

Câmpus  
Ipameri



Universidade  
Estadual de Goiás



**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM APLICAÇÃO DE  
*Trichoderma harzianum* EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO E  
FÓSFORO**

**BRUNA STEFHANE SANTOS REIS**

**MESTRADO**

**Ipameri-GO  
2023**

BRUNA STEFHANE SANTOS REIS

**DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM APLICAÇÃO DE  
*Trichoderma harzianum* EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO E  
FÓSFORO**

Orientador: Prof. Dr. Fabrício Rodrigues

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Campus Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri  
2023

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R375d      Reis, Bruna Stefhane Santos  
              Desempenho de híbridos de milho com aplicação de  
              Trichoderma harzianum em função de doses de nitrogênio  
              e fósforo / Bruna Stefhane Santos Reis; orientador  
              Fabricio Rodrigues; co-orientador Daniel Diego Costa  
              Carvalho. -- Ipameri, 2023.  
              51 p.

              Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação  
              Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de  
              Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2023.

              1. Zea mays. 2. Fungos. 3. Bioinsumo. 4.  
              Bioestimulante. 5. Produtividade. I. Rodrigues,  
              Fabricio, orient. II. Carvalho, Daniel Diego Costa,  
              co-orient. III. Título.



## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** “DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM APLICAÇÃO DE Trichoderma harzianum EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO”

**AUTOR(A):** ) Bruna Stephane Santos Reis

**ORIENTADOR(A):** Fabricio Rodrigues

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

Prof. Dr. Fabricio Rodrigues (Orientador)

Universidade Estadual de Goiás / Unidade Universitária Ipameri- GO

Prof.ª Dr.ª Mariana Pina da Silva Berti

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri- GO

Dr.ª Larissa Pacheco Borges

Pós Doutoranda do Programa de Mestrado em Produção Vegetal

Prof. Dr. Daniel Diego Costa Carvalho

Universidade Estadual de Goiás / Unidade Universitária Ipameri- GO

### Registro de Declaração

Número: 206

Livro: R-01 Folhas: 03A

Data: 19/07/2023

Data da realização: 19 de Julho de 2023



## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, José Aparecido e Rosemary, por toda dedicação e apoio;  
Ao meu esposo Bruno e minha filha Manuella, pelo incentivo e por sempre acreditarem na minha capacidade;  
Aos meus avós, pelo apoio, amor, dedicação e ensinamentos;  
Aos meus amigos, que sempre estiveram comigo me apoiando e dando forças.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pela oportunidade, sabedoria e discernimento concedidos ao longo de mais uma etapa em minha vida.

Aos meus pais José Aparecido e Rosemary, ao meu esposo Bruno e minha filha Manuella e aos demais familiares pelo amor, apoio e incentivo.

À Universidade Estadual de Goiás, e ao e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade e aprendizado.

A coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo auxílio financeiro da bolsa de estudos.

Aos meus amigos, Eliane Aparecida Silveira Ferreira, Leticia Silva e Carvalho, Wanderson Silva dos Santos, Lucas Robson de Oliveira, Maurílio Rosa Benicio Neto, Julianne Freire Dias, Diego Fernandes Bacin, Ana Caroline Dias de Souza, Yago César Rodrigues Moraes e outros, pela contribuição e incentivo prestados.

Aos meus amigos, mesmo que distantes sempre me deram forças para seguir na busca de realizar meus sonhos.

Em especial ao meu orientador Dr. Fabrício Rodrigues e ao grupo de pesquisa MelhorVe, pelo apoio, pela paciência, postura ética, profissional e, acima de tudo, pela compreensão e respeito.

Enfim, por todos que me ajudaram, direto ou indiretamente no meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada!

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL .....	V
ABSTRACT GERAL .....	VI
INTRODUÇÃO GERAL .....	7
OBJETIVO .....	9
CAPÍTULO I: DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM APLICAÇÃO DE	
<i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO.....	10
RESUMO .....	11
ABSTRACT .....	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVO .....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5. CONCLUSÃO.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
CAPÍTULO II: DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM APLICAÇÃO DE	
<i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO .....	29
RESUMO .....	30
ABSTRACT .....	31
1. INTRODUÇÃO.....	32
2. OBJETIVO .....	34
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
5. CONCLUSÃO.....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

## RESUMO GERAL

O milho é uma das culturas mais significativas, tanto em nível nacional quanto internacional, sendo a base da alimentação humana e animal. Porém, para que se alcance elevadas produtividades, ou todo o potencial genético das plantas, estas dependem da fertilização, normalmente com nutrientes minerais. Em geral, quando se aumenta a quantidade de fertilizantes, parte do que não é absorvido, ou seja, o excesso, é prejudicial ao solo, a água e reduz a rentabilidade ao produtor. Fungos do gênero *Trichoderma* spp. têm sido relacionados à produção de hormônios ou correlacionados a fatores de crescimento, proporcionando maior eficiência no uso de alguns nutrientes, assim, permitindo uma maior disponibilidade e absorção pelas plantas. O objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho de híbridos de milho comerciais, com a aplicação de *Trichoderma harzianum*, sob diferentes disponibilidades de nitrogênio e fósforo. Foram realizados dois experimentos distintos um para N e outro para P, ambos conduzidos na Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul, Unidade Universitária de Ipameri-GO, durante a safra 2022/23. O delineamento experimental utilizado para ambos experimentos foram em esquema fatorial (9 x 3), em blocos casualizados, sendo nove híbridos comerciais e três doses. Para o experimento do nitrogênio foram utilizadas três doses de N, controle (160 kg ha<sup>-1</sup> de N), baixo N (80 kg ha<sup>-1</sup> de N) e baixo N<sup>+</sup> (80 kg ha<sup>-1</sup> + *Trichoderma harzianum*) e para o experimento de fósforo foram utilizadas três doses de P, controle (160 kg ha<sup>-1</sup> de P), baixo P (80 kg ha<sup>-1</sup> de P) e baixo P<sup>+</sup> (80 kg ha<sup>-1</sup> + *Trichoderma harzianum*). Em ambos experimentos foram avaliadas as características de altura de espiga (ALTE), altura de planta (ALTP), índice relativo de clorofila Falker (IRC), diâmetro do colmo (DIAMC), número de fileiras (NF), número de linhas (NL) e massa de grão secos (MG). Os resultados mostraram que os híbridos mais eficientes, de forma agrônômica, as adubações nitrogenada (ureia) e fosfatada (superfosfato simples) na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N e P (50% da dose recomendada) foram 2M77, 2M80 e P4285 e os mais responsivos a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N e P (dose recomendada) foram DKB390 e P3898. A inoculação de *Trichoderma harzianum* associada a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N e P promovem o aumento da massa de grãos, de forma específica, nos híbridos DKB390 e GNZ7280, com benefícios de forma variável nas diferentes características e seu uso somente indicado para estes cultivares comerciais.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, fungos, bioinsumo, bioestimulante, produtividade.



## ABSTRACT GERAL

Corn is one of the most significant crops, both nationally and internationally, being the basis of human and animal food. However, in order to achieve high yields, or the entire genetic potential of plants, they depend on fertilization, usually with mineral nutrients. In general, when the amount of fertilizers is increased, part of what is not absorbed, that is, the excess, is harmful to the soil, water and reduces profitability to the producer. Fungi of the genus *Trichoderma* spp. have been related to the production of hormones or correlated to growth factors, providing greater efficiency in the use of some nutrients, thus allowing greater availability and absorption by plants. The objective of the research was to evaluate the performance of commercial corn hybrids, with the application of *Trichoderma harzianum*, under different availability of nitrogen and phosphorus. Two distinct experiments were carried out, one for N and the other for P, both conducted at the State University of Goiás, Campus Sul, University Unit of Ipameri-GO, during the 2022/23 harvest. The experimental design used for both experiments were in a factorial scheme (9 x 3), in randomized blocks, with nine commercial hybrids and three doses. For the nitrogen experiment three doses of N were used, control (160 kg ha<sup>-1</sup> of N), low N (80 kg ha<sup>-1</sup> of N) and low N<sup>+</sup> (80 kg ha<sup>-1</sup> + *Trichoderma harzianum*) and for the phosphorus experiment three doses of P were used, control (160 kg ha<sup>-1</sup> of P), low P (80 kg ha<sup>-1</sup> of P) and low P<sup>+</sup> (80 kg<sup>-1</sup> + *Trichoderma harzianum*). In both experiments, the characteristics of ear height (ALTE), plant height (ALTP), relative Falker chlorophyll index (IRC), stalk diameter (DIAMC), number of rows (NF), number of rows (NL) and dry grain mass (MG) were evaluated. The results showed that the most efficient hybrids, in an agronomic way, the nitrogen (urea) and phosphate (simple superphosphate) fertilizers at a dose of 80 kg ha<sup>-1</sup> of N and P (50% of the recommended dose) were 2M77, 2M80 and P4285 and the most responsive to the dose of 160 kg ha<sup>-1</sup> of N and P (recommended dose) were DKB390 and P3898. The inoculation of *Trichoderma harzianum* associated with a dose of 80 kg ha<sup>-1</sup> of N and P promotes the increase in grain mass, in a specific way, in the hybrids DKB390 and GNZ7280, with benefits of variable form in the different characteristics and its use only indicated for these commercial cultivars.

**Keywords:** *Zea mays*, fungi, bioinput, biostimulant, productivity.

## INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do milho (*Zea mays* L.) exerce ampla importância cultural, é pertencente à família Poaceae (Gramineae) e é bastante utilizado como fonte alimentícia para humanos e também como forrageira para animais, sendo assim um cereal de grande importância. Em função de sua adaptabilidade em distintas regiões de cultivo, isto é, climas temperados a tropicais, é altamente produzido em diferentes regiões do mundo (SABOOR et al., 2021). Outro fato que confere grande importância a cultura, é o alto crescimento do melhoramento genético, acarretando no progresso e no comércio de cultivares com elevada aptidão produtiva (SILVA et al., 2021).

No contexto mundial, o Brasil é o terceiro maior produtor, a sua frente estão Estados Unidos e China. Existe uma expectativa na produção de milho para safra 2022/23, em torno de 125.827 milhões de toneladas, com uma área estimada em 22.337 mil hectares, com produtividade média em torno de 5.633 kg ha<sup>-1</sup>. Essas estimativas são possíveis em função do aumento na área plantada de milho segunda safra juntamente com a recuperação da produtividade projetada em campo das três safras (CONAB, 2023).

O nitrogênio (N) é um elemento essencial, que apresenta grande importância em processos bioquímicos, metabólitos secundários e coenzimas, nas plantas (NAVARRO-LEÓN et al., 2022). De acordo com Torres-Rodríguez et al. (2021), é um elemento presente na clorofila e indispensável no processo de fixação fotossintética de carbono, que faz parte de todas as proteínas. Segundo Xie et al. (2019) o N pode restringir o desenvolvimento e a capacidade produtiva dos cereais em variados sistemas produtivos, desta forma, a aplicação de adubações nitrogenadas é extremamente importante para se obter elevadas produtividades na agricultura contemporânea.

Assim, como o N, o fósforo (P) também é essencial para o crescimento das plantas, além de seu fornecimento estar correlacionado a absorção de outros nutrientes importantes como, potássio e magnésio (GAO et al., 2019), porém, apesar de ser um elemento essencial é também um recurso natural não renovável, apresentando alto potencial de limitar a produtividade agrícola (FANG et al., 2022). Além de ser vital em diversos processos metabólicos, como na fotossíntese, respiração celular e diversas reações de alterações energéticas (SULIEMAN e MÜHLING, 2021), sua deficiência gera prejuízos na produção final de grãos, em função de gerar baixo índice da área foliar, reduzindo a absorção de luz solar e, conseqüentemente, reduzindo a expansão e longevidade das folhas (SICHOCKI et al., 2014). As alterações no

desenvolvimento e formato das raízes, em específico, estão associadas a resposta das plantas a deficiência de P, mas variam de acordo com a espécie (SANTORO et al., 2021).

Dessa forma, a baixa eficiência na utilização de N e P fornecidos podem gerar prejuízos econômicos, ambientais e também ecológicos (VARINDERPAL-SINGH et al, 2020). De acordo com Efthymiou et al. (2018) a exploração e produção de fertilizantes minerais a base de rocha fosfática, apresentam custo elevado, além de serem insustentáveis e apresentarem baixa eficiência em função de sua taxa de dissolução.

Woo e Pepe (2018) relataram que uma alternativa para aprimorar a produtividade agrícola e a capacidade nutritiva dos alimentos é com a utilização de bioestimulantes (produtos biológicos utilizados pelos agricultores, nas lavouras, com o objetivo de melhorarem as características fisiológicas e nutricionais das plantas). Estes, estão sendo introduzidos as práticas agrícolas, como uma maneira de diminuir o uso de produtos químicos, elevar a produção e retomar o equilíbrio originário dos agroecossistemas. Segundo Brandão et al. (2019), o uso de *Trichoderma* spp. vem sendo discutido em função de sua aptidão como promotora, através de seu potencial em solubilizar o fosfato e facilitar sua absorção para as plantas, como também pela liberação de análogos de auxina e giberelina. Inayati et al. (2021) também relataram sobre efeitos positivos com uso de *Trichoderma* spp., sendo aplicados como defesa para patógenos e indutor do potencial de crescimento das plantas.

De acordo com Roupael et al. (2020), a aplicação de bioinsumos microbianos na cultura do milho são realizados via aplicação nas sementes ou diretamente na planta e no solo. Benefícios já comprovados como altura da planta e o peso da espiga em milho doce, em combinação com adubação orgânica em leguminosas, já foram relatados por Kusparwanti, Eliyatningsih e Wardana (2020), o que denota a capacidade de promover benefícios distintos nas plantas de milho e que devem ser estudadas outras condições que promovam um sistema mais sustentável.

## OBJETIVO

O objetivo foi avaliar o desempenho de híbridos de milho comerciais, sob a aplicação de *Trichoderma harzianum*, em diferentes doses de nitrogênio (N) e fósforo (P).

**CAPÍTULO I: DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM APLICAÇÃO DE  
*Trichoderma harzianum* EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO**

## RESUMO

A cultura do milho é bastante exigente quanto ao uso de fertilizantes, especialmente com relação ao nitrogênio (N). A modernização da agricultura com novas técnicas de manejo e melhoramento genético permitiram o uso de fungos do gênero *Trichoderma* spp. Estes são importantes para o crescimento vegetal e podem influenciar positivamente na promoção da nutrição das plantas, pois o fungo pode mobilizar e melhorar a absorção de nutrientes e água. O objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho de híbridos de milho comerciais, com a aplicação de *Trichoderma harzianum*, sob diferentes disponibilidades de nitrogênio. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul, Unidade Universitária de Ipameri-GO, durante a safra 2022/23. O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial (9 x 3), em blocos casualizados, sendo nove híbridos comerciais e três doses. Foram utilizadas três doses de N, controle (160 kg ha<sup>-1</sup> de N), baixo N (80 kg ha<sup>-1</sup> de N) e baixo N<sup>+</sup> (80 kg ha<sup>-1</sup> + *Trichoderma harzianum*). Foram avaliadas as características de altura de espiga (ALTE), altura de planta (ALTP), índice relativo de clorofila Falker (IRC), diâmetro do colmo (DIAMC), número de fileiras (NF), número de linhas (NL) e massa de grão secos (MG). Os híbridos mais eficientes, de forma agrônômica, a adubação nitrogenada (ureia) na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N (50% da dose recomendada) foram 2M77, 2M80, P3898 e P4285 e os mais responsivos a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N (dose recomendada) foram DKB390 e P3898. A inoculação de *Trichoderma harzianum* associada a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N promove o aumento da massa de grãos, de forma específica, nos híbridos 30A91PW, DKB390, GNZ7280, P4285 e RK3014, com benefícios de forma variável nas diferentes características e seu uso somente indicado para estes cultivares comerciais.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, fungos, bioinsumo, bioestimulante, produtividade.

## ABSTRACT

The corn crop is quite demanding regarding the use of fertilizers, especially with regard to nitrogen (N). The modernization of agriculture with new techniques of management and genetic improvement have allowed the use of fungi of the genus *Trichoderma* spp. These are important for plant growth and can positively influence the promotion of plant nutrition, because the fungus can mobilize and improve the absorption of nutrients and water. The objective of the research was to evaluate the performance of commercial corn hybrids, with the application of *Trichoderma harzianum*, under different nitrogen availability. The experiment was conducted at the State University of Goiás, Campus Sul, University Unit of Ipameri-GO, during the 2022/23 harvest. The experimental design used was in a factorial scheme (9 x 3), in randomized blocks, with nine commercial hybrids and three doses. Three doses of N were used, control (160 kg ha<sup>-1</sup> of N), low N (80 kg ha<sup>-1</sup> N) and low N<sup>+</sup> (80 kg ha<sup>-1</sup> + *Trichoderma harzianum*). The characteristics of ear height (ALTTE), plant height (ALTP), Falker chlorophyll relative index (IRC), stalk diameter (DIAMC), number of rows (NF), number of rows (NL) and dry grain mass (MG) were evaluated. The most efficient hybrids, in an agronomic way, nitrogen fertilization (urea) at a dose of 80 kg ha<sup>-1</sup> of N (50% of the recommended dose) were 2M77, 2M80, P3898 and P4285 and the most responsive to the dose of 160 kg ha<sup>-1</sup> of N (recommended dose) were DKB390 and P3898. The inoculation of *Trichoderma harzianum* associated with a dose of 80 kg ha<sup>-1</sup> of N promotes the increase in grain mass, specifically, in the hybrids 30A91PW, DKB390, GNZ7280, P4285 and RK3014, with benefits of variable form in the different characteristics and its use only indicated for these commercial cultivars.

**Keywords:** *Zea mays*, fungi, bioinput, biostimulant, productivity.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura cultivada em todo mundo, possui amplo reconhecimento devido sua elevada produtividade dentre as demais culturas de cereais. Aproximadamente 960 milhões de toneladas de milho são produzidas mundialmente, todo ano (BATOOL et al., 2020). Dessa forma, junto com trigo e o arroz, são capazes de fornecer aproximadamente 30% das calorias nos alimentos suprimindo mais de 4,5 bilhões de pessoas em cerca de 94 países em pleno desenvolvimento, grande parte destes consumidores, fazem parte de grupos de baixa renda (MAQBOOL et al., 2021).

De acordo com USDA (2019), o milho está entre os quatro cereais mais produzidos no mundo. No Brasil o milho é cultivado em diversas regiões do país, sendo extremamente importante para o setor agrícola brasileiro, produzindo em milhões de locais vinculados ao setor agropecuário. Nas últimas décadas, o cultivo também vem ganhando espaço na agricultura comercial de forma eficiente em função da sua mudança geográfica e temporal na produção (CONTINI et al., 2019). A deficiência nutricional é uma dificuldade enfrentada pelos produtores, que ao tentarem elevar a produtividade fazem uso de elevadas quantidades de fertilizantes (LU et al., 2021), gerando desta forma um desequilíbrio nutricional indesejado (WESENBEECK et al. 2021).

Para se obter altos rendimentos na cultura do milho o N, é um dos fertilizantes de maior importância, porém, manejado de forma incorreta por muitos produtores (RANSON et al., 2020). Dentro deste contexto, a utilização exacerbada de fertilizantes nitrogenados gera prejuízos financeiros aos produtores através do valor elevado dos insumos e degradação do meio ambiente (VILLACIS et al., 2020). Verifica-se que cerca de 30 a 40% do N aplicado é absorvido pelas plantas, desta forma, mais de 60% fica no solo, comumente extraviado via lixiviação, escoamento superficial, desnitrificação, volatilização e consumo microbiano (SANTOS et al., 2019).

No melhoramento genético do milho, os investimentos ininterrompidos na tentativa de elevar a produtividade, adaptação agrônômica e, a adequação às variações no clima, persistem em ser preocupantes no setor agrícola e para a segurança alimentar (GEDIL e MENKIR, 2019). Desta forma, uma opção poderia ser a combinação de tecnologias orgânicas e utilização de microorganismos responsáveis por promover o desenvolvimento vegetal. Este efeito sinérgico na região das raízes pode acarretar na sustentabilidade na agricultura moderna, levando o produtor a obter rendimentos elevados e sem ônus adicionais (BAEZ-ROGELIO et al., 2017).



O gênero *Trichoderma* abrange um grupo de microrganismos cosmopolitas que apresentam variação em sua forma de vida e alta flexibilidade de adaptação a distintos ecossistemas (GÓMEZ-RODRÍGUEZ et al., 2018). Sood et al. (2020), reportaram que o *Trichoderma* spp. influi beneficemente diversos sistemas fisiológicos nas plantas, como processos fotossintéticos, condutância estomática, trocas gasosas, absorção e assimilação de nutrientes, eficiência na utilização da água, etc. Dessa forma são capazes de melhorar o crescimento radicular e a absorção dos nutrientes minerais e água do solo.

Singh et al. (2019), evidenciaram que a aplicação do fungo *Trichoderma* nas plantas é capaz de otimizar o crescimento, desenvolvimento e a eficiência na utilização de nitrogênio, através de sua associação com a raiz da planta. De acordo com Yadav et al. (2018), a utilização de *Trichoderma viride* em combinação com uma dose reduzida de fertilizante é capaz de aumentar o crescimento, rendimento e a produtividade do minimilho.

## 2. OBJETIVO

O objetivo foi avaliar o desempenho de híbridos de milho comerciais, sob a aplicação de *Trichoderma harzianum*, em diferentes doses de nitrogênio (N).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul, Unidade Universitária de Ipameri (Lat. 17° 42' 59,12 S, Long. 48°08' 40,49" Oeste, Alt. 773 m), na fazenda experimental da unidade, na safra 2022/23. O solo de cultivo foi o Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2018). O clima da região é classificado como Tropical (Aw) segundo a classificação de Köppen, com inverno seco, verão úmido e temperatura média de 20°C (ALVARES et al., 2013).

A condução do experimento, segue o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial (9 x 3), com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de nove híbridos comerciais (Tabela 1), submetidos a três doses de N na base: controle (160 kg ha<sup>-1</sup> de N, 140 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), baixo N (80 kg ha<sup>-1</sup> de N, 140 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e baixo N<sup>+</sup> (80 kg ha<sup>-1</sup> de N, 140 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com a aplicação da cepa de *Trichoderma harzianum* - Ecotrich® WP – isolado IBLF 006).

**Tabela 1.** Características agrônomicas dos híbridos comerciais de milho utilizados no experimento com aplicação de *Trichoderma harzianum*, sob diferentes disponibilidades de nitrogênio, Campus Ipameri, GO. Ipameri – GO, 2021.

Híbridos Comerciais	Disponibilidade	Tipo de híbrido	Uso principal	Altura de planta (cm)	Graus dias	Ciclo	Cor dos Grãos	Tipo de grão
2M77	SF/SFR	S	GR	240	850	PRE	AL	SD
2M80	SF/SFR	S	GR	215	-	PRE	AL/AV	SD
30A91PW	SF/SFR	SM	GR/SL	230	902	PRE	AM/AL	SD
ADV9860	SF/SFR	S	GR	230-250	880	PRE	AL	SD
DKB390	SFR	S	GR	251	870	PRE	AM/AL	SD
GNZ7280	SF/SFR	S	GR	230-270	840	PRE	AL	SD
P3898	SF/SFR	-	GR/SL	257	-	PRE	SI	SD
P4285	SF/SFR	S	GR/SL	295	142	PRE	AM	D
RK3014	SF/SFR	T	GR/SL	225-240	830	PRE	AL	D

(SF): Safra; (SFR): Safrinha; (S): Simples; (SM): Simples modificado; (T): Triplo; (GR): Grãos; (SL): Silagem; (PRE): Precoces; (AL): Alaranjado; (AV): Avermelhado; (AM): Amarelado; (SD): Semiduro; (D): Duro.

O solo foi preparado de maneira convencional, com uma aração e duas gradagens, logo depois, utilizado um cultivador para abertura dos sulcos de semeadura. O solo cultivado possui textura média e foi adubado de acordo com resultados das análises de solo (Tabela 2).

As fontes de adubação utilizadas foram, N (ureia), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), em semeadura. As parcelas experimentais foram constituídas de duas fileiras de 4 m, sendo três plantas por metro e espaçamento entre linhas de 0,45 m, obtendo um estande final com cerca de 66.000 plantas.

**Tabela 2.** Principais atributos químicos do solo (0-20 cm de profundidade) sem qualquer aplicação de fertilizante ou calcário. Ipameri, GO, UEG.

CARACTERÍSTICAS	pH	M.O.	P <sub>resina</sub>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol dm <sup>-3</sup>						
Solo	4,9	24,1	9,0	30,3	4,1	18,2	7,5	27,8	57,6	47,7

pH – acidez ativa, M.O. – Matéria orgânica, P – Fósforo disponível, H+Al – acidez potencial, k – Potássio disponível, Ca – Cálcio trocável, Mg – Magnésio trocável, CTC – Capacidade de troca catiônica efetiva, V% – Saturação por bases.

As sementes foram tratadas unicamente com *Trichoderma* sp., a fonte utilizada foi um produto comercial a base de *Trichoderma harzianum* (Ecotrich WP; Ballagro Agro Tecnologia Ltda., Piracaia, SP, Brasil), os quais as sementes foram colocadas em contato direto com a cepa de *T. harzianum*, na quantidade de 8 mL de suspensão na dose de 2,5x10<sup>8</sup> células/ 100g de semente, com o emprego de pulverizador manual de pressão (550 mL), até o encharcamento e imediatamente semeadas em campo.

Os tratos culturais consistiram em campinas manuais para controle de plantas daninhas e aplicação de produtos fitossanitários, sendo Clorantraniliprole 100 gr L<sup>-1</sup> + Lambda-Cialotrina 50 gr L<sup>-1</sup> (Ampligo®), na dosagem de 150 mL ha<sup>-1</sup> para controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

Foram avaliadas as características de altura de espiga (ALTE) – medida referente à altura da planta, em cm, do solo até a espiga principal; altura de planta (ALTP) – medida referente à altura da planta, em cm, do solo ao ápice da planta (pendão); índice relativo de clorofila Falker (IRC) – medidos através do CFL1030 (SN0359), expressos em g de clorofila, a partir de três folhas completamente expandidas na porção mediana das plantas, com 80 dias após a semeadura; diâmetro médio do colmo (DIAMC) – medida referente ao diâmetro médio de cinco plantas representativas da parcela, na base da planta, em mm; número de fileiras da espiga (NF) – quantidade de fileiras presentes em três espigas representativas da parcela, em unidades; número de linhas (NL) – quantidade de linhas presentes em três espigas

representativas da parcela, em unidades; massa de grãos (MG) - medida referente ao peso da parcela (área útil), colhida e, posteriormente, transformada em kg por hectare.

Foram realizadas análises de variância, em seguida pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade com a utilização do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, que para os fatores Dose, Híbrido e para a interação Dose x Híbrido, que houve diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ), para todas as variáveis analisadas, com exceção de dose para a variável diâmetro do colmo, o que demonstrou que a inoculação de *Trichoderma harzianum* associada a doses de nitrogênio, apresentaram desempenhos divergentes, com efeito sobre os componentes primários (número de fileiras, número de linhas e massa de grãos) e secundários (altura de espiga, altura de planta, índice relativo de clorofila, diâmetro do colmo) na planta do milho (Tabela 3).

Akladious e Abbas (2014) observaram o efeito do *Trichoderma harzianum* na promoção do crescimento vegetal e vigor do milho e obtiveram resultados significativos para as variáveis altura de planta, área foliar e peso fresco da parte aérea. Nepali et al. (2020) avaliaram a capacidade do *Trichoderma viride* como biofertilizantes por sua aptidão em promover o crescimento e a produtividade, associado a 50% (120:60:40 kg NPK ha<sup>-1</sup>) e detectaram diferenças significativas para as variáveis altura de planta, diâmetro do caule e índice de área foliar.

**Tabela 3.** Resumo do quadrado médio das variáveis altura de espiga (ALTE), altura de planta (ALTP), índice relativo de clorofila (IRC), diâmetro do colmo (DIAMC), número de fileiras (NF), número de linhas (NL) e massa de grãos (MG), em nove híbridos de milho, sob condições distintas de adubação de nitrogênio (baixo N, baixo N + *Trichoderma harzianum*, controle). Ipameri, GO, 2023.

F.V.	GL	ALTE	ALTP	IRC	DIAMC	NF	NL	MG
Dose (D)	2	464,3**	2287,7**	139,4**	0,2 <sup>ns</sup>	21,5**	227,4**	5865640,2**
Híbrido (H)	8	21,3**	137,7**	31,0**	3,5**	1,4**	25,7**	1353282,1**
D x H	16	29,6**	76,4**	11,8**	1,8**	1,7**	6,4**	2105193,3**
Bloco	2	3,0	9,6	6,6	0,0	0,0	2,9	51007,3
Erro	52	4,7	16,2	2,5	0,3	0,3	2,2	313775,8
CV (%)		3,4	2,2	4,3	3,3	3,4	4,0	9,1

<sup>ns</sup> não significativo; \*\* - altamente significativo; \* - significativo; 5% de probabilidade, pelo teste F; CV (%) – coeficiente de variação.

Verificou-se para as variáveis altura de espiga e altura de planta que os híbridos 2M80, 30A91PW e DKB390 foram os que apresentaram no tratamento baixo N<sup>+</sup> (80 kg<sup>+</sup> + *Trichoderma harzianum*), resultados superiores aos obtidos no tratamento baixo N (80 kg), e também similares aos observados no controle (160 kg), conforme Tabela 4. Para a variável

altura de espiga as diferenças foram de 9,8, 16,1 e 17,2%, já para a altura de planta foram 9,4, 8,2 e 17,5%, respectivamente, e observou-se que o híbrido GNZ7280 com aumento de aproximadamente 12%, em relação aos tratamentos baixo N, essa condição promoveu um ganho médio de 6,8% para característica altura de espiga e 6,2% para a altura de plantas.

De acordo Contreras-Cornejo et al. (2009), a promoção do crescimento da planta gerado pelo uso de *Trichoderma*, está relacionado a produção de fitormônios como a auxina através do ácido indol acético (IAA) e indol-acetaldeído, que são sintetizados por *T. virens* e *T. atroviride*, responsáveis por induzir o crescimento da raiz da planta. A promoção do desenvolvimento radicular proporciona um aumento na eficiência de exploração do solo e promove maior absorção de água e nutrientes, acarretando em um ganho no crescimento (altura e diâmetro de colmo) das plantas.

Resultados divergentes foram encontrados por Yang et al. (2022), o qual analisaram o milho com inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (AM) , *T. longibrachiatum* (MF), *Glomus* sp. (Gm), *T. longibrachiatum* + *Glomus* sp. (Gm + MF) e compararam com o controle (não inoculado) em dois níveis de salinidade (0 e 75 mM de NaCl) e notaram que a aplicação isolada dos mesmos não resultaram em aumento no crescimento, entretanto, as combinações de fungo AM + MF aumentaram em 58,3% e Gm + MF em 68,6%, a biomassa em relação ao não inoculado em níveis 0 de salinidade. Os autores concluíram que a inoculação dupla é mais eficiente que as aplicações isoladas para o crescimento da planta, em condições não salinas. O que segundo Damasceno et al. (2013), a altura de planta é uma característica agrônômica importante para a produção de biomassa da planta.

Os resultados verificados nesta pesquisa, também foram validados por Muter et al. (2017) que através da introdução de *Trichoderma viride* e carvão vegetal no milho, geraram um aumento na altura da planta em 5,6% (tratamento com *T. viride*) e 14,34% (*T. viride* + carvão), quando comparadas ao controle (sem aplicação), aos 55 dias de implantação da cultura, essa combinação resultou em promoção no crescimento, e observou-se através de microscopia a laser que as partículas do solo amostradas da rizosfera apresentavam um biofilme contínuo e denso responsável por gerar a imobilização do *T. viride* no solo.

Os híbridos 30A91PW, GNZ7280, P3898 e P4285 foram os que obtiveram os desempenhos superiores para o índice relativo de clorofila, no tratamento baixo N<sup>+</sup>, com promoção de 19,7, 11,1, 15,7 e 15,9%, respectivamente, em comparação ao baixo N e se equipararam ao controle (Tabela 4). A característica em questão se mostrou responsiva a inoculação de cepa do *T. harzianum* IBLF 006WP, o qual resultou em um aumento médio de 6,2% de clorofila.

**Tabela 4.** Altura de espiga (ALTE), altura de planta (ALTP), índice relativo de clorofila (IRC) e diâmetro do colmo (DIAMC), em nove híbridos de milho, em função de doses de nitrogênio, com aplicação *Trichoderma harzianum*. Ipameri, GO, 2023.

Híbridos	----- ALTE -----			----- ALTP -----		
	- 80 kg <sup>-</sup> -	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -	- 80 kg -	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -
2M77	63,1 aA	65,7 aA	67,8 bA	174,9 aC	182,6 bB	194,9 aA
2M80	61,2 aB	65,9 aA	68,5 bA	176,2 aB	191,2 aA	194,5 aA
30A91PW	57,6 bB	66,6 aA	67,2 bA	172,4 aB	187,9 aA	185,4 bA
ADV9860	58,1 bB	63,3 bA	63,9 cA	173,6 aB	172,6 cB	185,2 bA
DKB390	56,6 bB	68,1 aA	64,6 cA	159,4 bB	184,4 aA	190,1 bA
GNZ7280	58,2 bC	67,7 aB	73,9 aA	171,4 aB	194,0 aA	189,6 bA
P3898	61,9 aB	60,3 bB	73,4 aA	175,5 aB	179,6 bB	195,4 aA
P4285	64,7 aB	62,8 bB	68,6 bA	179,7 aC	188,3 aB	195,6 aA
RK3014	60,0 bB	61,3 bB	68,0 bA	171,8 aB	177,6 bB	188,0 bA
Médias	60,2	64,6	68,4	172,8	184,2	191,0

  

Híbridos	----- IRC -----			----- DIAMC -----		
	- 80 kg <sup>-</sup> -	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -	- 80 kg -	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -
2M77	37,0 aA	35,7 bA	37,8 bA	15,2 bA	14,3 bB	15,3 bA
2M80	33,7 bB	34,5 cB	39,1 bA	15,4 bA	14,2 bB	15,3 bA
30A91PW	31,5 bB	37,3 bA	38,1 bA	15,1 bC	16,2 aA	13,8 cC
ADV9860	34,2 bB	33,7 cB	38,0 bA	14,2 cB	14,9 bA	13,8 cB
DKB390	35,1 aB	32,3 cC	39,5 bA	14,5 cA	15,3 bA	15,1 bA
GNZ7280	36,0 aB	41,1 aA	38,9 bA	15,0 bB	17,0 aA	16,5 aA
P3898	36,3 aB	41,8 aA	42,2 aA	16,4 aA	14,7 bB	16,2 aA
P4285	35,5 aB	41,4 aA	40,9 aA	14,7 cA	15,0 bA	14,3 cA
RK3014	33,2 bB	35,0 bB	38,9 bA	14,4 cA	14,3 bA	14,1 cA
Médias	34,7	37,0	39,3	15,0	15,1	14,9

<sup>+</sup> - com aplicação de *Trichoderma* spp; Médias seguidas pela mesma letra na vertical, minúsculas, e na horizontal, maiúsculas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O ganho de clorofila de uma planta pode ser resultado da quantidade de nitrogênio que a planta faz uso. Li et al. (2019) demonstraram que conforme maior a disponibilidade de N para a planta maior será o seu teor de clorofila. Conforme relatado anteriormente, o fungo *Trichoderma* é responsável por gerar benefícios, entre esses efeitos temos que são responsáveis por gerar crescimento radicular e como consequência aumentar a absorção nutricional das plantas, resultando em ganhos como visto para o teor de clorofila.

Yadav et al. (2018) notaram que a inoculação de *Trichoderma viride*, combinadas com doses de fertilizantes, influenciaram positivamente no teor de clorofila das folhas de minimilho variedade G-5414, as análises foram realizadas as 20, 40 e 60 dias de cultivo, com ênfase aos



60 dias, para o tratamento de *T. viride* + 75% das doses recomendadas de NPK (120-60-60 kg ha<sup>-1</sup>), que resultaram num teor de clorofila superior em 42% ao controle, sendo assim, a utilização do fungo e uma dose reduzida de fertilizantes foram eficientes no aumento de crescimento e também produtividade da planta.

Notou-se que a inoculação da cepa do *T. harzianum* IBLF 006WP resultou em melhoria de 0,7% na característica diâmetro do colmo, quando comparado ao baixo N e foi superior ao controle em 1,3%, detectou-se ainda para os híbridos comerciais 30A91PW e ADV9860 dentro do tratamento baixo N<sup>+</sup>, foram superiores em 12,1 e 6,4%, ao baixo N e que por sua vez se equipararam ao do controle (Tabela 4), o que torna mais interessante a aplicação para aumento da rigidez e com possível melhora de perdas na colheita mecanizada.

Nepali et al. (2020) realizaram a inoculação de 2,5 ml de um produto comercial a base de *Trichoderma viride* em 1 kg de semente associado a 50% (120:60:40 kg NPK ha<sup>-1</sup>), no milho, com efeito responsivo a essa aplicação e com 1 cm de aumento no diâmetro do caule, em comparação ao controle. Dessa forma, concluíram que a utilização do *T. viride* + 50% de fertilizantes mostraram-se eficazes para promoção de crescimento e rendimento da cultura, o que comprovou seu potencial como biofertilizante.

Observou-se que os híbridos 30A91PW e P4285 apresentaram para a variável número de fileiras no baixo N<sup>+</sup>, um aumento de 19,2 e 6,4% respectivamente, aos observados no baixo N (Tabela 5). O tratamento com a cepa do *T. harzianum* IBLF 006WP apresentou uma eficiência de 9,2% quando comparado ao grupo não inoculado, e essa diferença observada demonstrou que o ganho pode estar correlacionada ao índice relativo de clorofila, visto que, juntamente com os dois híbridos comerciais em destaque, outros como GNZ7280 e P3898, apresentaram valores superiores aos obtidos no baixo N, para essas variáveis, com possibilidade de promoção para a taxa fotossintética simultaneamente.

Fu et al. (2019) inocularam *Trichoderma asperellum*, diluídos em 200 ml de água (W4 - 0,7 e W6 - 1,4 g de conídios), na irrigação radicular aos 15 e 25 dias após a emergência, e observaram que durante dois anos seguidos, a cultura foi responsiva, com aumento na produtividade em torno de 4,87% e 10,95%, em 2015, e 5,75% e 12,41%, em 2016, assim concluíram que o uso do *T. asperellum* é mais eficiente na fase inicial, pois facilitaria a colonização e proliferação, dessa forma, capazes de promover o melhor rendimento.

Notou-se para número de linhas, que a grande maioria dos híbridos no baixo N<sup>+</sup>, não apresentaram efeitos positivos, este tratamento apresentou uma média inferior em 4,4% ao baixo N e inferior ao controle em 13,9%, somente o híbrido comercial 30A91PW foi superior

em 11,2%, ao baixo N e se assemelhou ao controle, demonstrando a importância de se estudar o efeito sinérgico apresentado de forma específica a cada híbrido (Tabela 5).

Estévez-Geffriaud et al. (2020) determinaram o efeito da inoculação de *Trichoderma asperellum* (cepa T34) e associadas com fungicida químico (Q), no crescimento do milho, desenvolvimento do grão, fisiologia e teor nutricional em duas condições distintas de irrigação e deficiência hídrica, a aplicação de T34 separadamente, não resultou em diferenças para número de grãos nas plantas sob deficiência concordando com os resultados observados no presente trabalho, o qual não foi realizado métodos de irrigação, entretanto, um maior número de grãos foram observados no milho irrigado sob o mesmo tratamento, com um aumento de cerca de 17,1 e 14,6% superior aos tratamentos Q e T34+Q, respectivamente, desta forma, observaram o potencial do tratamento de sementes T34 em condições distintas. O número de linhas é uma característica que interfere no número de grãos de uma cultivar, visto que, quanto mais elevada a variável a planta apresentará um ganho no número de grãos.

Observou-se para a variável massa de grãos que o baixo N<sup>+</sup> se mostrou superior ao baixo N em 16,2% e ao controle em 5,7%, três híbridos 30A91PW, GNZ7280 e P4285 com aumentos de 56,9, 24,8 e 17,8%, que por sua vez se equipararam ao controle (Tabela 5). O ganho de massa de grãos de uma cultivar está atrelado a diversas variáveis, observou-se que neste caso, os híbridos comerciais em questão foram influenciados por três variáveis, altura de planta, refletindo em aumento no teor de clorofila que por sua vez foi transformada em energia na planta acarretando em um maior número de fileiras, os quais foram expressos em aumento na característica massa de grãos.

Qiao et al. (2019) relataram que em um experimento de campo em um sistema de cultivo de milho sob regimes de fertilizantes químicos (CF), orgânicos (OF) e bio-orgânicos a base e *Trichoderma guizhouense* cepa NJAU 4742 (BOF), este foi capaz de aumentar a produtividade do milho em 216 kg acre<sup>-1</sup> (533,75 kg ha<sup>-1</sup>) quando comparado ao CF que não se distinguiu do OF. Os autores concluíram que a utilização de fertilizantes impactou diretamente na microbiota do solo e demonstraram que o uso do fungo apresentou maior eficiência no aumento de produtividade da cultura quando comparado aos fertilizantes químicos de forma isolada.

Lu et al. (2020) na tentativa de reduzir o impacto da doença podridão do colmo no milho realizaram inoculação de 2, 4, 5, 6, 8 e 10 g/buraco de grânulos de *Trichoderma asperellum* GDFS1009 associadas a 45 kg/667m<sup>2</sup> de fertilizantes químicos, observaram que a dose de 10 g de *T. asperellum* em associação aos fertilizantes reduziram o impacto da doença em 72,05%, assim, foi capaz de aumentar o rendimento da cultura em 11,28%, quando comparadas ao

controle (sem *T. asperellum*), portanto, o tratamento se mostrou eficiente no controle da doença e como promotor de rendimento para a cultura.

**Tabela 5.** Número de fileiras (NF), número de linhas (NL) e massa de grãos (MG), em nove híbridos de milho em função de doses de nitrogênio, com aplicação *Trichoderma harzianum*. Ipameri, GO, 2023.

Híbridos	----- NF -----			----- NL -----		
	- 80 kg-	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -	- 80 kg-	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -
2M77	16,7 aB	17,5 aB	18,6 aA	37,0 bB	34,8 bB	41,0 bA
2M80	16,8 aB	18,0 aA	18,0 aA	37,6 bB	35,2 bB	41,6 bA
30A91PW	15,6 bC	18,6 aA	17,4 bB	35,3 bB	39,2 aA	39,3 bA
ADV9860	16,4 aA	16,1 bA	17,0 bA	35,2 bB	31,5 cC	39,2 bA
DKB390	15,0 bC	16,7 bB	18,4 aA	34,0 bB	32,4 cB	38,0 bA
GNZ7280	15,8 bB	18,4 aA	18,3 aA	35,6 bB	35,9 bB	39,6 bA
P3898	15,9 bB	17,7 aA	18,2 aA	36,7 bB	33,3 cC	40,7 bA
P4285	17,2 aB	18,3 aA	16,8 bB	40,6 aC	36,0 bB	44,6 aA
RK3014	16,3 aB	17,6 aA	17,3 bA	35,2 bB	34,1 cB	39,2 bA
Médias	16,2	17,7	17,8	36,3	34,7	40,3

  

Híbridos	----- MG -----		
	- 80 kg-	- 80 kg+ -	- 160 kg -
2M77	6303,1 aA	6631,4 cA	6463,9 bA
2M80	6551,8 aA	7266,0 bA	5822,3 bB
30A91PW	5359,2 bB	8768,3 aA	5812,0 bB
ADV9860	5439,9 bB	4876,2 dB	6233,0 bA
DKB390	4985,7 bB	5946,3 cA	6862,7 aA
GNZ7280	5431,2 bB	7283,5 bA	6237,5 bB
P3898	6094,4 aB	5751,9 cB	7192,5 aA
P4285	6193,6 aB	7048,2 bA	5770,9 bB
RK3014	5006,2 bB	6111,0 cA	6078,3 bA
Médias	5707,2	6631,4	6274,8

<sup>+</sup> - com aplicação de *Trichoderma* spp; médias seguidas pela mesma letra na vertical, minúsculas, e na horizontal, maiúsculas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A massa de grãos de um cultivar possui relação com componentes primários e secundários. Os resultados expressos para os híbridos 30A91PW, DKB390, GNZ7280, P4285 e RK3014, estão relacionados aos benefícios que a cepa do *T. harzianum* IBLF 006WP gerou de forma isolada para algumas variáveis como, altura de espiga, altura de planta, índice relativo de clorofila, diâmetro médio do colmo, número de fileiras e número que linhas que ao se associarem resultaram em ganho para os híbridos na variável em questão.

## 5. CONCLUSÃO

Os híbridos que apresentaram maior eficiência a adubação nitrogenada (ureia) na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N (50% da dose recomendada), de forma agronômica foram 2M77, 2M80, P3898 e P4285 e já o DKB390 e P3898 se demonstraram mais responsivos a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de N (dose recomendada).

A inoculação de *Trichoderma harzianum* em associação a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N promoveu o aumento da massa de grãos de forma específica nos híbridos 30A91PW, DKB390, GNZ7280, P4285 e RK3014, com benefícios de forma variável nas diferentes características e seu uso somente é indicado para esses cultivares comerciais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKLADIOUS, S. A.; ABBAS, S. M. Application of *Trichoderma harzianum* T22 as a biofertilizer potential in maize growth. **Journal of Plant Nutrition**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 30-49, 2014.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2013.
- BAEZ-ROGELIO, A.; MORALES-GARCÍA, Y. E.; QUINTERO-HERNÁNDEZ, V.; MUÑOZ-ROJAS, J. Next generation of microbial inoculants for agriculture and bioremediation. **Microbial biotechnology**, [s. l.], v. 10, n. 1, p.19-21, 2017.
- BATOOL, R.; UMER, M. J.; WANG, Y.; HE, K.; ZHANG, T.; BAI, S.; ZHI, Y.; CHEN, J.; WANG, Z. Synergistic effect of beauveria bassiana and *Trichoderma asperellum* to induce maize (*Zea mays* L.) defense against the asian corn borer, ostrinia furnacalis (lepidoptera, crambidae) and larval immune response. **International journal of molecular sciences**, [s. l.], v. 21, n. 21, p. 8215, nov. 2020.
- CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; CORTÉS-PENAGOS, C.; LÓPEZ-BUCIO, J. "*Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis." **Plant physiology**, [s. l.], v. 149, n. 3, p. 1579-1592, mar. 2009.
- CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A. DE.; SILVA, A. F DA.; SILVA, D. D. DA.; MACHADO, J. R. DE A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. DA.; MENDES, S. M. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Brasília: Embrapa (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2)**, fev. 2019.
- DAMASCENO, C. M. B.; PARRELLA, R. A. da C.; SOUZA, V. F. de; SIMEONE, M. L. F.; SCHAFFERT, R. E. Análise morfoagronômica e bioquímica de um painel de sorgo energia para características relacionadas à qualidade da biomassa. **Sete Lagos: Embrapa (Circular técnica 190)**, dez. 2013.
- ESTÉVEZ-GEFFRIAUD, V.; VICENTE, R.; VERGARA-DÍAZ, O.; REINALDO, J. J. N.; TRILLAS, M. I. Application of *Trichoderma asperellum* T34 on maize (*Zea mays*) seeds protects against drought stress. **Planta**, [s.l.], v. 252, n. 1, p. 1-12, jul. 2020.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, [s.l.], v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011.
- FU, J.; XIAO, Y.; WANG, Y.; LIU, Z.; ZHANG, Y.; YANG, K. *Trichoderma* affects the physiochemical characteristics and bacterial community composition of saline-alkaline maize rhizosphere soils in the cold-region of Heilongjiang Province. **Plant and soil**, [s. l.], v. 436, n. 1/2, p. 211-227, jan. 2019.

GEDIL, M.; MENKIR, A. An integrated molecular and conventional breeding scheme for enhancing genetic gain in maize in Africa. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1430, nov. 2019.

GÓMEZ-RODRÍGUEZ, E. Y.; URESTI-RIVERA, E. E.; PATRÓN-SOBERANO, O. A.; ISLAS-OSUNA, M. A.; FLORES-MARTÍNEZ, A.; RIEGO-RUIZ, L.; ROSALES-SAAVEDRA, M. T.; CASAS-FLORES, S. S. Histone acetyltransferase TGF-1 regulates *Trichoderma atroviride* secondary metabolism and mycoparasitism. **PloS one**, San Francisco, v.13, n. 4, p. e0193872-e0193872, abr. 2018.

LI, N.; YANG, Y.; WANG, L.; ZHOU, C.; JING, J.; SUN, X.; TIAN, X. Combined effects of nitrogen and sulfur fertilization on maize growth, physiological traits, N and S uptake, and their diagnosis. **Field Crops Research**, [s. l.], v. 242, p. 107593, out. 2019.

LU, J.; HU, T.; ZHANG, B.; WANG L.; YANG, S.; FAN, J.; YAN, S.; ZHANG, F. Nitrogen fertilizer management effects on soil nitrate leaching, grain yield and economic benefit of summer maize in Northwest China. **Agricultural Water Management**, [s. l.], v. 247, p. 106739, mar. 2021.

LU, Z.; TU, G.; ZHANG, T.; LI, Y.; WANG, X.; ZHANG Q.; SONG W.; CHEN, J. Screening of antagonistic *Trichoderma* strains and their application for controlling stalk rot in maize. **Journal of Integrative Agriculture**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 145-152, jan. 2020.

MAQBOOL, M. A.; ISSA, A. B.; KHOKHAR, E. S. Quality protein maize (QPM): Importance, genetics, timeline of different events, breeding strategies and varietal adoption. **Plant breeding**, [s. l.], v. 140, n. 3, p.375-399, mai. 2021.

MUTER, O.; GRANTINA-IEVINA, L.; MAKARENKOVA, G.; VECSTAUDZA, D.; STRIKAUSKA, S.; SELGA, T.; KASPARINSKIS, R.; STELMAHERE, S.; STEINER, C. Effect of biochar and *Trichoderma* application on fungal diversity and growth of *Zea mays* in a sandy loam soil. **Environmental and Experimental Biology**, [s. l.], v. 15, p. 289-296, 2017.

NEPALI, B.; SUBEDI, S.; BHATTARAI, S.; MARAHATTA, S.; BHANDARI, D.; SHRESTHA, J. Bio-fertilizer activity of trichoderma viride and pseudomonas fluorescens as growth and yield promoter for maize. **Journal of Agricultural Science**, [s. l.], v.31, n. 2, p. 191-195, 2020.

QIAO, C.; PENTON, C. R.; XIONG, W.; LIU, C.; WANG, R.; LIU, Z.; XU, X.; LI, R.; SHEN, Q. Reshaping the rhizosphere microbiome by bio-organic amendment to enhance crop yield in a maize-cabbage rotation system. **Applied Soil Ecology**, [s. l.], v. 142, p. 136-146, out. 2019.

RANSON, C. J.; KITCHEN, N. R.; CAMBERATO, J. J.; CARTER, P. R.; FERGUSON, R. B.; FERNÁNDEZ, F. G.; FRANZEN, D. W.; LABOSKI, C. A. M.; NAFZIGER, E. D.; SAWYER, J. E.; SCHARF, P. C.; SHANAHAN, J. F. nitrogen rate recommendation tools' performance across eight US midwest corn belt states. **Agronomy journal**, [s. l.], v. 112, n. 1, p.470-492, jan. 2020.

SANTOS, A.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; FRITSCHÉ-NETO, R.; KAMPHORST, S. H.; FERREIRA, F. R. A.; AMARAL, J. F. T.; VIVAS, J. M. S.; SANTOS, P. H. A. D.; LIMA, V. J. de.; KHAN, S.; SCHMITT, K M. F.; LEITE, J. T.; JUNIOR, D. R. dos S.; BISPO, R. B.;

SANTOS, T. de O.; OLIVEIRA, U. A. de.; GUIMARÃES, J. J. M.; RODRIGUEZ, O. Relative importance of gene effects for nitrogen-use efficiency in popcorn. **PloS one**, San Francisco, v. 14, n. 9, p.e 0222726-e0222726, set. 2019.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de **Classificação de Solos**. 5ª Edição revista e ampliada. Brasília, DF 2018, 356p.

SINGH, B. N.; DWIVEDI, P.; SARMA, B. K.; SINGH, G. S.; SINGH, H. B. A novel function of N-signaling in plants with special reference to *Trichoderma* interaction influencing plant growth, nitrogen use efficiency, and cross talk with plant hormones. **3 Biotech**, [s. l.], v. 9, p. 1-13, fev. 2019.

SOOD, M.; KAPOOR, D.; KUMAR, V.; SHETIWIY, M. S.; RAMAKRISHNAN, M.; LANDI, M.; ARANITI, F.; ANKET SHARMA, A. *Trichoderma*: The “Secrets” of a Multitalented Biocontrol Agent. **Plants**, [s. l.], v. 9, n. 6, p. 762, jun. 2020.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - Foreign Agricultural Service (FAS). Grãos: Mercados e Comércio Mundial. 2019. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/commodities/corn>. Acesso em: fev. 2023.

VILLACIS, A. H.; RAMSEY, A. F.; DELGADO, J. A.; ALWANG, J. R. Estimating economically optimal levels of nitrogen fertilizer in no-tillage continuous corn. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, [s. l.], v. 52, n. 4, p. 613-623, out. 2020.

WESENBEECK, C. F. A.; KEYZER, M. A.; VEEN, W. C. M.; QIU, H. Can China's overuse of fertilizer be reduced without threatening food security and farm incomes?. **Agricultural Systems**, [s. l.], v. 190, p. 103093, mai. 2021.

YADAV, R. S.; SINGHB, V.; PALB, S.; MEENAA, S. K.; MEENAA, V. S.; SARMA, B. K.; SINGHC, H. B.; RAKSHIT, A. Seed bio-priming of baby corn emerged as a viable strategy for reducing mineral fertilizer use and increasing productivity. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 241, p. 93-99, nov. 2018.

YANG, R.; QIN, Z.; WANG, J.; ZHANG, X.; XU, S.; ZHAO, W.; HUANG, Z. The interactions between Arbuscular Mycorrhizal Fungi and *Trichoderma longibrachiatum* enhance maize growth and modulate root metabolome under increasing soil salinity. **Microorganisms**, [s. l.], v. 10, n. 5, p.1042, mai. 2022.

**CAPÍTULO II: DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE MILHO COM APLICAÇÃO DE  
*Trichoderma harzianum* EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO**



## RESUMO

Dentro das limitações causadas por necessidades nutricionais na cultura do milho, destaca-se a baixa disponibilidade natural de fósforo (P). Como alternativa a solucionar as limitações deste tipo, o uso de agentes biológicos vem ganhando espaço, especialmente dentre os fungos do gênero *Trichoderma*. O objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho de híbridos de milho comerciais, com a aplicação de *Trichoderma harzianum*, sob diferentes doses de fósforo. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul, Unidade Universitária de Ipameri-GO, durante a safra 2022/23. O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial (9 x 3), em blocos casualizados, sendo nove híbridos comerciais e três disponibilidades. Foram utilizadas três doses de P, controle (160 kg ha<sup>-1</sup> de P), baixo P (80 kg ha<sup>-1</sup> de P) e baixo P<sup>+</sup> (80 kg ha<sup>-1</sup> + *Trichoderma harzianum*). Foram avaliadas as características de altura de espiga (ALTE), altura de planta (ALTP), índice relativo de clorofila Falker (IRC), diâmetro do colmo (DIAMC), número de fileiras (NF), número de linhas (NL) e massa de grão secos (MG). Os híbridos mais eficientes, de forma agrônômica, a adubação fosfatada (superfosfato simples) na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P (50% da dose recomendada) foram 2M77, 2M80, DKB390 e P4285 e todos os cultivares mostraram-se responsivos de forma similar a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de P (dose recomendada). A inoculação de *Trichoderma harzianum* associada a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P promove o aumento da massa de grãos de forma específica nos híbridos ADV9860, DKB390 e GNZ7280 com benefícios de forma variável nas diferentes características e seu uso somente é indicado para esses cultivares comerciais.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, fungos, bioinsumo, bioestimulante, produtividade.

## ABSTRACT

Within the limitations caused by nutritional needs in the corn crop, the low natural availability of phosphorus (P) stands out. As an alternative to solving the limitations of this type, the use of biological agents has been gaining ground, especially among the fungi of the genus *Trichoderma*. The objective of the research was to evaluate the performance of commercial corn hybrids, with the application of *Trichoderma harzianum*, under different doses of phosphorus. The experiment was conducted at the State University of Goiás, Campus Sul, University Unit of Ipameri-GO, during the 2022/23 harvest. The experimental design used was in a factorial scheme (9 x 3), in randomized blocks, with nine commercial hybrids and three availabilities. Three doses of P, control (160 kg ha<sup>-1</sup> of P), low P (80 kg ha<sup>-1</sup> of P) and low P<sup>+</sup> (80 kg ha<sup>-1</sup> + *Trichoderma harzianum*) were used. The characteristics of ear height (ALTTE), plant height (ALTP), Falker chlorophyll relative index (IRC), stalk diameter (DIAMC), number of rows (NF), number of rows (NL) and dry grain mass (MG) were evaluated. The most efficient hybrids, in an agronomic way, phosphate fertilization (simple superphosphate) at a dose of 80 kg ha<sup>-1</sup> of P (50% of the recommended dose) were 2M77, 2M80, DKB390 and P4285 and all cultivars were similarly responsive to the dose of 160 kg ha<sup>-1</sup> of P (recommended dose). The inoculation of *Trichoderma harzianum* associated with a dose of 80 kg ha<sup>-1</sup> of P promotes the increase in the mass of grains in a specific way in the hybrids ADV9860, DKB390 and GNZ7280 with benefits of variable form in the different characteristics and its use is only indicated for these commercial cultivars.

**Keywords:** *Zea mays*, fungi, bioinput, biostimulant, productivity.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho é um dos exemplares com maior produtividade dentre as plantas alimentícias e globalmente domesticadas, é um cereal de grande importância produtiva demonstrando alto rendimento de grãos por hectare, elevado valor econômico e grande importância mundial como alimento humano, ração animal e matéria-prima para diversos produtos, itens industriais e biocombustíveis (GARCÍA-LARA e SERNA-SALDIVAR, 2019). De acordo com Tanumihardjo et al. (2020) o milho é comercializado em toda América do Sul, sendo um alimento básico que faz parte de uma diversidade de pratos tradicionais, classificado desta forma como uma das principais culturas essenciais do mundo.

As condições ambientais são importantes para produção agrícola, visto que, a produtividade e outras variáveis das plantas não são definidas somente por seus genótipos, mas também sofrem influência das condições ambientais (BHUSAL et al., 2021). Estresses abióticos são capazes de provocar alterações bioquímicas, fisiológicas e moleculares que afetam diversos processos celulares nas plantas, refletindo negativamente o crescimento e produtividade das culturas. Em especial a produtividade do milho tem sido prejudicada por alguns fatores abióticos como, salinidade, calor, seca e frio (LI et al., 2017).

De acordo com Krell et al. (2018), a produção das culturas necessita de melhorias para suprir a necessidade crescente de alimentação. O sistema radicular das plantas desempenha um papel importante na tolerância a estresses abióticos, como por exemplo a baixa disponibilidade de fósforo, que por sua vez prejudica a produtividade das plantas quando limitado (WACHSMAN et al., 2015).

O fósforo (P) é um elemento nutricional fundamental, que não pode ser substituído biologicamente e em geral possui reservas finitas (BINDRABAN et al., 2020). Desta forma, o problema com a disponibilidade natural de P à cultura representa um aumento nos custos de produção pelo fato de que os sistemas de cultivos exigem frequentes aplicações em quantidades relativamente elevadas para garantir a produtividade (CABRAL et al., 2020). Segundo López-Bucio et al. (2015) desta forma os agricultores necessitam gerar um aumento na eficiência do uso de P através de melhorias nas práticas agrícolas visando a economia de dinheiro e perdurar os rendimentos.

Um modelo atrativo para garantir o suprimento da demanda alimentícia é a utilização de microrganismos promotores do crescimento vegetal, que auxiliam o desenvolvimento das plantas e passam a ser vistos como bioestimulantes naturais (GUZMÁN-GUZMÁN et al.,

2018). Desta forma, uma atenção maior deve estar voltada a utilização de fungos promotores de crescimento na tentativa de complementar ou substituir os produtos químicos nos últimos anos (VERMA et al., 2019).

De acordo com Harman et al. (2019), algumas cepas de *Trichoderma* são reconhecidas por conceder diversas vantagens no crescimento e desenvolvimento das plantas. Estes microorganismos demonstraram-se capazes de gerar aumento nas taxas fotossintéticas das plantas. Outra vantagem citada por Hewedy et al. (2020) é que as espécies de *Trichoderma* tem a habilidade de solubilizar fosfato insolúvel para aumentar a absorção de fosfato pelas plantas nos campos.

De acordo com Szczalba et al. (2019) o fungo *Trichoderma* spp. apresenta efeitos bioestimulantes, sendo capaz de gerar proteção e/ou bioestimulação vegetal ou também denominada de promoção, ela atua através de interação química com as raízes das plantas, abrangendo a secreção de auxinas, pequenos peptídeos, voláteis e outros metabólitos ativos. Nepali et al. (2020) confirmaram que a inoculação de *Trichoderma viride* em combinação com 50% de NPK são responsáveis por melhorar o crescimento e produtividade na cultura do milho.

## 2. OBJETIVO

O objetivo foi avaliar o desempenho de híbridos de milho comerciais, sob a aplicação de *Trichoderma harzianum*, em diferentes doses de fósforo (P).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul, Unidade Universitária de Ipameri (Lat. 17° 42' 59,12 S, Long. 48°08' 40,49" Oeste, Alt. 773 m), na fazenda experimental da unidade, na safra 2022/23. O solo de cultivo foi o Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2018). O clima da região é classificado como Tropical (Aw) segundo a classificação de Köppen, com inverno seco, verão úmido e temperatura média de 20°C (ALVARES et al., 2013).

A condução do experimento, segue o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial (9 x 3), com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de nove híbridos comerciais (Tabela 1), submetidos a três doses de P na base: controle (120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), baixo P (120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e baixo P+ (120 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com a aplicação da cepa de *Trichoderma harzianum* - Ecotrich® WP – isolado IBLF 006).

**Tabela 1.** Características agrônomicas dos híbridos comerciais de milho utilizados no experimento com aplicação de *Trichoderma harzianum*, sob diferentes disponibilidades de fósforo, Campus Ipameri, GO. Ipameri – GO, 2021.

Híbridos Comerciais	Disponibilidade	Tipo de híbrido	Uso principal	Altura de planta (cm)	Graus dias	Ciclo	Cor dos grãos	Tipo de grão
2M77	SF/SFR	S	GR	240	850	PRE	AL	SD
2M80	SF/SFR	S	GR	215	-	PRE	AL/AV	SD
30A91PW	SF/SFR	SM	GR/SL	230	902	PRE	AM/AL	SD
ADV9860	SF/SFR	S	GR	230-250	880	PRE	AL	SD
DKB390	SFR	S	GR	251	870	PRE	AM/AL	SD
GNZ7280	SF/SFR	S	GR	230-270	840	PRE	AL	SD
P3898	SF/SFR	-	GR/SL	257	-	PRE	SI	SD
P4285	SF/SFR	S	GR/SL	295	142	PRE	AM	D
RK3014	SF/SFR	T	GR/SL	225-240	830	PRE	AL	D

(SF): Safra; (SFR): Safrinha; (S): Simples; (SM): Simples modificado; (T): Triplo; (GR): Grãos; (SL): Silagem; (PRE): Precoces; (AL): Alaranjado; (AV): Avermelhado; (AM): Amarelado; (SD): Semiduro; (D): Duro.

O solo foi preparado de maneira convencional, com uma aração e duas gradagens, logo depois, utilizado um cultivador para abertura dos sulcos de semeadura. O solo cultivado possui textura média e foi adubado de acordo com resultados das análises de solo (Tabela 2).

As fontes de adubação utilizadas foram, N (ureia), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), em semeadura. As parcelas experimentais foram constituídas de duas fileiras de 4 m, sendo três plantas por metro e espaçamento entre linhas de 0,45 m, obtendo um estande final com cerca de 66.000 plantas.

**Tabela 2.** Principais atributos químicos do solo (0-20 cm de profundidade) sem qualquer aplicação de fertilizante ou calcário. Ipameri, GO, UEG.

Características	pH	M.O.	P <sub>resina</sub>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol dm <sup>-3</sup>						
Solo	4,9	24,1	9,0	30,3	4,1	18,2	7,5	27,8	57,6	47,7

pH – acidez ativa, M.O. – Matéria orgânica, P – Fósforo disponível, H+Al – acidez potencial, k – Potássio disponível, Ca – Cálcio trocável, Mg – Magnésio trocável, CTC – Capacidade de troca catiônica efetiva, V% – Saturação por bases.

As sementes foram tratadas unicamente com *Trichoderma* sp., a fonte utilizada foi um produto comercial a base de *Trichoderma harzianum* (Ecotrich WP; Ballagro Agro Tecnologia Ltda., Piracaia, SP, Brasil), os quais as sementes foram colocadas em contato direto com a cepa de *T. harzianum*, na quantidade de 8 mL de suspensão na dose de 2,5x10<sup>8</sup> células/ 100g de semente, com o emprego de pulverizador manual de pressão (550 mL), até o encharcamento e imediatamente semeadas em campo.

Os tratos culturais consistiram em campinas manuais para controle de plantas daninhas e aplicação de produtos fitossanitários, sendo Clorantraniliprole 100 gr L<sup>-1</sup> + Lambda-Cialotrina 50 gr L<sup>-1</sup> (Ampligo®), na dosagem de 150 mL ha<sup>-1</sup> para controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

Foram avaliadas as características de altura de espiga (ALTE) – medida referente à altura da planta, em cm, do solo até a espiga principal; altura de planta (ALTP) – medida referente à altura da planta, em cm, do solo ao ápice da planta (pendão); índice relativo de clorofila Falker (IRC) – medidos através do CFL1030 (SN0359), expressos em g de clorofila, a partir de três folhas totalmente abertas na porção mediana das plantas, com 80 dias após a semeadura; diâmetro médio do colmo (DIAMC) – medida referente ao diâmetro médio de cinco plantas representativas da parcela, na base da planta, em mm; número de fileiras da espiga (NF) – quantidade de fileiras presentes em três espigas representativas da parcela, em unidades; número de linhas (NL) – quantidade de linhas presentes em três espigas representativas da

parcela, em unidades; massa de grãos (MG) - medida referente ao peso da parcela (área útil), colhida e, posteriormente, transformada em kg por hectare.

Foram realizadas análises de variância, em seguida pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade com a utilização do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notou-se, que para os fatores Dose, Híbrido e para a interação Dose x Híbrido, que ocorreu diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ), para todas as variáveis analisadas, o que confirmou que a inoculação *Trichoderma harzianum* associada a doses de fósforo, apresentaram efeitos diferentes nos híbridos, com efeito sobre os componentes primários (número de fileiras, número de linhas e massa de grãos) e secundários (altura de espiga, altura de planta, índice relativo de clorofila, diâmetro do colmo) (Tabela 3).

Okoth et al. (2011) analisaram a inoculação de *Trichoderma harzianum* e avaliaram o efeito na taxa de germinação e no crescimento de mudas de milho, obtiveram resultados significativos para diâmetro do caule e comprimento do caule. Yadav et al. (2018) observaram a inoculação de *Trichoderma viride*, combinadas com 75% das doses recomendadas de NPK (120-60-60 kg ha<sup>-1</sup>) resultaram em efeitos significativos para as características teor de clorofila e produtividade do minimilho variedade G-5414.

**Tabela 3.** Valores de quadrado médio das variáveis altura de espiga (ALTE), altura de planta (ALTP), índice relativo de clorofila (IRC), diâmetro do colmo (DIAMC), número de fileiras (NF), número de linhas (NL) e massa de grãos (MG), em nove híbridos de milho, em três condições distintas de adubação de fósforo. Ipameri, GO, 2023.

F.V.	GL	ALTE	ALTP	IRC	DIAMC	NF	NL	MG
Dose (D)	2	379,80**	3164,30**	987,59**	458,65**	48,76**	487,26**	26351931,59**
Híbrido (H)	8	360,85**	69,39**	21,20**	7,93**	13,92**	40,64**	5619815,52**
D x H	16	129,63**	30,95**	7,14**	3,11*	2,99**	22,09**	2834658,79**
Bloco	2	74,53	29,05	2,96	13,17	0,76	13,11	431664,31
Erro	52	24,92	11,67	0,84	2,00	0,94	7,81	779649,79
CV (%)		7,72	1,89	2,83	4,07	5,93	7,74	16,15

\*\* - altamente significativo; \* - significativo; 5% de probabilidade, pelo teste F; CV (%) – coeficiente de variação.

Observou-se para as variáveis altura de espiga e altura de planta que o tratamento baixo P<sup>+</sup> (80 kg<sup>+</sup>) resultaram em um aumento de 6,2 e 7,0% em relação ao tratamento baixo P, para estas características respectivamente (Tabela 4). Em relação à altura de espiga o tratamento com inoculação da cepa do *T. harzianum* IBLF 006WP notou-se que o híbrido P4285 foi superior em 17% ao baixo P (80 kg) se equiparando ao controle (160 kg). A cultivar RK3014 também apresentou aumento em torno de 26,3% no baixo P<sup>+</sup>. Já em relação a característica

altura de planta, no tratamento baixo P<sup>+</sup>, observou-se que os cultivares comerciais 2M77, 30A91PW, ADV9860, DKB390,GNZ7280 P4285 e RK3014 apresentaram os seguintes aumentos 4,9, 5,4, 10,9, 6,5, 6,3, 7,9 e 7,8% em relação ao tratamento baixo P e o híbrido P3898 se assemelhou ao resultado observado no controle e apresentou promoção de 11,3% em relação ao baixo P.

Temos que o fungo *Trichoderma* é responsável por gerar ganhos para as plantas, entre eles é possível observar, que o mesmo é capaz de gerar um aumento no sistema radicular, melhorar a absorção de água e nutrientes, como também apresenta uma capacidade de solubilizar fosfato. Mercl et al. (2020) observaram que plantas tratadas com *T. harzianum*, na cultura no milho resultaram em uma maior quantidade de P na planta e consequentemente a cultura apresentou maior biomassa. As características altura de planta e diâmetro do colmo fazem parte da biomassa da planta, desta forma, a aplicação de *T. harzianum* no estudo pode ter resultado em ganhos de crescimento para as variáveis em função do seu potencial em disponibilizar fósforo para a planta.

Akladios e Abbas (2012) estudaram os efeitos adicionais e como promotor de crescimento vegetativo de *Trichoderma harzianum* cepa T22 no milho, trabalharam com três grupos distintos: controle (sem nenhum tratamento), aplicação micélios de *T. harzianum* nas seguintes dosagens 2, 4 e 6 g da cultura em pó kg<sup>-1</sup> de solo e sementes tratadas, embebidas em 100, 200 e 300 µl de solução metabólica, e concluíram que a aplicação de micélio foi eficiente somente na dose de 6g, correspondendo a um aumento de 7,3%, já para inoculação de sementes todas as doses foram eficientes, a aplicação de 200 e 300 µl apresentaram 13% de incremento e a dose de 100 µl resultou no maior ganho 15,9%, todos em relação ao controle para a altura de planta. Assim, os isolados de *Trichoderma* tem um papel importante no crescimento e desenvolvimento vegetal e apresentaram importantes implicações econômicas, com possibilidade de redução do período de crescimento da planta, bem como melhoria do seu vigor.

Nepali et al. (2020) analisaram o efeito da aplicação de 2,5 ml de um produto comercial a base de *Trichoderma viride*, aplicados em um kg de semente e associado a 50% (120:60:40 kg NPK ha<sup>-1</sup>) no milho e observaram que em relação ao controle (sem inoculação e adubação) obtiveram um ganho de 103,2% e comparado ao T1 (120:60:40 kg NPK ha<sup>-1</sup>), sendo o aumento de aproximadamente 42,8% para a altura de planta. Os autores consumaram que a utilização de *T. viride* como biofertilizantes é uma fonte alternativa de fertilização, pois minimiza a utilização de fertilizantes químicos e o custo de produção.

**Tabela 4.** Altura de espiga (ALTE), altura de planta (ALTP), índice relativo de clorofila (IRC), diâmetro do colmo (DIAMC), em nove híbridos de milho em função de doses de fósforo, com aplicação *Trichoderma harzianum*. Ipameri, GO, 2023.

Híbridos	----- ALTE -----			----- ALTP -----		
	- 80 kg <sup>-</sup> -	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -	- 80 kg <sup>-</sup> -	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -
2M77	49,13 cB	53,91 cB	67,76 aA	168,41 aC	176,81 bB	191,36 aA
2M80	74,31 aA	57,70 cB	68,55 aB	175,57 aB	178,58 bB	194,60 aA
30A91PW	62,83 bA	67,58 bA	67,22 aA	172,12 aC	181,36 bB	188,83 aA
ADV9860	63,58 bA	68,45 bA	63,93 aA	162,48 bC	180,17 bB	190,58 aA
DKB390	66,54 bA	71,38 bA	64,59 aA	172,12 aC	183,37 bB	190,52 aA
GNZ7280	63,33 bB	67,20 bB	73,89 aA	169,57 aC	180,35 bB	193,35 aA
P3898	70,79 aA	78,28 aA	73,39 aA	171,69 aB	191,27 aA	190,94 aA
P4285	58,17 bB	67,58 bA	68,55 aA	169,21 aC	182,70 bB	190,83 aA
RK3014	39,73 dC	50,20 cB	68,05 aA	162,96 bC	175,65 bB	187,71 aA
Médias	60,94	64,70	68,44	169,35	181,14	190,97

  

Híbridos	----- IRC -----			----- DIAMC -----		
	- 80 kg <sup>-</sup> -	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -	- 80 kg <sup>-</sup> -	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -
2M77	24,75 dC	27,43 cB	38,50 aA	30,09 bB	32,06 bB	38,10 aA
2M80	30,01 aC	32,56 aB	39,14 aA	32,46 aC	35,70 aB	39,62 aA
30A91PW	28,14 bC	31,92 bB	38,66 aA	32,24 aB	33,56 bB	38,76 aA
ADV9860	29,22 bC	33,19 aB	38,61 aA	32,08 aB	34,39 aB	38,84 aA
DKB390	31,37 aC	33,45 aB	39,36 aA	33,55 aB	35,25 aB	39,85 aA
GNZ7280	26,18 cB	26,93 cB	39,10 aA	30,29 bB	31,43 bB	40,20 aA
P3898	27,02 cB	28,07 cB	40,71 aA	30,59 bB	32,22 bB	39,79 aA
P4285	27,13 cC	30,61 bB	40,09 aA	29,90 bC	35,02 aB	39,35 aA
RK3014	25,68 dB	28,73 cB	39,09 aA	29,75 bC	33,18 bB	38,77 aA
Médias	27,72	30,32	39,25	31,22	33,65	39,25

+ - com aplicação de *Trichoderma* spp; Médias seguidas pela mesma letra na vertical, minúsculas, e na horizontal, maiúsculas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Verificou-se para a característica índice relativo de clorofila que os híbridos se mostraram responsivos a inoculação da cepa do *T. harzianum* IBLF 006WP, o qual geraram um ganho de 8,6% de clorofila (Tabela 4). As cultivares comerciais 2M77, 2M80, 30A91PW, ADV9860, DKB390 e P4285 apresentaram no tratamento baixo P<sup>+</sup>, com promoção no teor de clorofila média de 9%, em relação ao baixo P. Resultados divergentes foram encontrados por Vinci et al. (2018), para o teor de clorofila em milho, que ao avaliarem o potencial indutor de *Trichoderma harzianum* cepa OmG08 associada a diferentes fontes de fósforo, observaram que *T. harzianum* em associação com fertilizantes químicos mantiveram teores semelhantes ao observado no *T. harzianum* sem adubação – 1,4 mg g<sup>-1</sup>, e evidenciaram efeitos positivos para

os tratamentos de *T. harzianum* combinados com fertilizantes orgânicos, com um aumento de aproximadamente 14%. Assim, concluíram que a inoculação da cepa OmG08 de *T. harzianum* apresentou maior abundância na expressão de metabólitos relacionados à fotossíntese quando associada aos fertilizantes orgânicos.

Os híbridos 2M80, P4285 e RK3014 apresentam sinergismo ao *T. harzianum* (baixo P<sup>+</sup>), os quais demonstraram os seguintes aumentos 10, 17,1 e 11,5% para a variável diâmetro do colmo (Tabela 4). A aplicação da cepa do *Trichoderma harzianum* IBLF 006WP foi responsável por promover um ganho médio de 7,2% para esta característica, tal benefício está relacionado a parte estrutural, onde além de dar sustentação, serve também como órgão de reserva de assimilados que servirão para aumentar a produtividade da cultura.

Mahato e Neupane (2018) analisaram o efeito da inoculação de *Azotobacter* e *Trichoderma viride* combinados com adubo orgânico (FYM) e inorgânico (120:40:40 NPK kg ha<sup>-1</sup>), em plantas de milho e observaram que a aplicação de *T. viride* isolada não resultou em diferenças para variável circunferência do caule, somente a associação de *Azotobacter* + *Trichoderma* + FYM + NPK, que resultou em um ganho de 58% quando comparadas ao controle, somente solo. De acordo com os autores a inoculação via sementes de *T. viride* inibiu as variáveis de crescimento expressando um potencial antagonico na cultura.

Observou-se que as variáveis número de fileiras e número de linhas perante a inoculação da cepa do *Trichoderma harzianum* IBLF 006WP expressaram um aumento de 7,3 e 13,5%, respectivamente (Tabela 5). No tratamento baixo P<sup>+</sup>, os cultivares comerciais ADV9860 e DKB390 apresentaram um aumento de 25,6 e 9,6 % para a variável número de fileiras, já para a característica número de linhas o P4285 juntamente com os dois híbridos citados acima apresentaram respectivamente os subsequentes benefícios de 28,3, 56,1, 11,3% em relação ao tratamento baixo P. Estas características são fundamentais para garantir um maior número de grãos na espiga que por sua vez é um componente importante para estimar a massa de grãos de uma cultivar e aumentar a produtividade.

Romero-Cortes et al. (2022) avaliaram o efeito de distintas aplicações de adubação no desempenho agrônomico de plantas de milho roxo da raça Kculli, entre essas adubações foram utilizadas bioinoculante (80% de zeólita + 20% da mistura de duas cepas de *Trichoderma harzianum* JCP1 e JCP2) e a dose de 0,001152 kg em uma área de 403,2 m<sup>2</sup> observaram que o tratamento que possuía somente o bioinoculante apresentou um ganho de 5,7% e 49,8% para as características número de fileiras por espiga e número de grãos por linha em relação ao controle (sem adubação). Os autores realçaram que a disponibilização de nutrientes às plantas de milho roxo foi eficiente nessa combinação e frisaram que esta é uma alternativa a ser levada em

consideração para reduzir a utilização de agroquímicos e os altos custos de produção envolvidos.

Steffen et al. (2021) analisaram o potencial da aplicação de *Trichoderma harzianum* cepa TF13 sobre a produtividade de milho híbrido, aplicaram 10 mL de inóculo por kg de sementes, observaram que as plantas que receberam o tratamento apresentaram um aumento de produtividade de 17,6% em relação ao controle, 10 mL de água destilada. Concluíram que o tratamento de sementes com a cepa TF13 resultou em incremento significativo da produtividade de milho híbrido em condições de campo.

**Tabela 5.** Número de fileiras (NF), número de linhas (NL) e massa de grãos (MG), em nove híbridos de milho, em função de doses de fósforo, com aplicação *Trichoderma harzianum*. Ipameri, GO, 2023.

Híbridos	----- NF -----			----- NL -----		
	- 80 kg-	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -	- 80 kg-	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -
2M77	15,2 bB	15,7 bB	18,6 aA	34,0 aB	33,1 bB	41,0 aA
2M80	17,4 aA	17,5 aA	18,0 aA	34,6 aB	36,4 bB	41,6 aA
30A91PW	11,8 dB	12,2 cB	17,4 aA	32,0 aB	31,3 bB	39,3 aA
ADV9860	13,3 cB	16,7 bA	17,0 aA	27,1 aB	42,3 aA	39,2 aA
DKB390	16,6 aB	18,2 aA	18,5 aA	31,7 aB	35,3 bA	38,0 aA
GNZ7280	16,5 aA	17,6 aA	18,3 aA	29,5 aB	33,3 bB	39,6 aA
P3898	15,6 bB	16,0 bB	18,2 aA	31,0 aB	33,6 bB	40,6 aA
P4285	15,2 bA	16,5 bA	16,8 aA	34,3 aB	44,0 aA	44,7 aA
RK3014	14,4 cB	15,5 bB	17,3 aA	32,4 aB	35,6 bB	39,2 aA
Médias	15,1	16,2	17,8	31,8	36,1	40,3

  

Híbridos	----- MG -----		
	- 80 kg-	- 80 kg <sup>+</sup> -	- 160 kg -
2M77	4792,0 aB	4660,0 cB	6463,9 aA
2M80	6203,0 aA	6207,7 bA	5822,3 aA
30A91PW	2924,8 bB	3139,2 dB	5812,0 aA
ADV9860	4070,6 bC	7939,5 aA	6233,0 aB
DKB390	4778,0 aB	7707,4 aA	6862,7 aA
GNZ7280	4248,9 bB	5840,3 bA	6237,6 aA
P3898	3900,0 bB	5093,5 cB	7192,5 aA
P4285	5085,6 aA	6850,2 bA	5770,9 aA
RK3014	3280,9 bB	4385,6 cB	6078,3 aA
Médias	4364,9	5758,1	6274,8

+ - com aplicação de *Trichoderma harzianum*; médias seguidas pela mesma letra na vertical, minúsculas, e na horizontal, maiúsculas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Notou-se para a característica massa de grãos no tratamento baixo P<sup>+</sup>, que o cultivar comercial ADV9860 apresentou um aumento de 95% em relação ao baixo P e foi superior ao controle em 17,4% (Tabela 5). Nessa mesma condição, observou-se que os híbridos DKB390

e GNZ7280 se assimilaram ao controle e apresentaram aumentos de 52,5 e 42,1% em relação ao tratamento baixo P. A variável massa de grãos foi responsiva à inoculação da cepa de *Trichoderma harzianum* IBLF 006WP que gerou uma promoção de 24,2%. O ganho de produtividade de uma cultivar está atrelado a diversas variáveis, observou-se que neste caso, os híbridos comerciais em questão foram influenciados por três variáveis, altura de planta, refletindo em aumento no teor de clorofila que por sua vez foi transformada em energia na planta acarretando em um maior número de fileiras e linhas, os quais foram expressos em aumento de produtividade na característica massa de grãos.

## 5. CONCLUSÃO

Os híbridos que apresentaram maior eficiência a adubação fosfatada (superfosfato simples) na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P (50% da dose recomendada), de forma agronômica foram 2M77, 2M80, DKB390 e P4285 e todos os cultivares mostraram-se responsivos de forma similar a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de P (dose recomendada).

A inoculação de *Trichoderma harzianum* em associação a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P promoveu o aumento da massa de grãos de forma específica nos híbridos ADV9860, DKB390 e GNZ7280 com benefícios de forma variável nas diferentes características e seu uso somente é indicado para esses cultivares comerciais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKLADIOUS, S. A.; ABBAS, S. M. Application of *Trichoderma harziunum* T22 as a biofertilizer supporting maize growth. **African Journal of Biotechnology**, [s. l.], v. 11, n. 35, p. 8672-8683, mai. 2012.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2013.
- BINDRABAN, P. S.; DIMKPA, C. O.; PANDEY, R. Exploring phosphorus fertilizers and fertilization strategies for improved human and environmental health. **Biology and Fertility of Soils**, [s. l.], v. 56, p. 299–317, jan. 2020.
- BHUSAL, B.; POUDEL, M. R.; PANDIT, R.; REGMI, R.; NEUPANE, P.; BHATTARAI, K.; MAHARJAN, B.; BIGYAN, K. C.; ACHARYA, S. A Review on abiotic stress resistance in maize (*Zea mays* L.): Effects, resistance mechanisms and management. **Journal of Biology and Today's World**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 1-3, 2021.
- CABRAL, F.L.; BASTOS, A.V.S.; TEIXEIRA, M.B.; DA SILVA, E.C.; SOARES, F.A.L.; SANTOS, L.N.B. Níveis de fertilização de fósforo mineral e organomineral na cultura do milho. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n.6, p.36414-36426, 2020.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, [s.l.], v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011.
- GARCÍA-LARA, S.; SERNA-SALDIVAR, S. O. Corn history and culture. **Corn**, [s. l.], p. 1-18, 2019.
- GUZMÁN-GUZMÁN, P.; PORRAS-TRONCOSO, M. D.; OLMEDO-MONFIL, V.; HERRERA-ESTRELLA, A. *Trichoderma* Species: Versatile Plant Symbionts. **Phytopathology**, [s. l.], v.109, n. 1, p.6-16, dez. 2018.
- HARMAN, G. E.; DONI, F.; KHADKA, R. B.; UPHOFF, N. Endophytic strains of *Trichoderma* increase plants' photosynthetic capability. **Journal of applied microbiology**, [s. l.], v. 130, n. 2, p.529-546, jul. 2019.
- HEWEDY, O. A.; LATEIF, K. S. A.; SELEIMAN, M. F.; SHAMI, A.; ALBARAKATY, F. M.; EL-MEIHY, R. M. Phylogenetic diversity of *Trichoderma* strains and their antagonistic potential against soil-borne pathogens under stress conditions. **Biology**, v. 9, n. 8, p. 189, jul. 2020.
- KRELL, V.; UNGER, S.; JAKOBS-SCHOENWANDT, D.; PATEL, A. V. Importance of phosphorus supply through endophytic *Metarhizium brunneum* for root:shoot allocation and root architecture in potato plants. **Plant and soil**, Switzerland, v.430, n.1-2, p.87-97, set. 2018.



LI, P.; CAO, W.; FANG, H.; XU, S.; YIN, S.; ZHANG, Y.; LIN, D.; WANG, J.; CHEN, Y.; XU, C.; YANG, Z. Transcriptomic profiling of the maize (*Zea mays* L.) leaf response to abiotic stresses at the seedling stage. **Frontiers in Plant Science**, [s. l.], v. 8, p. 290, mar. 2017.

LÓPEZ-BUCIO, J.; PELAGIO-FLORES, R.; HERRERA-ESTRELLA, A. *Trichoderma* as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. **Scientia horticulturae**, [s. l.], v. 196, p.109-123, nov. 2015.

MAHATO, S.; NEUPANE, S. Comparative study of impact of *Azotobacter* and *Trichoderma* with other fertilizers on maize growth. **Journal of Maize Research and Development**, [s. l.], v. 3, n. 1, p.1-16, mai. 2018.

MERCL, F.; GARCÍA-SÁNCHEZ, M.; KULHANEK, M.; KOŠNÁŘ, Z.; SZÁKOVÁ, J.; TLUSTOŠ, P. Improved phosphorus fertilisation efficiency of wood ash by fungal strains *Penicillium* sp. PK112 and *Trichoderma harzianum* OMG08 on acidic soil. **Applied Soil Ecology**, [s. l.], v. 147, p. 103360, mar. 2020.

NEPALI, B.; SUBEDI, S.; BHATTARAI, S.; MARAHATTA, S.; BHANDARI, D.; SHRESTHA, J. Bio-fertilizer activity of *trichoderma viride* and *pseudomonas fluorescens* as growth and yield promoter for maize. **Journal of Agricultural Science**, [s. l.], v.31, n. 2, p. 191-195, 2020.

OKOTH, S. A.; OTADOH, J. A.; OCHANDA, J. O. Improved seedling emergence and growth of maize and beans by *Trichoderma harziunum*. **Tropical and subtropical agroecosystems**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 65-71, 2011.

ROMERO-CORTE, T.; TAMAYO-RIVERA, L.; MORALES-OVANDO, M. A.; BURGOS, J. E. A.; PÉREZ ESPAÑA, V. H.; PERALTA-GIL, M.; CUERVO-PARRA, J. A. Growth and yield of purple kculli corn plants under different fertilization schemes. **Journal of Fungi**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 433, abr. 2022.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de **Classificação de Solos**. 5ª Edição revista e ampliada. Brasília, DF 2018, 356p.

STEFFEN, G. P. K.; TOMAZZI, D. J.; STEFFEN, R. B.; GABE, N. L.; SILVA, R. F. da; MORTARI, J. L. M.; MALDANER, J. Increase in maize productivity through by *Trichoderma harzianum* inoculation. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 4455-4468 jan. 2021.

SZCZAŁBA, M.; KOPTA, T.; GAŚTOŁ, M.; SEKARA, A. Comprehensive insight into arbuscular mycorrhizal fungi, *Trichoderma* spp. and plant multilevel interactions with emphasis on biostimulation of horticultural crops. **Journal of Applied Microbiology**, [s. l.], v. 127, n. 3, p. 630–647, set. 2019.

TANUMIHARDJO, S. S.; MCCULLEY, L.; ROH, R.; LOPEZ-RIDAURA, S.; PALACIOS-ROJAS, N.; GUNARATNA, N. S. Maize agro-food systems to ensure food and nutrition security in reference to the Sustainable Development Goals, **Global Food Security**, [s. l.], v. 25, p. 100327, jun. 2020.

VERMA, P. P.; SHELAKE, R. M.; DAS, S.; SHARMA, P.; KIM, J. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and fungi (PGPF): Potential biological control agents of diseases and pests. **Microbial Interventions in Agriculture and Environment: Volume 1: Research Trends, Priorities and Prospects**, [s. l.], p. 281-311, 2019.

VINCI, G.; COZZOLINO, V.; MAZZEI, P.; MONDA, H.; SPACCINI, R.; PICCOLO, A. An alternative to mineral phosphorus fertilizers: The combined effects of *Trichoderma harzianum* and compost on *Zea mays*, as revealed by 1H NMR and GC-MS metabolomics. **PloS one**, San Francisco, v. 13, n. 12, p. e0209664-e0209664, dez. 2018.

WACHSMAN, G.; SPARKS, E. E.; BENFEY, P. N. Genes and networks regulating root anatomy and architecture. **New Phytologist**, [s. l.], v. 208, n. 1, p. 26-38, mai. 2015.

YADAV, R. S.; SINGHB, V.; PALB, S.; MEENAA, S. K.; MEENAA, V. S.; SARMA, B. K.; SINGH, H. B.; RAKSHIT, A. Seed bio-priming of baby corn emerged as a viable strategy for reducing mineral fertilizer use and increasing productivity. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 241, p. 93-99, nov. 2018.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral os híbridos que apresentaram maior eficiência a adubação nitrogenada (ureia) e fosfatada (superfosfato simples) na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P (50% da dose recomendada), de forma agronômica foram 2M77, 2M80 e P4285, e os que se mostraram responsivos a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de P (dose recomendada) foram DKB390 e P3898.

A inoculação de *Trichoderma harzianum* em associação a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N e P promoveram o aumento da massa de grãos de forma específica nos híbridos DKB390 e GNZ7280 com benefícios de forma variável, nas diferentes características e seu uso somente é indicado em associação benéfica de forma simultânea nestes cultivares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO, R. S.; QUALHATO, T. F.; VALDISSER, P. A. M. R.; CÔRTEZ, M. V. C. B.; VIERIRA, P. M.; SILVA, R. N.; JUNIOR, M. L.; ULHOA, C. J. Evaluation of *Trichoderma harzianum* mutant lines in the resistance induction against white mold and growth promotion of common bean. **BioRxiv**, [s.l.], p. 713776, 2019.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF: CONAB – safra 2022/23. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>>. Acesso em: 18 de abril de 2023.

EFTHYMIU, A.; GRØNLUND, M.; MÜLLER-STÖVER, D. S.; JAKOBSEN, I. Augmentation of the phosphorus fertilizer value of biochar by inoculation of wheat with selected *Penicillium* strains. **Soil biology & biochemistry**, [s.l.], v. 116, p.139-147, jan. 2018.

FANG, N.; CHEN, Z.; LIU, Z.; DAI, H.; YANG, X.; WANG, W. Effects of mechanochemically activated phosphate rock on maize growth and phosphorus use. **Plant, soil and environment**, [s.l.], v. 68, n. 3, p.155-161, 2022.

GAO, W.; BLASER, S. R. G. A.; SCHLÜTER, S.; SHEN, J.; VETTERLEIN, D. Effect of localised phosphorus application on root growth and soil nutrient dynamics in situ – comparison of maize (*Zea mays*) and faba bean (*Vicia faba*) at the seedling stage. **Plant and soil**, [s.l.], v. 441, n. ½, p.469-483, ago. 2019.

INAYATI, A.; SETYOWATI, L.; AINI, L. Q.; YUSNAWAN, E. Plant growth promoter produced by *Trichoderma virens* and its effect on mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) seedling. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2021. p. 012013.

KUSPARWANTI, T. R.; ELIYATININGSIH; WARDANA, R. Application Legume Compost with Bio-Activator *Trichoderma* sp as inorganic fertilizer substitution in sweet corn (*Zea mays* L. *Saccharata*) cultivation. **IOP conference series. Earth and environmental science**, Bali, v. 411, n. 1, p.12063, nov. 2020.

NAVARRO-LEÓN, E.; LÓPEZ-MORENO, F. J.; BORDA, E.; MARÍN, C.; SIERRAS, N.; BLASCO, B.; RUIZ, J. M. Effect of l-amino acid-based biostimulants on nitrogen use efficiency (NUE) in lettuce plants. **Journal of the science of food and agriculture**, [s. l.], v. 102, n. 15, p.7098-7106, jun. 2022.

ROUPHAEL, Y.; LUCINI, L.; MIRAS-MORENO, B.; COLLA, G.; BONINI, P.; CARDARELLI, M. Metabolomic responses of maize shoots and roots elicited by combinatorial seed treatments with microbial and non-microbial biostimulants. **Frontiers in microbiology**, [s. l.], v. 11, p.664, mai. 2020.

SABOOR, A.; ALI, M. A.; HUSSAINB, S.; EL ENSHASY, H. A.; HUSSAIN, S.; AHMED, N. *et al.* Zinc nutrition and arbuscular mycorrhizal symbiosis effects on maize (*Zea mays* L.) growth and productivity. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [s. l.], v. 28, n. 11, p. 6339-6351, nov. 2021.

SANTORO, V.; SCHIAVON, M.; VISENTIN, I.; CONSTÁN-AGUILAR, C.; CARDINALE, F.; CELI, L. Strigolactones affect phosphorus acquisition strategies in tomato plants. **Plant, cell and environment**, [s. l.], v. 44, n. 11, p.3628-3642, ago. 2021.

SICHOCKI, D.; GOTT, R. M.; FUGA, C. A. G.; AQUINO, L. A.; RUAS, R. A. A.; NUNES, P. H. M. P. Resposta do milho safrinha à doses de nitrogênio e de fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 1, p. 48-58, 2014.

SILVA, D. F.; GARCIA, P. H. M.; SANTOS, G. C. L.; FARIAS, I. M. S. C.; PÁDUA, G. V. G.; PEREIRA, P. H. B. *et al.* Morphological characteristics, genetic improvement and planting density of sorghum and corn crops: a review. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 3, e12310313172, mar. 2021.

SULIEMAN, S.; MÜHLING, K. H. Utilization of soil organic phosphorus as a strategic approach for sustainable agriculture. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 184, n. 3, p. 311-319, mar. 2021.

TORRES-RODRÍGUEZ, J.V.; SALAZAR-VIDAL, M.N.; MONTES, R.A.C.; MASSANGE-SÁNCHEZ, J.A.; GILLMOR, C.S.; SAWERS, R.J.H. Low nitrogen availability inhibits the phosphorus starvation response in maize (*Zea mays* ssp. *mays* L.). **BMC Plant Biology**, [s. l.], v. 21, n. 1, p.1-259, jun. 2021.

VARINDERPAL-SINGH; KUNAL; SHARMA, S.; GOSAL, S. K.; CHOUDHARY, R.; SINGH, R.; ADHOLEYA, A.; BIJAY-SINGH. Optical sensing and Arbuscular Mycorrhizal Fungi for improving fertilizer nitrogen and phosphorus use efficiencies in maize. **Journal of soil science and plant nutrition**, [s. l.], v. 20, n. 4, p.2087-2098, jun. 2020.

WOO, S. L.; PEPE, O. Microbial consortia: promising probiotics as plant biostimulants for sustainable agriculture. **Frontiers in plant science**, [s. l.], v. 9, p. 1801, dez. 2018.

XIE, Y.; TANG, L.; HAN, Y.; YANG, L.; XIE, G. ; PENG, J.; TIAN, C.; ZHOU, X.; LIU, Q.; RONG, X.; ZHANG, Y. Reduction in nitrogen fertilizer applications by the use of polymer-coated urea: effect on maize yields and environmental impacts of nitrogen losses. **Journal of the science of food and agriculture**, [s. l.], v. 99, n. 5, p.2259-2266, 2019.