforo foliar de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T6 e T3, superando em 28,18% e 20,45% o tratamento T1, respectivamente (Figura 10C).

A produtividade apresentou efeito significativo ao observar os dados de sua análise de variância em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 11).

O tratamento que recebeu 100% da adubação nitrogenada T3, apresentou os maiores valores médios, seguidos pelos tratamentos T6, T7, T4 e T5, superando em 81,89%, 69,56%, 63,87%, 60,20% e 53,24% comparados ao tratamento T1, respectivamente (Figura 11).

O fornecimento de 50% da fertilização nitrogenada associada a 150 mL de inoculante na semente de milho (T6), possibilitou incremento de mais de 25 sacas comparados ao tratamento que recebeu a mesma concentração da adubação nitrogenada. Já os tratamentos T3, T4 e T5 superaram o tratamento T2 em mais de 19, 16 e 9 sacas de milho respectivamente (Figura 11).

**Figura 11.** Produtividade de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH inoculadas com *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, no município de São Miguel do Iguçu/PR.



Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. CV = 20,66%; DMS = 969,34; e F cal = 21,35. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

#### Área experimental no município de São Miguel do Iguçu/PR (uso do inoculante turfoso)

Ao avaliar os resultados da análise de variância dos dados referentes ao estágio fenológico V10 na fase vegetativa das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas condições testadas, obtidos para a área do município de São Miguel do Iguçu/PR, verifica-se que a altura da planta (ALT), massa seca de colmo+bainha (MSCB), massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) apresentaram efeitos significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 15). Por outro lado, o parâmetro diâmetro basal do colmo (DCB), apresentou efeito significativo em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ).

Para a variável (ALT), nota-se que as plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH que receberam o tratamento T3 apresentaram os maiores valores médios, superando em 17,05%, 20,02%, 42,05% e 42,07% os tratamentos T4, T5, T2 e T1, respectivamente (Tabela 15).

O maior valor médio do diâmetro basal (DBC) foi observado no tratamento T3, superando em 12,66% o tratamento T1. Quanto à matéria seca de colmo+bainha (MSCB), foi maior no tratamento T3, superando em 31,19% e 53,66% os tratamentos T2 e T1, respectivamente (Tabela 15).

A massa seca das folhas das plantas de milho (MSF), foi maior no tratamento T3, seguido pelos tratamentos T4, T6, T7 e T5, superando em 36,55%, 31,21%, 31,12%, 30,37% e 26,62% o tratamento T2 e 59,06%, 52,84%, 52,73%, 51,86% e 47,49% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 15).

O tratamento T3 foi aquele que apresentou a maior média para a variável massa seca total das plantas de milho (MST), seguidos pelos tratamentos T7, T6, T4 e T5, superando em 33,84%, 28,13%, 26,69%, 23,12% e 18,90% o tratamento T2 e 56,34%, 49,67%, 47,99%, 43,82% e 38,88% o tratamento T1, (Tabela 15).

**Tabela 15.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura da planta (ALT), diâmetro basal do colmo (DBC), massa de matéria seca de folhas (MSF), massa de matéria seca de colmo+bainha (MSCB), massa de matéria seca total (MST) e teor de nitrogênio foliar (TEN), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de São Miguel do Iguçu/PR, 2019.

TRA	ALT	DCB	MSCB	MSF	MST
	cm	mm	g	g	g
T1	63,92 d	30,02 b	9,28 c	9,16 b	18,44 b
T2	63,93 d	31,52 ab	10,87 bc	10,67 b	21,54 b
T3	90,81 a	33,82 ab	14,26 a	14,57 a	28,83 a
T4	77,58 bc	31,26 a	12,51 ab	14,01 a	26,52 a
T5	75,66 c	31,37 ab	12,10 abc	13,51 a	25,61 a
T6	85,53 ab	31,17 ab	13,30 ab	13,99 a	27,29 a
T7	84,44 abc	32,06 ab	13,70 ab	13,91 a	27,60 a
C.V.	5,44	13,75	10,49	17,67	5,89
F	24,85**	3,80*	7,24**	17,56**	25,67**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Ao avaliar os dados da análise de variância dos componentes da produção de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH no município de São Miguel do Iguçu/2019, observa-se que as variáveis diâmetro de espiga (DE), número de grãos por fileira na espiga (NGF) e número total de grão por espiga (NG), apresentaram efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 10). Já a variável massa de mil grãos (MMG), apresentou efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 16).

Para o diâmetro de espiga (DE) os maiores valores foram obtidos no tratamento T3, superando em 6,75% o tratamento T1, respectivamente. Ainda na tabela 16, ao analisar o número de grãos por fileira na espiga (NGF) foi observado maiores valores médios no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T7, T6 e T5, superando em 12,75%, 9,12%, 8,25% e 7,54% o tratamento T2 e 35,43%, 31,07%, 30,03% e 29,17% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 16).

**Tabela 16.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grãos por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de São Miguel do Iguaçu/PR, 2019.

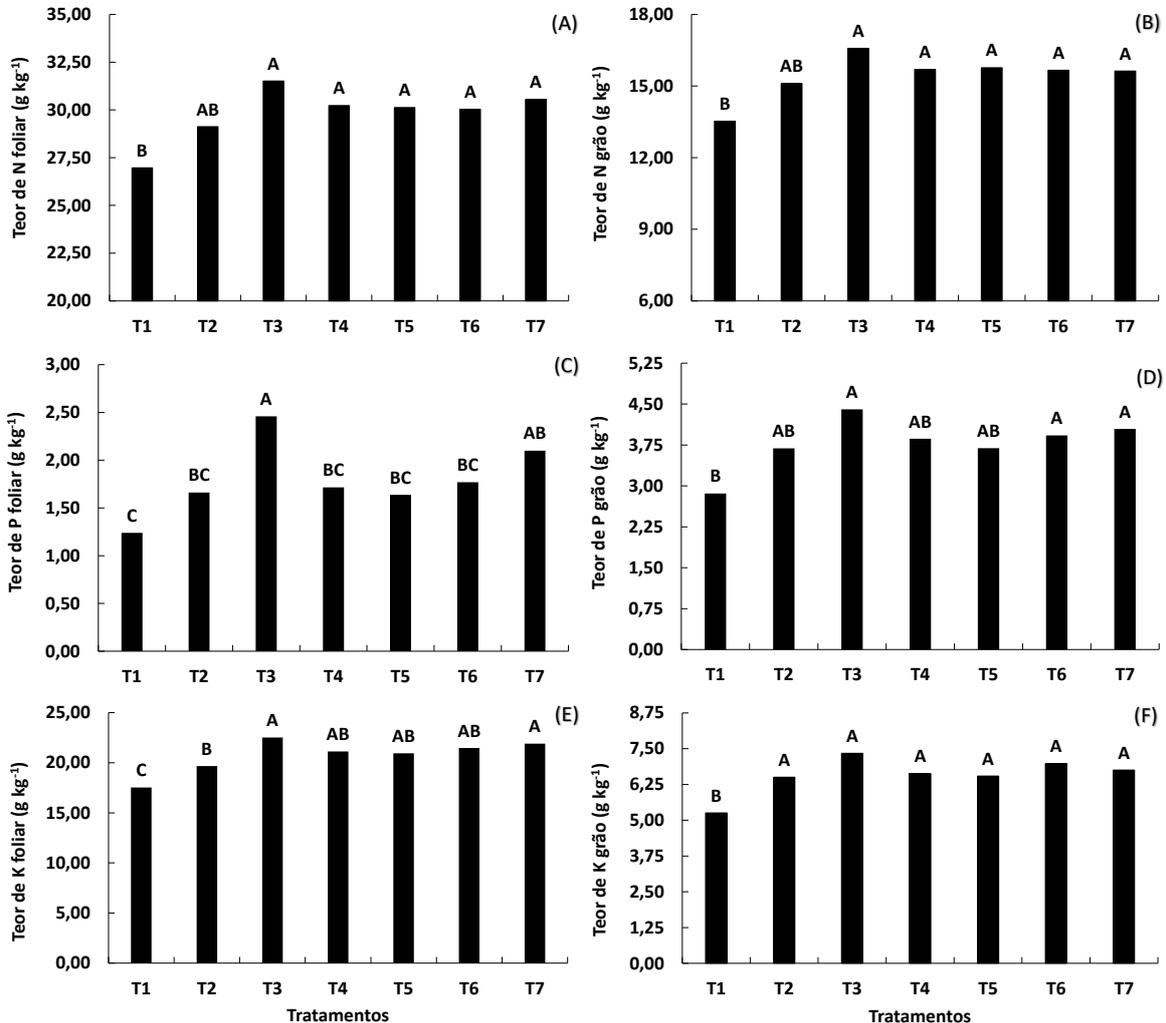
TRA	CE	DE	NFGE	NGF	NG	MMG
	cm	mm				g
T1	20,04	51,67 b	16,86	27,94 c	470,70 c	311,70 b
T2	20,98	52,84 ab	17,04	33,56 b	572,04 b	319,94 b
T3	22,07	55,16 a	17,44	37,84 a	659,85 a	355,52 a
T4	21,01	53,22 ab	17,35	35,50 ab	615,90 ab	348,25 a
T5	21,18	52,81 ab	17,11	36,09 a	617,12 ab	336,68 ab
T6	20,73	53,54 ab	17,67	36,33 a	641,64 ab	354,01 a
T7	21,46	53,75 ab	17,52	36,62 a	641,75 a	352,09 a
C.V.	6,86	2,21	14,14	12,88	4,95	5,22
F	1,49 <sup>ns</sup>	3,27 <sup>**</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	43,34 <sup>**</sup>	18,80 <sup>**</sup>	2,91 <sup>*</sup>

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Da mesma forma, o número total de grãos por espiga (NG), foi maior no tratamento T3 seguido por T7, superando em 15,35% e 12,19% o tratamento T2 e 40,18% e 36,34% o tratamento T1, respectivamente. A massa de mil grãos (MMG) foi superior no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T4, T6 e T7, superando em 11,12%, 10,65%, 10,05% e 8,85% o tratamento T2 e 14,06%, 13,57%, 12,96% e 11,73% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 16).

Ao avaliar os parâmetros nutricionais (N, P e K foliar e de grão) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas fases vegetativa V10 e reprodutiva, nas condições testadas para o município de São Miguel do Iguaçu/PR, verificou-se que o teor de nitrogênio foliar (TNF), teor de fósforo foliar (TPF), teor de potássio foliar (TKP), teor de nitrogênio no grão (TNG), teor de fósforo no grão (TPG) e teor de potássio no grão (TKG), apresentaram efeito significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 12).

**Figura 12.** Teor nutricional de folha (nitrogênio “A”, fósforo “C” e potássio “E”) e grão (nitrogênio “B”, fósforo “D” e potássio “F”), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, cujas sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, no município de São Miguel do Iguçu/PR.



T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O teor de nutricional de nitrogênio foliar (TNF) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foi maior no tratamento T3, seguido de T7, T4, T5 e T6, superando em 16,83%, 13,27%, 12,09%, 11,68% e 11,35% o tratamento T1, respectivamente (Figura 12A).

O teor de nitrogênio no grão (TNG) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foi superior no tratamento T3, seguidos de T5, T4, T6 e T7, superando em 22,54%, 16,56%, 16,04%, 15,82% e 15,52% o tratamento T1, respectivamente (Figura 12B).

O teor de fosforo foliar (TPF) de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, seguido pelo tratamento T7, superando em (38,98%, 43,02%, 48,19%, 50,00% e 98,39%), e (18,64%, 22,09%, 26,51%, 28,05% e 69,35%), os tratamentos T6, T4, T2, T5 e tratamento T1, respectivamente (Figura 12C).

O teor nutricional de fósforo no grão (TPG) de plantas de milho híbrido Pioneer® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, seguido pelo tratamento T7 e T6, superando em 53,85%, 41,61% e 37,41% o tratamento T1, respectivamente (Figura 12D).

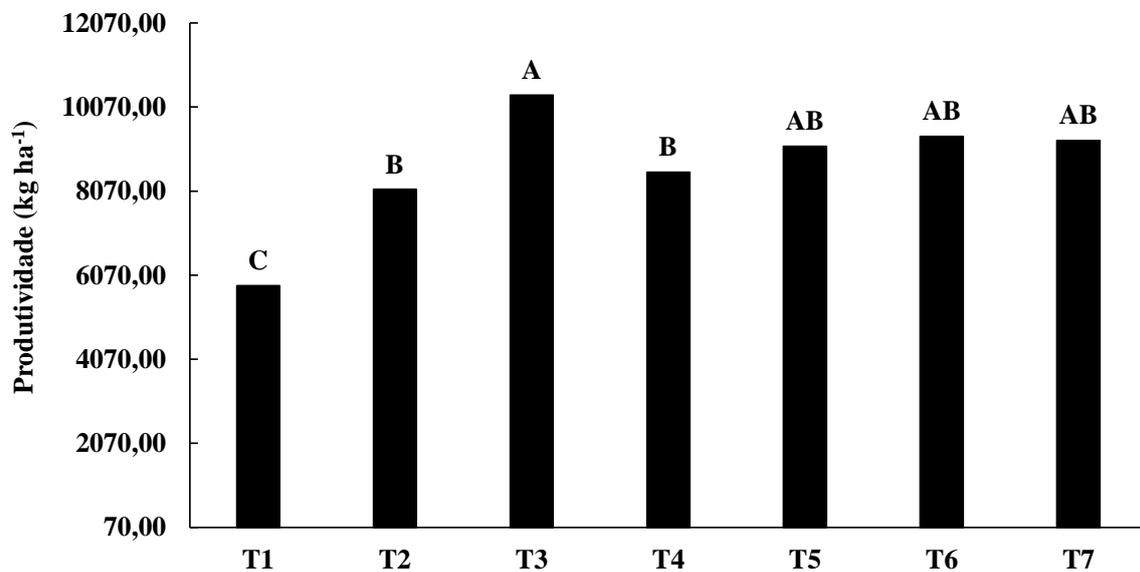
O teor de potássio foliar (TKF) de plantas de milho híbrido Pioneer® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, seguido pelo tratamento T7, superando em 14,55% e 11,39% o tratamento T2 e 28,54% e 25,00% o tratamento T1, respectivamente (Figura 12E).

O teor de potássio no grão (TKG) de plantas de milho híbrido Pioneer® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, seguido pelo tratamento T6, T7, T4, T5 e T2, superando em 39,54%, 32,51%, 28,52%, 26,05%, 24,52% e 23,76% o tratamento T1, respectivamente (Figura 13F).

A produtividade apresentou efeito significativo ao observar os dados de sua análise de variância em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 13).

O tratamento que recebeu 100% da adubação nitrogenada T3, apresentou os maiores valores médios, superando em 8,88%, 14,35% e 59,45% os tratamentos T4, T2 e T1, respectivamente (Figura 13). Ao analisar o comportamento dos tratamentos que receberam apenas 50% da adubação nitrogenada, nota-se que os tratamentos T4, T5, T6 e T7 apresentaram mais de 6, 17, 20 e 19 sacas de milho a mais quando comparados aos tratamentos que recebeu a mesma concentração de fertilizante mas não receberam inoculação T2, respectivamente (Figura 13).

**Figura 13.** Produtividade de plantas de milho híbrido cultivar Pioneer® 30F53 YH, cujas sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, no município de São Miguel do Iguçu/PR.



T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

#### Área experimental no município de Cascavel/PR (uso do inoculante líquido)

Ao avaliar os resultados da análise de variância dos dados referentes ao estágio fenológico V10 na fase vegetativa das plantas de milho híbrido Pioneer® 30F53 YH nas condições testadas, obtidos para a área do município de Cascavel/PR, verifica-se que a altura da planta (ALT); massa seca de colmo+bainha (MSCB); massa seca da folha (MSF) e massa seca total

(MST) apresentaram efeitos significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 17). Já o tratamento diâmetro basal do colmo (DCB) não apresentou diferenças significativas nas condições testadas (Tabela 17).

A variável (ALT) das plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH na cidade de Cascavel/PR apresentou maior incremento para o tratamento T3, seguido pelos tratamentos T7, T4 e T5, superando em 48,79%, 37,39%, 36,69% e 32,80% comparado ao tratamento T2, e 90,81%, 76,20%, 75,29% e 70,31% ao tratamento T1, respectivamente (Tabela 17).

A matéria seca de colmo+bainha (MSCB) foi maior no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T6, T7, T5 e T4, superando em 77,49%, 71,02%, 70,52%, 63,68% e 56,47% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 17).

**Tabela 17.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura da planta (ALT), diâmetro basal do colmo (DBC), massa de matéria seca de folhas (MSF), massa de matéria seca de colmo+bainha (MSCB), massa de matéria seca total (MST) e teor de nitrogênio (TEN), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de Cascavel/PR, 2019.

TRA	ALT	DCB	MSCB	MSF	MST
	cm	mm	G	g	G
T1	40,79 c	25,65	8,04 b	10,22 b	18,25 c
T2	52,31 bc	25,87	10,61 ab	11,64 ab	22,25 bc
T3	77,83 a	25,89	14,27 a	15,39 a	29,66 a
T4	71,50 a	26,24	12,58 a	13,29 ab	25,87 ab
T5	69,41 a	26,53	13,16 a	12,75 ab	25,91 ab
T6	52,31 ab	26,33	13,75 a	13,98 ab	27,73 a
T7	71,87 a	26,67	13,71 a	14,45 a	28,15 a
C.V.	11,23	13,70	13,85	12,92	19,7
F	13,05**	0,58 <sup>ns</sup>	6,86**	4,28**	23,38**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

A massa seca das folhas das plantas de milho (MSF), foi superior no tratamento T3 seguido do tratamento T7, superando em 50,59% e 41,39% o tratamento T1. Também, para a massa seca total (MST), apresentou o tratamento T3 com o maior incremento de matéria seguidos dos tratamentos T7 e T6, superando em 33,30%, 26,52% e 24,63% o tratamento T2, e 62,52% 54,25% e 51,95% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 17).

Ao avaliar os dados da análise de variância dos componentes da produção de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH no município de Cascavel/2019, observa-se que as variáveis número de fileiras de grãos por espiga (NFG), número total de grão por espiga (NG), e massa de 1000 grãos apresentaram efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 18). A variável comprimento de espiga (CE), apresentou efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ). Por outro lado, as variáveis diâmetro de espiga (DE) e número de fileiras de grãos por espiga (NFG), não diferenciaram significativas pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 18.** Resumo da análise de variância e médias para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grãos por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de Cascavel/PR, 2019.

TRA	CE	DE	NFGE	NGF	NG	MMG
	cm	mm				g
T1	16,08 b	50,09	16,65	27,13 c	451,37 c	309,41 b
T2	18,99 ab	51,32	16,63	30,30 b	503,81 b	353,94 ab
T3	20,41 a	50,33	17,60	33,33 a	586,66 a	355,81 a
T4	18,66 ab	51,31	17,21	32,40 ab	557,60 a	356,99 a
T5	19,04 ab	51,45	17,38	32,73 ab	568,86 a	358,11 a
T6	18,98 ab	52,93	17,68	32,67 ab	577,43 a	372,79 a
T7	19,88 a	52,52	17,37	32,84 a	570,65 a	358,67 a
C.V.	17,56	23,27	12,86	3,31	13,95	15,50
F	3,71*	1,53 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	17,83**	21,06**	4,21**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Os maiores valores médios obtidos para a variável comprimento de espiga de milho (CE) foram observados no tratamento T3, seguido pelo tratamento T7, superando em 26,93% e 23,63% o tratamento T1, respectivamente. O número de grãos por fileira na espiga (NGF), foi superior no tratamento T3, seguido pelo tratamento T7, superando em 10,00% e 8,38% o tratamento T2 e 22,85% e 21,05% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 18).

Já, o número total de grãos por espiga (NG), foi superior no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T6, T7, T5 e T4, superando em 16,44%, 14,61%, 13,27%, 12,91% e 10,68% o tratamento T2 e 29,97%, 27,93%, 26,43%, 26,03% e 23,54% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 18).

O parâmetro massa de 1000 grãos (MMG), demonstrou que o tratamento T6 apresentou os maiores valores médios, seguidos pelos tratamentos T7, T5, T4 e T3, superando em 20,48%, 15,92%, 15,74%, 15,38% e 15,00%, comparado ao tratamento T1, respectivamente (Tabela 18).

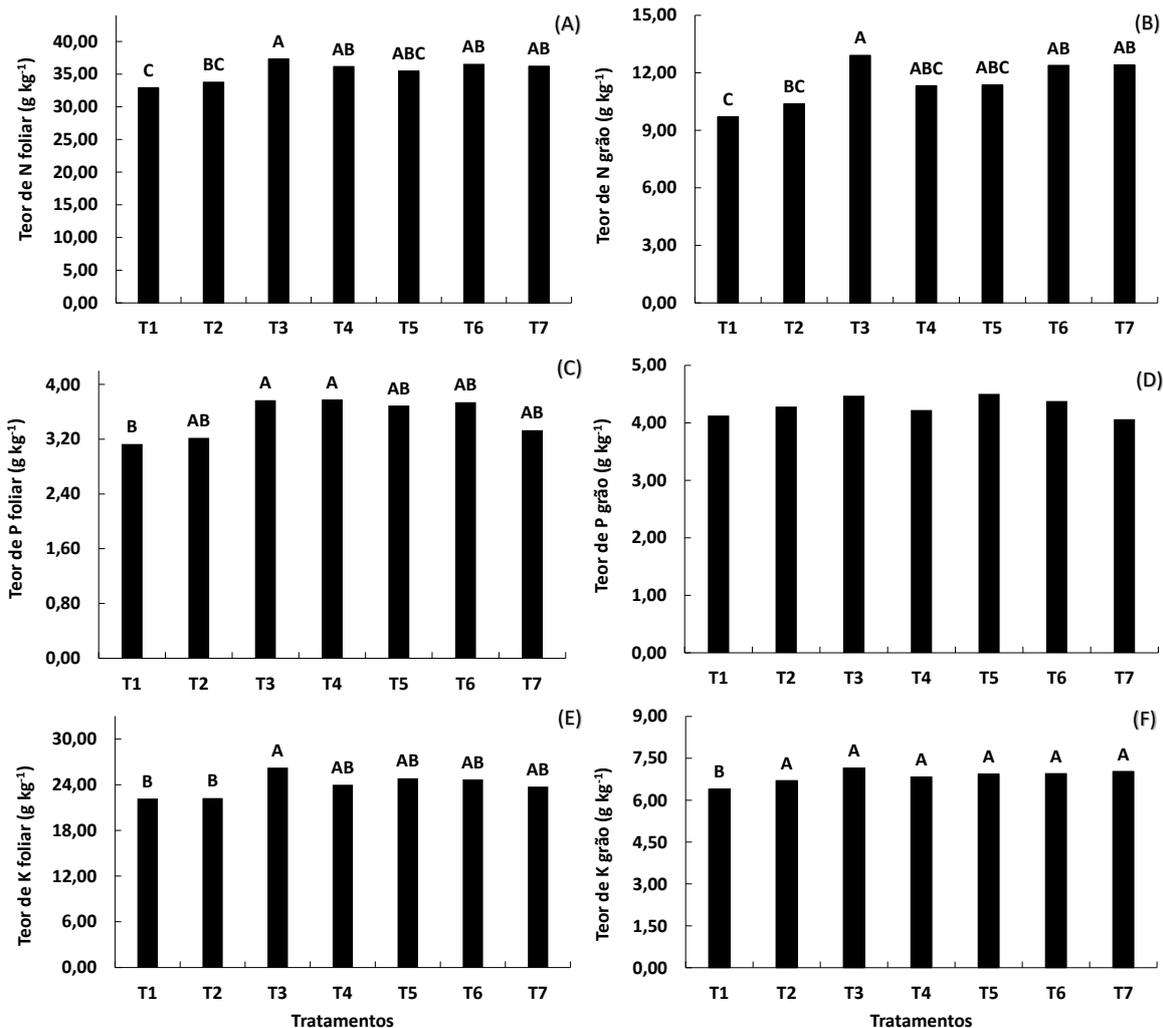
Ao avaliar o comportamento dos parâmetros nutricionais (N, P e K) foliar e de grão das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas fases vegetativa V10 e reprodutiva, nas condições testadas para o município de Cascavel/PR. Verificou-se que as variáveis teor de nitrogênio foliar (TNF), teor de nitrogênio no grão (TNG), teor fosforo foliar (TPF) e teor de potássio foliar (TKF), apresentaram efeito significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 14). Já a variável teor de potássio no grão (TKG), apresentaram efeito significativo, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,05$ ). As demais variáveis não apresentaram efeitos significativos (Figura 14).

O teor de nutricional de nitrogênio foliar das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH do tratamento T3 foi superior, superando em 33,77% e 32,93% o tratamento T1, respectivamente (Figura 14A).

O teor nutricional de nitrogênio do grão plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foi maior no tratamento T3, seguido dos tratamentos T7 e T6, superando em 32,96%, 27,81% e 27,60%, comparados ao tratamento T1, respectivamente (Figura 14B).

Já os teores médios nutricionais de potássio na folha das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T4, seguido pelo tratamento T3, superando em 20,77% e 20,45% o tratamento T1, respectivamente (Figura 14C).

**Figura 14.** Teor nutricional de folha (nitrogênio “A”, fósforo “C” e potássio “E”) e grão (nitrogênio “B”, fósforo “D e potássio “F”), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, inoculadas com *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, no município de Cascavel/PR.



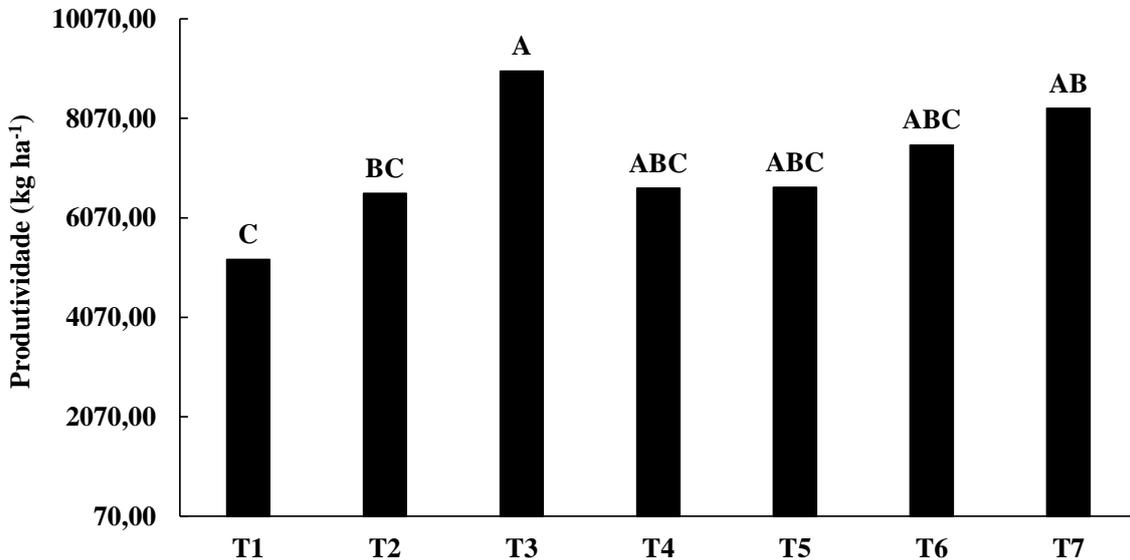
Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%. CV = 24,94%; DMS = 1139,65; e F cal = 14,01\*\*. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O teor nutricional de fosforo no grão de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, superando em 17,99% e 18,36% o tratamento T1, respectivamente (Figura 14E).

Os teores médios nutricionais de potássio no grão das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T7, T6, T5, T4 e T2, superando em 11,72%, 9,84%, 8,59%, 8,44%, 6,72% e 4,69% o tratamento T1, respectivamente (Figura 14F).

A produtividade apresentou efeito significativo ao observar os dados de sua análise de variância em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 15).

**Figura 15.** Produtividade de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH inoculadas com *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6, no município de Cascavel/PR.



Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. CV = 18,87%; DMS = 919,92; e F cal = 26,18. T1 - Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2 - 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3 - 100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T5 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 100 mL por 60.000 sementes; T6 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 150 mL por 60.000 sementes; T7 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante líquido, na dose de 200 mL por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

O tratamento T3 apresentou as maiores médias de produtividade, superando em 37,51% o tratamento T2 e 72,44% o tratamento T1, respectivamente (Figura 15). O fornecimento de *Azospirillum brasilense* no tratamento padrão superou em mais de 1 saco de milho por ha comparado ao tratamento que recebeu a mesma concentração do de adubação nitrogenada. Os tratamentos T5, T6 e T7 superaram em mais de 2, 16 e 28 sacas o tratamento T2 (Figura 15).

#### Área experimental no município de Cascavel/PR (uso do inoculante turfoso)

Ao avaliar os resultados da análise de variância dos dados referentes ao estágio fenológico V10 na fase vegetativa das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas condições testadas, obtidos para a área do município de Cascavel/PR, verifica-se que a altura da planta (ALT); massa seca de colmo+bainha (MSCB); massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) apresentaram efeitos significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 19). Já o tratamento diâmetro basal do colmo (DCB) apresentou diferenças significativas pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 19).

A variável (ALT) das plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH na cidade de Cascavel/PR apresentou maior incremento para o tratamento T3, seguido pelo tratamento T7, superando em 20,85% e 17,44% o tratamento T5, 45,75% e 41,64% o tratamento T2 e 73,17% e 68,29% o tratamento T1, respectivamente. Ainda na Tabela 19, o diâmetro basal do colmo (DBC) foi maior no tratamento T3, superando em 16,18% o tratamento T1.

**Tabela 19.** Resumo da análise de variância e comparação de médias para altura da planta (ALT), diâmetro basal do colmo (DCB), massa de matéria seca de folhas (MSF), massa de matéria seca de colmo+bainha (MSCB), massa de matéria seca total (MST) e teor de nitrogênio (TEN), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de Cascavel/PR, 2019.

TRA	ALT	DCB	MSCB	MSF	MST
	cm	mm	g	g	g
T1	53,46 c	21,02 b	5,95 b	7,84 c	13,79 b
T2	63,52 c	21,61 ab	8,26 b	8,79 bc	17,05 b
T3	92,58 a	24,42 a	13,20 a	12,17 a	25,38 a
T4	81,64 ab	23,06 ab	11,06 a	11,38 ab	22,44 a
T5	76,61 b	22,93 ab	11,81 a	9,58 ab	21,39 a
T6	88,04 ab	23,19 ab	13,03 a	11,36 ab	24,39 a
T7	89,97 a	23,57 ab	12,72 a	11,54 ab	24,26 a
C.V.	16,83	8,30	9,52	13,73	8,29
F	30,20**	3,65*	28,40**	5,29**	23,81**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

A matéria seca de colmo+bainha (MSCB) foi maior no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T6, T7, T5 e T4, superando em 59,81%, 57,75%, 54,00%, 42,98% e 33,90% o tratamento T2 e 121,85%, 118,99%, 113,78%, 98,49% e 85,88% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 19). Para a massa seca das folhas das plantas de milho (MSF), foi superior no tratamento T3, superando em 38,45% e 55,23% os tratamentos T2 e T1, respectivamente (Tabela 19).

A variável massa seca total (MST), apresentou o tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T6, T7, T4 e T5, superando em 48,86%, 43,05%, 42,29%, 31,61% e 25,45% o tratamento T2 e 84,05%, 76,87%, 75,92%, 62,73% e 55,11% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 19).

Ao avaliar os dados da análise de variância dos componentes da produção de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH no município de Cascavel/2019, observa-se que as variáveis comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFG), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grãos por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), apresentaram efeitos significativos pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Tabela 20).

Os maiores valores médios obtidos para a variável comprimento de espiga de milho (CE) foram observados no tratamento T3, seguido pelo tratamento T7 e T6, superando em 19,13%, 17,725 e 15,55% o tratamento T2, respectivamente (Tabela 20).

**Tabela 20.** Resumo da análise de variância e médias para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileiras de grãos por espiga (NFGE), número de grãos por fileira na espiga (NGF), número total de grãos por espiga (NG) e massa de mil grãos (MMG), de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH, município de Cascavel/PR, 2019.

TRA	CE	DE	NFGE	NGF	NG	MMG
	cm	mm				g
T1	17,04 b	50,30 c	15,68 b	27,70 c	434,41 c	326,88 b
T2	18,52 ab	51,04 bc	17,51 a	31,97 b	559,81 b	349,16 a
T3	20,30 a	53,05 a	17,66 a	34,88 a	615,38 a	357,76 a
T4	19,25 ab	51,13 bc	17,39 a	33,15 ab	576,43 ab	344,13 ab
T5	19,24 ab	51,99 abc	17,90 a	32,54 ab	582,26 ab	348,61 a
T6	19,69 a	52,18 ab	17,72 a	32,77 ab	580,44 ab	348,64 a
T7	20,06 a	52,06 ab	17,43 a	32,87 ab	572,87 ab	352,39 a
C.V.	15,39	11,42	12,86	9,20	13,41	12,53
F	4,59**	6,17**	9,00**	16,48**	36,86**	4,93**

Não significativo (ns), ou significativo a 10 (\*) e 5% (\*\*), respectivamente pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). C.V. Coeficiente de variação; F Calculado. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Ainda na tabela 20, verifica-se que o maior valor médio do diâmetro de espiga (DE) foi maior no tratamento T3, superando em 3,76%, 3,94% e 5,47% os tratamentos T4, T2 e T1, respectivamente (Tabela 20). O número de fileira por espiga (NFGE), foi superior no tratamento T5, seguido pelo tratamento T6, T3, T2, T7 e T4, superando em 14,16%, 13,01%, 12,63%, 11,67%, 11,16% e 10,91% o tratamento T1, respectivamente.

O número de grãos por fileira na espiga (NGF), T3, superando em 9,10%, o tratamento T2 e 25,92% o tratamento T1, respectivamente. Já o número total de grãos por espiga (NG), foi superior no tratamento T3, superando em 9,91%, o tratamento T2 e 41,66% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 20).

Quanto à massa de 1000 grãos (MMG), esta demonstrou que o tratamento T3 apresentou os maiores valores médios, seguidos pelos tratamentos T7, T2, T6 e T5, superando em 9,45%, 7,80%, 6,92%, 6,66% e 6,65% o tratamento T1, respectivamente (Tabela 20).

Ao avaliar o comportamento dos parâmetros nutricionais (N, P e K foliar e de grão) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH nas fases vegetativa V10 e reprodutiva, nas condições testadas para o município de Cascavel/PR. Verificou-se que as variáveis teor de nitrogênio foliar (TNF), teor de fósforo foliar (TPF), teor de potássio foliar (TKP), teor de nitrogênio no grão (TNG), teor de fósforo no grão (TPG) e teor de potássio no grão (TKG), apresentaram efeito significativos, em função dos tratamentos, pelo teste F, ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 16).

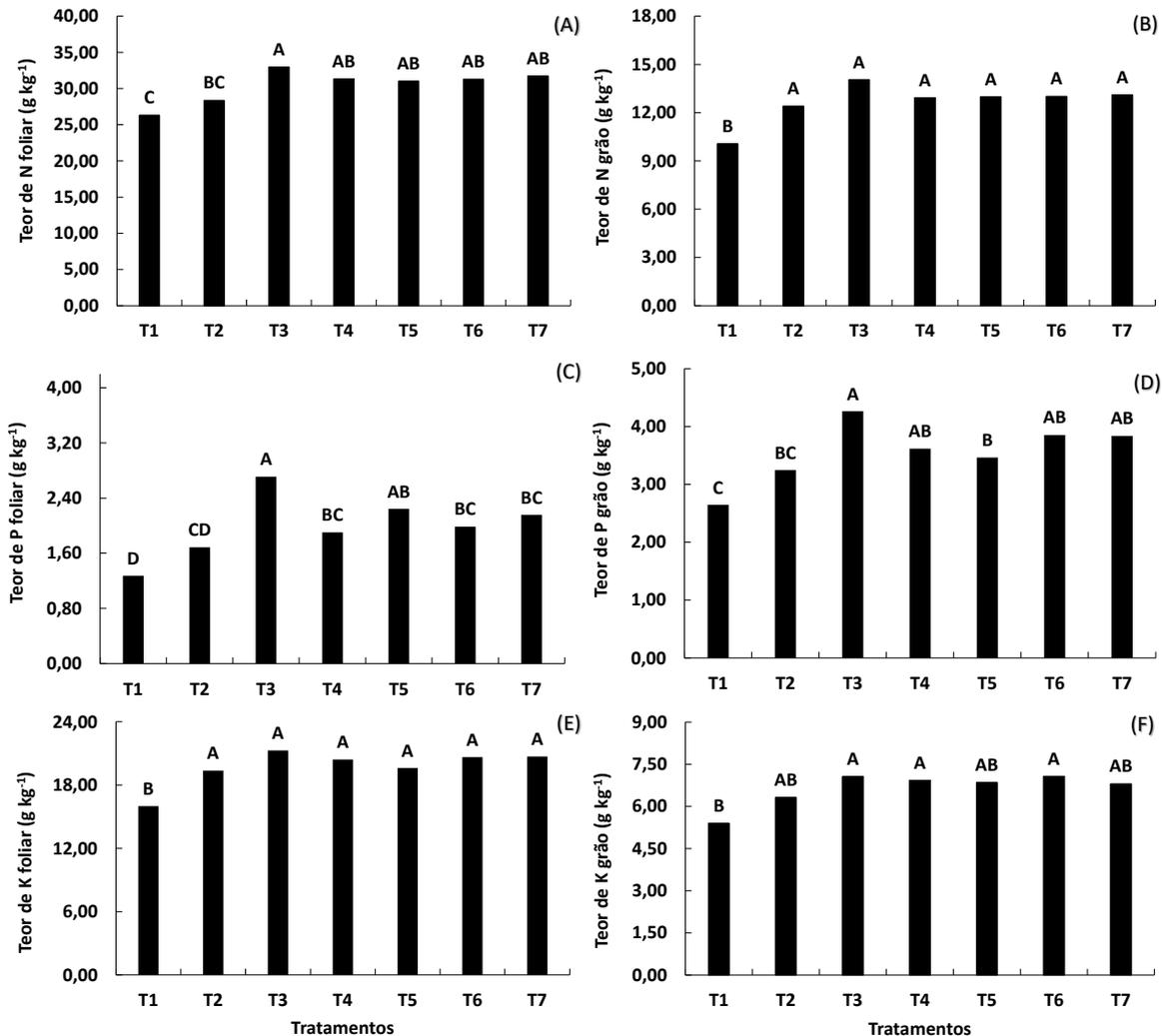
Os maiores valores médios de teor de nutricional de nitrogênio foliar (TNF) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram observados no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T7, T6, T5, T4 e T2, superando em 39,76%, 30,32%, 29,42%, 29,13%, 28,53% e 23,36% o tratamento T1, respectivamente (Figura 16A).

O teor de nitrogênio do grão de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foi maior no tratamento T3, superando em 23,12%, 31,08% e 60,75% os tratamentos T5, T2 e T1, respectivamente (Figura 16B).

Já os teores médios nutricionais de fósforo na folha (TPF) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, seguido pelo tratamento T5, superando em 60,36% e 31,18% o tratamento T2 e 113,39% e 74,56% o tratamento T1, respectivamente (Figura 16C).

O teor nutricional de fósforo no grão (TPG) de plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, superando em 23,12%, 31,08% e 60,75% os tratamentos T5, T2 e T1, respectivamente (Figura 16D).

**Figura 16.** Teor nutricional de folha (nitrogênio “A”, fósforo “C” e potássio “E”) e grão (nitrogênio “B”, fósforo “D e potássio “F”), de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, cujas sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, no município de Cascavel/PR.



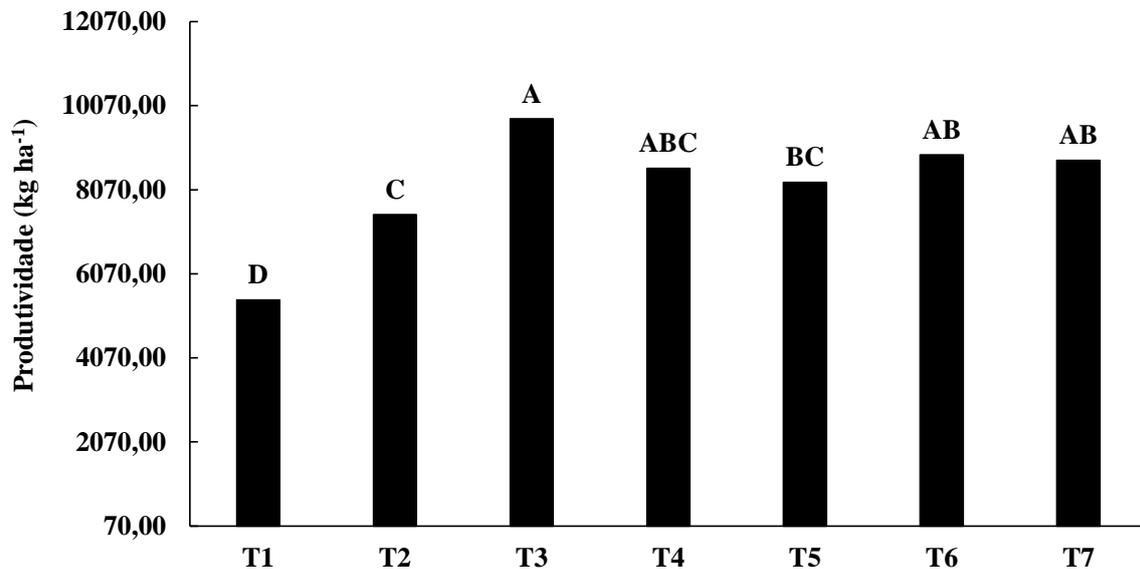
T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Os teores médios nutricionais de potássio na folha (TKF) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T3, seguidos pelos tratamentos T7, T6, T4, T5 e T2, superando em 32,92%, 29,36%, 29,04%, 27,61%, 22,49% e 20,99% o tratamento T1, respectivamente (Figura 16E).

Os teores médios nutricionais de potássio no grão (TKG) das plantas de milho híbrido Pioner® 30F53 YH foram maiores no tratamento T6, seguidos pelos tratamentos T3 e T4, superando em 30,93%, 30,74% e 28,33% o tratamento T1, respectivamente (Figura 16F).

A produtividade apresentou efeito significativo ao observar os dados de sua análise de variância em função dos tratamentos, pelo teste F, (p≤0,01) (Figura 17).

**Figura 17.** Produtividade de plantas de milho híbrido cultivar Pioner® 30F53 YH, cujas sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, no município de Cascavel/PR.



Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. CV = 16,72%; e F cal = 25,39\*\*. T1- Testemunha sem adubação nitrogenada e sem inoculação; T2- 50% da dose de nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T3-100% da dose de nitrogenada (120 kg ha<sup>-1</sup>) e sem inoculação; T4 - 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante padrão já registrado no MAPA, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T5- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 100 g por 60.000 sementes; T6- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 150 g por 60.000 sementes; T7- 50% da adubação nitrogenada adubação nitrogenada (60 kg ha<sup>-1</sup>) e inoculação das sementes com o inoculante turfoso, na dose de 200 g por 60.000 sementes. Fonte: Autores.

Ainda na Figura 17 verifica-se que o tratamento T3 apresentou as maiores médias de produtividade, seguidos pelos tratamentos T6 e T7, superando em 30,56%, 19,06% e 17,28% o tratamento T2 e 79,17%, 63,40% e 60,95% o tratamento T1, respectivamente (Figura 17). Ao analisar o comportamento dos tratamentos que receberam apenas 50% da adubação nitrogenada, nota-se que os tratamentos T4, T5, T6 e T7 apresentaram mais de 1, 2, 16 e 28 sacas de milho a mais quando comparados aos tratamentos que recebeu a mesma concentração de fertilizantes, mas não receberam inoculação T2, respectivamente (Figura 17).

#### 4. Discussão

O milho (*Zea mays* L.) é o cereal mais cultivado no Brasil e no mundo. No cenário mundial tem grande relevância social, econômica e cultural, com destaque na alimentação humana e principalmente para o consumo animal.

Em relação à nutrição mineral o milho é uma das culturas mais exigentes em fertilizantes, principalmente os nitrogenados (Carvalho et al., 2013), visto este cereal necessita de quantidades elevadas de nitrogênio (Moda et al., 2014). Portanto, a adubação nitrogenada se faz necessária devido à insuficiente quantidade que o solo fornece para o adequado crescimento das plantas. Esta situação é particularmente importante para a cultura do milho, uma vez que, entre os nutrientes que influenciam a sua produtividade, o N é um dos mais absorvidos durante o ciclo de desenvolvimento das plantas

O emprego dos fertilizantes nitrogenados na cultura do milho apresentam altos custos e elevado impacto ambiental (Garcia; Cardoso; dos Santos, 2013). Soma-se ainda o fato da reduzida eficiência das atuais fontes disponíveis, que norteiam-se na casa dos 50% (Costa; Vitti; Cantarella, 2003). A busca pela maximização da utilização do N é um desafio. Uma das formas de se elevar o aproveitamento e minimizar os custos produtivos liga-se a plantas que apresentam sistema radicular mais desenvolvido (Costa et al., 2015), capaz de explorar melhor o solo e aumentar a absorção dos nutrientes e da água. Desta forma

são proporcionadas melhores condições de desenvolvimento para a planta podendo resultar em aumentos de produtividade (Basso et al., 1994).

Neste cenário, estudos vêm sendo desenvolvidos desde o século passado no sentido de isolar e selecionar microrganismos eficientes em promover o crescimento da cultura, contribuindo para a absorção de água e nutrientes, além de vários aspectos relacionados à fisiologia da planta. O *Azospirillum brasilense*, é uma espécie de bactéria diazotrófica que tem se destacado neste contexto, pois, quando inoculado via semente ou foliar, tem proporcionados resultados significativos em variáveis, morfológicas, nutricionais, fisiológicas e produtivas na cultura do milho e outros cereais.

Sua eficiência agrônômica na promoção de crescimento com ganhos em produtividade na cultura do milho já está consolidada na literatura, o que resultou no registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de vários inoculantes desenvolvidos por empresas públicas e privadas no Brasil. Este tem sido um aspecto importante, pois, além de contribuir com a maior sustentabilidade do sistema produtivo, tornou a tecnologia mais acessível e com menor custo para os produtores, o que tem proporcionado maior adoção desta tecnologia no país.

Baseando-se no cenário atual, nos relatos da literatura e nos resultados obtidos nos quatro ensaios, conduzidos neste estudo, em regiões edafoclimáticas distintas e apresentados neste relatório técnico-científico, ratifica-se a eficiência agrônômica do *Azospirillum brasilense* em promover crescimento, desenvolvimento e ganhos em produtividade na cultura do milho.

Os resultados aqui apresentados, tanto para uso do inoculante líquido como turfoso, contendo *Azospirillum brasilense*, estão de acordo com vários relatos da literatura, destacando-se ganhos significativos em variáveis morfológicas, nutricionais e produtivas, quando as plantas inoculadas são comparadas com tratamentos que não receberam inoculação e receberam a mesma dosagem de fertilizante nitrogenado. Estas respostas são explicadas pela fixação biológica de nitrogênio (Baldani & Baldani 2005), maior crescimento radicular e maior absorção e uso de água e nutrientes devido à produção de hormônios promotores, como auxinas, giberelinas e citocininas, solubilização de fosfato pela ação de fosfatases ácidas, produção de sideróforos que facilitam a absorção de alguns nutrientes com o Fe (Glick 2012; Cassán et al. 2015), redução dos níveis de etileno nos tecidos, pela ação da enzima ACC sintase (Glick 2005; Taiz & Zeiger 2009), dentre outros efeitos.

Vários autores reportam resultados positivos para a promoção de crescimento de vários microrganismos de interesse para grandes culturas, como soja, milho, trigo, arroz, braquiária, etc... Döbereiner et al. (1976); Baldani et al. (1997); Baldani e Baldani (2005); Dartora et al. (2013); Glick (2014); Goswami et al. (2016).

Estes efeitos de promoção de crescimento podem estar relacionados a várias estratégias. Atualmente, as BPCV são reconhecidas em promover o crescimento de plantas, principalmente pela indução da produção de alguns fitohormônios bem conhecidos como ácido indolacético (AIA) (Balota et al., 1995; Mehdipour et al. 2012), giberelina (Bottini et al., 1989), citocinina (Cacciari et al., 1989) e a inibição da produção etileno (Glick, 2005).

Quanto a respostas em ganhos em crescimento e produtividade na cultura do milho, com a inoculação de sementes com *A. brasilense*, Alves et al. (2020) relatam que a inoculação, associada a 100 kg ha<sup>-1</sup> N com a estirpe BR11005, aumentou a produtividade em 614 kg ha<sup>-1</sup>, sendo 19% maior que o controle não inoculado. Moreno et al. (2021) relatam que a inoculação com *A. brasilense* e *Bacillus subtilis* aumentou o diâmetro basal do colmo e a quantidade de nitrogênio acumulada na parte aérea do milho, quando a adubação nitrogenada não foi efetuada na semeadura. Também Oliveira et al. (2022) demonstram que a reinoculação anual com *A. brasilense* resulta em maior produtividade de grãos de milho no consórcio com *U. ruziziensis* no solo argiloso e que a inoculação e a reinoculação reduzem as perdas de produtividade do milho causadas pela competição com *U. ruziziensis* no consórcio.

Aliado à bioregulação vegetal, mecanismos como a solubilização de fosfatos inorgânicos (Rodriguez et al., 2004), e incrementos na atividade do oxido nítrico (Alen'kina & Nikitina, 2010; Creus et al., 2005) podem contribuir para o

desenvolvimento vegetal e aumento da tolerância a condições de estresse (Hamdi et al., 2004). Desta forma, o sinergismo presente entre os mecanismos de ação dessas bactérias resulta em maior desenvolvimento radicular, melhor exploração do solo e absorção de nutrientes (Hungria et al., 2010; Radwan et al., 2004).

Como se trata de uma tecnologia já consolidada, já estando disponível no mercado vários inoculantes registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estudos com estes inoculantes, em formulações líquidas e/ou turfosas tornam a tecnologia mais disponível aos produtores e o custo mais acessível, contribuindo assim para a cadeia produtiva do milho que tem grande importância na alimentação humana, animal e para o setor industrial. A utilização de insumos biológicos, na forma de inoculantes ou em estudos futuros, lançando mão de metabólitos produzidos por microrganismos, vem contribuir de forma significativa para o desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente correta e sustentável.

## 5. Considerações Finais

Baseando-se nos resultados obtidos nas oito áreas experimentais, com o uso de inoculante líquido e turfoso, contendo *Azospirillum brasilense* em suas formulações, e considerando-se as condições edafoclimáticas apresentadas, bem como as discussões anteriores, pode-se concluir que os resultados confirmam a eficiência agronômica do inoculante líquido e turfoso, para a cultura do milho, contendo *Azospirillum brasilense* (estirpes Ab-V5 e Ab-V6), quando utilizada a dose de 100 mL ou 100 g por 60.000 sementes, com metade da fertilização nitrogenada recomendada para a cultura.

Com estas dosagens obtiveram-se produtividades significativamente superiores à testemunha e ao tratamento que recebeu metade da dose de fertilizante nitrogenado sem inoculação de sementes, sendo estatisticamente semelhante aos tratamentos com o total da fertilização nitrogenada, ao inoculante padrão, registrado no MAPA, com metade da fertilização nitrogenada, bem como aos tratamentos onde as sementes foram inoculadas com o inoculante líquido ou turfoso, nas doses de 150 ml ou 150 g e 200 mL ou 200 g por 60.000 sementes.

## Referências

- Alen'kina, S. A. & Nikitina, V. E. (2010). *Azospirillum lectin* – induced changes in the content of nitric oxide in wheat seedling roots. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 6(4), 126-34.
- Alves, G. C., Sobral, L. F. & Reis, V. M. (2020). Grain yield of maize inoculated with diazotrophic bacteria with the application of nitrogen fertilizer. *Revista Caatinga*, 33 (3), 644 – 652.
- Arshad, M., Saleem, M. & Hussain, S. (2007). Perspectives of bacterial ACC deaminase in phytoremediation. *Trends Biotechnol*, 25, 356-62.
- Baldani, J. I. & Baldani, V. L. D. (2005). History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: Special emphasis on the Brazilian experience. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 77, 549-79.
- Bashan, Y., Holguin, G. & De-Bashan, L. E. (2004). *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003) – Review/Synthese, *Canadian Journal of Microbiology*, 50, 521-77.
- Blaha, D., Prigent-Combaret, C., Mirza, M. S. & Moenne-Loccoz, Y. (2006). Phylogeny of the 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid deaminase encoding gene *acdS* in phytobeneficial and pathogenic *Proteobacteria* and relation with strain biogeography. *FEMS Microbiol Ecol*, 56, 455-70.
- Cassán, F., Maiale, S., Masciarelli, O., Luna, A. V. V. & Ruiz, O. (2009). Cadaverine production by *Azospirillum brasilense* and its possible role in plant growth promotion and osmotic stress mitigation. *European Journal of Soil Biology*, 45(1), 12-9.
- Cassán, F. D., Okon, Y., Creus, C. M. (2015). Handbook for azospirillum: Technical issues and protocols. *Handb Azospirillum. Tech Issues Protoc.* 1–514.
- Creus, C. M., Graziano, M., Casanovas, E. M., Pereyra, M. A., Simontacchi, M., Puntarulo, S., Barassi, C. A. & Lamattina, L. Nitric oxide is involved production by *Azospirillum brasilense*-induced lateral root formation in tomato. *Planta*, 221(2), 297-3.
- Cruz, C. D (2006). *Programa GENES: biometria*. Viçosa: UFV, 382.
- Döbereiner, J., Baldani, V. L. D. & Baldani, J. I (1995). *Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas*. Brasília: Embrapa-SPI, 60.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ed. Brasília, Embrapa, 353.

- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2009). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes* / editor técnico, SILVA, F. C. - 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 627.
- Fritsche-Neto, R., Vieira, R. A., Scapim, C. A. & Miranda, G. V. (2012). Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. *Acta Sci., Agron.* 34(1) 99-1.
- Glick, B. R. (2015). *Beneficial Plant - Bacterial Interactions* [Internet]. Cham: Springer International Publishing 248.
- Glick BR. (2012). *Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications*. Scientifica (Cairo) [Internet]. 1–15.
- Hamdiá, M. A., Shaddad, M. A. K. & Doaa, M. M. (2004). Mechanisms of salt tolerance and interactive effects of *Azospirillum brasilense* inoculation on maize cultivars grown under salt stress conditions. *Plant Growth Regulation*, 44(2), 165-74.
- 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. (2008). Regulation of nitrogen fixation in *Azospirillum brasilense*. In: Cassán, F. D., Salamone, I. G. de (Eds.). *Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina*. 1. ed. Buenos Aires: Asociación Argentina de Microbiología, 17-8.
- Hungria, M., Campo, R. J., Souza, E. M. & Pedrosa, P. O. (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and Soil*, 331, 413-25.
- Köppen, W. & Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm
- Masciarelli, O., Urbani, L., Reinoso, H. & Luna, V. (2013). Alternative mechanism for the evaluation of indole-3-acetic acid (IAA) production by *Azospirillum brasilense* strains and its effects on the germination and growth of maize seedlings. *Journal of Microbiology*, 51(5), 590-97.
- Moreno, A. L., Kusdra, J. F. & Picazevicz, A. A. C. (2021). Rhizobacteria inoculation in maize associated with nitrogen and zinc fertilization at sowing. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 25 (2), 96-100.
- Oliveira, O. H., Ceccon, G., Capristo, D. P., achinelli, R. & Guimarães, A. G. (2021). *Azospirillum brasilense* in corn grown single and intercropped with *Urochloa* in two contrasting soils. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 57, e02729.
- Perrig, D., Boiero, M. L., Masciarelli, O. A., Penna, C., Cassán, F. D. & Luna, M. V. (2007). Plant-growth-promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and implications for inoculant formulation. *Applied and environmental microbiology*, 75(5), 1143-50.
- Radwan, T. E. S. E. D., Mohamed, A. K. & Reis, V. M. (2004). Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(10). 987-94.
- Rodriguez, H., Gonzalez, T. & Goire, I. (2004). Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* spp. *Naturwissenschaften*, 91(11), 552-55.
- Steenhoudt, O. & Vanderleyden, J. (2000). *Azospirillum*, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: Genetic, biochemical and ecological aspects *FEMS Microbiology Reviews*, 11.
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2009. *Fisiologia vegetal*. 4th ed. Porto Alegre: Artmed.
- Tien, T. M., Gaskins, M. H. & Hubbell, D. H. (1979). Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) *Applied and Environmental Microbiology*, 37(5), 1016-24.
- Zhu, J., Brown, K. M. & Lynch, J. P. (2010). Root cortical aerenchyma improves the drought tolerance of maize (*Zea mays* L.). *Plant, Cell and Environment*, 33, 740-49.