

## Uso de *Trichoderma* na promoção de crescimento de mudas florestais

Use of *Trichoderma* in promoting the growth of forest seedlings

Uso de *Trichoderma* en la promoción del crecimiento de plántulas forestales

Recebido: 08/12/2022 | Revisado: 30/12/2022 | Aceitado: 05/01/2023 | Publicado: 08/01/2023

### Ana Paula Monteiro da Silva Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8797-3363>  
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
E-mail: paulinhamonteiroribeiro@gmail.com

### Celso Afonso Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9684-0682>  
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
E-mail: celsoa.lima@hotmail.com

### Milena Barreira Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4353-9394>  
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
E-mail: milena.barreira.lopes@gmail.com

### Dalilla Moreira de Oliveira Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7559-809X>  
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
E-mail: dalilla.moreira@mail.uft.edu.br

### Ana Licia Leão Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9871-9819>  
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
E-mail: licia.leao@mail.uft.edu.br

### Albert Lennon Lima Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2683-2035>  
Universidade Estadual do Tocantins, Brasil  
E-mail: eng.albertlennon@gmail.com

### Lillian França Borges Chagas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0083-6452>  
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
E-mail: lillianfbc@uft.edu.br

### Aloisio Freitas Chagas Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7489-8701>  
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
E-mail: chagasjraf@uft.edu.br

### Resumo

O uso de espécies florestais é comum para diversos fins como produção de móveis, embarcações aquáticas e subprodutos como carvão. Os microrganismos são alternativas viáveis para aumentar a eficiência de produção de mudas dessas espécies. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência dos inoculantes de *Trichoderma*, como promotor de crescimento vegetal nas espécies de Paricá (*Shizolobium amazonicum*), Fava-tamboril (*Entererolobium maximun*) e Amarelão (*Apuleia leiocarpa*). Foram utilizados dois isolados de *Trichoderma*: UFT-57 (*Trichoderma virens*) e UFT-21 (*T. asperelloides*). Os isolados foram repicados em placa de petri com meio BDA (batata, dextrose e ágar) e incubados em câmara B.O.D., a 27 °C ± 2 °C, por 12 horas com luz, por sete dias. No plantio foi realizada a inoculada com uma suspensão de cada isolado de *Trichoderma* com o auxílio de uma pipeta graduada, sendo adicionado 1 mL em cada tubete, com a semeadura de três semente e posteriormente deixando uma planta por tubete. Foram avaliados altura da planta, diâmetro do colmo, volume da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e índice de qualidade de Dickison. Os isolados de *T. asperelloides* e *T. virens* possuem desempenho positivo na produção de mudas de Paricá, Fava-tamboril e Amarelão, evidenciado pelo aumento de biomassa tanto no sistema radicular quanto na parte aérea.

**Palavras-chave:** *Shizolobium amazonicum*; *Entererolobium maximun*; *Apuleia leiocarpa*; Fungo.

### Abstract

The use of forest species is common for various purposes such as the production of furniture, watercraft, and by-products such as charcoal. Microorganisms are viable alternatives to increase the efficiency of seedling production of these species. The objective of the present work was to evaluate the efficiency of *Trichoderma* inoculants as a plant growth promoter in the species of Paricá (*Shizolobium amazonicum*), Fava-tamboril (*Entererolobium maximun*) and Amarelão (*Apuleia leiocarpa*). Two *Trichoderma* isolates were used: UFT-57 (*Trichoderma virens*) and UFT-21 (*T.*

*asperelloides*). The isolates were picked in a petri dish with PDA medium (potato, dextrose and agar) and incubated in a B.O.D. chamber, at  $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , for 12 hours with light, for seven days. At planting, the suspension with *Trichoderma* was placed with the aid of a graduated pipette, 1 mL was added in each tube, with the sowing of three seeds and later leaving one plant per tube. Plant height, stem diameter, root volume, shoot dry mass, root dry mass and Dickison's quality index were evaluated. The *T. asperelloides* and *T. virens* isolates have a positive performance in the production of Paricá, Fava-tamboril and Amarelão seedlings, evidenced by the increase in biomass both in the root system and in the aerial part.

**Keywords:** *Shizolobium amazonicum*; *Entererolobium maximun*; *Apuleia leiocarpa*; Fungi.

### Resumen

El uso de especies forestales es común para diversos fines, como la producción de muebles, embarcaciones y subproductos como el carbón vegetal. Los microorganismos son alternativas viables para aumentar la eficiencia de producción de plántulas de estas especies. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de los inoculantes de *Trichoderma* como promotor del crecimiento vegetal en las especies de Paricá (*Shizolobium amazonicum*), Fava-tamboril (*Entererolobium maximun*) y Amarelão (*Apuleia leiocarpa*). Se utilizaron dos aislados de *Trichoderma*: UFT-57 (*Trichoderma virens*) y UFT-21 (*T. asperelloides*). Los aislados se recogieron en la caja petri con medio PDA (papa, dextrosa y agar) y se incubaron en cámara DBO, a  $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 12 horas con luz, durante siete días. Al momento de la siembra se realizó la inoculación de una suspensión de cada aislado de *Trichoderma* con ayuda de una pipeta graduada, agregando 1 mL en cada tubo, con la siembra de tres semillas y posteriormente dejando una planta por tubo. Se evaluó altura de planta, diámetro de tallo, volumen de raíz, masa seca aérea, masa seca de raíz e índice de calidad de Dickison. Los aislados de *T. asperelloides* y *T. virens* tienen un comportamiento positivo en la producción de plántulas de Paricá, Fava-tamboril y Amarelão, evidenciado por el aumento de la biomasa tanto en el sistema radicular como en la parte aérea.

**Palabras clave:** *Shizolobium amazonicum*; *Entererolobium maximun*; *Apuleia leiocarpa*; Hongo.

## 1. Introdução

Por meio da implantação de florestas plantadas, vários subprodutos são explorados para suprir necessidades da sociedade. A madeira é o principal subproduto e que há muitos anos é utilizada, inicialmente serviu para construção civil e com o passar dos anos vários outros elementos passaram a ser explorados para substituição da madeira. Atualmente a busca está sendo cada dia mais intensa por produtos que agridem menos o meio ambiente, nesse contexto a floresta plantada vem sendo um grande potencial para inúmeros setores da economia (Guimarães et al., 2020).

No Brasil diversas espécies de árvores são de grande importância para utilização dos seus subprodutos, exemplifica-se o Paricá (*Schizolobium amazonicum*), a Fava-Tamboril (*Enterolobium maximum*) e amarelão (*Apuleia leiocarpa*) que contém características que agradam a indústria como a altura, diâmetro e crescimento acelerado (Amador et al., 2007; Almeida et al., 2013). Além de características promissoras para o cultivo em escala industrial, estas espécies de planta apresentam aptidão para a indústria carvoeira, náutica, de movelaria e construção civil (Silva et al., 2014; Soriano et al., 2015; Angélico et al., 2021).

Considerando tal importância da madeira dessas espécies, é fundamental que se invista em tecnologias sustentáveis que possam contribuir para o melhoramento dessa espécie, assim como a redução de custos de produção. Frente a essa afirmação, o uso do fungo *Trichoderma* ssp. como promotor de crescimento é uma alternativa viável a planta e ao meio ambiente, reduzindo custos de produção de mudas e acelerando o crescimento bem como combatendo pragas e insetos.

O fungo *Trichoderma* é citado na literatura como promotor de crescimento e existem diversos estudos sobre a utilização desse fungo em culturas agrícolas, porém em espécies florestais ainda são poucos os relatos. Assim é necessário que o desenvolvimento de estudos com espécies florestais se amplie, visto a importância dessas espécies atualmente para vários setores comercial (Santos et al., 2019).

Os benefícios da utilização do fungo *Trichoderma* como promotor de crescimento têm sido observados desde a germinação até o manejo nos primeiros anos de vida no campo, podendo ser inoculado nas sementes, substratos e até por meio da irrigação das culturas, pois protege as raízes das plantas contra patógenos (Lucon, 2014). Atrelado a esses benefícios observa-se que esse promotor de crescimento reduz os custos da produção, pois minimiza o uso de agrotóxicos, insumos e

impacta menos o meio ambiente (Chagas et al., 2017). Esses microrganismos podem potencializar ainda mais a produção vegetal de plantas nativas, e tudo isso aliado à crescente preocupação com o meio ambiente que vem se tornando ainda mais intensa com o passar dos anos, o mercado de floresta plantada tem buscado por tecnologias “limpa” que diminua o tempo de produção de mudas em viveiro, e aumente a qualidade (Azevedo et al., 2017).

Diante da importância da produção de mudas das espécies florestais Paricá, Fava-tamboril e Amarelão, este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da inoculação de duas cepas do fungo *Trichoderma* como promotores de crescimento vegetal de mudas dessas espécies.

## 2. Metodologia

O experimento foi realizado no viveiro de produção de mudas localizado na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins- Campus Gurupi, que se localiza na região sul do estado do Tocantins (11°48'29" S, 48°56'39" W, 280 m altitude). O clima predominante é do tipo Aw, considerado como equatorial e inverno seco, segundo Köppen-Geiger (Peel et al., 2007) e o clima regional é do tipo B1WA ‘a’ úmido com moderada deficiência hídrica. A precipitação média anual é de 1600 mm, sendo no inverno seco e no verão chuvoso.

Os isolados foram adquiridos do banco de fungos do Laboratório de Agromicrobiologia Aplicada e Biotecnologia da UFT/PPGPV. Inicialmente os isolados foram repicados em placa de petri com meio BDA (batata, dextrose e ágar) e incubados em câmara B.O.D., a 27 °C ± 2 °C, por 12 horas com luz, por sete dias, tempo de crescimento dos fungos de *Trichoderma*. Foram utilizados dois isolados de *Trichoderma*. Os isolados foram caracterizados pelo sequenciamento da região TEF (translation elongation fator) e identificados pelos códigos de acesso no GenBank realizado pelo Instituto Biológico de São Paulo (Tabela 1).

**Tabela 1** - Códigos de acesso no GenBank para os isolados de *Trichoderma* (Região TEF– Translation Elongation Factor) utilizados neste estudo.

Isolados	Identificação das espécies	Acesso GenBank	Referências
UFT-57	<i>T. virens</i> CIB T147	EU280060	Hoyos-Carvajal et al. (2009)
UFT-21	<i>T. asperelloides</i> GJS 04-217	DQ381958	Samuels et al. (2010)

Fonte: Autores.

As sementes de Paricá (*Schizolobium amazonicum*), Fava-tamboril (*Enterolobium maximum*) e Amarelão (*Apuleia leiocarpa*) foram coletadas pela empresa Eletro Norte e foram doadas para a realização do experimento. Posteriormente essas sementes foram homogeneizadas manualmente e feita uma seleção utilizando as sementes visualmente mais vigorosas, em seguida essas sementes foram submetidas ao método de escarificação mecânica, realizada no lado oposto ao hilo com uma lixa d'água 220, esse procedimento foi realizado até que o tegumento apresentasse um furo para que houvesse a exposição do endosperma, facilitando a entrada de água na semente e conseqüentemente a germinação.

Após a escarificação as sementes do *Schizolobium amazonicum* foram colocadas em água em temperatura ambiente por 12 horas. As sementes de Amarelão e Fava-tamboril logo após a escarificação foram semeadas em tubetes de 55 cm<sup>3</sup>, e a semente do *Schizolobium amazonicum* após as 12 horas na água. O substrato para a produção das mudas foi composto de um substrato comercial chamado Plantmax, recomendado para produção de mudas, e areia na proporção de 1:1, utilizou-se 48 sementes de cada espécie, realizando o plantio de duas sementes em cada tubete. Sete dias após a emergência foi feito o desbaste, deixando apenas uma planta por tubete.

Foram realizados três experimentos independentes, um para cada espécie florestal, conduzidos em Delineamentos Inteiramente Casualizados, cada um composto por três tratamentos e oito repetições. Os tratamentos utilizados foram a inoculação de duas cepas de *Trichoderma*, *T. virens* UFT-57 e *T. asperelloides* UFT-21, com a utilização de 1 mL da solução de cada cepa, e uma testemunha apenas com água, utilizando pipeta graduada. A concentração dos isolados de *Trichoderma* foi determinada e apresentando em média  $1,2 \times 10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>.

A inoculação foi feita na hora do plantio, e realizado a perfuração do substrato foi colocada as sementes, em seguida 1 mL do inoculante e logo após foi feita a cobertura com o substrato. As sementes foram plantadas a 2 cm de profundidade e mantida a 60% de capacidade de campo com irrigação diária.

As avaliações foram realizadas aos 30 e 60 dias após a emergência das sementes. Com auxílio de uma régua milimétrica foi determinada a altura da planta da região do colo da muda até a inserção da última folha, o diâmetro do colo foi determinado 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, em seguida foi lavado em água corrente, as raízes e partes aérea das plantas foram colocadas em saco de papel, identificados e levados para estufa de secagem de circulação forçada a 65 °C por 72 horas.

Após o período de secagem determinou-se massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) em balança de precisão (0,0001 g). Foi avaliado também o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), onde é calculado a relação entre massa seca total (MST) pela somatória da relação entre altura (H) e o diâmetro do caule (DC) e da relação massa seca da parte aérea (MSPA) pela massa seca da raiz (MSR) (Dickson et al., 1960):  $IQD = \{MST(g)\} / \{H(cm) / DC(mm) + MSPA (g) / MSR(g)\}$ . Também foi determinado a relação altura e diâmetro (RAD) e a relação massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz (RPAR). Os dados foram submetidos ao teste ANAVA, e as médias ao teste Scott-Knott, com nível de erro de probabilidade 5%, utilizando o software SISVAR (Ferreira,2011).

### 3. Resultados e Discussão

#### *Experimento 1 - Paricá (Schizolobium amazonicum)*

Para a espécie Paricá, a inoculação dos isolados de *Trichoderma* exerceu influência significativa sobre parâmetros morfológicos e de qualidade nos dois períodos de avaliação, aos 30 e 60 dias após a emergência (DAE), superior ao tratamento testemunha sem inoculação (Tabela 2, Figura 1). A aplicação do promotor de crescimento gerou maiores índices altura (AL), diâmetro do caule (DC), volume radicular (VR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST). As mudas de Paricá apresentaram maiores valores de altura, diâmetro de caule, massa seca de parte aérea e massa seca de raiz em substrato inoculado com *Trichoderma virens* (Tabela 2). Contudo as plantas inoculadas com *T. asperelloides* apresentaram diferenças significativas com relação ao tratamento testemunha. Foi observado também que na variável volume da raiz (VR), não houve diferença estatística entre as plantas com inóculos de *Trichoderma* e o tratamento testemunha (Tabela 2).

**Tabela 2** - Altura (AL), diâmetro do caule (DC), volume radicular (VR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) de mudas de Paricá (*Schizolobium amazonicum*), aos 30 e 60 dias após a emergência, cultivadas em substrato inoculado com *Trichoderma*.<sup>1</sup>

Tratamentos	Alt (cm)	DC (cm)	VR (ml)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
<b>30 DAE</b>						
<i>T. virens</i>	31,75 a	6,37 a	0,57 a	2,90 a	1,49 a	4,39 a
<i>T. asperelloides</i>	28,25 b	5,00 b	0,47 a <sup>a</sup>	2,76 b	1,33 b	4,10 b
Testemunha	20,00 c	2,50 c	0,41 a	2,01 c	0,90 c	2,92 c
CV (%)	5,49	11,48	26,81	5,04	3,04	3,75
<b>60 DAE</b>						
<i>T. virens</i>	34,50 a	1,21 a	8,12 a	3,69 a	2,22 a	5,92 a
<i>T. asperelloides</i>	32,12 b	1,20 b	7,50 a <sup>a</sup>	3,83 a	2,32 a	6,15 a
Testemunha	22,12 c	0,91 c	4,50 b	2,90 b	1,62 b	4,52 b
CV (%)	2,93	1,91	9,69	7,59	10,34	6,97

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ). C.V. = Coeficiente de variação. Fonte: Autores.

Para os índices de qualidade RAD e IQD observou-se que a utilização do *Trichoderma* proporcionou aumento nos indicadores de qualidade (Tabela 3). Para o RAD, o tratamento com *T. virens* foi superior ( $p < 0,05$ ), seguido de *T. asperelloides* também superior a testemunha, aos 30 e 60 DAE.

Para o IQD, aos 30 DAE os tratamentos com *T. virens* e *T. asperelloides* foram superiores ( $p < 0,05$ ) em relação a testemunha. Aos 60 DAE o tratamento com *T. asperelloides* foi superior ( $p < 0,05$ ), seguido do tratamento com *T. virens*, também superior a testemunha (Tabela 3). Para RPAR não houve diferença significativa.

**Tabela 3** - RAD (Relação altura-diâmetro), IQD (Índice de Qualidade de Dickson), RPAR (Relação parte seca da parte aérea e parte seca da raiz) de mudas de Paricá (*Schizolobium amazonicum*) cultivadas em substrato, aos 30 e 60 dias após a emergência, inoculado com *Trichoderma*.<sup>1</sup>

Tratamentos	RAD	IQD	RPAR
<b>30 DAE</b>			
<i>T. virens</i>	56,24 a	0,07 a	1,94 <sup>a</sup>
<i>T. asperelloides</i>	53,04 b	0,07 a	2,06 <sup>a</sup>
Testemunha	49,66 c	0,05 b	2,22 <sup>a</sup>
CV (%)	56,24	0,07	1,94
<b>60 DAE</b>			
<i>T. virens</i>	28,31 a	0,19 b	1,66 a
<i>T. asperelloides</i>	26,69 b	0,21 a	1,64 a
Testemunha	24,18 c	0,17 c	1,85 a
CV (%)	3,49	7,10	15,38

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ). 2C.V. = Coeficiente de variação. Fonte: Autores.

**Figura 1** - Mudanças de Paricá (*Schizolobium amazonicum*) cultivadas em substrato inoculado com *Trichoderma*. A, testemunha sem inoculação; B, *Trichoderma asperilloides*; C, teste sem inoculação; D, *Trichoderma virens*, aos 60 dias após a emergência.



Fonte: Autores.

### Experimento 2 - Fava-Tamboril (*Enterolobium maximum*)

Para as mudas de Fava-tamboril (*Enterolobium maximum*) a inoculação com os isolados de *Trichoderma* foram superiores ( $p < 0,05$ ) para todas as características avaliadas em relação a testemunha (Tabela 4), aos 30 e 60 DAE.

**Tabela 4** - Altura (ALT), diâmetro do caule (DC), volume radicular (VR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de Fava-tamboril (*Enterolobium maximum*) cultivadas em substrato, aos 30 e 60 dias após a emergência, inoculadas com *Trichoderma*.<sup>1</sup>

Tratamentos	Alt (cm)	DC (cm)	VR (ml)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
<b>30 DAE</b>						
<i>T. virens</i>	15,62 b	0,32 a	7,62 a	1,58 a	1,07 a	2,65 a
<i>T. asperilloides</i>	16,37 a	0,32 a	7,50 a	1,50 a	0,88 a	2,52 a
Testemunha	11,37 c	0,27 b	2,50 b	1,09 b	0,52 b	1,61 b
CV (%)	4,17	0,95	12,80	8,08	27,75	6,21
<b>60 DAE</b>						
<i>T. virens</i>	33,50 b	0,62 a	7,75 a	3,21 a	3,30 a	6,60 a
<i>T. asperilloides</i>	35,25 a	0,63 a	8,00 a	3,09 a	3,33 a	6,43 a
Testemunha	24,50 c	0,50 b	2,75 b	2,59 b	1,39 b	3,98 b
CV (%)	2,76	2,02	10,62	5,02	5,53	3,51

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ). 2C.V. = Coeficiente de variação. Fonte: Autores.

A inoculação de *T. asperilloides* produziu mudas de Fava-tamboril com melhores índices de Relação altura-diâmetro (RAD). Para os demais indicadores de qualidade, IQD, RPAR não foi observada diferença significativa entre as cepas inoculadas (*T. virens* e *T. asperilloides*), no entanto houve diferenças significativa ( $p > 0,05$ ) em relação a testemunha (Tabela 5).

**Tabela 5** - RAD (Relação Altura-Diâmetro), IQD (Índice de Qualidade de Dickson) e RPAR (Relação parte seca da parte aérea e parte seca da raiz) de mudas de Fava-tamboril (*Enterolobium maximum*) cultivadas em substrato, aos 30 e 60 dias após a emergência, inoculadas com *Trichoderma*.<sup>1</sup>

Tratamentos	RAD	IQD	RPAR
<b>30 DAE</b>			
<i>T. Virens</i>	48,83 b	0,05 a	1,49 b
<i>T. Asperelloides</i>	51,17 a	0,04 a	1,46 b
Testemunha	42,12 c	0,03 b	2,25 a
CV (%)	4,36	8,58	22,73
<b>60 DAE</b>			
<i>T. Virens</i>	53,65 a	0,12 a	0,94 b
<i>T. Asperelloides</i>	55,74 a	0,11 b	0,92 b
Testemunha	49,00 b	0,07 c	1,88 a
CV (%)	3,87	4,95	13,05

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ). 2C.V. = Coeficiente de variação. Fonte: Autores.

**Figura 2** - Mudas de Fava-tamboril (*Enterolobium maximum*) cultivadas em substrato inoculado com *Trichoderma*. A, testemunha sem inoculação; B, *Trichoderma asperilloides*; C, teste sem inoculação; D, *Trichoderma virens*, aos 60 dias após a sementeira.



Fonte: Autores.

### Experimento 3 - Amarelão (*Apuleia leiocarpa*)

Sobre o desempenho das mudas de Amarelão, os resultados foram semelhantes aos obtidos para as outras espécies de plantas avaliadas. Observou-se que a inoculação com *Trichoderma* gerou aumento nas variáveis em relação ao tratamento controle ( $p < 0,05$ ), sendo que inóculos de *T. virens* proporcionaram ao final dos 60 DAE, maior altura nas mudas, diâmetro de caule, volume de raiz, massa seca de raiz (Tabela 6). O isolado *T. asperelloides* se destacou na incrementação de MSPA, o que resultou em uma diferença significativa positiva na massa seca total (Tabela 6).

**Tabela 6** - Altura (ALT), diâmetro do caule (DC), volume radicular (VR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) de mudas de Amarelão (*Apuleia leiocarpa*) cultivadas em substrato, aos 30 e 60 dias após a emergência, inoculado com *Trichoderma*.<sup>1</sup>

Tratamentos	Alt (cm)	DC (cm)	VR (ml)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
<b>30 DAE</b>						
<i>T. virens</i>	8,87 a	0,16 a	5,12 a	0,77 a	0,48 a	1,25 a
<i>T. asperelloides</i>	7,37 b	0,16 a	5,12 a	0,79 a	0,42 a	1,21 b
Testemunha	4,50 c	0,13 b	2,12 b	0,72 a	0,38 a	1,10 c
CV (%)	6,88	2,34	8,57	14,93	22,91	15,57
<b>60 DAE</b>						
<i>T. virens</i>	15,50 a	0,30 a	9,25 a	2,31 b	1,27 a	3,58 b
<i>T. asperelloides</i>	15,12 a	0,30 a	9,25 a	2,51 a	1,23 a	3,74 a
Testemunha	10,25 b	0,22 b	5,37 b	1,51 c	0,80 b	2,31 c
CV (%)	7,91	1,29	6,05	6,94	8,64	4,90

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ). C.V. = Coeficiente de variação. Fonte: Autores.

Os parâmetros de qualidades obtidos com este experimento demonstraram que mudas produzidas com inóculos de cepas de *T. virens* e *T. asperelloides* apresentam maior vigor, externados pelo índice de qualidade de Dickson pois ao final dos 60 DAE, as mudas com inóculos desses microrganismos obtiveram valores de médias indicativas de qualidade, diferindo estatisticamente do tratamento testemunha ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 7** - RAD (Relação altura-diâmetro), IQD (Índice de Qualidade de Dickson), RPAR (Relação parte seca da parte aérea e parte seca da raiz) de mudas de Amarelão (*Apuleia leiocarpa*) cultivadas em substrato com cepas de fungo do gênero *Trichoderma*.<sup>1</sup>

Tratamentos	RAD	IQD	RPAR
<b>30 DAE</b>			
<i>T. Virens</i>	55,46 a	0,02 a	1,73 a
<i>T. Asperelloides</i>	46,09 b	0,02 a	1,91 a
Testemunha	34,61 c	0,03 b	2,00 a
CV (%)	7,22	18,41	34,02
<b>60 DAE</b>			
<i>T. virens</i>	51,66 a	0,06 a	1,82 a
<i>T. asperelloides</i>	50,41 a	0,07 a	2,05 a
Testemunha	46,59 a	0,04 b	1,93 a
CV (%)	6,85	12,32	34,02

<sup>1</sup>Médias acompanhadas de letras diferentes diferem entre si nas colunas, dentro de cada período de avaliação (30 e 60 dias após emergência). C.V. = Coeficiente de variação. Fonte: Autores.

**Figura 1** - Comparação de crescimento de parte aérea e raízes de mudas de Amarelão (*Apuleia leiocarpa*) cultivadas em substrato inoculado com *Trichoderma asperilloides* (A) e *T. virens* (B) e controle aos 60 dias após emergência.



Fonte: Autores.

Esses resultados obtidos podem ser explicados pois ao colonizar a raiz, os isolados de *T. asperilloides* e *T. virens* promovem o crescimento tanto da parte aérea quanto da raiz, devido sua atuação na solubilização de fósforo e sideróforos (Zhao et al., 2015). Por viverem em simbiose com as raízes, o fungo *Trichoderma* também pode secretar metabólitos secundários, cuja função é proteger a planta contra patógenos (Gupta et al., 2014).

Ambas as espécies de fungos possuem a capacidade de produzir auxinas e solubilizar fosfato (Zhao et al., 2015; Chagas et al., 2015; Chagas Junior et al., 2019a, b) como reguladoras do crescimento vegetal, atuando no desenvolvimento de caule, dominância apical, aumento de raízes laterais e abscisão foliar (Taiz & Zeiger, 2009). Dentre as Auxinas produzidas por esta espécie de *Trichoderma*, as giberelinas atuam na germinação de sementes e alongamento do caule (Stefanini et al., 2002). O efeito do ácido abscísico está relacionado à dormência e germinação de sementes, abscisão de folhas e frutos e respostas ao estresse hídrico (Nicolás et al., 2014).

A utilização da inoculação de *Trichoderma* em substrato de mudas florestais demonstrou resultados positivos em experimentos com Angico (*Parapiptadenia rigida*), Cedro (*Cedrela fissilis*) e Canafístula (*Pelthophorum dubium*) (Junges et al., 2016). Os autores observaram que, após 15 dias de semeadura, mudas cultivadas em substrato com inóculo de *Trichoderma* apresentam melhores índices de qualidade. Efeito semelhante também foi observado para mudas de eucalipto, *Eucalyptus orphyla* e *Eucalyptus bassiana*, com início das avaliações a partir dos 25 dias de semeadura (Chagas Junior et al., 2021).

Estudos que abordem a utilização da inoculação de fungos do gênero *Trichoderma* para mudas de Paricá (*Schizolobium amazonicum*) são escassos. Porém os resultados observados neste trabalho são corroborados por Pereira et al (2020), que observaram que a inoculação de *Trichoderma* promoveu maior crescimento para mudas desta espécie. Segundo Melo et al. (2018) a altura é um dos fatores considerados importantes para determinação do crescimento no campo depois do plantio, parâmetro importante para avaliar a qualidade de uma muda viável, que terá mais resistência em campo.

O incremento no crescimento após inoculação de *Trichoderma asperilloides* também foi observado em mudas de Cedro-Canjerana (*Cabralea canjerana*) e Cedrela (*Cedrela fissilis*) (Griebeler et al, 2021). Esse incremento de massa seca observados podem ter relação com a uma maior eficiência na absorção dos nutrientes principalmente do nitrogênio que aumenta a biomassa vegetal (Shoresh, 2010). Resultados semelhantes foram observados por Amaral et al. (2017) que utilizou *Trichoderma* spp. em *Jacaranda micranta* e obteve incrementos importantes nas variáveis analisadas.

Considerando que as mudas florestais sem dúvidas precisam ser bem resistentes, pois passam por estresse e condições adversas em campo e é necessário que sobrevivam, essa tecnologia pode contribuir bastante na produção dessas mudas.

## 4. Conclusão

Os isolados de *Trichoderma asperelloides* e *T. virens* promovem o crescimento vegetal de mudas de *Paricá* (*Schizolobium amazonicum*), Fava-Tamboril (*Enterolobium maximum*) e amarelão (*Apuleia leiocarpa*).

Estudos ainda são necessários para comprovação da eficiência de *Trichoderma* inoculados nessas espécies florestais em condições de campo.

## Agradecimentos

A Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi, ao Programa de pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCFA) e ao CNPq.

## Referências

- Almeida, D. H., Scaliante, R. M., Macedo, L. B., Macedo, A. N., Dias, A. A., Christoforo, A. L., & Junior, C. C. (2013). Caracterização completa da madeira da espécie amazônica Paricá (*Schizolobium amazonicum* HERB) em peças de dimensões estruturais. *Revista Árvore*, 37, 1175-1181. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000600019>.
- Amador, A. M. L., Chaves, L. H. G., & Guerra, H. O. C. (2007). Desenvolvimento de mudas de cássia e tamboril em diferentes composições de substratos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 2, 78-84.
- Amaral, P. P., Steffen, G. P. K., Maldaner, J., Missio, E. L., & Saldanha, C. W. (2017). Promotores de crescimento na propagação de caroba. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 37, 149-157. <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.90.1402>.
- Angélico, T. S., Marcati, C. R., Rossi, S., Silva, M. R., & Sonsin-Oliveira, J. (2021). Soil effects on stem growth and wood anatomy of tamboril are mediated by tree age. *Forests*, 12, 1058. <https://doi.org/10.3390/f12081058>.
- Azevedo, G. B., Novaes, Q., Azevedo, G. T. Silva, H. F., Sobrinho, G. G. R., & Novais, A. (2017). Efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis*. *Scientia Forestalis*, 45, 343-352. <https://doi.org/10.18671/SCIFOR.V45N114.10>.
- Guimarães, B. P., Neves, L. E. P., Guimarães, M. G., & Ghesti, G. F. (2020). Evaluation of maturation congeners in beer aged with Brazilian woods. *Journal of Brewing and Distilling*, 9, 1-7. <https://doi.org/10.5897/JBD2019.0053>.
- Chagas, L. F. B., Chagas Junior, A. F., Carvalho, M. R. C., Miller, L. O., & Colonia, B. S. O. (2015). Evaluation of the phosphate solubilization potential of *Trichoderma* strains (Trichoplus JCO) and effects on rice biomass. *Journal Soil Science and Plant Nutrition*, 15, 794-804. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162015005000054>.
- Chagas, L. F. B., Chagas Junior, A. F., Soares, L. P., & Fidelis, R. R. (2017). *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4, 97-102. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i3.1529>.
- Chagas Junior, A. F., Chagas, L. F. B., Miller, L. O. & Oliveira, J. C. (2019a). Efficiency of *Trichoderma asperellum* UFT 201 as plant growth promoter in soybean. *African Journal of Agricultural Research*, 14, 263-271. <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13556>.
- Chagas Junior, A. F., Chagas, L. F. B., Colonia, B. S. O., Miller, L. O. & Oliveria, J. C. (2019b). *Trichoderma asperellum* (UFT201) functions as a growth promoter for soybean plant. *African Journal of Agricultural Research*, 14, 1772-1777. <https://doi.org/10.5897/AJAR2019.13985>.
- Chagas Junior, A. F., Gomes, F. L., Martins, A. L. L., Oliveira, R. S., Marcos, G., & Chagas, L. F. B. (2021). *Trichoderma* como promotor de crescimento de mudas de eucaliptos. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 9, 060-072, 2021. <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v9n1.chagasjunior>.
- Dickson A, Leaf AL, Hosner JF. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *For. Chron.*, 36, 10-13, 1960.
- Griebeler, A. M., Araújo, M. M., Tabaldi, L. A., Steffen, G. P. K., Turchetto, F., Rarato, D. G., Barbosa, F. M., Berghetti, A. L. P., Nhamtumbo, L. S., & Lima, M. S. (2021). Type of container and *Trichoderma* spp. inoculation enhance the performance of tree species in enrichment planting. *Ecological Engineering*, 169, 106317. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106317>.
- Gupta, K. J., Mur, L. A. J., & Brotman, Y. (2014). *Trichoderma asperelloides* suppresses nitric oxide generation elicited by *Fusarium oxysporum* in *Arabidopsis* roots. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 27, 307-314. <https://doi.org/10.1094/MPMI-06-13-0160-R>.
- Hoyos-Carvajal, L., Orduz, S., & Bissett, J. (2009). Genetic and metabolic biodiversity of *Trichoderma* from Colombia and adjacent neotropical regions. *Fungal Genetics and Biology*, 46, 615-631. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2009.04.006>.
- Junges, E., Muniz, M. F., Mezzomo, R., Bastos, B., & Machado, R. T. (2016). *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. *Floresta e Ambiente*, 23, 237-244. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.107614>.
- Lucon, C. M. M. (2017). InfoBibos. Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp. [internet] [acesso em 20 set 2017]. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/trichoderma/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm).
- Melo, L. A., Abreu, A. H. M., Leles, P. S. S., Oliveira, R. R., & Silva, D. T. (2018). Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. *Ciência Florestal*, 28, 47-55. <https://doi.org/10.5902/1980509831574>.

- Nicolás, C., Hermosa, R., Rubio, B., Mukherjee, P. K., & Monte, E. (2014). *Trichoderma* genes in plants for stress tolerance-status and prospects. *Plant Science*, 228, 71-78. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.03.005>.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, A. (2007). Update world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Science*, 11, 1633-1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>.
- Pereira, L. T., Andrade, K. S. P., Nunes, S. E. A., Belfort, M. G. S., Oliveira, F. S., & Nascimento, I. O. (2020). Efeitos de rizobactérias na promoção de crescimento e controle de fitopatógenos em sementes de paricá. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11, 539-548. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0049>.
- Samuels, G. J., Ismaiel, A., Bon, M., Respinis, S., & Petrini, O. (2010). *Trichoderma asperellum* sensulato consists of two cryptic species. *Mycologia*, 10, 944-966. <https://doi.org/10.3852/09-243>.
- Shoresh, M., Harman, G. E., & Mastouri, F. (2010). Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual Review of Phytopathology*, 48, 21-43. doi:10.1146/annurev-phyto-073009-114450.
- Silva, D. A., Almeida, V. C., Viana, L. C., Klock, U., & Muñiz, G. I. B. (2014). Avaliação das propriedades energéticas de resíduos de madeiras tropicais com uso da espectroscopia NIR. *Floresta e Ambiente*, 21, 561-568. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.043414>.
- Soriano, J., Veiga, N. S., & Martins, I. Z. (2015). Wood density estimation using the sclerometric method. *European Journal of Wood and Wood Products*, 73, 753-758. <https://doi.org/10.1007/s00107-015-0948-3>.
- Stefanini M. B., Rodrigues, S. D., & Ming, L. C. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. *Horticultura Brasileira*, 20, 18-23. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362002000100003>.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2009). *Fisiologia vegetal*. Artmed, 819p.
- Zhao, L., & Zhang, Y. (2015). Effects of phosphate solubilization and phytohormone production of *Trichoderma asperellum* Q1 on promoting cucumber growth under salt stress. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 1-15. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60966-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60966-7).