

Câmpus  
Ipameri



Universidade  
Estadual de Goiás



Programa de Pós-  
Graduação em

**Produção Vegetal**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Schizolobium*  
*parahyba* var. *amazonicum* SOB DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E  
BORO COM APLICAÇÃO DE *Trichoderma* spp**

**LUÍS AUGUSTO BATISTA DE OLIVEIRA**

**MESTRADO**

**Ipameri-GO  
2019**

LUÍS AUGUSTO BATISTA DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Schizolobium parahyba*  
*var. amazonicum* SOB DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E BORO  
COM APLICAÇÃO DE *Trichoderma* spp**

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Rodrigues

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

Ipameri  
2019

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

Od

Oliveira, Luís Augusto Batista de  
Desenvolvimento inicial de plantas de *Schizolobium parahyba* var.  
*amazonicum* sob doses de nitrogênio, fósforo e boro com aplicação de  
*trichordema* spp / Luís Augusto Batista de Oliveira; orientador Fabricio  
Rodrigues. -- Ipameri, 2019.  
68 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em  
Produção Vegetal) -- Câmpus-Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2019.

1. Paricá. 2. Cepas. 3. Promoção. 4. Massa fresca. 5. Massa seca. I.  
Rodrigues, Fabricio, orient. II. Título.

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** "DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Schizolobium paralyba* var. *amazonicum* SOB DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E BORO COM APLICAÇÃO DE *Trichoderma* spp."

**AUTOR(A):** Luis Augusto Batista de Oliveira

**ORIENTADOR(A):** Fabricio Rodrigues

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




Prof. Dr. FABRÍCIO RODRIGUES (Orientador)  
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO



Prof. Dr. ADEMILSON CONEGLIAN  
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO



Prof. Dr. ADILSON PELÁ  
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Ipameri-GO

Registro de Declaração	
Número:	005
Livro:	8-01 Folhas: 01
Data:	11 / 11 / 2019
Assinatura:	
Marlene Alves Caldas CPF: 965.612.001-00	

Data da realização: 11 de Novembro de 2019

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Édios Donizete e Aparecida Nunes (*in memoriam*), por toda dedicação e apoio;

Aos meus irmãos Mhayra, Édios Júnior, Mhayara e Heytor, pelo incentivo e por sempre acreditarem na minha capacidade de vencer;

A minha amada e rainha avó Francisca, pelo apoio, amor, dedicação e ensinamentos a mim dedicados;

Aos meus amigos, que sempre estiveram comigo me apoiando e dando forças, principalmente nos momentos difíceis.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu bom Deus por tudo, principalmente por ter me concedido sabedoria e entendimento, para que eu pudesse vencer todos os obstáculos.

Ao meu pai Édios Donizete Batista pelo amor, apoio e incentivo.

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

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Estadual de Goiás – UEG, pela bolsa de estudos concedido a mim durante 8 meses.

Aos meus colegas de curso Jéssica Mello, Natália Faria, Leandro Damaso, Maryelle Barros, Cecília Leão, Edvan Silva e Carolina Santos, pelo enorme companheirismo.

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

Toda a minha família que participaram diretamente do meu aprendizado.

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

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

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL:.....	vi
ABSTRACT GERAL.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL.....	8
OBJETIVO.....	10
CAPÍTULO I: DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE <i>Schizolobium parahyba</i> <i>var. amazonicum</i> SOB DOSES DE NITROGÊNIO COM APLICAÇÃO DE <i>Trichoderma</i> <i>spp</i> .....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVO.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
CAPÍTULO II: DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE <i>Schizolobium parahyba</i> <i>var. amazonicum</i> SOB DOSES DE FÓSFORO COM APLICAÇÃO DE <i>Trichoderma spp</i> .....	30
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. OBJETIVO.....	35
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
5. CONCLUSÕES.....	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
CAPÍTULO III: PROMOTION OF GROWTH IN PARICÁ WITH THE APPLICATION OF <i>TRICHODERMA spp</i> . UNDER BORO DOSES.....	49
RESUMO.....	50
ABSTRACT.....	51
1. INTRODUÇÃO.....	52
2. OBJETIVO.....	54
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	55

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
5. CONCLUSÕES.....	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68



## RESUMO GERAL

Fungos do gênero *Trichoderma* spp. têm sido relacionados à produção de hormônios ou correlacionados a fatores de crescimento, proporcionando maior eficiência no uso de alguns nutrientes, assim, permitindo uma maior disponibilidade e absorção pelas plantas. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e boro com aplicação de cepas de *Trichoderma* spp. E para isso, o experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Goiás, Campus Ipameri, em casa de vegetação (30 x 7 x 3,5m). O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 5 (tratamentos e *Trichoderma*), para doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 mg m<sup>-3</sup> de N), fósforo (0, 64, 128, 192 e 256 g dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e boro (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g m<sup>-3</sup> de B), com sete repetições. Os tratamentos relacionados ao *Trichoderma* spp. foram adubados e divididos em T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma* spp.; T<sub>2</sub> – *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP; T<sub>3</sub> – *Trichoderma harzianum* IBLF 006 SC; T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911. As características avaliadas são a altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DC), massa fresca foliar (MFF), massa fresca caulinar (MFC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massas seca foliar (MSF) e caulinar (MSC). Foram realizados os testes de normalidade residual pelo teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade residual, pelo teste de Bartlett, posteriormente, a análise de variância e a de regressão. Os resultados mostraram que para N as cepas de *Trichoderma* spp não foram capazes de promover o desenvolvimento de mudas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) sob diferentes doses de nitrogênio e a dose mais apropriada é de 100 mg dm<sup>-3</sup>, sendo que a cepa de *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP, se mostrou mais eficiente somente sob baixas disponibilidades deste nutriente. Para o P, concluiu-se que as cepas de *Trichoderma* spp. promoveram condições satisfatórias para a promoção do paricá, sendo a cepa *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP, a que proporcionou maior incremento entre as diferentes variáveis, na dose em torno de 128 mg dm<sup>-3</sup>. E, para o boro, a cepa *T. Harzianum* IBLF 006 WP apresenta maior capacidade de aumentar a tolerância ao boro, seguido do *T. asperellum* URM 5911. Entretanto, o efeito benéfico no aumento da tolerância promovido por essas cepas, somente é viável para solos com altos conteúdos de boro no solo.

**Palavras-chave:** Paricá, cepas, promoção, massa fresca e massa seca.

## ABSTRACT GERAL

Fungi of the genus *Trichoderma* spp. have been related to the production of hormones or correlated to growth factors, providing greater efficiency in the use of some nutrients, thus allowing greater availability and absorption by plants. In this context, the objective of this study was to evaluate the initial development of paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) seedlings under different doses of nitrogen, phosphorus and boron with application of *Trichoderma* spp. And for this, the experiment was conducted at the Goiás State University, Campus Ipameri, in a greenhouse (30 x 7 x 3,5m). A randomized complete block design was used, in a 4 x 5 factorial scheme (treatments and doses), for nitrogen doses (0, 25, 50, 75 and 100 mg dm<sup>-3</sup> de N), phosphorus (0, 64, 128, 192 and 256 mg dm<sup>-3</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and boron (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mg dm<sup>-3</sup> of B), with seven repetitions. Treatments related to *Trichoderma* spp. were fertilized and divided into T<sub>1</sub> - control, without *Trichoderma* spp.; T<sub>2</sub> - *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP; T<sub>3</sub> - *Trichoderma harzianum* IBLF 006 SC; T<sub>4</sub> - *Trichoderma asperellum* URM 5911. The characteristics evaluated are plant height (ALT), stem diameter (DC), leaf fresh mass (MFF), stem fresh mass (MFC), shoot fresh mass (MFPA), leaf dryness (MSF) and cauline (MSC). Residual normality tests were performed by the Shapiro-Wilk test and residual homoscedasticity by the Bartlett test, followed by analysis of variance and regression. The results showed that for N the strains of *Trichoderma* spp were not able to promote the development of paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) seedlings under different nitrogen doses and the most appropriate is 100 mg dm<sup>-3</sup>, and the *Trichoderma harzianum* IBLF 006WP strain was more efficient only under low availability of this nutrient. For P, it is concluded that the isolates of *Trichoderma* spp. promoted satisfactory conditions for the promotion of paricá, being the strain *Trichoderma harzianum* IBLF 006WP, which provided greater increase among the different variables, in the dose around 128 mg dm<sup>-3</sup>. And, for boron, *T. harzianum* IBLF 006 WP strain is more capable of increasing boron tolerance, followed by *T. asperellum* URM 5911. However, the beneficial effect on tolerance promoted by these isolates is only viable for soils with high boron content in the soil.

Keywords: Paricá, strains, promotion, fresh mass and dry mass.

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui uma área de florestas plantadas de 7,84 milhões de hectares, sendo 73% do gênero *Eucalyptus* e 20% de pinus, além de outros gêneros como paricá, teca, seringueira com aproximadamente de 500 mil hectares. A área total plantada com espécies florestais representa menos de 1% do território nacional, no qual apenas 5,8 milhões de hectares possuem certificação, por instituições reconhecidas nacionalmente e mundialmente (IBÁ, 2018).

É insuficiente os estudos da maior parte das espécies florestais nativas, necessitando de aportes científicos que promovam produção de mudas em larga escala e com qualidade, facilitando assim o manejo e o custo de produção, principalmente de espécies de grande interesse comercial como é o caso do paricá. O paricá vem sendo muito utilizada nos sistemas de produção florestal e agroflorestal na Amazônia principalmente, pela qualidade de sua madeira para diferentes fins e pelo seu bom desenvolvimento silvicultural, caracterizado pelo rápido crescimento e pela capacidade de se adaptar às diversas condições edafoclimáticas (GOMES et al., 2019).

Para que haja o cultivo da espécie, é preciso primeiramente conhecer seu processo produtivo, portanto, a composição do substrato, suas características químicas e físicas são fatores primordiais para a produção de mudas. Por isso, o acréscimo de nutrientes, principalmente, nitrogênio, fósforo e boro, têm alavancado interesse dos pesquisadores e, diversos trabalhos foram realizados a fim de estabelecer a melhor forma de fertilização das espécies florestais (BERTI et al., 2017).

O nitrogênio é o nutriente mais exigido entre todos os demais. Essa necessidade está relacionada com sua função estrutural no vegetal, pois faz parte de componentes da célula e participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006).

O fósforo também possui funções estruturais importantes ao desenvolvimento vegetal, atuando na fotossíntese, respiração, divisão e crescimento celular e principalmente, no fornecimento de energia (ATP), o que resulta no maior crescimento e desenvolvimento inicial, principalmente do sistema radicular (VIEIRA et al., 2015).

O boro possui importante papel na estruturação da parede celular, por participar ativamente na formação de novos tecidos, crescimento radicular e também na produtividade. A dosagem adequada de B a ser fornecida às plantas é muito relativa, uma das maiores preocupações nas adubações, em função da estreita relação entre o nível adequado e o tóxico

do micronutriente. Vale ressaltar que a dose ótima de B para determinada espécie pode promover o retardo do crescimento de outras (ARAÚJO et al., 2017).

A promoção de crescimento de plantas pela aplicação de isolados de *Trichoderma* spp. foi inicialmente relacionada ao controle de microrganismos prejudiciais presentes na rizosfera e/ou no solo. Mais recentemente tem sido relacionada à produção de hormônios ou como fatores de crescimento, apresentando maior eficiência no uso de alguns nutrientes e aumento na disponibilidade, com maior absorção de nutrientes pela planta (LUCON, 2019).

Algumas linhagens de *Trichoderma* spp. aumentam a superfície total do sistema radicular, possibilitando um maior acesso aos elementos minerais disponíveis no solo. Outras são capazes de solubilizar e disponibilizar para a planta o fosfato de rocha, ferro, cobre, manganês e zinco. Também podem melhorar os mecanismos ativos de absorção de cobre, fósforo, ferro, manganês, sódio, cobalto, cádmio, cromo, níquel, chumbo, vanádio, magnésio, boro, zinco e alumínio aumentando sua tolerância, bem como aumentar a eficiência da planta para utilizar alguns nutrientes importantes, como o nitrogênio (LUCON, 2019).

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) sob diferentes doses de nitrogênio, fósforo e boro com aplicação de *Trichoderma* spp.

**CAPÍTULO I: DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* SOB DOSES DE NITROGÊNIO COM APLICAÇÃO DE *Trichoderma* spp.**

## RESUMO

Os fungos do gênero *Trichoderma* estão entre os principais microrganismos de importância para o incremento vegetal, inclusive para o aumento da eficiência e responsividade aos nutrientes. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) sob diferentes doses de nitrogênio (N) com a aplicação de cepas de *Trichoderma* spp. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 5 (cepas e doses), com sete repetições, sendo as doses utilizadas 0, 25, 50, 75 e 100 g m<sup>-3</sup> de N. As características avaliadas foram a altura de planta, diâmetro do caule, massa fresca foliar, massa fresca caulinar, massa seca foliar, massa seca caulinar e massa seca da parte aérea. Conclui-se que as cepas de *Trichoderma* spp não foram capazes de promover o desenvolvimento de mudas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) sob diferentes doses de nitrogênio e a dose mais adequada é 100 mg dm<sup>-3</sup>, sendo que a cepa de *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP se mostrou eficiente somente sob baixas disponibilidades deste nutriente.

**Palavras-chave:** Paricá. Cepa. Massa fresca. Massa seca.

## ABSTRACT

The fungi of the genus *Trichoderma* are among the main microorganisms of importance for the vegetal increase, including for the increase of the efficiency and responsivity to the nutrients. The objective of this study was to evaluate the initial development of paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) seedlings under different nitrogen (N) doses with the application of *Trichoderma* spp. a randomized complete block design was used in a 4 x 5 factorial scheme (strains and doses), with seven replicates, using 0, 25, 50, 75 and 100 g m<sup>-3</sup> of N. The evaluated traits were height leaf mass, fresh leaf mass, fresh stem mass, dry leaf mass, dry stem mass and total dry mass. It is concluded that the strains of *Trichoderma* spp did not show satisfactory performance in the promotion of seedlings of paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) under different nitrogen doses and the most appropriate dose is 100 mg dm<sup>-3</sup>, and the *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP strain was efficient only under low availability of this nutrient.

**Keywords:** Paricá. Strain. Fresh mass. Dry mass.



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apesar de não ser culturalmente um país que utiliza a madeira na construção civil de casa, possui potencial para competir com o mercado externo na geração de produtos de madeira engenheirada, tais como os painéis estruturais, amplamente utilizados na América do Norte (BERGER et al., 2017). Na maioria dos estados brasileiros, as condições naturais permitem plantios florestais em condições muito mais vantajosas do que as existentes nos países europeus, os quais são tradicionais produtores de madeira (MELOTTO et al., 2017).

As condições climáticas de praticamente todo o território nacional indicam elevado potencial para o desenvolvimento de atividades florestais, inclusive para o paricá. O *Schizolobium parahyba* (Huber ex Ducke) var. *amazonicum*, que é uma leguminosa arbórea nativa da região amazônica, pertencente à família Fabaceae, de fácil desenvolvimento no país. Apresenta rápido crescimento e tolerância a solos de baixa fertilidade e elevada acidez, com seu desenvolvimento respondendo à fertilização (RODRIGUES et al., 2016).

Coneglian et al. (2016) analisaram a contribuição da adubação mineral e da calagem no solo de cerrado sobre o crescimento inicial de Paricá, e notaram que o crescimento inicial até 60 DAE, possibilitando ser cultivado em solo do cerrado brasileiro com pH de 5,2 sob apenas fertilização mineral, sem necessidade de calagem do solo.

De todos os nutrientes minerais essenciais, o nitrogênio (N) é o mais abundante nas plantas e o mais exigido, atuando em diversos processos fisiológicos da planta e sua disponibilidade é muitas vezes uma condição limitante em muitos sistemas de produção, embora as respostas das plantas à adubação nitrogenada pode diversificar de acordo com diversos fatores, como fonte de N, doses, solo e de acordo com as espécies (CARVALHO et al., 2016).

Os fungos da espécie *Trichoderma* spp. estão sendo usados como bioprotetores, por agirem como antagonistas de alguns fitopatógenos de extrema relevância econômica e, também, por promover o florescimento e o desenvolvimento das plantas. Além disso, são fungos simbiotes endofíticos de plantas, largamente utilizados no tratamento de sementes para controle de doenças e por possibilitar o aumento da produtividade por meio da solubilização de micronutrientes insolúveis no solo e, assim, propiciando maior absorção e translocação de minerais pouco disponíveis (JUNGES et al., 2016).

A princípio, a promoção de crescimento de plantas juntamente com a aplicação de isolados de *Trichoderma* spp. foi relacionada ao controle dos microrganismos patogênicos presentes no solo. Entretanto, alguns pesquisadores relataram a associação benéfica entre o

*Trichoderma* spp. com as raízes, de forma a proporcionar maior crescimento e desenvolvimento através da produção de fitohormônios e por meio da maior capacidade de adquirir e utilizar os nutrientes. Shores et al. (2010) observaram que alguns isolados de *Trichoderma* ssp. promoveram efeitos diretos sobre as plantas, principalmente nas raízes, aumentando seu crescimento e absorção de nutrientes, a eficiência no uso de fertilizantes, o percentual de germinação das sementes, bem como o estímulo às defesas das plantas contra estresses bióticos e abióticos.

O mecanismo de ação dos isolados pode diversificar de acordo com as espécies, das condições ambientais (disponibilidade de nutrientes, temperatura ou pH) e do tipo de cultivo variando também a forma e quantidade a ser aplicada das cepas ou isolados (AZEVEDO et al., 2017).

## 2. OBJETIVO

O objetivo foi avaliar o desenvolvimento inicial de plantas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) sob diferentes doses de nitrogênio com aplicação de cepas de *Trichoderma* spp.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Goiás, Campus Ipameri, em casa de vegetação (30 x 7 x 3,5m), com estrutura metálica coberta por filme de polietileno difusor de luz, com espessura de 150 micra, com laterais de sombrite 50%.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 5 (tratamentos com *Trichoderma* e doses de nitrogênio), com sete repetições. As doses foram: 0, 25, 50, 75 e 100 g m<sup>-3</sup> de N, conforme Caione, Lange e Schoninger (2012).

Os tratamentos relacionados ao *Trichoderma* spp. foram adubados e divididos em T1 – controle, sem aplicação de *Trichoderma* spp.; T2 – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 WP (Ecotrich WP; Ballagro Agro Tecnologia Ltda., Piracaia, SP, Brasil); T3 – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 SC (Predatox SC; Ballagro Agro Tecnologia Ltda., Piracaia, SP, Brasil); T4 – *Trichoderma asperellum* URM 5911 (Quality WG; Laboratório de BioControle Farroupilha Ltda, Patos de Minas, MG, Brasil).

A unidade amostral foi composta por vasos de oito litros, preenchidos com solo Latossolo Vermelho Distrófico, segundo Embrapa (2013). Após a coleta do solo, este foi peneirado e misturado com 3,5 g de calcário, para cada quilograma de solo e reservado por 30 dias, irrigados com 80% da capacidade de retenção de água no solo, a cada quatro dias.

Posteriormente, aplicadas as doses de N, homogeneizadas e, logo após os tratamentos com o *Trichoderma* spp., na dose de 8 mL de suspensão ( $4 \times 10^8$  conídios vaso<sup>-1</sup>), com o emprego de pulverizador manual (550 mL). As sementes foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 2%, por 2 minutos, logo após, foram imersas em ácido sulfúrico e água destilada (30% de ácido e 70% de água) para a superação da dormência, por 20 minutos. Em seguida, lavadas em água corrente por 5 minutos, sendo semeadas três sementes por vaso, posteriormente, realizado o desbaste e permaneceu apenas uma planta. Foram realizadas irrigações com 80% da capacidade de campo nos vasos, a cada dois dias, conforme Duarte et al. (2016), avaliadas aos 120 dias, após a sua germinação.

As características avaliadas são a altura de planta (ALT), medida do solo ao ápice do caule da planta, em centímetros, com uma régua graduada; diâmetro do caule (DC), utilizando-se um paquímetro digital, a distância de dois centímetros do solo, em milímetros; massa fresca foliar (MFF), medida referente ao peso total das folhas da planta, em gramas por planta; madassa fresca caulinar (MFC), medida referente ao peso total do caule da planta, em gramas por planta; massa fresca da parte aérea (MFPA), medida referente ao peso total da parte aérea das plantas, em gramas por planta; massas seca foliar (MSF) e caulinar (MSC), as partes frescas

foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 48h e, então pesadas, sendo expressas em gramas por planta; massa seca da parte aérea (MSPA), será a soma dos valores das MSF e MSC, sem as raízes, em gramas por planta.

Foram realizados os testes de normalidade residual pelo teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade residual, pelo teste de Bartlett. Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e a análise de regressão, com o auxílio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Tabela 1, que para a fonte de variação Doses, *Trichoderma* e para a interação, houve diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ), para todas as características analisadas, o que indica que há efeito das doses de nitrogênio com a aplicação do *Trichoderma* spp., no que se refere ao desenvolvimento inicial do paricá. Azevedo et al. (2017) observaram o efeito de *Trichoderma* spp. (*T. virens* e *T. harzianum*) no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis* e obtiveram resultados significativos para as variáveis diâmetro, número de folhas, massa seca aérea, massa seca total, para a relação entre a altura e a massa seca aérea e índice de qualidade de Dickson.

Tabela 1. Quadrado médio das variáveis altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), massa fresca das folhas (MFF), massa seca das folhas (MSF), massa fresca do caule (MFC), massa seca do caule (MSC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA), sob diferentes doses de nitrogênio (0, 25, 50, 75 e 100 g m<sup>-3</sup>), com a aplicação de cepas de *Trichoderma* em paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*). Ipameri, GO, 2019.

FV	ALT	DIAM	MFF	MSF	MFC	MSC	MFT	MST
<b>Dose (D)</b>	288,17**	9,82**	220,09**	85,45**	200,53**	54,99**	142,27**	109,13**
<b>Trichoderma (T)</b>	3061,37**	22,40**	756,28**	183,69**	1298,08**	345,43**	416,23**	745,31**
<b>D x T</b>	128,32**	5,06**	209,51**	60,77**	285,31**	57,86**	121,41**	146,27**
<b>Bloco</b>	184,92	5,09	101,85	58,17	99,25	35,39	77,49	63,02
<b>Erro</b>	37,70	0,53	17,08	3,60	21,43	6,63	8,75	12,42
<b>CV (%)</b>	14,27	9,96	28,91	23,20	28,20	26,14	26,33	26,83

\*\* - altamente significativo 1 % de probabilidade, pelo teste F.

Resultados divergentes foram encontrados por Machado et al. (2015), para as variáveis de emergência e sobrevivência das plântulas em mudas de cambará (*Gochnatia polymorpha* Less.), tanto em substrato esterilizado quanto em não esterilizado, que não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com introdução dos isolados de *Trichoderma* spp. e o tratamento controle. Entretanto, para variáveis analisadas com 12 semanas após o plantio houve diferenças significativas. O autor argumenta que os mecanismos de ação dos fungos que promovem o crescimento vegetal são específicos e que podem variar conforme a

disponibilidade de nutrientes no solo, o ambiente (fatores edafoclimáticos), a interferência de outros microrganismos, o estágio de desenvolvimento da planta e, claro, o substrato utilizado.

Já Caione, Lange e Schoninger (2012) estudaram sobre o crescimento das mudas de paricá em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo (P), potássio (K) e a combinação destes nutrientes e observaram que as adubações testadas promoveram efeitos significativos para todas as variáveis analisadas, similar ao estudo. Detectaram também que a aplicação de nitrogênio promoveu o maior crescimento na altura da parte aérea, em comparação com os outros nutrientes, com valor de 39,3 cm, aos 90 dias após o plantio.

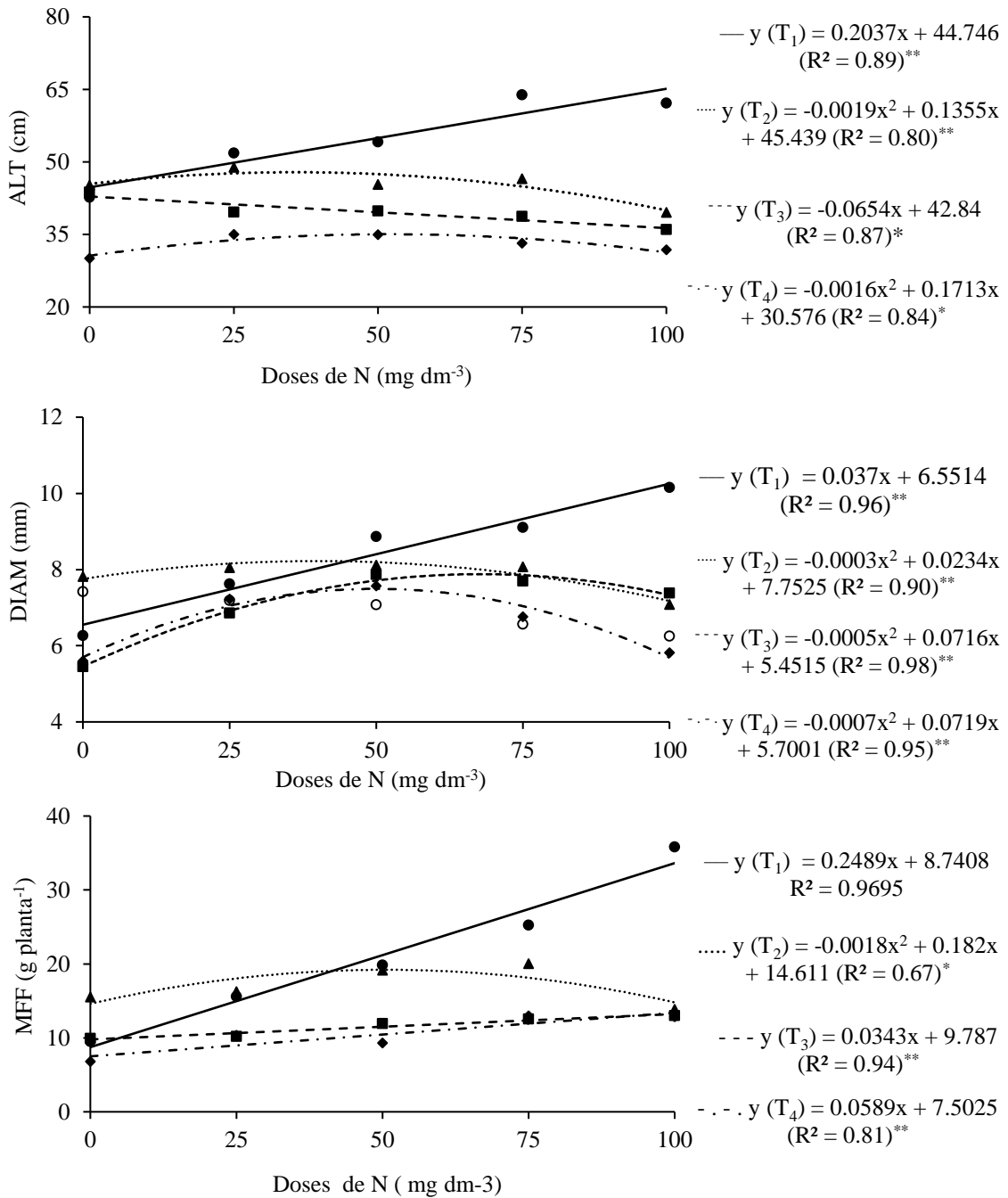
Verifica-se na Figura 1, que o tratamento controle (T<sub>1</sub>) foi o que apresentou melhor desempenho com o aumento das doses de nitrogênio (0 - 100 mg dm<sup>-3</sup>), para altura das plantas, com valores de 43 a 65 cm entre essas doses. A aplicação de *Trichoderma* spp. não promoveu benefícios para esta variável, sendo que a aplicação IBLF 006 SC (*T. harzianum* – T<sub>3</sub>) afeta negativamente, independente da dose e com comportamento linear, com efeito antagônico ao desenvolvimento, fato este não esperado.

Amaral et al. (2017) estudaram a influência de diferentes proporções do vermicomposto e dois isolados de *Trichoderma* spp. na propagação de caroba (*Jacaranda micrantha* Cham.) e notaram que existem diferenças entre isolados. Observaram que os tratamentos que receberam isolados de *T. asperelloides*, em ausência de vermicomposto, apresentaram 32% de incremento em comparação ao controle. Porém, com adição de 25% de vermicomposto na composição do substrato, não foi observada diferença entre os tratamentos. No entanto, quando se utiliza 50% de vermicomposto e *T. virens*, nota-se incremento de 43 e 13%, com relação ao controle e ao *T. asperelloides*, respectivamente.

O diâmetro do caule é um aspecto importante no estudo do potencial de mudas quanto à sobrevivência e ao crescimento pós-transplante, segundo Carvalho et al. (2016), que estudaram o crescimento de mudas de paricá em função de doses de nitrogênio, relataram resposta quadrática, com ponto de máxima em 71 kg ha<sup>-1</sup> (35,5 mg dm<sup>-3</sup>) de N, com valor médio de 9,89 mm. Também argumentaram que a relação entre diâmetro e altura é uma das variáveis utilizadas para inferir sob a qualidade das mudas florestais, pois além de refletir o acúmulo de reservas, também garante maior resistência e melhor fixação no solo, indicando dessa forma melhor capacidade de aclimatação destas mudas e de sobrevivência das mudas de paricá no campo.

Nota-se que o diâmetro das mudas aumenta de forma linear para o tratamento controle (T<sub>1</sub>), com aumento de 3,3 mm entre as doses 0 e 100 mg dm<sup>-3</sup> e alcançando 10,3 mm (Figura 1). Além disso, tratamentos com aplicação de *Trichoderma* spp., apresentaram desempenho

quadrático, além de desempenho similar ao tratamento com ausência de N, com valores de 8,2; 8,1 e 7,5 mm, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, respectivamente.



**Figura 1.** Altura da planta, diâmetro do caule e massa fresca das folhas, em função das doses de nitrogênio, com a aplicação de cepas de *Trichoderma* (T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma*; T<sub>2</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 WP; T<sub>3</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 SC; T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911 WG), em paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*). Ipamer, GO, 2019.



Nascimento et al. (2014) estudaram mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) sob supressão de diferentes nutrientes e verificaram que a baixa disponibilidade de nitrogênio reduziu em 21% o diâmetro do caule, quando comparados com aqueles que receberam uma solução completa, sendo a variável com menor efeito observado entre as supressões testadas. Concluíram também que a ordem decrescente do requerimento nutricional quanto aos macronutrientes é nitrogênio, fósforo e potássio, denotando a importância deste nutriente para as espécies florestais.

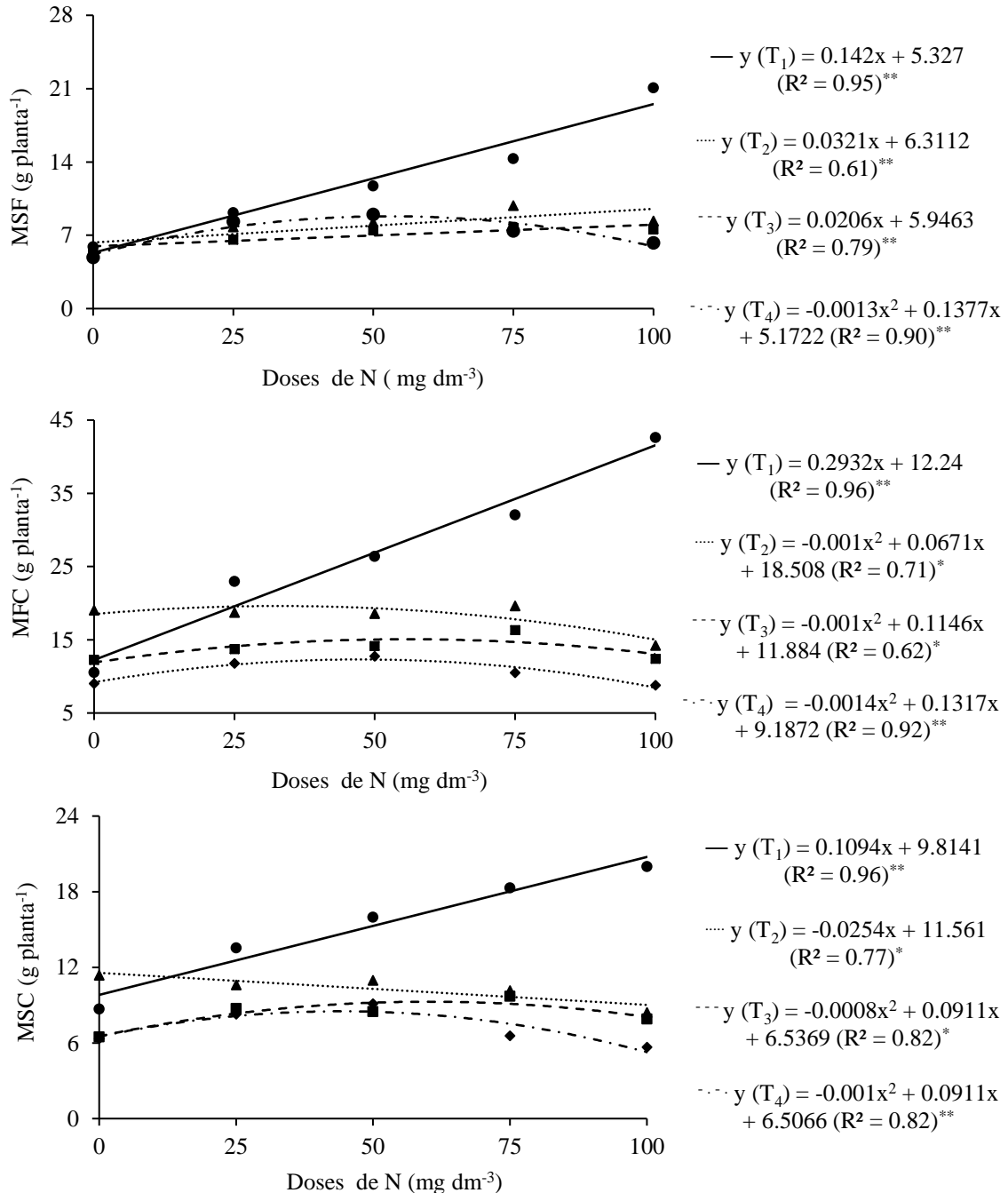
Marques et al. (2006) também encontraram resposta linear para diâmetro do caule em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) quando submetidas a diferentes doses de nitrogênio (0 a 200 mg dm<sup>-3</sup>), sob Latossolo Vermelho-Amarelo, confirmando o resultado deste estudo. O ganho médio a cada 50 mg foi de 0,85 mm para esta espécie aos 125 dias após o plantio e para o paricá foi de 1,85 mm aos 120 dias, confirmando a necessidade nutricional e o efeito responsivo ao N (Figura 1).

Verifica-se que para massa fresca foliar, os resultados foram semelhantes aos de massa seca foliar (Figura 1 e 2), o que permite notar que o tratamento sem aplicação de cepas de *Trichoderma* spp. foi o que obteve melhor resultado novamente, com o aumento das doses. Os tratamentos T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> apresentaram desempenho similar, com baixo incremento médio entre as doses, com valores em torno de 4,6 e 2,6 g, para massa fresca e seca foliar, respectivamente.

Carnevali et al. (2016) estudaram a eficiência nutricional de mudas de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.), em função de nitrogênio e fósforo, e verificaram que o conteúdo de todos os nutrientes, na parte aérea e na raiz, foram influenciados significativamente pela interação entre as doses de N e P. Além disso, que o conteúdo de micronutrientes na parte aérea aumentou e que houve redução na raiz, exceto para Fe, indicando uma combinação determinante entre as doses, para o maior desenvolvimento da planta. O que pode indicar que variações nas doses de fósforo podem promover melhores combinações com N e com as diferentes cepas, promover uma combinação tripla e benéfica.

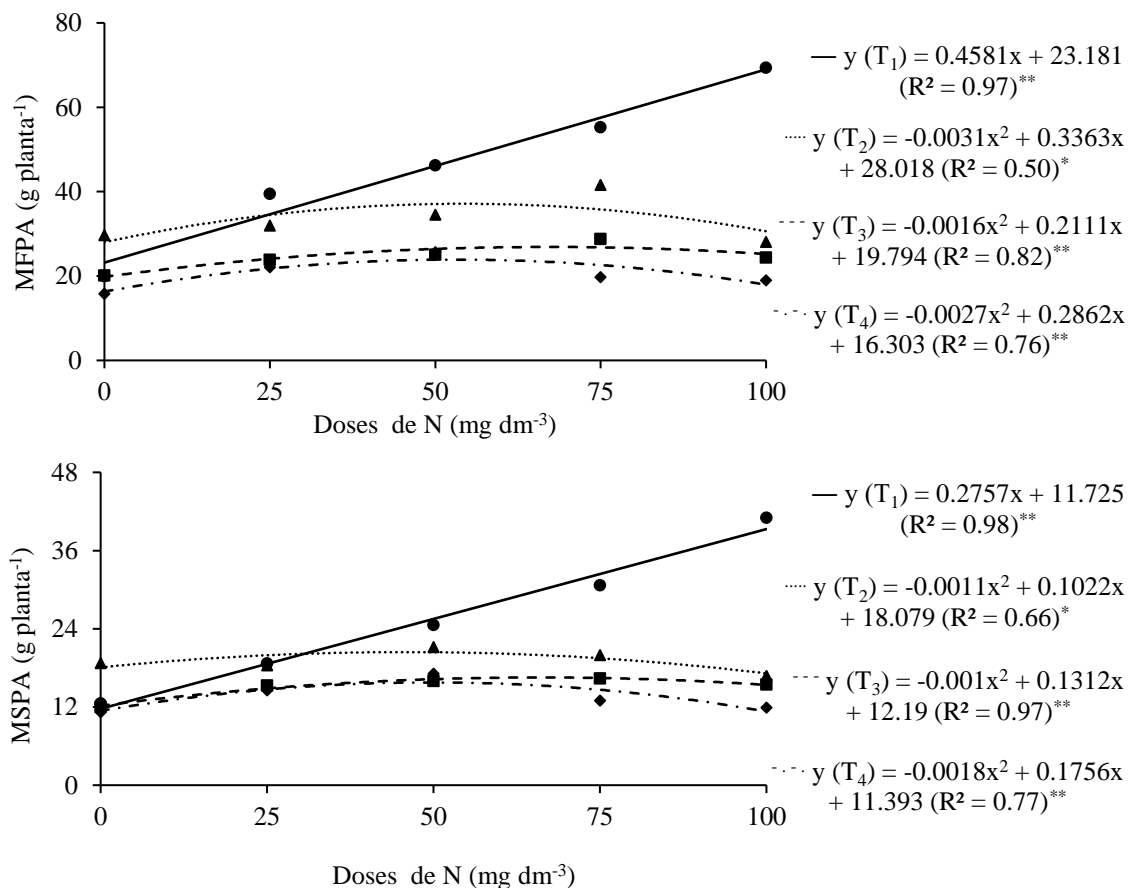
A massa fresca e seca do caule foram as variáveis com maior incremento médio entre as doses e com maior discrepância com relação aos tratamentos com aplicação de *Trichoderma* spp (Figura 2). Os valores obtidos, na dose de 100 mg dm<sup>-3</sup>, foram 3,4 e 2,1 vezes maior que o sem adubação de N e sem aplicação do fungo, para a massa fresca e seca, concomitantemente, 2,3 e 1,8 vezes que o maior desempenho obtido pelo *Trichoderma* spp, indicando alto efeito responsivo do paricá ao N. Esse resultado diverge do obtido por Berti et al. (2017), o qual concluíram que o baru (*Dipteryx alata* Vog) não apresenta efeito responsivo a aplicação de N,

P e K, avaliados após 100 dias da semeadura, porém, relata do potencial das mudas para plantio em solos com baixos teores de nutrientes.



**Figura 2.** Massa seca foliar, massa fresca do caule e massa seca do caule, em função das doses de nitrogênio, com a aplicação de cepas de *Trichoderma* (T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma*; T<sub>2</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 WP; T<sub>3</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 SC; T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911 WG), em paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*). Ipameri, GO, 2019.

Os resultados apresentados para massa fresca e seca da parte aérea, confirmam o efeito responsivo elevado ao N, além da baixa promoção das cepas avaliadas no experimento (Figura 3). Entretanto, deve se fazer uma ressalva, a cepa do *T. harzianum* IBLF 006WP promoveu desempenho superior para grande maioria das características, com exceção de altura da planta e massa seca foliar, quando não adubado e a cepa seria indicada somente sob disponibilidades mais baixas de N no solo. A cepa promoveu o aumento da eficiência nutricional em aproximadamente 18, 67, 51, 18, 21 e 54%, para as variáveis DIAM, MFF, MFC, MSC, MFPA e MSPA, respectivamente, em média 37%, quando comparado ao controle. Isso demonstra a importância desta cepa para novos estudos relacionados a eficiência nutricional, sem aplicação de N, mas com possível aproveitamento do nutriente presente no solo e também em combinações com outros nutrientes.



**Figura 3.** Massa fresca (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA), em função das diferentes doses de nitrogênio, com a aplicação de cepas de *Trichoderma* (T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma*; T<sub>2</sub> – *Trichoderma harzianum* IBLF 006WP; T<sub>3</sub> – *Trichoderma harzianum* IBLF 006 SC; T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911WG), em paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*). Ipameri, GO, 2019.

Carvalho et al. (2016) observaram que aos 45 dias após o transplante, a massa fresca total das mudas de paricá desenvolveram até o ponto de máxima de 69 kg ha<sup>-1</sup> de N (34 mg dm<sup>-3</sup>), o qual diverge do desempenho observado no trabalho, o qual apresentou crescimento elevado após esta dose. E, Maia et al. (2011) identificaram que não existe diferença entre o tratamento com aplicação de completa de nutrientes e o deficiente em N, em pinhão-mansão aos 70 dias após a semeadura, podendo estar relacionada a sua maior rusticidade e o baixo nível tecnológico ainda adotado na cultura.

Díaz e González (2018) estudaram o efeito de bioestimulantes de *Trichoderma harzianum*, em duas concentrações, em plantas de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.) só houve incremento para altura aos 60 dias, na concentração de 40 g L<sup>-1</sup> e saman (*Albizia saman* Jacq. Merr.), para as duas concentrações. Já em cedro (*Cedrela odorata* L.) para altura e número de folhas aos 60 e 90 dias, além de biomassa da parte aérea aos 90 dias, confirmando que os tratamentos com aplicação das cepas promoveram incremento para as três espécies, sendo indicada a aplicação para a promoção destas espécies.

Azevedo et al. (2017) avaliaram a diferença relativa entre os tratamentos com e sem *Trichoderma* em eucalipto, e detectaram que a inoculação proporcionou melhor desempenho para todas as variáveis analisadas, sendo verificados os maiores incrementos no número de folhas (110%), massas secas aérea (70,4%), das raízes (54,7%) e, também, na total (64,8%), em relação ao controle. Além disso, o tratamento das minestacas com *T. virens* demonstrou ser o mais eficiente na promoção do crescimento e qualidade das mudas, com confirmação de colonização endofítica. Dessa forma, seu uso é alternativa promissora a ser adotada em viveiros florestais, podendo atuar no biocontrole de fitopatógenos e para a promoção das mudas de eucalipto, divergindo das cepas avaliadas no trabalho.

Outros trabalhos com eucalipto, como o de Carvalho Filho et al. (2008), também avaliaram e confirmaram o efeito de *T. harzianum* na promoção do crescimento de mudas via sementes e em miniestaquia, com incrementos superiores a 43% para altura da parte aérea, 114% para massa seca aérea e 37,5% para massa seca das raízes. Santos et al. (2008) também, verificaram incrementos de até 79% na massa seca das raízes e 54% na massa seca aérea, em mudas de clone GG100, quando submetidas à isolados de *T. harzianum*.

Donoso et al. (2008) verificaram que a presença de *T. harzianum* inoculado via fertirrigação, quando associado com substrato a base de composto orgânico, permitiu incrementos significativos na variável altura e biomassa da parte aérea e total, bem como no desenvolvimento do sistema radicular das mudas de *Pinus radiata* e com aumento populacional do fungo.

Desta forma, o uso do *Trichoderma* spp. deve ser utilizado com cautela, uma vez que a promoção no desenvolvimento pode ser altamente variável, devido a vários fatores, incluindo cultura, condições de desenvolvimento, taxa e época de inóculo, tipo de formulação, solo e, claro cepas ou isolados. Portanto, torna-se importante a realização de novos estudos para avaliar os efeitos do *Trichoderma* spp. em diferentes espécies florestais, condições de manejo e aliados ao efeito nutricional da planta.

## 5. CONCLUSÃO

As cepas de *Trichoderma* spp. não apresentaram desempenho satisfatório na promoção das mudas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) sob diferentes doses de nitrogênio após 120 DAE, demonstrando a necessidade de aplicação de doses de N de 100 mg dm<sup>-3</sup> sendo que a cepa de *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP mostrou-se eficiente somente na ausência de adubação com N.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, P.P. et al. Promotores de crescimento na propagação de caroba. **Pesquisa florestal brasileira**, v. 37, n. 90, p. 149-157, 2017.
- AZEVEDO, G. B. et al. Efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis*. **Scientia Forestalis**, v. 45. n. 114, p. 343-352, 2017.
- BERGER, C.; PERTUZATTI, A.; HASELEIN, C. R. Influência da posição de lâminas de duas espécies exóticas nas propriedades mecânicas de painéis LVL. **Revista Ciência da Madeira**, v. 9, n. 1, p. 19-29, 2017.
- BERTI, C. L. F. et al. Crescimento de mudas de baru em substrato enriquecido com nitrogênio, fósforo e potássio. **Cultura Agronômica**, v. 26, n. 2, p. 191-202, 2017.
- CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.
- CARVALHO FILHO, M. R. et al. Avaliação de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético in vitro e colonização endofítica de mudas de eucalipto. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2008. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 226).
- CARVALHO, A. O. et al. Initial growth of 'paricá' (*Schizolobium amazonicum*) seedlings under diferente nitrogen doses. **Nativa**, v. 4, n. 2, p. 112-115, 2016.
- CARNEVALI, N. H. S. et al. Eficiência nutricional de mudas de *Stryphnodendron polyphyllum* em função de nitrogênio e fósforo. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2. p. 449-461, 2016.
- CONEGLIAN, A. et al. Initial growth of *Schizolobium parahybae* in Brazilian Cerrado soil under liming and mineral fertilization. **Ver. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 20, n. 10, p. 908-912, 2016.
- DÍAZ, T. S. ;GONZÁLEZ, L. C. Efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* Rifai en posturas de Leucaena, Cedro y Samán. **Colombia forestal**, v. 21, n. 1, p. 81-90, 2018.
- DONOSO, E.; LOBOS, G.; ROJAS, N. Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* em vivero. **Bosque**, Valdívía, v. 29, n. 1, p. 52-57, 2008.
- DUARTE, D. M. et al. Response of paricá seedlings to water stress. **Floresta**, v. 46, p. 405-412, 2016.
- EMPRAPA. Classificação Brasileira de Solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.

- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- JESUS, E. P. et al. Avaliação do potencial de *Trichoderma asperellum* como condicionador de substrato para a produção de mudas de café. **Cerrado Agrobiologia**, Patos de Minas-MG, v. 2, n.2, p. 7-19, 2011.
- JUNGES, E. et al. *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, 23(2): 237-244, 2016.
- MACHADO, D. F. M. et al. *Trichoderma* spp. na emergência e crescimento de mudas de cambará (*Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 167-176, 2015.
- MAIA, J. T. L. S. et al. Efeito da omissão de macro e micronutrientes no crescimento de pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 174-179, 2011.
- MARQUES, V. B. et al. Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 71, p. 77-85, 2006.
- MELOTTO, A. M. et al. Espécies florestais em sistemas de produção em integração. **BUNGENSTAB, DJ Sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**, v. 2, p. 95-119, 2017.
- NASCIMENTO, H. H. C. et al. Aspectos ecofisiológicos de mudas de *Hymenaea courbaril* L. em resposta a supressão de N, P e K. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 103, p. 315-328, 2014
- RODRIGUES, P. G. et al. The contribution of soil chemical attributes growth vegetative development of paricá in different cultivated systems. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 59-68, 2016.
- SANTOS, R. P.; CARVALHO FILHO, M. R.; MARTINS, I. Avaliação de isolados de *Trichoderma* spp. e *Gliocladium virens* na promoção de crescimento em mudas de eucalipto e na produção de ácido indolacético *in vitro*. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2008. 13 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 232).
- SILVA, J. C. et al. Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém-PA, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2012.
- SHORESH, M., HARMAN, C. E., MASTOURI, F. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. **Annual Review of Phytopathology**, v. 48, p. 21-43, 2010.



**CAPÍTULO II: DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Schizolobium*  
*parahyba* var. *amazonicum* SOB DOSES DE FÓSFORO COM APLICAÇÃO DE  
*Trichoderma* spp**

## RESUMO

Fungos do gênero *Trichoderma* são uns dos principais microrganismos de importância para o incremento do crescimento vegetal. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) sob doses de fósforo (P) e aplicação de *Trichoderma* spp. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial de 4 x 5 com sete repetições, nas doses 0, 64, 128, 192 e 256 g m<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. As características avaliadas foram altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), massa fresca das folhas (MFF), massa seca das folhas (MSF), massa fresca caulinar (MFC), massa seca caulinar (MSC), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST). Os resultados demonstraram que as cepas de *Trichoderma* spp. promoveram respostas satisfatórias, sendo a cepa *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP foi a que proporcionou maior aumento entre as variáveis e quando não há uso do fósforo, e sob baixa disponibilidade este resultado é satisfatório para altura da planta, diâmetro do caule e massa fresca foliar.

**Palavras-chave:** Paricá. Cepa. Massa fresca. Massa seca.

## ABSTRACT

*Trichoderma* spp. fungi are of great importance for the growth and promotion of different plant species. Thus, the objective of this study was to evaluate the initial development of paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) seedlings as a function of phosphorus (P) doses and combined with the application of *Trichoderma* spp. A randomized complete block design was used in a 4 x 5 factorial scheme (strains and doses), with seven replications, at doses 0, 64, 128, 192 and 256 mg dm<sup>-3</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. The characteristics evaluated were plant height (ALT), stem diameter (DIAM), fresh leaf mass (MFF), dry leaf mass (MSF), cauline fresh mass (MFC), cauline dry mass (MSC), fresh mass. (MFT) and total dry mass (MST). It is concluded that *Trichoderma* spp. promoted satisfactory conditions for the promotion of paricá, being the strain *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP, which provided greater increase among the different variables, in the dose around 128 mg dm<sup>-3</sup>.

**Keywords:** Paricá. Strain. Fresh mass. Dry matter.

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas plantadas no Brasil utilizam espécies exóticas, que pertencem aos gêneros *Pinus*, *Corymbia* e *Eucalyptus*, por serem úteis para o reflorestamento ou no que se refere ao uso da sua madeira. Estas são utilizadas na construção civil e em diversas outras áreas, porém, a variabilidade presente na região amazônica é gigantesca e existe um contingente de espécies de madeiras que ainda não foram exploradas. O paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) é uma espécie amazônica de enorme potencial econômico, que vem conquistando seu espaço entre essas espécies florestais, pois, possui altos incrementos em diâmetro e altura que permitem sua utilização em poucos anos (ALMEIDA et al., 2013).

Esta espécie tem sido destaque também devido a sua relevância pelo rápido crescimento e boa adaptação às diferentes condições edafoclimáticas, uso generalizado de sua madeira, bem como por ser uma alternativa para suprir a demanda de matéria-prima florestal. A espécie pertence à família das leguminosas, conhecida também como pinho-cuiabano, guapuruvu, dentre outros. Além disso, apresenta ampla distribuição geográfica, encontrada em diversos estados do Brasil como em Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Acre (BRITO et al., 2017; CORDEIRO et al., 2015), com adaptação em outras regiões em fase de muda, como no Centro-Oeste (Duarte et al. 2016). BRITO et al. (2017), relatam também a importância da adubação adequada, principalmente do fósforo, para promover não só esse crescimento elevado da espécie, mas, também os conteúdos de outros nutrientes.

O fósforo (P) é um dos macronutrientes menos absorvido pelas plantas, entretanto, é um dos elementos que é mais utilizado no Brasil, no que se refere à adubação. Essa contestação se dá porque fósforo possui a capacidade de interagir com os solos altamente intemperizados, estes, vastamente encontrados em condições tropicais e subtropicais, onde o índice pluviométrico é superior à evapotranspiração, o que facilita a lixiviação de cátions básicos e sílica, ocasionando na formação de reduzido número de minerais (VILAR; VILAR, 2013).

Com o intuito de atender a demanda por alimentos, as doses foram sendo aumentadas com o passar dos anos, as quais cresceram vertiginosamente e com poucos estudos sobre formas alternativas de utilização eficiente deste elemento. Adicionalmente, suprimentos globais prontamente disponíveis de P podem começar a se esgotar até o final deste século, não possibilitando o fornecimento de alimento de maneira sustentável (VACCARI et al., 2009).

Os fungos do gênero *Trichoderma* spp. são muitas vezes empregados como inoculante em diversas culturas agrícolas e estão entre os agentes de biocontrole mais estudados no mundo. Uma característica marcante destes fungos é que possuem alto potencial como biocontroladores

(GÚSMAN-GUSMAN et al., 2018) e promotores de crescimento vegetal, utilizados como formulados em biofertilizantes, inoculantes de solo e também na forma de biopesticidas (BORTOLIN et al., 2019).

## 2. OBJETIVO

O objetivo foi avaliar o desenvolvimento inicial de plantas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) em solo de Cerrado sob diferentes doses de fósforo com aplicação de cepas de *Trichoderma* spp.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Goiás, Campus Ipameri, em casa de vegetação (30 x 7 x 3,5m), com estrutura metálica coberta por filme de polietileno difusor de luz, com espessura de 150 micra, com laterais de sombrite 50%.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 5 (tratamentos com *Trichoderma* spp. e doses de fósforo), com sete repetições. As doses foram: 0, 64, 128, 192 e 256 g dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, conforme Caione, Lange e Schoninger (2012).

Os tratamentos relacionados ao *Trichoderma* spp. foram adubados e divididos em T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma* spp.; T<sub>2</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 WP; T<sub>3</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 SC; T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911.

A unidade amostral foi composta por vasos de oito litros, preenchidos com solo Latossolo Vermelho Distrófico, segundo Embrapa (2013). Após a coleta do solo, este foi peneirado e misturado com 3,5 g de calcário, para cada quilograma de solo e reservado por 30 dias, irrigados com 80% da capacidade de retenção de água no solo, a cada quatro dias. Posteriormente, aplicadas as doses de P, homogeneizadas e, logo após os tratamentos com o *Trichoderma* spp., na dose de 8 mL de suspensão (4 x 10<sup>8</sup> conídios vaso<sup>-1</sup>), com o emprego de pulverizador manual (550 mL). As sementes foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 2%, por 2 minutos, logo após, foram imersas em ácido sulfúrico e água destilada (30% de ácido e 70% de água destilada) para a superação da dormência, por 20 minutos. Em seguida, lavadas em água corrente por 5 minutos, sendo semeadas três sementes por vaso, posteriormente, realizado o desbaste e permaneceu apenas uma planta. Foram realizadas irrigações com 80% da capacidade de campo por vaso, a cada dois dias, conforme Duarte et al. (2016), com o intuito de alcançarem quatro meses de desenvolvimento (120 dias), após a sua germinação.

As características avaliadas foram altura de planta (ALT), medida do solo ao ápice do caule da planta, em centímetros, com uma régua graduada; diâmetro do colo (DC), utilizando-se um paquímetro digital, a distância de dois centímetros do solo, em milímetros; massa fresca foliar (MFF), medida referente ao peso total das folhas da planta, em gramas por planta; massa fresca caulinar (MFC), medida referente ao peso total do caule da planta, em gramas por planta; massas seca foliar (MSF) e caulinar (MSC), as partes frescas foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 48h e, então pesadas, sendo expressas em gramas por planta; massa seca total (MST), será a soma dos valores das MSF e MSC, em gramas por planta.

Foram realizados os testes de normalidade residual pelo teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade residual, pelo teste de Bartlett. Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e a regressão, com o auxílio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se na Tabela 1 que houve diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ) para as fontes de variação Cepa, Dose e para a interação, para todas as variáveis analisadas, o que indica que há efeito das doses de fósforo com a aplicação de cepas de *Trichoderma*, no que se refere ao desenvolvimento inicial de mudas de *S. parahyba* var. *amazonicum*. Danoso et al. (2008) estudaram o efeito do *Trichoderma harzianum* e um composto orgânico formado a partir de resíduos vegetais sobre o crescimento de plântulas de *Pinus radiata*, em viveiros, e notaram que o *T. harzianum* gerou efeito significativo somente para a área radicular.

Alguns isolados de *Trichoderma* são reconhecidos como promotores de crescimento para as plantas, por aumentarem a habilidade de solubilizar minerais, tornando-os disponíveis e facilitando assim a sua absorção pela planta. No solo, os macro e micronutrientes sofrem equilíbrio dinâmico de solubilização e insolubilização, influenciados pela microflora, que afeta a acessibilidade e a aquisição dos nutrientes pelas raízes. O crescimento vegetal ocasionado principalmente pelo *T. harzianum* está na sua habilidade de solubilizar muitos destes nutrientes importantes para a planta, inclusive o fósforo (MACHADO et al., 2015; CARVALHO et al., 2011).

Tabela 1. Quadrado médio das variáveis altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), massa fresca das folhas (MFF), massa seca das folhas (MSF), massa fresca do caule (MFC) massa seca do caule (MSC), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST), sob diferentes doses de fósforo (0, 64, 128, 192 e 256 g m<sup>-3</sup>), com a aplicação de cepas de *Trichoderma*.

FV	GL	ALT	DIAM	MFF	MSF	MFC	MSC	MFT	MST
Produto (P)	3	3224,02**	21,78**	435,47**	108,40**	1634,31**	119,73**	867,07**	92,56**
Dose (D)	4	243,55**	2,12**	103,76*	25,73**	181,69**	13,14**	86,14*	15,02**
D x P	12	489,29**	4,67**	480,26**	75,81**	263,19**	38,87**	325,38**	52,02**
Bloco	6	145,64	0,91	42,38	3,27	83,15	3,14	59,87	2,87
Erro	114	32,60	0,46	31,50	4,09	35,22	3,30	29,66	3,25
CV (%)		8,06	8,26	26,38	24,51	21,48	19,11	22,24	20,30

\*\* - altamente significativo e \* - significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F; T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma*; T<sub>2</sub> – *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP (Ecotrich WP); T<sub>3</sub> – *Trichoderma harzianum* IBLF 006 SC (Predatox SC); T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911 (Quality WG).

Detecta-se que o tratamento com aplicação do *T. harzianum* IBLF 006 WP (T<sub>2</sub>) apresentou comportamento superior para a variável altura, nas doses que variam de 0 – 64 mg dm<sup>-3</sup> o que corresponde a uma altura que varia de 64,41 a 84,85 cm, evidenciando que a dose de 64 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionou maior incremento em altura alcançando 84,85 cm, o que nos permite predizer que a interação entre o nutriente mineral combinada com o IBLF 006 WP

possibilitou maior incremento para esta variável. Entretanto, vale ressaltar que em doses elevadas, acima de  $128 \text{ mg dm}^{-3}$ , esta afeta negativamente o crescimento do paricá (Figura 01).

Azevedo et al. (2017) estudaram o efeito do *Trichoderma virens* e *T. harzianum* no desenvolvimento inicial de mudas de *Eucalyptus camdulensis*, os quais utilizaram quatro métodos de inoculação diferentes, sendo tratamento com miniestacas, aplicação nas sementes, pulverização de suspensão de esporos e adição de suspensão de esporos ao substrato com mais a pulverização, avaliados após 95 dias após e emergência. Para a variável altura da parte aérea a aplicação de cepas de *Trichoderma* variaram de 1,8 a 13%, no qual o *T. harzianum* foi a cepa que mais proporcionou incremento para as mudas de eucalipto, resultado este semelhante ao encontrado no presente estudo de aproximadamente de 30%.

Já para a variável diâmetro do caule obteve-se uma resposta quadrática com ponto de máxima em  $131 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , com incremento estimado de 9,4 milímetros ( $T_2$ ). Observa-se também que o diâmetro do caule aumenta de forma linear para o tratamento com controle ( $T_1$ ), com aumento de 7,5 milímetros entre as doses 0 e  $256 \text{ mg dm}^{-3}$  e alcançando 9,2 milímetros (Figura 1). Além disso, tratamentos com aplicação de *Trichoderma* spp., mostraram desempenho quadrático, com valores de 8,83 milímetros ( $81,66 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e 8,06 milímetros ( $40 \text{ mg dm}^{-3}$ ),  $T_3$  e  $T_4$ , respectivamente. O que permite predizer que as cepas de *Trichoderma* spp., proporciona um incremento no caule de paricá, sendo esta variável uma das características mais bem vista dentro de uma cultura que preza o seu produto principal que é a madeira.

Garcia e Souza (2015) avaliaram a qualidade de mudas de paricá sob diferentes doses de fósforo, variando de 0 a  $2400 \text{ mg dm}^{-3}$  e, mesmo em doses elevadas, não houve efeito das aplicações de superfosfato simples para a variável diâmetro do caule. Entretanto, o maior incremento para esta variável aconteceu quando foi aplicado  $800 \text{ mg dm}^{-3}$ , correspondendo a média de 0,9 milímetros, o que permite dizer que no presente estudo que o efeito de algumas cepas de *Trichoderma* spp. interferiu positivamente no desenvolvimento inicial das mudas de paricá, quando aplicando doses de fósforo que variam de até  $130 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Para a característica massa fresca foliar (MFF) verifica-se que houve resposta linear no tratamento controle ( $T_1$ ), no qual conforme se aumentava as doses de fósforo, maior é o incremento da massa das mudas de paricá, na dose de  $256 \text{ mg dm}^{-3}$  esse incremento é de 30,16 g. Quando há aplicação das cepas de *Trichoderma* spp. o tratamento com IBLF 006 WP só eficiente quando se é aplicado uma dose máxima de  $132 \text{ mg dm}^{-3}$  correspondendo um incremento de 30,8 g, ou seja, essa diferença é de aproximadamente de 10% menor em relação ao controle (Figura 1).

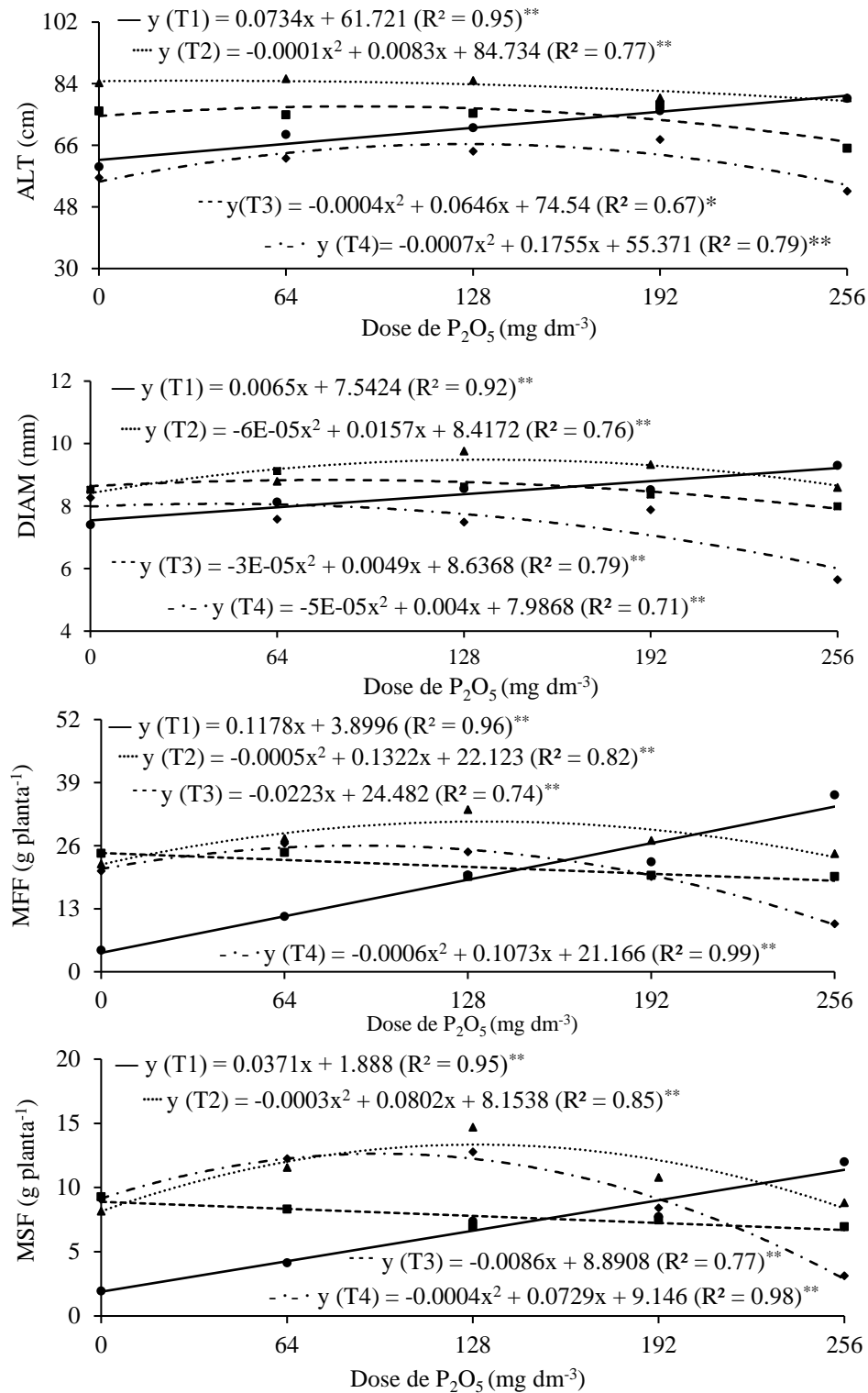


Figura 1. Altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), massa fresca das folhas (MFF) e massa seca das folhas (MSF), em função das diferentes doses de fósforo, com a aplicação de cepas de *Trichoderma* [T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma*; T<sub>2</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 WP (Ecotrich WP); T<sub>3</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 SC (Predatox SC); T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911 (Quality WG)]. Ipameri, GO, 2019.

Bortolin et al. (2019) verificaram comportamento quadrático ao avaliarem o peso fresco da parte aérea de *Paspalum regnellii* Mez quando há aplicação de 0 – 40 x 10<sup>9</sup> conídios kg<sup>-1</sup>, sendo o ponto de máxima de 22,7 x 10<sup>9</sup> conídios kg<sup>-1</sup> corresponde incremento de 0,48 g de massa fresca da parte aérea com 40 dias após a sementeira. E com 70 dias, houve também resposta quadrática com a utilização de 22,8 x 10<sup>9</sup> de conídios proporcionando incremento nas mudas de 237,71 g, com o isolado ESALQ 1306 do agente biológico *Trichoderma*. Esses resultados mostram que houve incremento no peso fresco com aplicação da concentração de até 22 x 10<sup>9</sup> conídios, considerada relativamente alta, quando comparada com a do presente estudo (4 x 10<sup>8</sup> conídios), onde se obteve resultados satisfatórios utilizando uma quantidade menor de cepas de *Trichoderma* spp., o que os autores argumentam que pode ter ocorrido o processo de auto – inibição que é o processo em que a elevada competição entre estruturas do agente biológico ocasiona a redução no número de conídios viáveis.

A massa seca foliar (Figura 1) teve resultados semelhantes entre os tratamentos no qual a cepa utilizada *T. harzianum* IBLF 006 WP (T<sub>2</sub>) na dose máxima de 130,6 mg dm<sup>-3</sup> houve um incremento de 13,5 g enquanto que a cepa *Trichoderma asperellum* URM 5911 (T<sub>4</sub>?) na dose máxima de 91,12 mg dm<sup>-3</sup> correspondendo a 12,4 g. Entretanto, quando não há aplicação das cepas de *Trichoderma* o incremento é de 2,8 vezes menor em relação aos tratamentos T<sub>2</sub> e T<sub>4</sub>. O que sugere que para massa seca foliar a adubação de P e com a aplicação do fungo há um alto efeito responsivo do paricá.

Amaral et al. (2017) estudaram a influência de diferentes proporções do vermicomposto e dois isolados de *Trichoderma* spp. na propagação de caroba (*Jacaranda micranta* Cham.) e observaram que há diferença entre os isolados. Os autores notaram ganhos significativos em biomassa das mudas obtidos com a inoculação dos fungos no substrato, sendo que o vermicomposto foi relevante para a produção de biomassa da parte aérea das mudas na ausência de *Trichoderma* sp. com 108,7 mg. A associação de vermicomposto com ambas as espécies de *Trichoderma* sp. (*Trichoderma asperelloides* e *Trichoderma virens*) promoveu ganhos significativos neste parâmetro em média 77,94 mg utilizando 25% do vermicomposto e 88,53 mg com 50% de vermicomposto. Entretanto, o isolado *T. asperelloides* foi o que possibilitou maior incremento na parte aérea.

Os tratamentos com *T. harzianum* IBLF 006 WP e *T. harzianum* IBLF 006 SC tiveram uma regressão quadrática com ponto de máxima de 100,16 mg dm<sup>-3</sup> e 94 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> correspondendo a 38,04 g e 36,3 g, respectivamente, para massa fresca caulinar (Figura 2). Desta forma, existe uma diferença de aproximadamente 25% em relação ao tratamento sem aplicação de cepas de *Trichoderma* (T<sub>1</sub>). Resultado este contrário ao encontrado por Berti et al.

(2017), no qual observaram que o baru (*Dipteryx alata* Vog) não apresenta efeito responsivo a aplicação de N, P e K, avaliados após 100 dias da sementeira, porém, demonstra o potencial das mudas para plantio em solos com teores de nutrientes consideravelmente baixos.

Para massa seca do caule observa-se um efeito quadrático, corroborando com os resultados obtidos na massa fresca do caule, sendo que o *T. harzianum* IBLF 006 WP foi mais eficiente na produção da biomassa em relação ao controle (Figura 2). Porém, nota-se que em doses muito altas o efeito do trichoderma passa a ser ineficiente resultando num decréscimo. O *T. harzianum* IBLF 006 WP na dose máxima de  $124,75 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  corresponde a 12,56 g enquanto para o tratamento com controle a maior dose de  $256 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  corresponde 10,9 g essa diferença diminui em 50% em relação a característica anterior.

Jesus et al. (2011) avaliaram o potencial de *Trichoderma asperellum* como condicionador de substrato para a produção de mudas de café na concentração de  $1 \times 10^5$  UFC/g em dois ensaios um com substrato comercial e outro com substrato industrializado, sendo que estes adicionados o condicionador de solo. E notaram que os resultados obtidos pela incorporação do condicionador de solo baseado no *T. asperellum* no substrato comercial para a variável fitomassa seca do caule apresentou um incremento de  $20 \text{ mg planta}^{-1}$  enquanto que para o substrato industrializado esse incremento foi de  $17 \text{ mg planta}^{-1}$ . E permitiram prever que o maior acúmulo de fitomassa seca tem sido relacionado à produção de hormônios ou fatores de crescimento; maior eficiência no uso de alguns nutrientes e aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes pela planta.

Os resultados apresentados para massa fresca total e massa seca total, confirmam o efeito responsivo ao P, além da alta promoção das cepas avaliadas no experimento (Figura 2), porém em doses muito altas de P acima de  $128 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  o efeito das cepas de *Trichoderma* é ineficiente e não proporciona um aumento significativo no que se refere ao crescimento da cultura em estudo. Entretanto, deve se fazer uma ressalva, que a cepa do *T. harzianum* IBLF 006 WP promoveu desempenho superior para a grande maioria das características, com exceção de altura da planta, diâmetro e massa fresca foliar, quando não adubado a cepa seria indicada somente sob disponibilidades mais baixas de P no solo ou em substituição à adubação fosfatada.

A cepa *T. harzianum* IBLF 006 WP promoveu o aumento da eficiência nutricional em aproximadamente de 18, 33, 15, 11 e 17%, para as variáveis MSF, MFC, MSC, MFT e MST, respectivamente, em média 19%, quando comparado ao controle. Demonstrando assim a relevância dessa cepa para os novos estudos relacionados a eficiência nutricional, sem aplicação

de P, mas com possibilidade de aproveitamento do nutriente presente no solo e também em combinações com outros nutrientes.

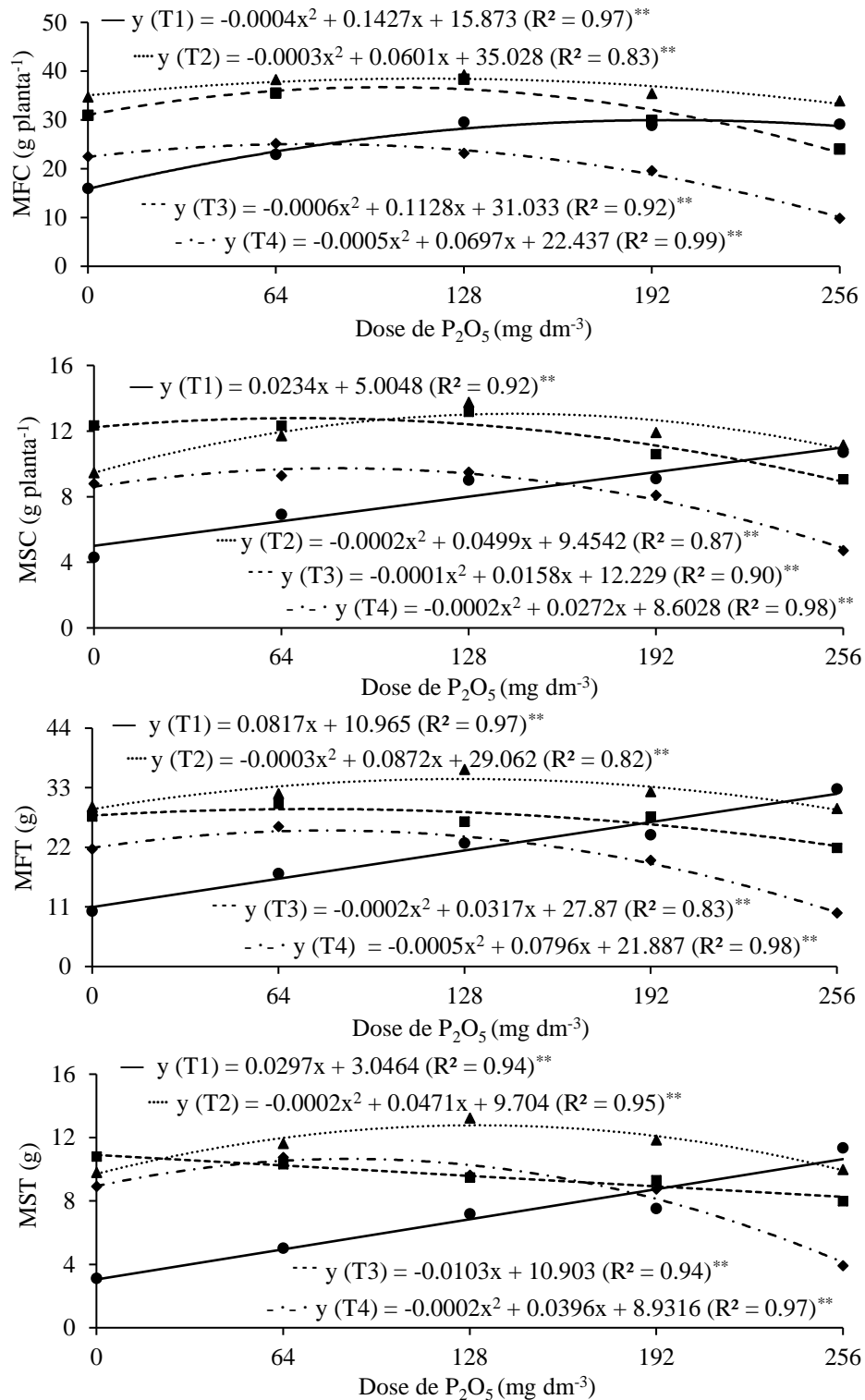


Figura 2. Massa fresca do caule (MFC), massa seca do caule (MSC), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST), em função das diferentes doses de fósforo, com a aplicação de cepas de *Trichoderma* [T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma*; T<sub>2</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 WP (Ecotrich WP); T<sub>3</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 SC (Predatox SC); T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911 (Quality WG)]. Ipameri, GO, 2019.

Caione, Lange e Schoninger (2012) estudaram sobre o crescimento das mudas de paricá em substrato fertilizado com nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e a combinação destes nutrientes e notaram que as adubações analisadas promoveram resultados significativos para todas as variáveis analisadas, similar ao estudo. E que para o acúmulo de massa seca total, notaram que o tratamento que proporcionou maior produção foi o formulado com a combinações dos três nutrientes, seguido do tratamento apenas com fósforo.

Díaz e Gonzáles (2018) analisaram o efeito de bioestimulantes de *T. harzianum* em diferentes concentrações, em plantas de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam) e os resultados só foram significativos para altura aos 60 dias, na concentração de 40 g L<sup>-1</sup> e saman (*Albizia saman* \*(Jacq) Merr.), para as duas concentrações distintas. Já para a cultura de cedro (*Cedrela odorata* L.) para número de folhas e altura aos 60 e 90 dias, e também da biomassa da parte aérea aos 90 dias, concordando que os tratamentos com aplicação das cepas possibilitaram um incremento substancial para as três espécies, sendo indicada a aplicação para a promoção destas espécies.

Já Brito et al. (2017) pesquisaram a respeito dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá e notaram que a inoculação dos fungos proporcionou maior crescimento e maior acúmulo de P, K, Mg e Ca na parte aérea das mudas de paricá, e que as mudas podem ser produzidas em substratos contendo fungos para obter mudas com melhor estado nutricional e crescimento, sem necessidade da adubação fosfatada. Resultado este semelhante ao encontrado no presente estudo, em que para algumas variáveis quando não há adubação fosfatada as cepas de *Trichoderma* spp. promovem um incremento significativo.

Também Soldan et al. (2018) pesquisaram a respeito do desenvolvimento de espécies florestais inoculadas com *Trichoderma* spp. fertilizado com fosfato de rocha, sendo que a quantidade correspondente deste nutriente é de 28 e 30% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total. Notaram que os melhores resultados em crescimento e extração de nutriente foram encontrados quando utilizaram o Trichonat PM sem fertilização, e *Trichoderma* sp. com adubação fosfata em plantas de *Eugenia pyriformis*. Enquanto em *Myrcianthes punges* (O. Berg.), o *Trichoderma* spp. promoveu um maior ponto de inserção dos primeiros ramos, porém os tratamentos não influenciaram a extração de nutrientes pelas plantas.

## 5. CONCLUSÃO

As cepas de *Trichoderma* spp. apresentaram desempenho satisfatório na promoção das mudas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) principalmente na ausência de adubação fosfatada após 120 DAE, sendo a cepa de *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP a mais eficiente na promoção das diferentes variáveis, em torno de 128 mg dm<sup>3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, P.P., STEFFEN, G. P. K., MALDANER, 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. D. O. S.; SILVA, H. F.; SOBRINHO, G. G. R.; NOVAES, A. B. Efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis*. **Scientia Forestalis**, v. 45. n. 114, p. 343-352, 2017.
- ALMEIDA, D.H; SCALIANTE, R. M; MACEDO, L. B; MACÊDO, A. N; DIAS, A. A; CHRISTOFORO, A. L; JUNIO, C. C. Caracterização completa da madeira da espécie amazônica Paricá (*Schizolobium amazonicum* HERB) em peças de dimensões estruturais. *Revista Árvore*, v.37. n. 6. p. 1175-1181, 2013.
- ALTOMAR, C. & TRINGOVSKA, I. Beneficial soil microorganisms, an ecological alternative for soil fertility management. In: Lichtfouse, E. (Ed.) - **Genetics, biofuels and local farming systems**. Heidelberg, Springer, p. 161-214, 2011.
- BORTOLIN, G. S; WIETHAN, M. M. S; VEY, R. T; OLIVEIRA, J. C. P; KOPP, M. M; 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.
- BRITO, V. N; TELLECHEA, F. R. F; HEITOR, L; FREITAS, M. S. M; MARTINS, M. A. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá. *Ciências Florestal*, v. 27, n. 2, 2017.
- CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.
- CARVALHO, D. D. C; MELLO, S. C> M; JUNIOR, M. L; SILVA, M. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* *in vitro* e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichiderma harizantum*. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 1, 2011.
- CHAGAS, L. F. B; 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.
- CORDEIRO, I. M. C. C; BARROS, P; L. C; LAMEIRA, O. A; FILHO, A. B. G. Avaliação de Plantios de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Huber ex Ducke) Barneby de diferentes idades e sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará – PA (BRASIL). *Ciências Florestal*, v. 25, n.3, p. 679-687, 2015.
- DONOSO, E.; LOBOS, G.; ROJAS, N. Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus radiata* em vivero. **Bosque**, Valdivia, v. 29, n. 1, p. 52-57, 2008.

DÍAZ, Tarsicio Santana; GONZÁLEZ, Leónides Castellanos. Efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* Rifai en posturas de Leucaena, Cedro y Samán. **Colombia forestal**, v. 21, n. 1, p. 81-90, 2018.

DUARTE, D. M.; ROCHA, G. T.; LIMA, F. B.; MATOS, F. S.; RODRIGUES, F. Response of paricá seedlings to water stress. **Floresta**, v. 46, p. 405-412, 2016.

EMPRAPA. Classificação Brasileira de Solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro**, 2013.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

GARCIA, E. A; SOUZA, J. P. Avaliação da qualidade de mudas de *Schizolobium parahyba* em função de diferentes aplicações de adubado fosfatado. **Tekhne e Logos**, v. 6, n. 1, 2015.

GÚSMAN-GÚSMAN, P. PORRAS-TRONCOSO, M. D. MONFIL, V. O. HERRERA-ESTRELLA, A. Trichoderma Species: Versatile Plant Symbionts. **Phytopathology**, v. 109, n. 1, p. 6-16, 2018.

JESUS, E. P.; SOUZA, C. H. E.; POMELLA, A. W. V.; COSTA, R. L.; SEIXAS, L.; SILVA, R. B. Avaliação do potencial de *Trichoderma asperellum* como condicionador de substrato para a produção de mudas de café. **Cerrado Agrocência**, Patos de Minas-MG, v. 2, n.2, p. 7-19, 2011.

SOLDAN, A; WATZLAWICK, L. F; BOTELHO, R. V; FARIA, C. M. D. R; MAIA, A. J. Development of forestry species inoculated with *Trichoderma* spp. fertilized with rock phosphate. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 4, 2018.

MACHADO, D.F.M.; PARZIANELLO, F.R.; SILVA, A.C.F.; & Antonioli, Z.I. -Trichoderma no Brasil: O fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, vol. 35, n. 1, p. 274-278, 2012.

VACCARI, D. Phosphorus: a looming crisis. *Scientific American Magazine*, 300 (6), p. 54-59, 2009.

VILAR, C. C; VILAR, F. C. M. Comportamento do fósforo em solo e planta. *Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias*, v. 8, n. 2, p. 37-44, 2013.

**CAPÍTULO III: PROMOTION OF GROWTH IN *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* WITH THE APPLICATION OF *Trichoderma* spp. UNDER BORO DOSES**

## RESUMO

Existe um elevado número de espécies nativas de importância no Brasil. Entre as espécies está o paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*), seu crescimento pode ser inibido pela falta de boro (B) ou pelo excesso, causando fitotoxidez. Entre os benefícios relatados atualmente pelo *Trichoderma* spp. está o aumento da tolerância a estresses bióticos, inclusive aumento na tolerância a nutrientes como o Boro. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento em mudas de paricá com a aplicação de doses de boro. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 5 (*Trichoderma* spp. e doses de boro), com sete repetições, sendo as doses 0, 0.5, 1.0, 1.5 e 2.0 g m<sup>-3</sup> de B. Foram avaliadas as variáveis de altura de planta, diâmetro do caule, massa fresca e seca foliar, caulinar e total, após 120 dias. Existe interação entre as cepas de *Trichoderma* spp. e doses de boro, neste caso, para a diminuição da fitotoxidez. O *T. Harzianum* IBLF 006 WP apresenta maior capacidade de aumentar a tolerância ao boro, seguido do *T. asperellum* URM 5911. Entretanto, o efeito benéfico no aumento da tolerância promovido por essas cepas, somente é viável para solos com altos conteúdos de boro no solo.

**Palavras-chave:** Paricá, fitotoxidez, tolerância, estresse abiótico.

## ABSTRACT

There are a large number of native species of importance in Brazil. Among the species is paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*), however, its growth inhibited by lack of boron (B) or by excess, causing phytotoxicity. Among the benefits currently reported by *Trichoderma* spp. is the increased tolerance to biotic stresses, including increased tolerance to nutrients such as B. Thus, the objective of this work was to evaluate the development and promotion of *Trichoderma* spp. in paricá seedlings with the application of boron levels. The experimental design was a randomized block with design 4 x 5 factorial (*Trichoderma* spp. and boron doses), with seven replicates, being the doses 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 mg dm<sup>-3</sup> of B. The variables of plant height, stem diameter, fresh and dry mass leaf, stem and total, after 120 days were evaluated. There is an interaction between the isolates of *Trichoderma* spp. and boron doses, in this case, for phytotoxicity decrease. The *T. harzianum* IBLF 006 WP isolate showed a higher capacity to increase boron tolerance, followed by *T. asperellum* URM 5911. However, the beneficial effect in increasing the tolerance promoted by these isolates is only feasible for soils with high soil boron content.

**Keywords:** Paricá, phytotoxicity, tolerance and abiotic stress.

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira é um recurso natural renovável destinado a diversos usos. Atualmente, o mercado consumidor e industrial brasileiro está absorvendo um elevado número de materiais a base de madeira e tem intensificado a geração de florestas plantadas, principalmente para celulose, painéis de madeira e, futuramente, etanol a partir da biomassa.

Segundo o relatório IBÁ (2017), a indústria brasileira de árvores plantadas é responsável por 7,84 milhões de hectares de reflorestamento e por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais, com um dos maiores potenciais para a construção de uma economia verde e baseada na sustentabilidade.

Existem várias espécies florestais nativas de importância no Brasil, havendo necessidade de subsídios científicos que promovam produção de mudas em grande quantidade e com qualidade para abastecer esse mercado crescente, como é o caso do *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, conhecido como paricá (BRITO et al., 2017). A espécie devido a sua capacidade de adaptação, aliada ao rápido crescimento e produtividade, vem se tornando uma fonte de alternativa renda, com maior foco no norte do país (SILVEIRA et al., 2017).

O paricá é uma espécie heliófila, em condições favoráveis apresenta alto índice de sobrevivência a campo, com grande potencial para uso em povoamentos florestais puros ou em consórcios implantados em diferentes condições edafoclimáticas (DIAS et al. 2015) e vários tipos de solo (SILVA e SALES, 2018)

Segundo Lima et al. (2003), a espécie tem seu desenvolvimento inibido tanto pela falta quanto pelo excesso de boro no solo, sendo a toxidez prejudicial ao diâmetro, a massa seca da parte aérea e da raiz, além de diminuir o conteúdo de macro e micronutrientes da planta. Fato este confirmando por Callegari et al. (2017), os quais verificaram que o excesso causou desordens no metabolismo, diminuindo o crescimento das plantas e reduzindo a qualidade das mudas, também nesta espécie.

Hermosa et al. (2012) relataram que algumas linhagens de *Trichoderma* spp. podem interagir diretamente com as raízes, aumentando o potencial de tolerância a estresses abióticos, inclusive toxidez, além de aumentar crescimento das plantas e a resistência a doenças (BROTMAN et al. 2012). Além disso, ainda seria capaz de melhorar a eficiência no uso de nutrientes, como o nitrogênio e sua absorção, de grande importância para a agricultura sustentável (SHORESH et al., 2010).

A partir destas essas informações, presume-se que estudos sobre o boro e sua combinação com o *Trichoderma* spp. na implantação e manejo do paricá são fundamentais

para auxiliar no seu cultivo e subsidiar tomadas de decisões, como o plantio em locais com excesso deste nutriente.

## 2. OBJETIVO

Avaliar o desenvolvimento inicial em plantas de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) com a aplicação de doses de boro.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Goiás, Campus Ipameri, em casa de vegetação (30 x 7 x 3,5m), com estrutura metálica coberta por filme de polietileno difusor de luz, com espessura de 150 micra, com laterais de sombrite 50%.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 5 (tratamentos com *Trichoderma* spp. e doses de boro), com sete repetições. As doses foram: 0, 0.5, 1.0, 1.5 e 2.0 g m<sup>-3</sup> de B, com base nos valores utilizados por Lima et al. (2003) e 150, 300 e 100 g m<sup>-3</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, conforme Caione et al. (2012).

Os tratamentos relacionados ao *Trichoderma* spp. foram adubados e divididos em T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma* spp.; T<sub>2</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 WP (Ecotrich WP; Ballagro Agro Tecnologia Ltda., Piracaia, SP, Brasil); T<sub>3</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 SC (Predatox SC; Ballagro Agro Tecnologia Ltda., Piracaia, SP, Brasil); T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911 (Quality WG; Laboratório de BioControle Farroupilha Ltda, Patos de Minas, MG, Brasil).

A unidade amostral foi composta por vasos de oito litros, preenchidos com solo Latossolo Vermelho Distrófico, segundo Embrapa (2013). Após a coleta do solo, este foi peneirado e misturado com 3,5 g de calcário, para cada quilograma de solo e reservado por 30 dias e posteriormente adubados com as doses relatadas acima.

Estes foram irrigados com 80% da capacidade de retenção de água no solo, a cada quatro dias. Posteriormente, aplicadas as doses de N, homogeneizadas e, logo após os tratamentos com o *Trichoderma* spp., na dose de 8 mL de suspensão (4 x 10<sup>8</sup> conídios vaso<sup>-1</sup>), com o emprego de pulverizador manual de pressão.

As sementes foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 2%, por 2 minutos, logo após, foram imersas em ácido sulfúrico e água destilada (30% de ácido e 70% de água) para a superação da dormência, por 20 minutos. Em seguida, lavadas em água corrente por 5 minutos, sendo semeadas três sementes por vaso, posteriormente, realizado o desbaste e permaneceu apenas uma planta. Foram realizadas irrigações com 80% da capacidade de campo nos vasos, a cada dois dias, conforme Duarte et al. (2016), com o intuito de alcançarem quatro meses de desenvolvimento (120 dias), após a sua germinação.

As características avaliadas foram a altura de planta (ALT), medida do solo ao ápice do caule da planta, em centímetros, com uma régua graduada; diâmetro do colo (DC), utilizando-se um paquímetro digital, a distância de dois centímetros do solo, em milímetros; massa fresca foliar (MFF), medida referente ao peso total das folhas da planta, em gramas por planta; massa

fresca caulinar (MFC), medida referente ao peso total do caule da planta, em gramas por planta; massas seca foliar (MSF) e caulinar (MSC), as partes frescas foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 48h e, então pesadas, sendo expressas em gramas por planta; massa seca total (MST), foi a soma dos valores das MSF e MSC, em gramas por planta.

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e a regressão, com o auxílio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Detecta-se, na Tabela 1, que para a fonte de variação Doses, *Trichoderma* e para a interação entre esses fatores, que houve diferença significativa ( $p \leq 0,01$ ), para todas as variáveis analisadas. Assim, as doses de boro possuem influência na presença de *Trichoderma* spp., com relação ao desenvolvimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* var. *amazonicum*.

Deve-se relatar que o transporte do B no solo dá-se, fundamentalmente por fluxo de massa, e que por isso a sua disponibilidade para a planta está muito dependente da umidade no solo durante o ciclo vegetativo, nesse caso mantida em 80% da capacidade de campo e, assim, evitando a lixiviação dos nutrientes durante o período experimental.

Araújo et al. (2017) estudaram o efeito do boro no crescimento de mudas de mogno-africano (*Khaya senegalensis* A. Juss) com doses variando entre 0 a 4 mg dm<sup>-3</sup>. Os autores relataram que houve diferença significativa para altura de planta, diâmetro do caule, número de folíolos, matéria seca foliar, caulinar e de raiz, com toxidez elevada e comportamento linear decrescente para todas as variáveis. Nota-se, conforme Figura 1, que este comportamento foi apresentado pelas variáveis de massa fresca e seca foliar e total para o tratamento controle (T<sub>1</sub>), mesmo utilizando doses menores que as supracitadas.

As cepas IBLF 006 WP (T<sub>2</sub>) e o URM 5911 (T<sub>4</sub>) possuem desempenho crescente ao aumento das doses para altura de planta, com comportamento linear e quadrático, respectivamente. Porém o controle sem aplicação e na dose zero apresenta valor similar aos tratamentos, com valor de 56,04 cm e, as cepas, com valores de 49,31 e 54,22 cm no ponto de máxima (Figura 1).

O diâmetro do caule do *Schizolobium amazonicum* var. *amazonicum* apresenta comportamento fitotóxico a partir de baixas doses de boro, como verifica-se no tratamento controle (T<sub>1</sub>), entretanto, tende a estabilização entre as doses de 1 a 2 mg dm<sup>-3</sup>, com valor médio entre esses pontos de 9,05 mm e superior ao desempenho apresentado pelas cepas de *Trichoderma*.

A cepa IBLF 006 WP foi mais eficiente no controle da toxidez para as variáveis de massa fresca e seca foliar e total, com aumento da tolerância a partir de 1 mg dm<sup>-3</sup>, Figuras 1 e 2, quando comparado ao controle (T<sub>1</sub>). Isso confirma o relato de Hermosa et al. (2012) de que o *Trichoderma* spp., neste caso o *T. Harzianum* IBLF 006 WP, pode promover maior tolerância as plantas pela combinação sinérgica com as raízes. Assim, possibilita ao paricá suportar doses de até 2 mg dm<sup>-3</sup>, quando combinado com esta cepa, ou até mesmo valores superiores.

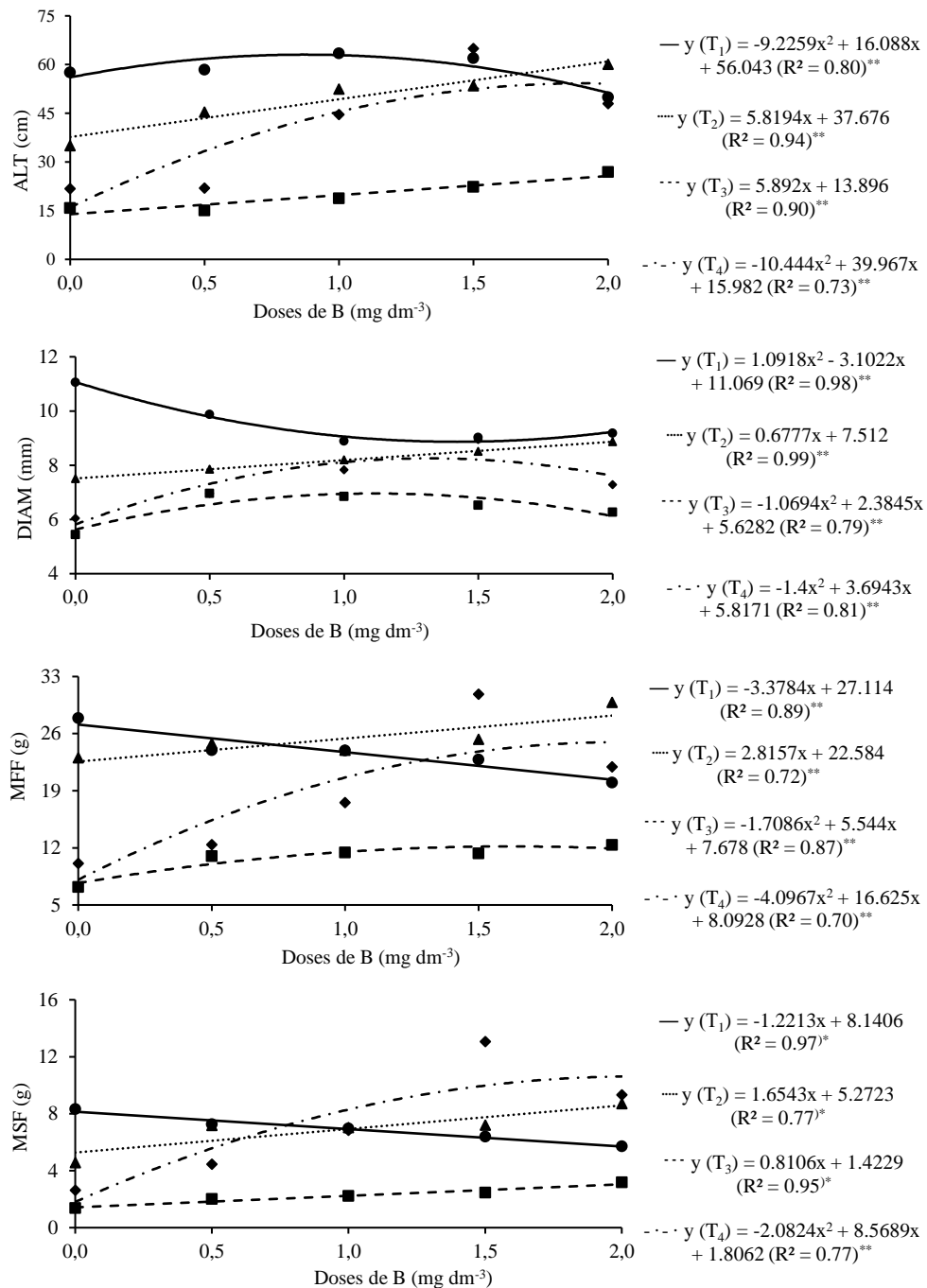
O menor efeito do boro poderia ser por causa do chamado “efeito de diluição”, visto que houve aumento das massas da parte área das plantas, neste trabalho, mais acentuado na massa fresca e seca das folhas, diluindo o nutriente na planta (Figura 1 e 2). Associações entre as plantas e os fungos micorrízicos podem ter papel importante na redução da transferência de elementos tóxicos para as plantas, servindo como barreira e impedindo de alcançarem a raiz (CABRAL et al., 2015), fato que pode ser semelhante ao apresentado pelo gênero *Trichoderma* e específico de algumas cepas, necessitando de mais estudos a respeito.

**Tabela 1.** Quadrado médio das variáveis altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), massa fresca das folhas (MFF), massa seca das folhas (MSF), massa fresca do caule (MFC) massa seca do caule (MSC), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST), sob diferentes doses de boro (0, 0.5, 1.0, 1.5 e 2.0 g m<sup>-3</sup> de B), com a aplicação de cepas de *Trichoderma* spp. em *Schizolobium amazonicum* var. *amazonicum*. Ipameri, GO, 2019.

F.V.	GL	ALT	DIAM	MFF	MFC
Dose (D)	4	891.25**	4.20**	276.94**	282.49**
Cepa (C)	3	8419.72**	74.53**	1388.47**	1877.57**
D x C	12	205.81**	5.75**	271.55**	195.37**
Bloco	6	48.58	1.93	35.88	141.96
Erro	114	28.76	0.30	725.32	24.12
CV (%)		9.49	6.98	23.83	28.45
F.V.	GL	MSF	MSC	MFT	MST
Dose (D)	4	50.98**	23.11**	1092.23**	1411.87**
Cepa (C)	3	175.31**	258.19**	6346.31**	9082.34**
D x C	12	36.35**	10.50**	884.17**	1072.84**
Bloco	6	0.94	9.50	125.08	201.41
Erro	114	2.76	1.87	78.25	102.44
CV (%)		30.01	25.92	25.09	24.08

\*\* - altamente significativo 1% de probabilidade, pelo teste F;

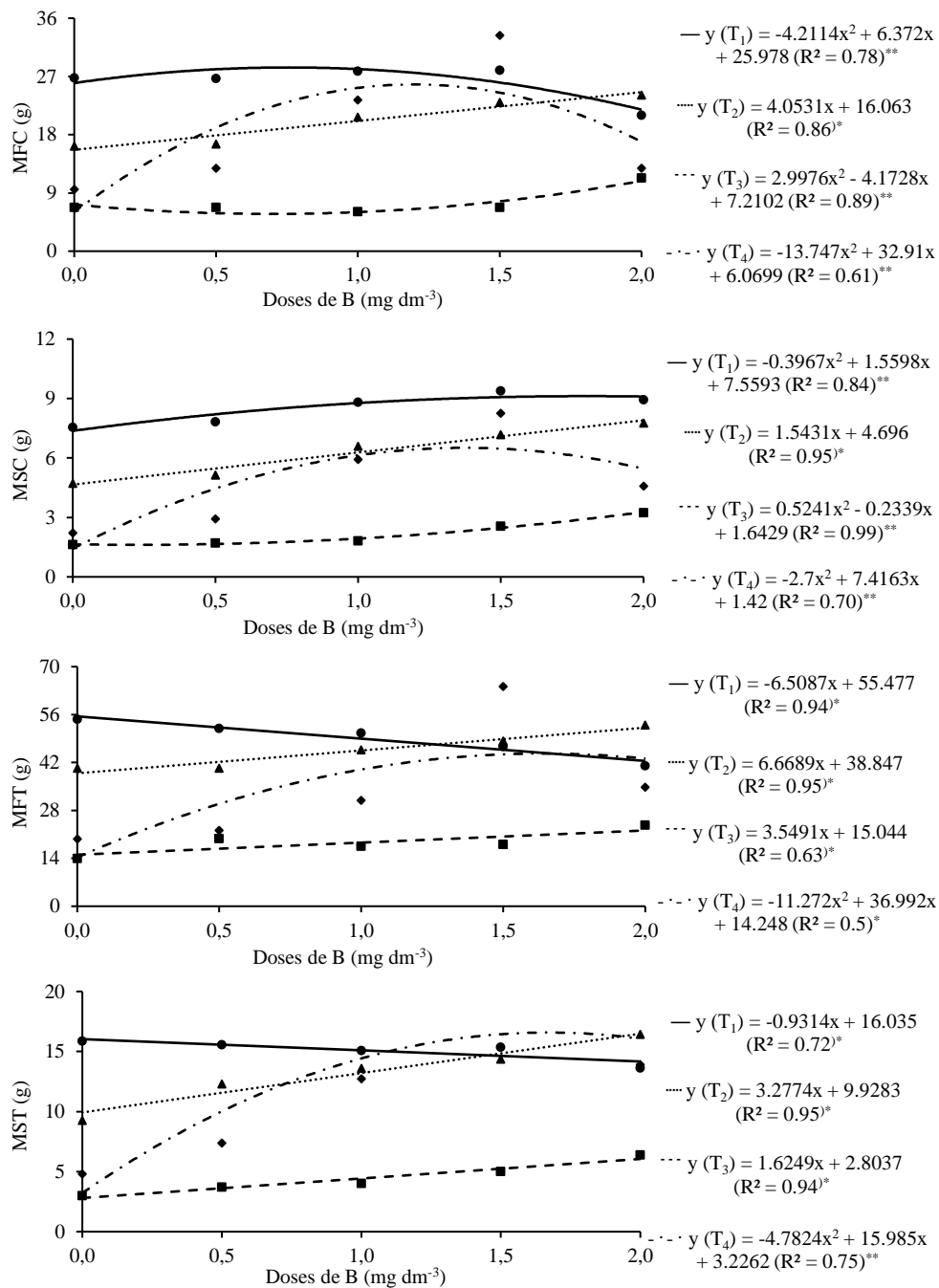
Awasthi et al. (2017) e Hoseinzabedh et al. (2017) pesquisaram *T. Harzianum* e *T. Harzianum* e *T. asperellum*, respectivamente, ao quais relataram que os fungos foram capazes de diminuir o efeito tóxico causado as plantas, entretanto, a maior parte destes trabalhos possui foco em gramíneas, relatando aumento da parte aérea, todavia, poucos trabalhos relacionados a espécies florestais.



**Figura 1.** Altura da planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), massa fresca das folhas (MFF) e massa seca das folhas (MSF), em função das diferentes doses de fósforo, com a aplicação de cepas de *Trichoderma* (T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma*; T<sub>2</sub> – *T. hazianum* IBLF 006 WP; T<sub>3</sub> – *T. hazianum* IBLF 006 SC; T<sub>4</sub> – *T. asperellum* URM 5911). Ipameri, GO, 2019.

Ferreto et al. (2016) relataram que mudas de *Eucalyptus urograndis* sofrem danos maiores a partir de doses superiores a 2,5 mg dm<sup>-3</sup>, valor este extremamente prejudicial ao paricá, de acordo com a massas fresca e seca das folhas. A redução seria de aproximadamente

25 e 30%, entre as doses 0 a 2 mg dm<sup>-3</sup>, de acordo com o tratamento controle (T<sub>1</sub>), podendo ser ainda mais drástica em doses mais elevadas (Figura 1).



**Figura 2.** Massa fresca caulinar (MFC), massa seca caulinar (MSC), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST), em função das diferentes doses de fósforo, com a aplicação de cepas de *Trichoderma* (T<sub>1</sub> – controle, sem aplicação de *Trichoderma*; T<sub>2</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 WP; T<sub>3</sub> – *Trichoderma hazianum* IBLF 006 SC; T<sub>4</sub> – *Trichoderma asperellum* URM 5911). Ipameri, GO, 2019.

Observa-se também o efeito benéfico na promoção desta espécie, com base no desempenho das cepas IBLF 006 WP e URM 5911, os quais demonstraram valores superiores ao controle em 7,8 e 4,6 g, para a massa fresca e, 0,4 e 2,5 g, para massa seca, respectivamente (Figura 1).

Para a variável massa fresca e seca do caule, o boro não traria benefícios significativos, assim como a aplicação de *Trichoderma* spp., independente do cepas, conforme Figura 2. Este resultado diverge do encontrado por Souza et al. (2015), avaliando amoreira-preta (*Rubus* spp.), que afirmaram que as omissões individuais de N, Ca e B, são as mais limitantes para o crescimento vegetativo da espécie e no conteúdo interno de nutrientes, tanto da parte aérea quanto raiz.

Fato também verificado para a massa fresca e seca total, de acordo com a Figura 2, o qual o desempenho sem aplicação de boro ou mesmo de *Trichoderma* spp. não promoveria o aumento substancial para estas variáveis, com valores 55,47 e 16,03 g, sendo indicado o uso de *Trichoderma* spp., somente quando o solo apresentar altos valores de boro.

Assim, como verificado por Silva Junior et al. (2014) em *Swietenia macrophylla* King utilizando as doses de 0, 0.5, 2.0 e 4.0 mg L<sup>-1</sup> combinadas com cálcio. Os autores detectaram que para as massas secas da parte aérea e da raiz, não houve incremento. Porém, a maior quantidade de boro aumentaria a tolerância a *Hypsipyla grandella* na espécie. Todavia, o benefício apresentado pela cepa na maior dose seria inviável, pois aumentaria os gastos, apresentaria fitotóxicidade, sendo indicado apenas 0,5 mg L<sup>-1</sup>.

Estudos realizados por XiaoBing et al. (2017) e Çikili e Samet (2016) relatam que o aumento de potássio no solo seria capaz de diminuir o efeito fitotóxico do boro e melhorar o desenvolvimento das plantas por sinergismo, verificado em fumo e em tomate-de-capucho (*Physalis peruviana* L.), respectivamente. Neste trabalho a dose aplicada de potássio está em conformidade com Caione et al. (2012), assim, novas doses devem ser estudadas com o intuito de promover o aumento da tolerância e possível aumento no sinergismo entre os nutrientes e as cepas, principalmente os IBLF 006 WP (*T. harzianum*) e URM 5911 (*T. asperellum*).

Segundo Lima et al. (2003), a deficiência de boro pode ser observada nas folhas mais novas e raízes, já a fitotoxicidade, nas folhas mais velhas, além disso, a dose recomendada seria de 0,15 mg dm<sup>-3</sup> para o melhor crescimento e desenvolvimento das plantas de paricá, sendo as doses estudadas por este autor foram de 0 a 2,1 mg dm<sup>-3</sup>.

Os valores de boro indicados por Barretto et al. (2007), em híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, avaliados nas doses 0 a 54 mg L<sup>-1</sup>, estariam entre 0,33 a 0,44 mg L<sup>-1</sup>,

sendo tal variação devido a diferença entre os clones comerciais testados para a produção de biomassa e sem causar fitotóxicidade.

O boro é um micronutriente muito importante para um grande número de espécies, entretanto, entre a dose adequada e a tóxica é uma distância muito estreita. Deve-se ressaltar que as espécies que toleram o excesso de B tendem a acumular menos o nutriente em comparação com outras espécies sensíveis (LANDI et al., 2012), o que pode indicar que o aumento da tolerância conferida pelo *Trichoderma* spp. pode ser devido à absorção e acúmulo, possibilitando o menor fitotóxicidade na planta.

De acordo com os resultados obtidos, as doses de boro trariam um benefício pequeno e somente para duas variáveis, altura e diâmetro do caule (Figura 1). E, a aplicação de *Trichoderma* spp. promoveria maior benefício em doses elevadas de boro, diminuindo o efeito fitotóxico e sendo mais benéfico para a massa das folhas de paricá, tanto frescas quanto secas. Como o efeito benéfico é baixo, neste caso, não seria indicada a aplicação de boro ou de *Trichoderma* spp em mudas de paricá.

O *T. Harzianum* IBLF 006 WP apresenta maior capacidade de aumentar a tolerância ao boro, seguido do *T. asperellum* URM 5911, mais efetivos para as variáveis de massa fresca e seca foliar e total. Já *T. harzianum* IBLF 006 SC, não apresentou interação sinérgica com as raízes do paricá, o qual apresentou comportamento similar às cepas somente para a variável de diâmetro do caule (Figuras 1 e 2), indicando baixo sinergismo.

Novos estudos estão sendo realizados com *Trichoderma* spp. com relação aos benefícios para a diminuição da fitotóxicidade em diversas espécies de vegetais. Segundo resultados obtidos por Vargas et al. (2017), o *T. asperellum* reduziria a toxicidade de cobre em cebola. Caporale et al. (2014) detectou que alface aumentava sua tolerância ao arsênio, melhorava sua eficiência nutricional, principalmente ao fósforo e ainda diminuiria o metaloide da parte comestível. Também observada essa tolerância em grão-de-bico ao arsênio, de acordo com Tripathi et al. (2017).

Segundo estes autores, o *Trichoderma* spp. teria a capacidade de melhorar a atividade microbiana, aumentar o volume e a eficiência das raízes e comumente da rizosfera, assim, com maior capacidade de adquirir nutrientes e água, elevando sua eficiência nutricional e hídrica. Dessa forma, diminuindo sua sensibilidade, com maior proteção das raízes e promovendo maior crescimento da parte aérea também. Entretanto, poucos estudos relatam tais efeitos nas espécies florestais.

Na rizosfera, ocorre a troca e o reconhecimento de moléculas sinalizadoras do *Trichoderma* e das plantas que podem alterar aspectos fisiológicos e bioquímicos em ambos.



Isso se deve a colonização das raízes de plantas mono e dicotiledôneas, que podem resultar em mudanças significativas, alterando o teor de hormônios, açúcares solúveis, compostos fenólicos e aminoácidos, taxa fotossintética, transpiração e teor de água (CONTRERAS-CORNEJO et al., 2016).

## 5. CONCLUSÃO

As cepas de *Trichoderma* spp. diminuem a fitoxidez de B em paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*).

A cepa de *T. Harzianum* IBLF 006 WP apresenta maior capacidade de aumentar a tolerância ao boro, seguido do *T. asperellum* URM 5911. Entretanto, o efeito benéfico promovido por essas cepas, somente é viável para solos com altos valores deste nutriente.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. S.; MELO, M. A.; HODECKER, B. E. R.; BARRETTO, V. C. M.; ROCHA, E. C. Adubação com boro no crescimento de mudas de mogno-africano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 5, p. 1-7, 2017.
- AWASTHI, A. K.; PANDEY, A. K.; KHAN, J. Potential of fungus *Trichoderma harzianum* for toxicity reduction in municipal solid waste leachate. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 14, n. 9, p. 2015-2022, 2017.
- BARRETTO, V. C. M.; VALERI, S. V.; SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKAHASHI, E. N. Eficiência de uso de boro no crescimento de clones de eucalipto em vasos. **Scientia Forestalis**, n. 76, p. 21-33, 2007.
- BROTMAN, Y.; LISEC, J.; MÉRET, M.; CHET, I.; WILLMITZER, L.; VITERBO, A. Transcript and metabolite analysis of the *Trichoderma*-induced systemic resistance response to *Pseudomonas syringae* in *Arabidopsis thaliana*. **Microbiology**, v. 158, p. 139-146, 2012.
- CABRAL, L.; SOARES, C. R. F. S.; GIACHINI, A. J.; SIQUEIRA, J. O. Arbuscular mycorrhizal fungi in phytoremediation of contaminated areas by trace elements: mechanisms and major benefits of their applications. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 31, n. 11, p. 1655-1664, 2015.
- CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.
- CALLEGARI, D. M.; LOBATO, E. M. S. G. Oxidant and antioxidant compounds, gas exchange and growth of young *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* plants under high boron and calcium concentrations, vol. 29, n. 12, p. 994-1002, 2017.
- CAPORALE, A. G.; SOMMELLA, A.; LORITO, M.; LOMBARDI, N.; SHAH, M. G. G. A.; PIGNA, M.; RUOCCO, M. *Trichoderma* spp. alleviate phytotoxicity in lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) irrigated with arsenic-contaminated water. **Journal of plant physiology**, v. 171, n. 15, p. 1378-1384, 2014.
- ÇIKILI, Y.; & SAMET, H. Response of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) plant at early growth stage to mutual effects of boron and potassium. **Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, v. 33, n. 2, p. 184-193, 2016.
- CONTRERAS-CORNEJO, H. A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; DEL-VAL, E.; LARSEN, J. Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: interactions with plants. **FEMS microbiology ecology**, v. 92, n. 4, p. 1-17, 2016.
- DIAS, P. C.; ATAÍDE, G. M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; PAIVA, H. N. Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **Cernea**, v. 21, n. 3, p. 379-386, 2015.
- DUARTE, D. M.; ROCHA, G. T.; LIMA, F. B.; MATOS, F. S.; RODRIGUES, F. Response of paricá seedlings to water stress. **Floresta**, v. 46, n. 3, p. 405-412, 2016.

EMPRAPA. **Classificação Brasileira de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERRETO, D. O. C.; RODRIGUES, J. P.; IBARR, M. A.; OLIVEIRA, C. S.; VIEIRA, R. C. B.; WEBER, M. A.; VIEIRA, F. C. B. Boron fertilization and liming for *Eucalyptus urograndis* cropped on sandy arenosol of Brazilian pampa. **Journal of plant nutrition**, v. 39, n. 3, p. 399-409, 2016.

HERMOSA, R.; VITERBO, A.; CHET, I.; MONTE, E. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. **Microbiology**, v. 158, n. 1, p. 17-25, 2012.

HOSEINZADEH, S.; SHAHABIVAND, S.; ALILOO, A. A. Toxic metals accumulation in *Trichoderma asperellum* and *T. harzianum*. **Microbiology**, v. 86, n. 6, p. 728-736, 2017.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2017**. Brasília: Industria Brasileira de Árvores, 2017. 80 p.

LANDI, M.; DEGL'INNOCENTI, E.; PARDOSSI, A.; GUIDI, L. Antioxidant and photosynthetic responses in plants under boron toxicity: a review. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 7, n. 3, p. 255-270, 2012.

LIMA, S. F.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, C. A. S.; CORRÊA, F. L. O. Comportamento do paricá (*Shizolobium amazonicum* Herb.) submetido à aplicação de doses de boro. **Cerne**, v. 9, n. 2, p. 192-204, 2003.

BRITO, V. N.; TELLECHEA, F. R. F.; HEITOR, L. C.; FREITAS, M. S. M.; MARTINS, M. A. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada na produção de mudas de paricá. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 485-497, 2017.

SHORESH M.; HARMAN G. E.; MASTOURI F. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. **Annual Review Phytopathology**, v. 48, p. 21–43, 2010.

SILVA, A. R.; SALES, A. Crescimento e produção de paricá em diferentes idades e sistemas de cultivo. **Advances in Forestry Science**, v. 5, n. 1, p. 231-235, 2018.

SILVA JUNIOR, M. L.; SOUZA JUNIOR, J. C.; BRAGA, A. C. M.; OHASHI, O. S.; MELO, V. S.; SILVA, G. R.; PEDROSO, A. J. S.; VIÉGAS, I. J. M.; SALDANHA, E. C. M. Crescimento de mogno-brasileiro e resistência a *Hypsipyla grandella* em função do cálcio e do boro. **Revista Árvore**, v. 38, n. 6, p. 1094-2014, 2014.

XIAOBING, T.; HUANWEN, Y.; ZHAOLI, X.; YUNHONG, L.; QIAN, X.; G, W.; YUXIANG, B.; SHIBAO, L.; YADONG, C.; XUANQUAN, Z. Effects of high-boron soil planting tobacco on growth of fluecured tobacco and potassium fertilizer regulation measures. **Journal of Southern Agriculture**, v. 48, n. 10, p. 1789-1794, 2017.

TRIPATHI, P.; SINGH, P. C.; MISHRA, A.; SRIVASTAVA, S.; CHAUHAN, R.; AWASTHI, S.; MISHRA, S.; DWIVEDI, S.; TRIPATHI, P.; KALRA, A.; TRIPATHI, R. D.; NAUTIYAL, C. S. Arsenic tolerant *Trichoderma* sp. reduces arsenic induced stress in chickpea (*Cicer arietinum*). **Environmental Pollution**, v. 223, p. 137-145, 2017.

VARGAS, J. T.; RODRÍGUEZ-MONROY, M.; MEYER, M. L.; MONTES-BELMONT, R.; SEPÚLVEDA-JIMÉNEZ, G. *Trichoderma asperellum* ameliorates phytotoxic effects of copper in onion (*Allium cepa* L.). **Environmental and Experimental Botany**, v. 136, p. 85-93, 2017.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral as cepas de *Trichoderma* spp. proporcionaram incrementos satisfatórios em diversas variáveis na cultura do paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*), sendo a cepa que mais promove incremento de acordo com o estudo foi a cepa *Trichoderma harzianum* IBLF 006 WP, com maior relevância, no que se refere a promoção do crescimento vegetal, mais evidente em baixa disponibilidade de nitrogênio, sob dose específica de fósforo e para aumentar a tolerância ao boro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M., MELO, M. A., HODECKER, B. E. R., BARRETTO, V. C. M., ROCHA, E. C. Adubação com boro no crescimento de mudas de mogno-africano. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 05, p. 1-7, 2017.
- BERTI, C. L. F., KAMADA, T., DA SILVA, M. P., MENEZES, J. F. S., & OLIVEIRA, A. C. S. (2017). CRESCIMENTO DE MUDAS DE BARU EM SUBSTRATO ENRIQUECIDO COM NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO. *Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas*, 26(2), 191-202.
- GOMES, J. M., SILVA, J. C. F. D., VIEIRA, S. B., CARVALHO, J. O. P. D., OLIVEIRA, L. C. L. Q., & QUEIROZ, W. T. D. *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby pode ser utilizada em enriquecimento de clareiras de exploração florestal na Amazônia. **Ciência Florestal**, 29(1), 417-424, 2019.
- IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2018**. Brasília: Industria Brasileira de Árvores, 2018.
- LUCON, Cleusa Maria Mantovanello. Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp. São Paulo: **Instituto Biológico/Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal**, 2009.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora: CERES. 2006. 638 p.
- VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S; SCARAMUZZA, J. F. Saturação por bases e doses de P no crescimento e nutrição de mudas de cerejeira (*Amburana Acreana* Ducke). **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 1, p.01-09, 2015.