


CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO *Trichoderma* PARA USO “On Farm”
MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *Trichoderma* FOR 'On Farm' USE

Marina Baroni Miranda¹
Paula Rachel Rabelo Corrêa²

RESUMO

A utilização dos fungos *Trichoderma* na agricultura vai desde a germinação de sementes até o crescimento e produtividade das plantas, promovendo substâncias benéficas e agindo como agentes de controle de doenças. Teve como objetivo avaliar a caracterização morfológica de produtos comerciais à base de *Trichoderma*. O experimento, conduzido no laboratório da Agronomia na Cidade Universitária do UNIS/MG, envolveu o isolamento de fungos *Trichoderma* (Trippel®, Tricho-Turbo®, Trianium DS®) por diluição seriada, plaqueamento em meio de cultura e repicagem. O procedimento incluiu a contagem de colônias, a caracterização morfológica do fungo e a medição diária do crescimento. Os dados foram submetidos à análise estatística usando análise de variância (SISVAR) e ao teste de Scott Knott, com um nível de significância de 5%. Os resultados ressaltam a eficácia superior do Tricho-Turbo® em comparação com outros produtos, evidenciada pela produção e liberação eficientes de esporos, confirmadas por contagem de colônias e identificação da coloração e o rápido crescimento, atingindo a borda da placa em apenas 6 dias, destaca sua eficiência e velocidade.

Palavras-chave: Controle biológico; Fungos benéficos; Agricultura sustentável.

ABSTRACT

The use of Trichoderma fungi in agriculture extends from seed germination to the growth and productivity of plants, promoting beneficial substances and acting as disease control agents. The objective was to evaluate the morphological characterization of commercial products based on Trichoderma. The experiment, conducted in the Agronomy laboratory at the University City of UNIS/MG, involved the isolation of Trichoderma fungi (Trippel®, Tricho-Turbo®, Trianium DS®) through serial dilution, plating on culture medium, and subculturing. The procedure included colony counting, morphological characterization of the fungus, and daily growth measurement. Data were subjected to statistical analysis using analysis of variance (SISVAR) and the Scott Knott test, with a significance level of 5%. The results highlight the superior efficacy of Tricho-Turbo® compared to other products, evidenced by efficient spore production and release, confirmed by colony counting and identification of coloration, and rapid growth reaching

¹Graduanda, Centro Universitário do Sul de Minas. marinabaronimiranda0@gmail.com

²Doutora e Mestre, Universidade Federal do Paraná. paula.basilio@professor.unis.edu.br

the edge of the plate in just 6 days, emphasizing its efficiency and speed.

Keywords: *Biological control; Beneficial fungi; Sustainable agriculture.*

1 INTRODUÇÃO

A atuação dos microrganismos na agricultura abrange desde a germinação de sementes até o crescimento e produtividade dos grãos, representando uma tática crucial para o desenvolvimento agrícola global. Os fungos benéficos desempenham funções essenciais na promoção da saúde e crescimento das plantas, além de contribuir para a decomposição da matéria orgânica e manutenção do equilíbrio ecológico (Machado et al., 2012).

Os fungos *Trichoderma*, especificamente o *Trichoderma asperellum* e o *Trichoderma harzianum*, são alguns dos principais microrganismos de importância para o aumento do crescimento vegetal na agricultura. Influenciam de maneira positiva na germinação de sementes, no desenvolvimento e no rendimento da cultura, além de promoverem substâncias que auxiliam no crescimento e melhoram a nutrição das plantas. Adicionando também, importância econômica para a agricultura, são capazes de atuar como agentes de controle de diferentes doenças nas plantas cultivadas, além de serem indutores de resistência à estas doenças (Chagas et al., 2017).

Pesquisas sobre o *Trichoderma* têm sido conduzidas para identificar suas espécies, bem como para compreender as interações que esses fungos estabelecem com as plantas e seus patógenos (Hermosa et al., 2013).

A caracterização morfológica dos fungos permite a identificação precisa das diferentes espécies de *Trichoderma*. Além disso, a compreensão da morfologia é crucial para aplicações práticas na agricultura, especialmente no controle biológico de patógenos, sendo crucial para o desenvolvimento de estratégias agrícolas sustentáveis e aplicações biotecnológicas, como a produção de biofertilizantes (Lima, 2022).

Com base nesse contexto, o presente trabalho objetivou-se em avaliar a caracterização morfológica de diferentes produtos comerciais a base de *Trichoderma*, buscando verificar velocidade de crescimento e transformações miceliais para fins “on farm”.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Fungos benéficos para produção agrícola

Segundo Braga Junior et. al. (2017) as espécies de significativo interesse econômico cultivadas no Brasil enfrentam uma variedade de adversidades, incluindo doenças de origem bacteriana, fúngica, viral ou causadas por nematoides. A ausência de manejos eficazes de controle pode resultar em perdas, causando prejuízos consideráveis aos produtores, seja de forma parcial ou total nas safras.

As interações de consórcios fúngicos, fungo-bacterianos e outras potências biotecnológicas podem e devem ser utilizadas no setor agrícola. Em sua maioria, as pesquisas científicas têm focado em fungos micorrízicos arbusculares, com maior destaque para a família do *Rhizophagus* e do *Trichoderma*, visando propor uma biotecnologia que auxilie no crescimento das plantas, no desenvolvimento da produtividade sustentável, no controle de pragas e doenças, sem a necessidade de recorrer a agentes agroquímicos (Rodrigues et al., 2018).

Bortolin et. al. (2019) afirma que a utilização de *Trichoderma asperellum* e *Trichoderma harzianum* na agricultura tem sido amplamente estudado devido os seus efeitos benéficos em plantas. Esses fungos possuem a capacidade de controlar patógenos

de plantas e estimular o crescimento vegetal, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis.

Segundo dados fornecidos pelo Agrofitec (2023), entre os agentes de controle biológico disponíveis no mercado, as variedades de *Trichoderma* mais empregadas no Brasil incluem *T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. koningiopsis* e *T. stromaticum*. Isso resulta em um total de 22 produtos registrados, dos quais 21 são fungicidas microbiológicos e 1 é um nematicida microbiológico.

A perspectiva é que os produtos biológicos se destaquem, dada a expansão e aceitação dessas novas soluções. De acordo com a ABCBio (2019), a utilização de biopesticidas agrícolas como estratégia para o controle biológico de pragas e doenças tem o potencial de alcançar um crescimento anual de 20%. No Brasil, há um total de 651 biodefensivos registrados, abrangendo amplos espectros de controle, como fungicidas, nematicidas, inseticidas e acaricidas, todos de natureza microbiológica.

2.2 Fungos *Trichoderma*

Thonar et. al. (2017) defende que os fungos específicos do gênero *Trichoderma* ganham destaque devido à sua importância econômica na agricultura. Onde desempenham um papel fundamental como agentes de controle de doenças em várias plantas cultivadas e exercem funções benéficas como promotores de crescimento e indutores de resistência em plantas. Meyer et. al. (2019) destaca-os como um dos microrganismos primários utilizados no controle biológico de doenças, presente em diversas formulações de produtos comerciais.

Os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* são microrganismos de crescimento rápido em meio de cultura e de isolamento facilitado. Devido à sua capacidade de estabelecer interações benéficas com as plantas, atuam como promotores de crescimento tanto na parte aérea quanto radicular. Além disso, desempenham um papel como indutores na germinação de sementes e na promoção de resistência a patógenos do solo e estresses abióticos (Francisco, 2016).

Segundo a pesquisadora Lucon (2009), os isolados de *Trichoderma* são capazes de promover o crescimento das plantas ao controlar micro-organismos prejudiciais, produzir hormônios de crescimento e melhorar a absorção de nutrientes. Algumas linhagens aumentam a superfície radicular, solubilizam nutrientes como fosfato e melhoram a absorção de vários nutrientes. Além disso, esses fungos conferem maior resistência das plantas a estresses abióticos, como umidade e temperatura. O uso de *Trichoderma* tem potencial para desenvolver práticas agrícolas sustentáveis e aumentar a eficiência do uso de nutrientes, promovendo o crescimento saudável das plantas em condições desafiadoras.

2.2.1 *Trichoderma asperellum*

Segundo Samuels et. al. (2010), *Trichoderma asperellum*, também é chamado de *Trichoderma asperelloide*.

Silva et. al. (2018) aponta que em específico o *Trichoderma asperellum* beneficia o desenvolvimento do cafeeiro, soja e milho através da supressão de patógenos prejudiciais, como *Fusarium* spp. e *Phytophthora* spp., que afetam negativamente o crescimento e a produção das plantas. Além disso, ele melhora a absorção de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, promovendo um melhor crescimento das plantas. O *Trichoderma asperellum* também produz substâncias bioativas, como enzimas e hormônios vegetais, que estimulam o crescimento das raízes, aumentam a resistência das plantas ao estresse e melhoram a eficiência da fotossíntese.

No entanto, o autor Almeida et. al. (2020) ressalta que é importante realizar estudos específicos para cada contexto agrícola, visto que os benefícios do *Trichoderma asperellum* podem variar dependendo das condições de cultivo e das práticas agrícolas adotadas.

2.2.2 *Trichoderma harzianum*

Segundo pesquisas realizadas por Chagas et.al. (2017), o *Trichoderma harzianum* é um fungo benéfico utilizado como agente de controle biológico no cultivo de café, soja e milho. Combate a ferrugem no café, suprimindo o patógeno causador da doença. Na soja, controla patógenos como o *Fusarium* spp. e o *Sclerotinia sclerotiorum*, além de promover o crescimento radicular, absorção de nutrientes e aumentar a resistência das plantas. No milho, é utilizado para controle de doenças como a podridão das raízes causada pelo *Fusarium* spp. e melhora a absorção de fósforo pelas raízes.

2.3 Caracterização morfológica do *Trichoderma*

Conforme a classificação feita por Mycobank (2023), os fungos do gênero *Trichoderma* (Figura 01) pertencem ao Reino Fungi; Classe Sordariomycetes do Filo Ascomycota; Ordem Hypocrales; Família Hypocreaceae.

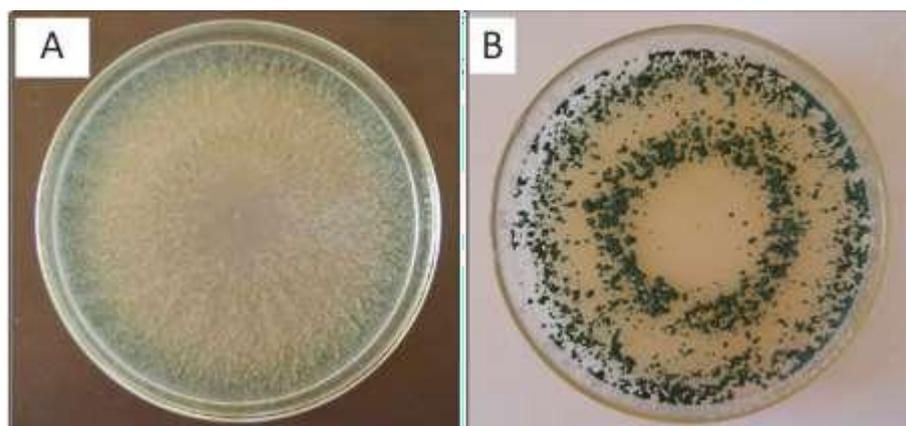


Figura 01 – A. Colônias de *Trichoderma* em meio BDA; B. Morfologia típica de *Trichoderma*.
Fonte: *Trichoderma* uso na agricultura (Embrapa)

Exibem uma propensão ao crescimento acelerado, evidenciado em meios de cultura. Caracterizam-se por conidióforos hialinos definidos, altamente ramificados, com ramos terminais, não verticiliados, e fiálides isoladas ou agrupadas. A forma e o tamanho dos conídios podem variar, exibindo colorações que vão de verde a amarelo ou verde-amarelado, com uma tendência a se acumular em aglomerados globulares (Esposito et. al, 1998; Samuels, 1996).

Apresentam conidióforos hialinos, altamente ramificados, não dispostos em verticilos, fiálides simples ou agrupadas, de uma única célula, ovoides, e surgem agrupados na região da célula conidiogênica, facilmente identificáveis, e crescem rapidamente em meios de cultura, resultando na formação de aglomerados de conídios; são amplamente observados em condições saprofiticas em solo ou madeira e são descritos como espécies parasitas de outros fungos (Barnett e Hunter, 1998).

O gênero *Trichoderma* engloba fungos filamentosos de vida livre que vivem em solos de regiões de clima temperado e tropical. Apresentam micélio composto por hifas

hialinas e amplamente ramificadas (Francisco, 2016). E segundo dados da Agrotech (2020), são encontrados na rizosfera das plantas e na fração orgânica em decomposição.

Nas variedades em que a etapa de reprodução sexual, chamada de *Hypocrea*, é identificada, ocorre a constituição de peritécio (estrutura de frutificação) em estromas de coloração verde, amarela, creme ou marrom. Esses peritécios abrigam oito ascósporos bicelulares, resultando na produção de 16 esporos. A etapa de reprodução assexuada, chama de *Trichoderma*, apresenta conidióforos originados do micélio vegetativo, possuindo um eixo central e ramificações que culminam em estruturas do tipo fiáides, onde são gerados conídios unicelulares, com formato predominantemente esférico, oval ou alongado e com coloração verde (Jaklitsch, 2009).

Mas a partir de 2013, com o aumento da adoção da filogenia molecular para a categorização de espécies, a utilização da dupla nomenclatura tornou-se desatualizada, e somente o nome *Trichoderma* foi adotado (Rossman et al., 2013).

Segundo pesquisas realizadas por Meyer et. al. (2019), os isolados de *Trichoderma* podem ser facilmente identificados através do seu micélio branco, de textura algodonosa e crescimento rápido em meios de cultura. A faixa de temperatura ótima para o seu desenvolvimento varia de 25°C a 30°C na maioria das espécies. Após apenas 48 horas de cultivo, é possível observar a formação de pústulas ou círculos verdes, resultantes da produção abundante de esporos subhialinos. Esses esporos, quando reunidos em massa, adquirem uma tonalidade verde, conferindo à colônia uma aparência granular ou pulverulenta.

3 METODOLOGIA

O experimento foi realizado nos meses de setembro a novembro de 2023, no Laboratório Multiuso da Agronomia da Cidade Universitária do UNIS/MG, localizada em Varginha/MG, nas coordenadas de latitude 21°34'25'' S e longitude 45°28'48'' W (Google Earth, 2023).

Para os experimentos de comparação entre os isolados foi necessária a produção de esporos. Para o isolamento dos fungos escolhidos, adotou-se o método de diluição seriada decimal descrita por Pinto et. al. (2019) com modificações na escala, seguido pelo plaqueamento em meio de cultura. Depositou-se 200 ml de cada produto comercial (sem diluição), sendo eles:

Trichoderma asperellum (Trippel®), *Trichoderma asperellum* (Tricho-Turbo®) e *Trichoderma harzianum* (Trianum®) em béqueres distintos, submetendo-os à agitação de 1500 rpm, por 1 hora, na mesa agitadora. Após a agitação, realizaram-se diluições seriadas decimais de 10⁻¹ até 10⁻⁸, reduzindo a concentração do fungo para permitir a visualização do crescimento nas placas.

O procedimento envolveu, com auxílio de uma pipeta digital, a diluição de 1 ml de fungo do Becker para 9 ml de água salina, transferindo para o tubo de ensaio para diluição 10⁻¹, sucessivamente.

O líquido resultante de cada diluição seriada foi transferido 1 ml para cada placas de Petri (três repetições) (Figura 04) contendo meio de cultura ágar batata dextrosado (BDA).

As placas foram devidamente etiquetadas e levadas para BOD a 25°C por 7 dias para oferecer condições ideais para o desenvolvimento dos fungos e posterior contagem do número provável de esporos nas respectivas diluições e no inóculo inicial. Esse procedimento é muito importante para a microbiologia “on farm”. Após a contagem, as placas foram mantidas na BOD por 15 dias para realização da avaliação da caracterização

morfológica dos *Trichodermas* presentes nos produtos Trippel®, Tricho-Turbo® e Trianum®.

Foi realizada a repicagem de cada placa (produto comercial), para isolamento de colônias puras, para a avaliação da velocidade do crescimento dos fungos, do crescimento micelial mais rápido, mantidas também em BOD à 25°C, por 7 dias.

Todos os dados foram anotados diariamente e tabulados. Foram feitas as seguintes avaliações. Para a contagem das colônias, representando a avaliação qualitativa, após 7 dias, foi realizada a contagem das Unidades Formadoras de Colônias (UFC) de fungos que cresceram nas placas preparadas da diluição, com auxílio de um contador de colônias manual, que se desenvolveram em cada placa, para obtenção do número de esporo inicial. Para a caracterização morfológica, representando também, a avaliação qualitativa, após 15 dias foi realizada a avaliação do aspecto (coloração), das colônias que cresceram nas placas preparadas da diluição.

Para a velocidade do crescimento, representando a avaliação quantitativa, após 7 dias, foi realizada a avaliação do crescimento dos *Trichodermas* até atingirem a borda da placa de 90mm, com auxílio de uma régua, das placas preparadas da repicagem. O experimento foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com três tratamentos e oito repetições, num total de 24 parcelas.

Os dados foram examinados à análise estatística, utilizando-se a análise de variância (SISVAR) e, submetidos ao teste de Scott Knott, com nível de significância de 5% (Ferreira, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos iniciaram com três isolados de *Trichoderma* em cultura *in vitro* (Figura 02), colocados para crescimento, em meio de cultura Ágar Batata Dextrosado (BDA), cujo crescimento inicial está visualizado nas placas abaixo.

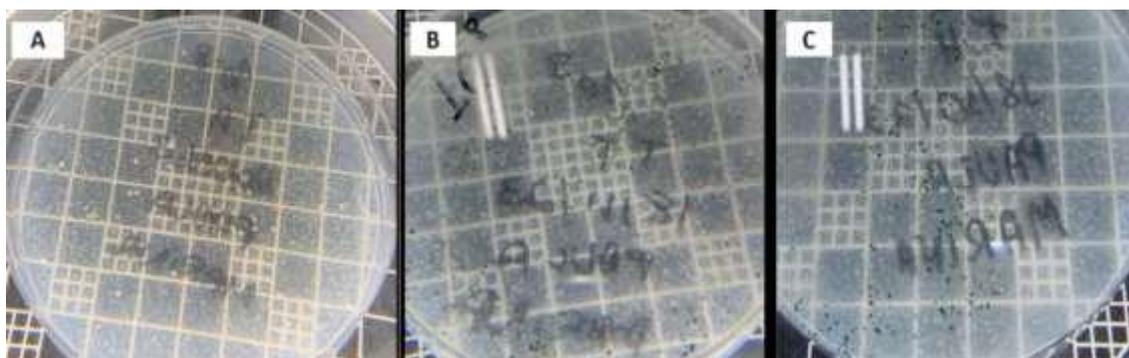


Figura 02 – Isolados de *Trichoderma*: A. *Trichoderma asperellum* (Trippel®); B. *Trichoderma asperellum* (Tricho -Turbo®); C. *Trichoderma harzianum* (Trianum®). Crescimento em meio ágar batata dextrosado (BDA) após três dias de crescimento.

Fonte: a autora

Nos experimentos realizados por Bernardo et. al. (2019), observou-se, visualmente, um crescimento rápido nas colônias dos isolados de *Trichoderma* em meio de cultura BDA, corroborando que foi acertada a escolha do meio BDA para multiplicação dos fungos avaliados.

Os dados da análise dos resultados da contagem das colônias, que compõem a parte qualitativa da pesquisa, identificando a quantidade de esporos por diluição, foram tabulados (Tabela 01).

Tabela 01 – Contagem de colônias nos fatores de diluição (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8}) após 7 dias de crescimento em BOD a 25°C, com 12 horas de escuro e 12 horas de claro.

Fator de diluição	<i>Trichoderma asperellum</i> (Trippel®)	<i>Trichoderma asperellum</i> (Tricho-Turbo®)	<i>Trichoderma harzianum</i> (Trianum®)
10^{-1}	1350,0	1280,0	1186,0
10^{-2}	1236,0	1173,3	1087,0
10^{-3}	469,0	680,0	35,0
10^{-4}	102,5	376,0	224,5
10^{-5}	13,5	427,0	168,5
10^{-6}	44,0	313,5	44,5
10^{-7}	47,7	350,7	87,0
10^{-8}	57,3	280,3	57,7

Observou-se na Tabela 01, que houve um padrão de diminuição nas contagens de colônias para todos os três tipos de *Trichoderma* à medida que o fator de diluição aumentou. Isso era esperado, já que fatores de diluição mais altos significaram concentrações mais baixas da amostra original, para facilitar a contagem.

Os resultados revelaram que o Trippel® apresentou as contagens mais altas nos dois primeiros fatores de diluição, 10^{-1} e 10^{-2} . No entanto, mostrou uma tendência de crescimento mais baixo nas diluições subsequentes, resultando em contagens menores comparando com os outros dois produtos. Esta tendência pode ter revelado que o produto Trippel® apesar de ter iniciado com uma concentração de esporos maior, esta concentração não se sustenta nas diluições maiores.

Os resultados apresentados na Tabela 01 revelaram também que o Tricho-Turbo®, em geral, demonstrou resultados superiores nas contagens de colônias em comparação com os outros produtos, multiplicou melhor seus esporos nas diluições acima de 10^{-3} , o que indicou uma maior quantidade de esporos do produto, nas fases iniciais e também finais de crescimento. Resultado também obtido na pesquisa realizada por Rabuske et. al. (2021), onde os isolados de *Trichoderma asperellum* apresentaram maior esporulação em todos as fases.

O produto Trianum® mostrou resposta instável, sem consistência, com alguns fatores de diluição resultando em contagens mais baixas e outros maiores, mas sem padrão. Os resultados obtidos nesse trabalho revelaram que o produto Trianum® teve a menor concentração inicial de esporos e que os esporos se multiplicaram numa velocidade menor que os produtos Trippel® e Tricho-Turbo®

Após a contagem das UFC, foi realizada a avaliação da caracterização morfológica dos *Trichodermas* presentes nos produtos Trippel®, Tricho-Turbo® e Trianum® (Tabela 02).

Tabela 02 – Identificação da coloração das colônias dos fungos *Trichoderma asperellum* (Trippel®), *Trichoderma asperellum* (Tricho-Turbo®) e *Trichoderma harzianum* (Trianium®) por 15 dias

DIA	<i>Trichoderma asperellum</i> (TRIPPEL®)	<i>Trichoderma asperellum</i> (TRICHO-TURBO®)	<i>Trichoderma harzianum</i> (TRIANUM®)
1	-	-	-
2	-	-	-
3	Branco	Branco	Branco
4	Branco	Branco	Branco
5	Branco	Branco - Branco no centro e verde escuro nas bordas	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
6	Branco	Branco - Branco no centro e verde escuro nas bordas	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
7	Branco	Branco - Branco no centro e verde escuro nas bordas	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
8	Branco	Branco - Branco no centro e verde escuro nas bordas	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
9	Branco	Branco - Branco no centro e verde escuro nas bordas	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
10	Branco	Branco - Branco no centro e verde escuro nas bordas	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
11	Branco	Branco - Branco no centro e verde escuro nas bordas	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
12	Branco	Verde escuro	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
13	Branco	Verde escuro	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
14	Branco	Verde escuro	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas
15	Branco	Verde escuro	Branco - Branco no centro e verde claro nas bordas

Nas avaliações feitas nos dias 1 e 2, os micélios dos fungos estavam muito claros. A partir do terceiro dia, foi possível identificar os micélios brancos em crescimento. E a partir do quinto dia, começaram a adquirir coloração verde. Corroborando com pesquisas realizadas por Da Silva et. al. (2012), as colônias reconhecidas como *Trichoderma* exibem micélio inicialmente de coloração clara, que posteriormente adquirem tonalidade verde devido à abundante produção de conídios.

O *Trichoderma asperellum* (Trippel®), as colônias continuaram brancas ao longo de todo período observado (Figura 03 A).

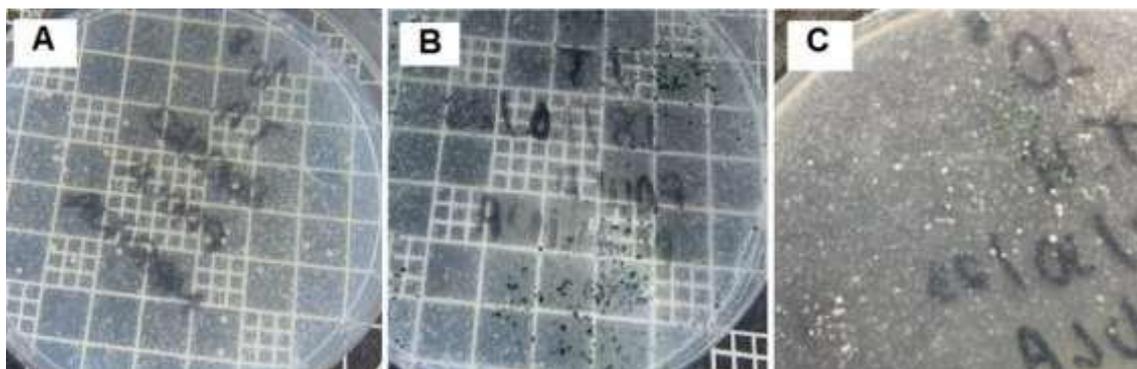


Figura 03 – Coloração dos isolados de *Trichoderma*: A. *Trichoderma asperellum* (Trippel®); B. *Trichoderma asperellum* (Tricho-Turbo®); D *Trichoderma harzianum* (Trianum®). Crescimento em meio ágar batata dextrosado (BDA) após 12 dias.

Fonte: a autora

Para o *Trichoderma asperellum* (Tricho-Turbo®), a partir do 5º dia até o 11º dia de análise, algumas colônias na placa apresentaram coloração branca e outras apresentaram coloração branca no centro e verde escuro nas bordas, ao mesmo tempo. A partir do 12º dia de análise da coloração, foi possível identificar para a mudança total de coloração para apenas verde escuro. Ou seja, com 5 dias de crescimento iniciou a produção de conídios, sendo que, aos 12 dias de crescimento a placa estava toda repleta de conídios.

Essa diferença de coloração do *Trichoderma asperellum* nos produtos Trippel® e Tricho-Turbo® corroboram os resultados obtidos na primeira avaliação deste trabalho, na contagem das UFC, onde o produto Tricho-Turbo® revelou resultados superiores ao produto Trippel®.

Pode-se observar que o fungo *Trichoderma harzianum* presente no Trianum® também iniciou a formação de conídios com 5 dias de crescimento, mas mesmo após 15 dias de crescimento eram poucos conídios presentes na placa, apresentando colônias de coloração branca e outras apresentaram coloração branca no centro e verde claro nas bordas, ao mesmo tempo.

Outra análise importante avaliada foi qual fungo atingiria a Borda da placa primeiro. Os resultados do crescimento do fungo em placas compõem a parte quantitativa da pesquisa, identificando o fungo com crescimento micelial mais rápido.

De acordo com a Tabela 03, do resumo de análise de variância, foi possível verificar que houveram diferenças significativas nos resultados dos crescimentos entre os dias 1 ao 7, e no dia 8, observa-se que não foi observada nenhuma diferença significativa.

Tabela 03: Resumo da análise de variância (ANAVA) para as variáveis de crescimento em milímetro dos dias 1 ao 8. Varginha/MG, 2023.

FV	GL	Pr>Fc Dia 1	Pr>Fc Dia 2	Pr>Fc Dia 3	Pr>Fc Dia 4	Pr>Fc Dia 5	Pr>Fc Dia 6	Pr>Fc Dia 7	Pr>Fc Dia 8
Tratamentos	2	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,8368*
Erro	18								
Total	20								
CV%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99
Média Geral		5,0	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0	85,0	90,0

*; significativo a 5% e ns; não significativo

Segundo os resultados obtidos, observou-se que em relação ao crescimento nos dias avaliados, o produto que obteve crescimento mais rápido, foi o Tricho-Turbo® (Tabela 04).

Tabela 04: Resultados médios percentuais do crescimento (mm) dos diferentes fungos dos dias 1 ao 8. Varginha/MG, 2023.

Tratamentos	Dias							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Trippel®	0 b	0 c	15 c	30 c	45 c	60 c	75 b	90 a
2. Tricho-Turbo®	15 a	30 a	45 a	60 a	75 a	90 a	90 a	90 a
3. Trianum®	0 b	15 b	30 b	45 b	60 b	75 b	90 a	90 a
CV (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99

Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna, pelo Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns – não significativo

Os resultados revelados pela análise de variância mostraram que o *Trichoderma asperellum* presente no produto Tricho-Turbo® foi significativamente superior ao *Trichoderma asperellum* presente no produto Trippel®. Os resultados revelaram também que o *Trichoderma harzianum* cresceu significativamente superior ao *Trichoderma asperellum* presente no Trippel®.

O melhor desempenho do Tricho-Turbo® foi evidenciado ao comparar o crescimento do *Trichoderma asperellum*, alcançando a borda da placa em apenas 6 dias.

Esses resultados corroboram com as pesquisas conduzidas por Fragoso et. al. (2016), que observaram uma produtividade superior na interação entre plantas de arroz com *Trichoderma asperellum*.

De maneira semelhante, Monteiro et al. (2006) registrou impactos positivos em plantas de algodão tratadas com *Trichoderma asperellum* em diversas dosagens, resultando em um aumento significativo na altura da planta. Além disso, Lima et al. (2007) constataram que a imersão de bulbilhos de alho em suspensão de esporos de *Trichoderma asperellum*, seja isoladamente ou em conjunto com fungicidas, proporcionou melhorias significativas no stand de plantas.

Com base nos resultados alcançados para o produto Trianum® contendo *Trichoderma harzianum*, o mesmo demonstrou baixa produção de esporos e sem padronização, foi possível observar em estudos anteriores que, apesar de impulsionar o desenvolvimento das plantas ao longo de seu ciclo, há indicações na literatura de que os efeitos do bioagente a base de *Trichoderma harzianum*, no processo de emergência de plântulas pode não ser significativos.

Os resultados observados nesse experimento em todas as análises de caracterização morfológica dos fungos presentes nos produtos Trianum®, Trippel® e Tricho-Turbo® foram consistentes e apontaram que o fungo presente no Tricho-Turbo® apresentou crescimento e formação de conídios bem mais rápido que os fungos dos outros produtos avaliados. Transportando esses resultados para a prática pode-se inferir que a aplicação do Tricho-Turbo® pode permitir resultado mais rápido no campo.

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo destacam o desempenho superior do Tricho-Turbo® em comparação com os outros produtos avaliados. A contagem de colônias revelou uma

maior quantidade de esporos nas fases iniciais e finais de crescimento, indicando a eficácia na produção e liberação de esporos. Além disso, a mudança mais rápida para uma coloração verde escura e o crescimento acelerado do *Trichoderma asperellum* no Tricho-Turbo®, atingindo a borda da placa em apenas 6 dias, reforçam sua superioridade em termos de eficiência e rapidez. Esses resultados destacam o potencial promissor do Tricho-Turbo® para aplicações práticas no campo agrícola.

REFERÊNCIAS

ABC BIO Associação Brasileira de empresas de controle biológico. Disponível em: <<https://www.abcbio.org.br/>>, acesso em Novembro de 2023.

AGROFIT Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons, acesso em Novembro de 2023.

AGROTECH. *Trichoderma: tudo sobre o fungo que ajuda no controle biológico de doenças*. 2020. Disponível em: <https://tecnologianocampo.com.br/trichoderma/> Acesso em: Setembro de 2023.

ALMEIDA, M. C., Lima, D. F., Silva, F. G., & Silva, L. S. (2020). *Evaluation of Trichoderma asperellum and Trichoderma harzianum as biological control agents in corn*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 24(2), 102-108.

BERNARDO, Janaina Tauil et al. *Isolamento on farm de Trichoderma: uma ferramenta no controle de doenças de solo para os agricultores no Brasil*. Revista Eletrônica Científica da UERGS, v. 5, n. 3, p. 263-270, 2019.

BORTOLIN, G. S.; WIETHAN, M. M. S.; VEY, R. T.; OLIVEIRA, J. C. P.; KÖPP, M. M.; DA SILVA, A. C. F. *Trichoderma na promoção do desenvolvimento de plantas de Paspalum regnellii Mez*. Revista De Ciências Agrárias, v. 42, n. 1, p. 135-145, 2019.

BARNETT, H.L., HUNTER, B. B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. St. Paul, Minnesota, USA: American Phytopathological Society. 4a. Ed. org. B.B. 1998.

BRAGA JÚNIOR, G.M.; et al. *Controle biológico de fitopatógenos por Bacillus subtilis in vitro*. Biota Amazônia, Macapá, v.7, n. 3, p. 45-51, 2017

CHAGAS, L. F. B.; COLONIA, B. S. O.; SANTOS, G. R.; SCHEIDT, G. N.; PORTELLA A. C. F.; SOARES, L. P.; CHAGAS JUNIOR, A. F. *Rice growth influenced by Trichoderma Spp. with natural phosphate fertilization under greenhouse conditions*. International Journal Development Research, v. 07, n. 6, p. 13147-13152, 2017.

DA SILVA, LIDIANNE LEMES et al. *Diversidade morfológica e cultural de Trichoderma spp. em solos cultivados majoritariamente com o feijoeiro comum*. 2012.

ESPOSITO, Elisa; SILVA, Manuela da. *Systematics and environmental application of*

the genus *Trichoderma*. Critical reviews in microbiology, v. 24, n. 2, p. 89-98, 1998.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2014.

FRAGOSO, D. de B., CUSTODIO, D. P. **Uso de agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas em arroz de terras altas**. Fronteira Agrícola. Informativo técnico, nº 15. Set, 2016.

FRANCISCO, M. R. **Seleção e identificação de *Trichoderma* spp. e potencial para produção de enzimas industriais**. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2016.

GABARDO, Gislaiane et al. *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis* como antagonistas no crescimento de fungos fitopatogênicos in vitro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 55870-55885, 2020.

GEBAUER, J. T. **Ocorrência natural de *Trichoderma* em laranjeiras do Sul - PR e seu efeito na inibição do solo do feijoeiro**. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Federal da Fronteira do Sul, Laranjeiras do Sul, 2020.

GOOGLE EARTH, 2023. Disponível em: <https://earth.google.com/web/search/Unis+-MG+Centro+Universit%c3%a1rio+-+Avenida+Alzira+Barra+Gazzola+-+Aeroporto,+Varginha+-+MG/@-21.57357108,-45.47992505,890.11582745a,266.60717403d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCX4wAApn6zPAEZ9pn4c9ezbAGXQoLuCY3EXAIZOe8sxS0UfAOgMKATA> Acesso em: Setembro de 2023.

HERMOSA, R.; RUBIO, M. B.; CARDOZA, R. E.; NICOLÁS, C.; MONTE, E.; GUTIÉRREZ, S. **The contribution of *Trichoderma* to balancing the costs of plant growth and defense**. International Microbiology, v. 16, p. 69-80, 2013.

LIMA, Adilson Lopes. **Caracterização morfológica, molecular e bioquímica de *trichoderma* spp. isoladas de solo de cerrado**. 2022.

LIMA, E.A.; CHAGAS, B.L.; SILVA, V.P.; POMELLA, A.W.V. **Efeito de *Trichoderma asperellum* no cultivo do alho, associado ou não com tratamento químico**. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.32, p.319, 2007.

LUCON, C.M.M. **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp.** 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm>. Acesso em Setembro de 2023.

MACHADO; D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. ***Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente**. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. DA. ***Trichoderma*: Uso na agricultura**. Brasília: Embrapa, 2019.

MONTEIRO, V. N., AND ULHOA, C. J., COSTA, F. T. (2006). **Biochemical characterization of a 3-glucanase from *Trichoderma* induced by cell wall of *Rhizoctonia solani***, *Curr. Microbiol.* 52, 92-96.

MYCOBANK. Search on: **Mycobank names**. Disponível em: <https://www.mycobank.org/page/Name%20details%20page/name/Trichoderma> Acesso em Outubro de 2023.

OLIVEIRA, A. G.; CHAGAS JÚNIOR, A. F.; SANTOS, G. R.; MILLER, L. O.; CHAGAS, L. F. B. **Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma spp.*** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012.

PINTO, Zayame Vegette; LUCON, Cleusa Maria Mantovanello; BETTIOL, Wagner. **Controle de qualidade de produtos biológicos à base de *Trichoderma***. *Trichoderma: Uso Na Agricultura*, v. 1, p. 275-295, 2019.

RABUSKE, Jessica Emilia et al. ***Trichoderma asperellum* no manejo de doenças e na promoção de crescimento de plantas de noqueira-pecã**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

RODRIGUES, L. A.; BARROSO, D. G.; FIQUEIREDO, F. A. M. **Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e na nutrição mineral de mudas de *Tectona grandis LF***. *Ciência Florestal*, 28, 25-34, 2018.

SAMUELS, G. J.; ISMAIEL, A.; BOM, M. C.; RESPINIS, S.; PETRINI, O. ***Trichoderma asperellum sensulato* consists of two cryptic species**. *Mycologia*, v.102, n. 4, p. 944-966, 2010.

SAMUELS, Gary J. ***Trichoderma: a review of biology and systematics of the genus***. *Mycological research*, v. 100, n. 8, p. 923-935, 1996.

SCHUSTER, A; SCHMOLL, M. **Biology and biotechnology of *Trichoderma***. *Applied microbiology and biotechnology* v. 87, n. 3, p: 787-799, 2010.

SILVA, D. K., da Silva, R. F., da Costa, R. S., Luz, E. D. M. N., & Lima, W. G. (2018). ***Trichoderma asperellum* promotes growth and controls coffee leaf rust in *Coffea arabica***. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(12), 1359-1366.

SILVA, Nayra Grazielle da et al. ***Trichoderma* na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial com vermicomposto em hortaliças**. 2018.

THONAR, C.; LEKFELDT, J. D. S.; COZZOLINO, V.; KUNDEL, D.; KULHÁNEK, M.; MOSIMANN, C.; N, G.; PICCOLO, A.; REX, M.; SYMANCZIK, S.; WALDER, F.; WEINMANN, M.; NEERGAARD, A. DE; MADER, P. **Potential of three microbial bio-effectors to promote maize growth and nutrient acquisition from alternative phosphorous fertilizers in contrasting soils**. *Chem. Biol. Technol. Agric.* v. 4, n. 7, p. 1-16, 2017.