



Eficiência de *Trichoderma* como promotor de crescimento vegetal em mudas de *Eucalyptus urophylla*

Aloisio Freitas Chagas Jr.^{a*}, Adriana Santos Neves Ribeiro^a, Lillian França Borges Chagas^a, Gabriel Soares Nobrega^a, Marcos Giongo^a, Dalilla Moreira de Oliveira Moura^a, Ana Licia Leão Ferreira^a, Leticia Bezerra de Almeida^a, Damiana Beatriz da Silva^a

^a Universidade Federal do Tocantins, Brasil

* Autor correspondente (chagasjr@uft.edu.br)

INFO

Keywords

fungus
biomass
forest species

ABSTRACT

Efficiency of Trichoderma as a plant growth promoter in seedlings of Eucalyptus urophylla

Inoculation with *Trichoderma* can increase growth in forest species of economic and environmental interest, which can contribute to the reduction of fertilizers. Thus, the present study aims to evaluate the efficiency of inoculation with *Trichoderma*, as growth promoters in *E. urophylla*. Five *Trichoderma* isolates (UFT-37, UFT-25, UFT-57, UFT-201, UFT-204) were used, as well as the control without inoculation. The isolates used were replicated in a petri dish, with PDA medium and incubated in a B.O.D. chamber. at 27 ± 2 °C for seven days. After this period, the spores were suspended in water. Then, 1 mL of suspension was added using a pipette onto the seeds already in the tubes. Three assessments were made, at 30, 60 and 100 days after showing (DAS). The aspects evaluated are related to plant height, stem diameter, shoot dry mass, root dry mass, total dry mass and Dickson Quality Index (IQD). Regarding the results, all isolates evaluated were superior to the control for height, stem diameter, root length, dry mass of the shoot and root, and Dickson quality index. However, there were differences between the isolates, with some showing superior results compared to the others. Relative Efficiency also showed that isolates UFT-25, UFT-204 and UFT-201 were superior to the control, indicating that these isolates performed better in promoting the growth of *E. urophylla*. As for IQD, it was observed that isolates UFT-201 and UFT-204 showed better initial development compared to the control, while the other isolates were inferior. However, at 60 and 100 DAS, all isolates were superior to the control. The application of *Trichoderma* had significant effects in promoting the growth of *Eucalyptus urophylla* seedlings.

RESUMO

Palavras-chaves

fungo
biomassa
espécie florestal

A inoculação com *Trichoderma* pode aumentar o crescimento em espécies florestais de interesse econômico e ambiental, o que pode contribuir com a redução de fertilizantes. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a eficiência da inoculação com *Trichoderma*, como promotores de crescimento em *E. urophylla*. Foram utilizados cinco isolados de *Trichoderma* (UFT-37, UFT-25, UFT-57, UFT-201, UFT-204), bem como a testemunha sem inoculação. Os isolados utilizados foram replicados em placa petri, com meio BDA e incubados em câmara B.O.D. a 27 ± 2 °C, durante sete dias. Após esse período, foi realizada a suspensão aquosa dos esporos. Em seguida, adicionou-se 1 mL de suspensão com o auxílio da pipeta sobre as sementes já nos tubetes. Foram feitas três avaliações, aos 30, 60 e 100 dias após a semeadura (DAS). Os aspectos avaliados são relativos à altura da planta, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e Índice de Qualidade Dickson (IQD). Com relação aos resultados, todos os isolados avaliados foram superiores à testemunha para a altura, diâmetro do coleto, comprimento radicular, massa seca da parte aérea, da raiz, e índice de qualidade Dickson. No entanto, houve diferenças entre os isolados, com alguns apresentando resultados superiores em comparação com os demais. A Eficiência Relativa também mostrou que os isolados UFT-25, UFT-204 e UFT-201 foram superiores à testemunha, indicando que esses isolados apresentaram um melhor desempenho na promoção do crescimento de *E. urophylla*. Quanto ao IQD, foi observado que os isolados UFT-201 e UFT-204 apresentaram um melhor desenvolvimento inicial em relação à testemunha, enquanto os demais isolados foram inferiores. No entanto, aos 60 e 100 DAS, todos os isolados foram superiores à testemunha. A aplicação de *Trichoderma* teve efeitos significativos na promoção do crescimento de mudas de *Eucalyptus urophylla*.



INTRODUÇÃO

A grande área de florestas plantadas no Brasil levou o país a um reconhecimento mundial de um dos maiores fornecedores de produtos madeireiros, oriundos de florestas plantadas. Ou seja, o Brasil ocupa atualmente 9,5 milhões de hectares de florestas plantadas. Dentre as espécies mais plantadas está o eucalipto, com 7,53 milhões de hectares; seguido de 9,4% de pinus, cerca de 1,9 milhão de hectares (IBÁ, 2022).

Appendix A. Além do importante papel econômico, as florestas plantadas cumprem também uma gama de funções importantes na manutenção da biodiversidade e, também, absorvem CO₂eq¹ da atmosfera. Ademais, elas contribuem para a diminuição da pressão sobre as florestas naturais. Portanto, as florestas cultivadas são responsáveis pelo fornecimento de matérias-primas para diversas finalidades, tais como: a produção de papel e celulose, bioenergia, madeira, painéis reconstituídos, fármacos, químicos, entre outros (PANY et al., 2015; GASPAROTO, 2017).

A espécie de *Eucalyptus urophylla* foi introduzida no Brasil nos anos de 1919. Trata-se de uma das quatro espécies mais plantadas de eucalipto no Brasil, devido à sua grande utilidade nas indústrias de papel e celulose e outras, como a produção de carvão, o setor de serraria etc. A espécie *E. urophylla* tem ocorrência em ambientes variados, sendo uma espécie silviculturalmente importante, pois oferece uma adaptabilidade muito ampla desde as regiões tropicais úmidas até as subtropicais. Além disso, possui uma resistência ao fungo causador do cancro no eucalipto. O cultivo do *E. urophylla* está crescendo principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país (EMBRAPA, 2021).

O cultivo de eucalipto sempre esteve atrelado ao rápido crescimento e adaptação a diversos ambientes e climas. Isso porque essa espécie apresenta crescimento rápido em baixas altitudes e resistência ao fungo *Cryphonectria cubensis*, causador de doença na planta. Segundo Souza (2017), o *E. urophylla* tem alto potencial para regiões de clima quente e elevados déficits hídricos, pois apresenta um bom desempenho nessas condições, como também uma boa qualidade de matéria prima.

O investimento com novas tecnologias para um bom manejo de plantios florestais é de grande valia, principalmente em viveiros. Um exemplo é a utilização de microrganismos para promover o crescimento e controlar biologicamente fitopatógenos (SANTOS, 2017).

Entre o grupo de microrganismos promotores de crescimento, podemos citar o gênero de *Trichoderma*. Segundo Chagas et al. (2017), esse fungo é uma classe importante que favorece o crescimento

de espécies vegetais, podendo influenciar na germinação de sementes e no rendimento da cultura. Isso porque essas espécies produzem substâncias como os hormônios, os quais favorecem a nutrição da planta.

Em relação a algumas linhagens de *Trichoderma*, elas têm a possibilidade de aumentar a superfície total do sistema radicular, possibilitando um maior acesso aos elementos minerais presentes no solo. Além disso, algumas linhagens são capazes de solubilizar e disponibilizar para o vegetal os elementos como o fosfato de rocha, ferro, cobre, manganês e zinco, melhorando, também, outros mecanismos de absorção da planta (FIORENTINO et al., 2018; BONONI et al., 2020).

Diante do exposto, tem-se em vista que a utilização de microrganismos é capaz de agregar ainda mais na produção de mudas florestais, mesmo que em espécies comerciais que precisam de tecnologias específicas para ter uma boa muda florestal. A explicação para tal afirmação é de essas mudas demandam de um tempo em viveiro, até que alcancem o porte ideal para o plantio no campo. Considera-se, pois, importante aprofundar os estudos neste campo para obter soluções viáveis para a produção de mudas mais saudáveis e livres de agrotóxicos. A inoculação de microrganismos promotores de crescimento tem se tornado uma ferramenta biotecnológica que não agride o meio ambiente e pode ser útil na produção de mudas florestais em viveiros.

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a eficiência da inoculação com *Trichoderma* spp., como promotores de crescimento em *Eucalyptus urophylla* em nível de viveiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Agromicrobiologia Aplicada e Biotecnologia (Agrobio-PPGPV) e no viveiro de mudas florestais do Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CeMAF), ambos localizados na Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* Universitário de Gurupi, localizado na região sul do Estado do Tocantins (TO). A situação geográfica do clima é do tipo B1wA'a' úmido, segundo Köppen-Geiger, com moderado deficiência hídrica, localiza nas coordenadas 11°48'29"S, 48°56'39"W, 287 m altitude, com temperatura de 27,0 °C e precipitação de 1400 mm (SEPLAN, 2012).

As sementes utilizadas nesse experimento foram de *Eucalyptus urophylla*. Os diferentes isolados de *Trichoderma* foram adquiridos da coleção do banco do Laboratório AGROBIO-PPGPV da Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* de Gurupi-TO. Foram utilizados cinco isolados de *Trichoderma*: UFT-37, UFT-25, UFT-57, UFT-201 e

UFT- 204 e uma testemunha sem inoculação.
Appendix B. Os isolados de *Trichoderma* spp. foram caracterizados pelo sequenciamento da região

TEF (translation elongation fator) e são identificados pelos códigos de acesso no GenBank, realizado pelo Instituto Biológico de São Paulo Tabela 1.

Tabela 1 - Identificação das espécies de *Trichoderma* spp. e código de acesso no GenBank utilizados nessa pesquisa (Região TEF–translation elongation factor).

Isolados	Identificação da Espécie	Acesso Gen-Bank	Referência
UFT-25	<i>T. harzianum</i> CIB T131	EU279988	Hoyos-Carvajal et al (2009)
UFT-37	<i>T. pinnatum</i> CJS 02-120	JN175572	Druzhinina et al (2012)
UFT-57	<i>T. virens</i> CIB T147	EU280060	Hoyos-Carvajal et al (2009)
UFT-201	<i>T. asperelloides</i> GJS 04-217	DQ381958	Samuels et al. (2010)
UFT-204	<i>T. longibranchiatum</i> DAOM 167674	EU280046	Hoyos-Carvajal et al (2009)

Os isolados de *Trichoderma* spp. foram replicados e cultivados separadamente em placa de Petri, contendo meio BDA (batata, dextrose e ágar), na proporção de 200 g de batata, 20 g de dextrose e 15 g de ágar em 1000 mL de água, e incubados a 25 ±

2 °C, com fotoperíodo de 12 horas em câmara BOD (Biochemical Oxygen Demand). O procedimento ocorreu em um período de sete dias, tempo determinado para o crescimento das colônias de *Trichoderma* conforme a Figura 1 (DIANESE et al. 2012).

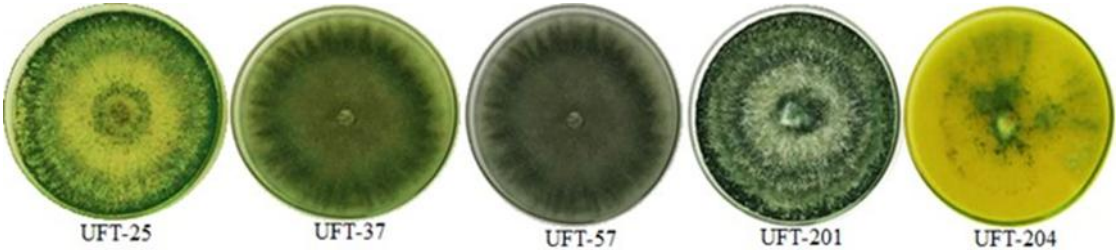


Figura 1 - Isolados de *Trichoderma* utilizados no experimento. Fonte: autoria própria (2023).

Após os sete dias, foi feita a suspensão aquosa dos esporos. A concentração média das suspensões dos diferentes isolados variou de 1,2 a 1,4 UFC por mL de suspensão. A partir de então, adicionou-se 20 mL de água destilada e esterilizada sobre a placa. Fez-se a raspagem do material para obter a suspensão dos esporos. Em seguida, colocou-se o material em tubos falcon. Logo após, adicionou-se 1 mL de suspensão com o auxílio da pipeta sobre as sementes já nos tubetes.

Para o plantio das sementes, utilizou-se o substrato comercial Tropstrato, que é feito à base de mix de fibras de coco e casca de arroz. As amostras foram dispostas em bandejas plásticas contendo tubetes com dimensões de 125 mm de altura, diâmetro superior de 2,8 cm, diâmetro inferior de 1,0 cm, contendo o volume de 50 cm³, o que totalizou 256 tubetes. A semente foi inserida com um auxílio de uma pinça, três a quatro sementes por tubetes. Após uma média de dez dias, fez-se o desbaste deixando apenas uma planta por tubete.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos, sendo cinco tratamentos inoculados com *Trichoderma* e um tratamento com a testemunha sem inoculação, todos com dez repetições.

Em relação às avaliações, a primeira ocorreu com 30 dias após a semeadura (DAS), a segunda com 60 dias e a terceira com 100 dias. As características analisadas consistiram na altura (H) e no diâmetro do coleto (DC). Tanto a H quanto o DC foram determinadas com o auxílio da régua graduada (mm). O DC foi medido com o auxílio de um paquímetro.

Posteriormente, as mudas foram seccionadas na altura da base do caule para separar o sistema radicular da parte aérea, as raízes foram lavadas em água corrente com objetivo de remover o solo agregado e, em seguida, acondicionadas em sacos de papel pesados, colocados na estufa para a secagem a 65 °C por 72 horas. Após a secagem, fez-se a pesagem em balança de precisão (0,0001 g) para ser determinada a massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) (DIANESE et al., 2012).

Os dados foram submetidos ao cálculo de Índice de Qualidade Dickson (IQD) e Eficiência Relativa (ER). O IQD foi determinado em função da altura, diâmetro do coleto, massa seca de parte aérea e massa seca da raiz (DICKSON et al.,1960). Fez-se o procedimento seguindo a fórmula: $IQD = \frac{MST}{g} / \{ \frac{H}{cm} / \frac{DC}{mm} + \frac{MSPA}{g} / \frac{MSR}{g} \}$. A

Eficiência Relativa (ER) foi calculada aos 100 DAS, seguindo a fórmula (MSPA inoculada com os isolados / MSPA sem inoculante) x 100 (DICKSON et al., 1960).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e ao teste de comparação de médias Skott-Knott a 5% de significância, com auxílio do software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, foram observados efeitos significativos na promoção do crescimento de mudas de *E. urophylla* com a aplicação de *Trichoderma* (Tabela 2). Aos 30 DAS, observou-se que, para o parâmetro altura (H), o isolado UFT-201 foi superior ($p<0,05$), seguido dos demais tratamentos também superiores a testemunha. Para o diâmetro do coleto (DC), todos os isolados foram superiores a testemunha e entre estes os isolados UFT-57 e UFT-204 foram superiores. Em comprimento de raiz (CR), todos os isolados foram superiores à testemunha, e entre os tratamentos os isolados UFT-25, UFT57 e UFT-201 foram superiores.

Quanto a massa seca da parte aérea (MSPA) os isolados UFT-37 e UFT-201 foram superiores ($p<0,05$). Para a massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) o isolado UFT-201 foi superior

aos demais tratamentos, seguido do tratamento UFT-204 para a MSR, e dos isolados UFT-37 e UFT-204, também superiores a testemunha (Tabela 2).

Aos 60 DAS, para o H o isolado UFT-204 foi superior ($p<0,05$) aos demais tratamentos. Para o DC os isolados UFT-201 e UFT-204 foram superiores ($p<0,05$), seguido dos demais tratamentos com inoculação de *Trichoderma*, também superiores a testemunha. Para a variável CR, os isolados UFT-37, UFT-57 e UFT-204 foram superiores ($p<0,05$) (Tabela 2). Para a MSPA e MST o isolado UFT-201 foi superior ($p<0,05$) aos demais tratamentos. Para a variável MSR os isolados UFT- 201 e UFT-204 foram superiores aos demais tratamentos (Tabela 2).

Para a avaliação aos 100 DAS, para a H e CR todos os isolados foram superiores ($p<0,05$) à testemunha. Em DC, o isolado UFT-201 foi superior ($p<0,05$) aos demais tratamentos. Quanto a MSPA os isolados UFT-25 e UFT-204 foram superiores ($p<0,05$), seguidos dos demais tratamentos com inoculação, também superiores a testemunha. Para a MSR o isolado UFT-201 foi superior ($p<0,05$), seguido dos tratamentos UFT-57 e UFT-204, também superiores a testemunha. Para a MST os isolados UFT-201 e UFT-204 foram superiores ($p<0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios de altura (H), comprimento de raiz (CR), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) de *Eucalyptus urophylla*, inoculado com *Trichoderma*.

Isolados	H (cm)	DC (mm)	CR (mm)	MSPA (mg)	MSR (mg)	MST (mg)
30 DAS						
Testemunha	4,3 d	11,0 c	11,1 c	14,0 c	20,0 c	34,0 c
UFT-25	5,4 c	16,0 b	14,6 a	15,0 c	21,0 c	37,0 c
UFT-37	5,7 c	18,0 b	13,4 b	26,0 a	18,0 c	44,0 b
UFT-57	4,4 d	20,0 a	14,4 a	17,0 c	19,0 c	36,0 c
UFT-201	7,0 a	16,0 b	14,2 a	26,0 a	33,0 a	59,0 a
UFT-204	6,2 b	20,0 a	13,5 b	22,0 b	27,0 b	49,0 b
C.V (%)	14,91	15,80	5,96	20,19	20,32	15,19
60 DAS						
Testemunha	13,0 c	20,0 c	12,8 b	64,0 d	74,0 c	138,0 d
UFT-25	14,5 b	22,0 b	13,9 b	60,0 d	62,0 c	122,0 d
UFT-37	14,3 b	23,0 b	14,7 a	88,0 c	104,0 b	192,0 c
UFT-57	13,3 c	24,0 b	15,1 a	85,0 c	90,0 b	176,0 c
UFT-201	14,9 b	30,0 a	13,5 b	183,0 a	130,0 a	313,0 a
UFT-204	15,4 a	30,0 a	15,5 a	118,0 b	145,0 a	263,0 b
C.V (%)	6,01	10,96	6,40	10,16	15,74	10,04
100 DAS						
Testemunha	16,2 b	25,0 c	14,70 b	257,0 c	284,0 c	551,0 d
UFT-25	17,6 a	34,0 b	15,90 a	404,0 a	308,0 c	594,0 d

UFT-37	17,0 a	24,0 c	16,10 a	287,0 b	329,0 c	733,0 b
UFT-57	17,9 a	36,0 b	16,90 a	274,0 b	369,0 b	693,0 c
UFT-201	19,0 a	47,0 a	17,50 a	355,0 b	487,0 a	843,0 a
UFT-204	18,0 a	35,0 b	17,40 a	429,0 a	393,0 b	822,0 a
C.V (%)	5,56	15,57	4,51	14,42	17,63	12,40

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5%.

Esses resultados corroboram com os dados observados por Azevedo et al. (2017), que estudaram o efeito do *Trichoderma* spp. em crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e observaram um melhor desempenho em todas as variáveis estudadas.

Outros testes realizados por Tomazzi et al. (2021), utilizando *Trichoderma* spp., obtiveram resultados positivos no incremento da produtividade do milho efetivado pelo aumento do volume e do sistema radicular da planta. Vários estudos correlacionados ao fungo *Trichoderma* comprovaram a eficácia tanto para o incremento de produtividade quando para a promoção de crescimento em diversas plantas.

Chagas et al. (2017) avaliaram a efetividade do *Trichoderma asperellum* UFT-201 na promoção de crescimento em soja, milho e feijão caupi, os quais apresentaram similaridade entre os dados encontrados nesta pesquisa, onde comprovou a capacidade de promoção de crescimento vegetal.

Quanto à Eficiência Relativa (ER) para a MSPA, aos 30 DAS, os isolados UFT-37 e UFT-201 foram superiores ($p<0,05$), seguido do isolados UFT-204 e UFT57, também superiores a testemunha (Figura 2). Para a ER da MSR e MST o isolado UFT-201 foi superior ($p<0,05$), seguido do isolado UFT-204, também superior aos demais tratamentos.

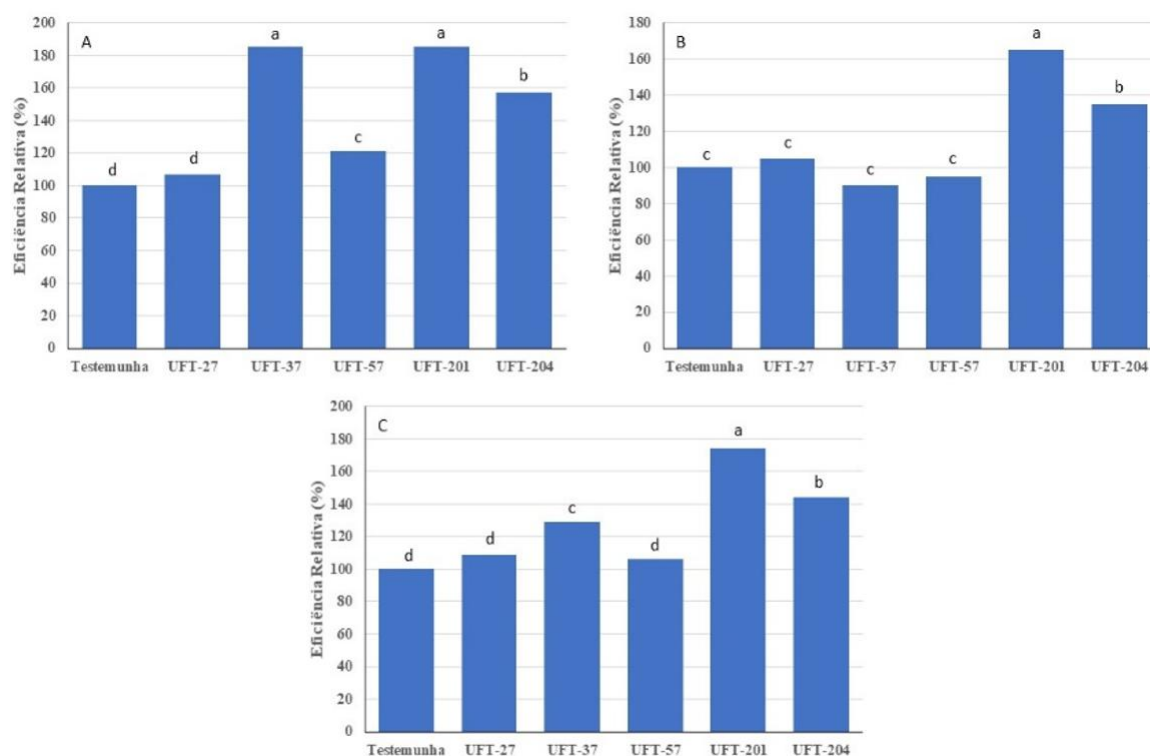


Figura 2 - Eficiência relativa para a massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e massa seca total (C) de *Eucalyptus urograndis*, inoculadas com *Trichoderma* spp. em relação a testemunha, aos 30 dias após a semeadura. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de significância.

Aos 60 DAS a ER para MSPA e MST o isolado UFT-201 foi superior ($p<0,05$) seguido do isolado UFT-204, também superior aos demais tratamentos. Para a ER da MSR o isolado UFT-204 foi su-

perior ($p<0,05$) seguido do isolado UFT-201, também superior aos demais tratamentos (Figura 3). Aos 100 DAS a ER para a MSPA os isolados UFT-27 e UFT-204 foram superiores ($p<0,05$), seguidos do isolado UFT-201, também superior aos demais

tratamentos. Para a MSR e MST o isolado UFT-201 foi superior ($p<0,05$), seguido dos isolados UFT-57

e UFT-204 para a MSR e UFT-37, UFT-57 e UFT-204, também superiores a testemunha (Figura 4).

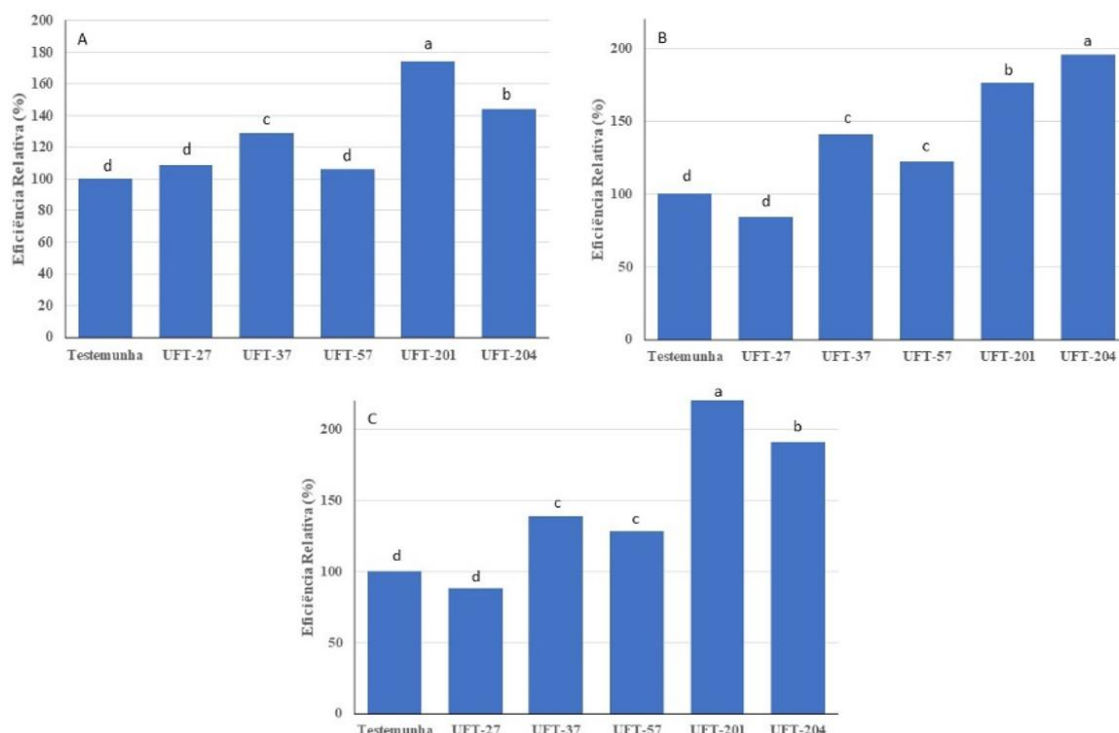


Figura 3 – Eficiência relativa para a massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e massa seca total (C) de *Eucalyptus urograndis*, inoculadas com *Trichoderma* spp. em relação a testemunha, aos 60 dias após a semeadura. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de significância.

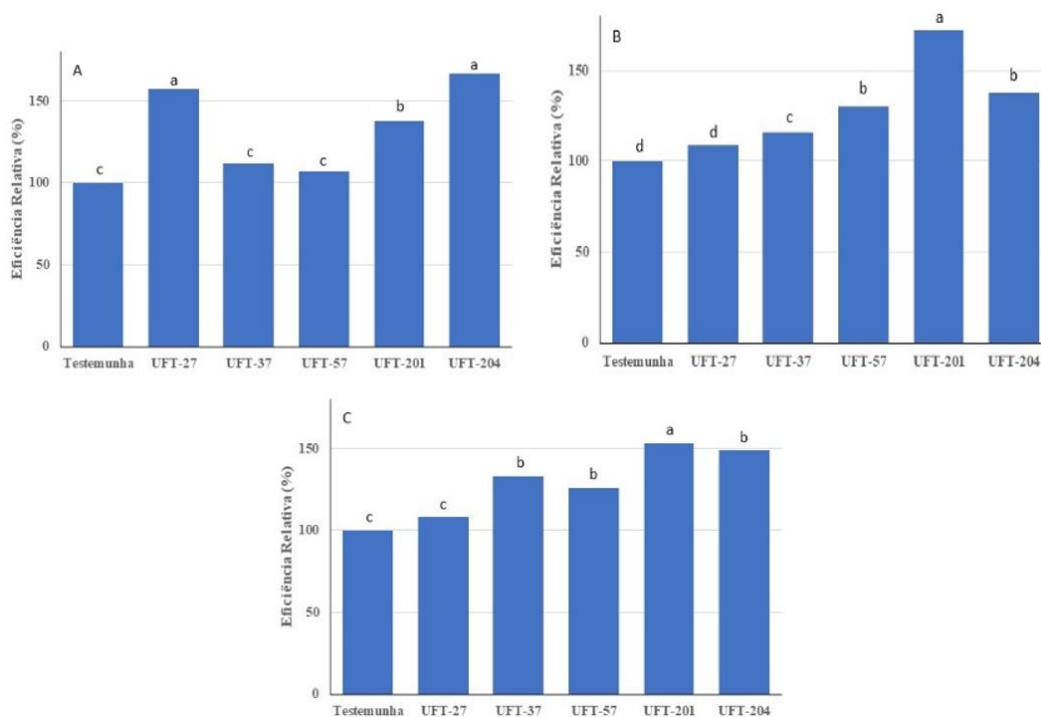


Figura 4 – Eficiência relativa para a massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e massa seca total (C) de *Eucalyptus urograndis*, inoculadas com *Trichoderma* spp. em relação a testemunha, aos 100 dias após a semeadura. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Skott-Knott a 5% de significância.

Os resultados foram significativamente positivos, como mostram as figuras 2, 3, 4 e 5. Esses resultados são corroborados por estudos de Silva et al. (2021), no qual trabalhou com a inoculação com

Trichoderma para a promoção de crescimento em girassol, observando um melhor resultado para o comprimento da parte aérea e maiores médias de massa seca, tanto das partes, quanto das raízes.



Figura 5 – Plantas de *Eucalyptus urograndis*, aos 100 dias após a semeadura, inoculadas com *Trichoderma*. Fonte: autoria própria (2023).

Carvalho Filho (2008), ao avaliar uma espécie de *Trichoderma* na promoção de crescimento em eucalipto, observou resultados significativos, principalmente no incremento de matéria seca das raízes na parte aérea e na altura da planta.

A razão para estes resultados, segundo Lucon (2009), é que existem linhagens de *Trichoderma* que aumentam o sistema radicular da planta, possibilitando um maior acesso de nutrientes. Além disso, essas linhagens ajudam a solubilizar e assim disponibilizar fosfato de rocha, ferro, cobre e manganês, nutrientes importantes para o aumento da eficiência da planta. Machado et al. (2011) também afirma que existem estirpes de *Trichoderma* que são agentes de controle biológico e que agem contra fungos fitopatogênicos, os quais podem colonizar as raízes e assim estimular o crescimento da planta a partir da disponibilização de nutrientes necessários.

De acordo com o trabalho de Gravel et al.

(2007), o crescimento pode estar atrelado à interação entre a planta e o *Trichoderma*, resultando na produção de L-triptofano e auxiliando no crescimento da muda. Observações feitas por Teale et al. (2006) indicam que os efeitos do AIA se destacam nos aspectos do desenvolvimento da planta, assim como também afeta na divisão celular e alongamento das raízes.

Para o Índice de Qualidade Dickson IQD, pode-se observar que os isolados UFT-204 e UFT-57 foram superiores ($p < 0,05$) entre os tratamentos com os diferentes isolados, mas não diferiu estatisticamente da testemunha em 30 DAS (Tabela 3). Aos 60 DAS o isolado UFT-204 foi superior ($p < 0,05$), seguido dos demais tratamentos com *Trichoderma*, também superiores a testemunha. Aos 100 DAS, o isolado UFT-102 foi superior ($p < 0,05$), seguido dos demais tratamentos, também superiores à testemunha (Tabela 3).

Tabela 3 - Índice Qualidade de Dickson (IQD) na espécie *Eucalyptus urophylla* aos 30, 60 e 100 dias após a semeadura, inoculado com *Trichoderma*.

ISOLADOS	30 DAS	60 DAS	100 DAS
Testemunha	0,15 a	0,18 d	0,08 d
UFT-25	0,07 b	0,20 b	0,11 c
UFT-37	0,07 b	0,30 b	0,10 c
UFT-57	0,16 a	0,27 c	0,13 c
UFT-201	0,09 c	0,26 c	0,20 a
UFT-204	0,17 a	0,51 a	0,15 b
C.V%	5,56	15,57	14,42

Medias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste skott-knott a 5% de probabilidade.

Os resultados observados corroboram com os dados observados por Chagas Junior et al. (2021), no qual analisando o isolado UFT-204 aos 25 DAS foi superior a testemunha na espécie de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus brassiana*. Gonçalves et al. (2022), utilizando *Trichoderma* spp. em mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) observaram um incremento significativo tanto na altura como no diâmetro do coleto.

De acordo com Steffen et al. (2019), os resultados positivos dependem de vários fatores ambientais, entre os quais estão as condições do campo e adaptação do isolado com as condições do ambiente em que a planta está inserida.

Estudos prévios da literatura mostram que o IQD é um bom indicador de qualidades de muda. Assim, quanto maior for o IQD, melhor é qualidade da muda. Os resultados desta pesquisa foram semelhantes aos resultados de Vidal et al. (2006), que avaliou mudas de *Mikania glomerata* apresentando um IQD 0,17 aos 90 e 100 DAS.

Azevedo et al. (2017), avaliando o efeito do *Trichoderma* em espécies de *Eucalyptus camaldulensis*, alcançaram um IQD de 24,2% a 70,4% em relação à testemunha sem inoculação. Portanto, a utilização de inoculantes à base de *Trichoderma* tem se mostrado eficaz em alguns estudos, como o de Amaral et al. (2017), que observaram efeitos significativos em promoção de crescimento em mudas de caroba.

Pereira (2017) e Peccatti et al. (2020), em seus estudos, constataram que a espécies de *T. asperellum* promoveram um significativo crescimento em mudas de *Pinus taeda* e *Bauhinia forficata*, respectivamente, apresentando melhores resultados tanto em altura, quanto no diâmetro do coleto quando comparado a planta de controle.

A utilização de *Trichoderma* mostrou-se significativa em espécies de *Eucalyptus urophylla*. A utilização de fungos *Trichoderma* pode ser adotada em diversos setores, como em viveiros florestais para produção em grande escala, uma vez que, além

de desempenhar um papel no biocontrole de fitopatógenos, também é capaz de promover o crescimento das mudas florestais.

Isso sugere que esses isolados específicos de *Trichoderma* são promissores para a promoção do crescimento de *Eucalyptus urophylla*, possivelmente devido às suas propriedades que foram benéficas para a planta.

CONCLUSÕES

Os isolados de *Trichoderma* spp. foram capazes de promover o crescimento das mudas de *Eucalyptus urophylla*. Entre os isolados testados, UFT-25, UFT-201 e UFT-204 foram os que apresentaram melhor desempenho no acúmulo de biomassa.

AGRADECIMENTOS

Aos programas de Pós-graduação em Produção Vegetal (PPGPV) e Ciências Florestais e Ambientais (PPG-CFA) da Universidade Federal do Tocantins. Ao CNPq e Capes pelas concessões de bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, P. P.; Steffen, G. P. K.; Madame, J.; Missio, E. L.; Saldanha, C. W. Promotores de crescimento na propagação de caroba. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 37, n. 90, p. 149-157, 2017.
- Azevedo, G. B.; Novaes, Q. S.; Azevedo, G. T. O. S.; Silva, H. F. S.; Sobrinho, G. G. R. Novaes, A. B. N. Efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis*. *Scientia Forestalis*, v. 45, n. 114, p. 343-352, 2017.
- Bononi, L.; Chiaramonte, J. B.; Pansa, C. C.; Moitinho, M. A.; Melo, I. S. Phosphorus-solubilizing *Trichoderma* spp. from Amazon soils improve soybean plant growth. *Scientific Reports*, v. 10, n. 2858, p. 1-13, 2020.
- Carvalho Filho, M. R.; Mello, S. C. M.; Santos, R. P.; Meneses, J. E. Avaliação de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético in

- vitro e colonização endofítica de mudas de eucalipto. Brasília (DF): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; 2008.
- Chagas Junior, A. F.; Gomes, F. L.; Souza, M. C.; Martins, A. L. L.; De Oliveira, R. S.; Giongo, M.; Chagas, L. F. B. *Trichoderma* como promotor de crescimento de mudas de eucaliptos. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 9, n. 1, p. 060-072, 2021.
- Chagas, L. F. B.; Chagas Junior, A. F. C.; Soares, L. P.; Fidelis, R. R. *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. Revista de Agricultura Neotropical, v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017.
- Dianese, A. C.; Blum, L. E. B.; Mello, S. C. M. Uso de *Trichoderma* spp. para o manejo da podridão-do-pé-do-mameiro causada por *Phytophthora palmivora* Butler. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 18p. 2012.
- Dickson, A.; Leaf, A. L.; Hosner, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. For. Chron., v. 36, p. 10-13, 1960.
- Druzhinina, I. S.; Komon-Zelazowska, M.; Ismaiel, A.; Jaklitsch, W.; Mullaw, T.; Samuels, G. J.; Kubicek, C. P. Molecular phylogeny and species delimitation in the section *Longibrachiatum* of *Trichoderma*. Fungal Genetics and Biology, v. 49, n. 5, p. 358-368, 2012.
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Espécie de eucalipto urophylla tem maior plasticidade e produtividade: Embrapa Meio Ambiente. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/66939049/especie-de-eucalipto-urophylla-tem-maior-plasticidade-e-produtividade> > acesso em: junho/2022.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- Fiorentino, N.; Ventrino, V.; Woo, S. L.; Pepe, O.; Rosa, A.; Gioia, L.; Romano, I.; Lombardi, N.; Napolitano, M.; Colla, G.; Roupheal, Y. *Trichoderma*-based biostimulants modulate rhizosphere microbial populations and improve N uptake efficiency, yield, and nutritional quality of leafy vegetables. Frontiers in Plant Science, v. 9, 743, 2018. doi: 10.3389/fpls.2018.00743. PMID: 29922317; PMCID: PMC5996573.
- Gasparoto, E. A. G. O panorama do inventário de florestas plantadas no Brasil. 2017. 28 f. Dissertação (Mestrado Manejo Florestal de Precisão) – Universidade Federal do Paraná.
- Gonçalves, R.; de Lima-Primo, H. E.; Schurt, D. A.; Curcino, A.; do Nascimento Cunha, E.; Gomide, P. H. O. Eficiência de *Trichoderma* spp. na promoção do crescimento de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). Revista Brasileira de Agroecologia, v. 17, n. 4, p. 339-353, 2022.
- Gravel, V.; Antoun, H.; Tweddell, R. J. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: possible role of indole acetic acid (IAA). Soil Biology and Biochemistry, v. 39, n. 8, p. 1968-1977, 2007.
- Hoyos-Carvajal, L.; Orduz, S.; Bissett, J. Genetic and metabolic biodiversity of *Trichoderma* from Colombia and adjacent neotropic regions. Fungal Genetics and Biology, v. 46, n. 9, p. 615-631, 2009.
- IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores: Anuário estatístico 2022. Brasília, 2022. Disponível em: < <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf> > acesso em Jan. 2023.
- Lucon, C. M. M. Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: < http://www.infobios.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm >. Acesso em: 7/2/2023.
- Machado, R. G.; de Sá, E. L. S.; Damasceno, R. G.; Hahn, L.; Almeida, D.; Moraes, T.; Reartes, D. S. Promoção de crescimento de *Lotus corniculatus* L. e *Avena strigosa* Schreb pela inoculação conjunta de *Trichoderma harzianum* e rizóbio. Ciência e Natura, v. 33, n. 2, p. 111-126, 2011.
- Pany, T.; Carnus, J.; Freer-Smith, P.; Kimberley, M.; Kollert, W.; Liu, S.; Orazio, C.; Rodriguez, L.; Silva, L. N.; Wingfield, M. J. Changes in planted forests and future global implications. Forest Ecology and Management, v. 352, p. 57-67, 2015.
- Peccatti, A.; Rovedder, A. P. M.; Steffen, G. P. K.; Maldaner, J.; Camargo, B.; Dalcul, L. P.; Neuenchwander, F. Biological inputs in promoting the growth of *Bauhinia forficata* Link. seedlings. Ciência Florestal, v. 30, n. 2, p. 367-379, 2020.
- Pereira, F. B. Fungos promotores de crescimento e produção de mudas de *Pinus taeda* L. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Estadual do Centro Oeste. UNICENTRO, Irati- PR, 2017.
- Samuels, G. J.; Ismaiel, A.; Bon, M. C.; De Respinis, S.; Petrini, O. *Trichoderma asperellum* sensulato consists of two cryptic species. Mycologia, v. 102, n. 4, p. 944-966, 2010.
- Santos, C. H. B. Crescimento de mudas frutíferas sob ação de microrganismos promotores de crescimento. 2017. 82 F. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.
- Seplan. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do Estado do Tocantins. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico. Atlas do Tocantins. Base de Dados Geográficos, Palmas-TO, 2012.
- Silva, N. P.; Filippi, M. C. C.; Gonçalves, F. J.; Souza, A. C. A. Biocontrole de *Macrophomina phaseolina* e promoção do crescimento na cultura do girassol com o uso de *Trichoderma* sp. e rizobactérias. Ipê Agronomic Journal, v. 5, n. 1, p. 1-14, 2021.
- Souza, O. M. M. Aptidão agroclimática e ambiental do *Eucalyptus urophylla* para a região do MATOPIBA. 2017. 85f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia). Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO. 2017.
- Steffen, G.; Maldaner, J.; Steffen, R.; Saldanha, C.; Peccatti, A. *Trichoderma asperelloides* promove crescimento inicial em mudas de *Corymbia citriodora*. Enciclopedia Biosfera, v. 16, n. 29, p. 1699-1708, 2019.
- Teale, W.; Paponov, I.; Palme, K. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development.

Nature Reviews Molecular Cell Biology, v. 7, p. 847-859, 2006.

Tomazzi, D. J.; Steffen, R. B.; Gabe, N. L.; da Silva, R. F.; Mortari, J. L. M.; Maldaner, J. Incremento da produtividade de milho pelo uso de *Trichoderma harzianum* TF13. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 4455-4468, 2021.

Vidal, L. H. I.; Souza, J. R. P. D.; Fonseca, É. D. P.; Bordin, I. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. Horticultura Brasileira, v. 24, p. 26-30, 2006.