



Trichoderma como promotor de crescimento de mudas de eucaliptos

Aloisio Freitas Chagas Junior^{a*}, Flávia Luane Gomes^a, Manuella Costa Souza^a,
Albert Lennon Lima Martins^a, Rodrigo Silva de Oliveira^a, Marcos Giongo^a,
Lillian França Borges Chagas^a

^a Universidade Federal do Tocantins, Brasil

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

INFO

Keywords

bioestimulante
seedling production
forestry

ABSTRACT

Trichoderma as a growth promoter for eucalyptus seedlings.

The study was carried out with the objective of evaluating the effect of *Trichoderma* isolates on the initial growth of *Eucalyptus brassiana* and *Eucalyptus urophylla* under greenhouse conditions. Five isolates of *Trichoderma* were used in the approximate concentration of 1×10^9 of conidia per gram of colonized rice, mixed with the substrate, using tubes with a capacity of 50 cm³. *E. brassiana* and *E. urophylla* species were evaluated for height (H), root length (RL), diameter (DC), dry shoot (DS), root (DR) and total (DT). Relative efficiency (RE) and Dickson's Quality Index (DQI) were also evaluated. All isolates were superior ($p < 0.01$) to the control in H and DS for *E. urophylla*, with a variation from 9.4 to 56.2% of increase in relation to the control at 100 days after sowing (DAS). In the *E. brassiana* species, the UFT 203 and UFT 205 isolates were statistically superior to the control and to the other isolates in DS, DT and RE at 100 DAS. For the species *E. urophylla*, the UFT 204 isolate promoted growth in H, DC, DS, DR and DT, with 56.5; 13.2; 25; 26.5 and 25.3%, higher than the witness, respectively. The inoculation of *Trichoderma* promoted the initial growth of seedlings of *E. urophylla* and *E. brassiana*. There was specificity for the different species of *Trichoderma* in relation to the two plant species, with a better relationship between *E. urophylla* with *T. longibrachiatum* (UFT 204) and *E. brassiana* with *T. harzianum* (UFT 203).

RESUMO

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de isolados de *Trichoderma* no crescimento inicial de *Eucalyptus brassiana* e *Eucalyptus urophylla* em condições de casa de vegetação. Foram utilizados cinco isolados de *Trichoderma* na concentração aproximada de 1×10^9 de conídios por grama de arroz colonizado, misturados ao substrato, utilizando-se tubetes com capacidade de 50 cm³. As espécies de *E. brassiana* e *E. urophylla* foram avaliadas quanto à altura (H), comprimento de raiz (CR), diâmetro (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST). Avaliou-se também a eficiência relativa (ER) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Todos isolados foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha em H e MSPA para *E. urophylla*, apresentando variação de 9,4 a 56,2% de incremento em relação à testemunha aos 100 dias após a semeadura (DAS). Na espécie *E. brassiana* os isolados UFT 203 e UFT 205 foram superiores estatisticamente a testemunha e aos demais isolados em MSPA, MST e ER aos 100 DAS. Para a espécie *E. urophylla* o isolado UFT 204 promoveu crescimento em H, DC, MSPA, MSR e MST, com 56,5; 13,2; 25; 26,5 e 25,3%, superior a testemunha, respectivamente. A inoculação de *Trichoderma* promoveu o crescimento inicial de mudas de *E. urophylla* e *E. brassiana*. Houve especificidade para as diferentes espécies de *Trichoderma* em relação às duas espécies vegetais, com melhor relação entre as espécies *E. urophylla* com *T. longibrachiatum* (UFT 204) e *E. brassiana* com *T. harzianum* (UFT 203).

Received 29 July 2020; Received in revised from 20 September 2020; Accepted 28 January 2021

INTRODUÇÃO

A eucaliptocultura é viável por apresentar características positivas em curto tempo de cultivo, podendo colaborar com a redução do desmatamento das florestas nativas. As espécies *Eucalyptus brassiana* e *Eucalyptus urophylla* são indicadas para regiões de baixa taxa pluviométrica, além da madeira apresentar características nobres, idade reduzida de corte, homogeneidade de matéria-prima, custo competitivo da madeira e possibilidade de usos múltiplos (Souza et al., 2009). A área total de árvores plantadas no Brasil totalizou 7,83 milhões de hectares em 2018, mantendo-se praticamente estável em relação ao ano de 2017. Os plantios de eucalipto ocupam 5,7 milhões de hectares desse total (Ibá, 2019).

De acordo com estudo feito por Castro et al. (2017), o estado do Tocantins apresenta terras disponíveis e baratas, sendo que destas, aproximadamente 42,3% da área total apresenta aptidão para o plantio de eucalipto. Estas condições favoráveis estimularam vários produtores a investirem na atividade (Castro et al., 2019).

Atualmente micro-organismos como bactérias e fungos são mais utilizados para otimizar as produções agrícolas e silviculturais, combatendo fitopatógenos, solubilizando nutrientes e sintetizando hormônios de crescimento. Um desses micro-organismos capazes de propiciar essa gama de benefícios são os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* (Hermosa et al., 2013; Azevedo et al., 2017; Druzhinina et al., 2018; Meyer et al., 2019).

Fungos do gênero *Trichoderma* apresentam vida livre, são classificados na sub-divisão Deuteromycotina, considerados importantes para inoculação em culturas agrícolas e estão entre os agentes de biocontrole e biofertilizantes mais estudados no mundo (Mendoza-Mendoza et al., 2018; Monte et al., 2019). São de fácil cultivo, por ser encontrado facilmente em diversos ambientes, possuem rápido crescimento em diferentes tipos de substratos, não são patogênicos ao homem e a plantas superiores (Mertz et al., 2009; Hermosa et al., 2013; Woo et al., 2014).

Possuem a capacidade de controlar a ação de patógenos das sementes, os quais sobrevivem no solo causando podridão, morte das plântulas e tombamento; protegem as partes subterrâneas das plantas contra ação de patógenos; melhora a taxa de germinação e o vigor das sementes; melhoram a absorção de nutrientes; promovem o crescimento e aumentam o rendimento das plantas (Carvalho Filho, 2008; Machado et al., 2012; Monte et al., 2019; Chagas Junior et al., 2019).

Algumas espécies pertencentes ao gênero *Trichoderma* tem efeito comprovado, como o *Trichoderma harzianum* na promoção de

crescimento vegetal, solubilização de micro e macro nutrientes como Cu, Fe, Zn, Mn, Ca, P, combate a patógenos, síntese de hormônios como o ácido Indolacético e colonização rizosférica (Carvalho Filho et al., 2008; Saito et al., 2009; Li et al., 2015). A espécie *Trichoderma asperelloides*, coloniza a rizosfera, combate a fitopatógenos, induz resistência ao stress biótico e abiótico, síntese de hormônios ácido indolacético (AIA), ácido abscísico (ABA), ácido giberélico (GA), solubilização de macro e micro nutrientes como Cu, Fe, Mn, Ca, P (Brotman et al., 2013; Gupta et al., 2014; Chagas et al., 2017a,b). A espécie *Trichoderma longibrachiatum* combate fitopatógenos e é capaz de resistir ao stress em altas temperaturas (Battaglia et al., 2013).

O uso do *Trichoderma* na produção de mudas de *Eucalyptus brassiana* e *Eucalyptus urophylla* pode reduzir custos com insumos, devido à atuação do micro-organismo em sintetizar hormônios, disponibilizar micro e macro nutrientes como P, Ca, Fe, Cu, Mn e Zn, além da proteção contra fitopatógenos.

A produção de mudas florestais tem crescido devido ao grande uso em plantio comercial e também em recuperação de áreas degradadas, e com o aumento dessa demanda tem-se a necessidade de encontrar novas tecnologias para acelerar o crescimento e reduzir os gastos com uso de insumos durante o cultivo. Os estimulantes químicos apresentam somente controle temporário e usualmente necessitam de aplicações repetidas durante o crescimento da cultura, enquanto os bioestimulantes a base de *Trichoderma* são capazes de se estabelecer, colonizar e reproduzir no solo (Suassuna et al., 2019).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de *Trichoderma* spp. no crescimento inicial das espécies *Eucalyptus brassiana* e *Eucalyptus urophylla*.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e no laboratório de Agromicrobiologia Aplicada e Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), campus de Gurupi, localizada sob as coordenadas 11°43'45" S e 49°04'07" N, e 280 m de altitude. A caracterização climática local é de clima tropical úmido com classificação do tipo pequena deficiência hídrica (B1wA'a') / vegetação de cerrado ou Savana Tropical segundo Köppen-Geiger (Peel et al., 2007).

Foram conduzidos dois experimentos independentes, com as espécies *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus brassiana*, sendo que os mesmos foram inoculados com diferentes espécies

de *Trichoderma*.

Os experimentos foram feitos em tubetes, com dimensões de 125 mm de altura, diâmetro superior de 2,8 cm, diâmetro inferior de 1,0 cm, contendo volume 50 cm³, totalizando 288 tubetes, esterilizados.

Isolados de *Trichoderma*

Foram utilizados quatro isolados obtidos no Laboratório de Agromicrobiologia Aplicada e Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi, caracterizados pelo sequenciamento da região TEF (Translation Elongation Fator) e identificados pelos códigos de acesso no GenBank (Tabela 1) no Instituto Biológico de São Paulo.

Tabela 1 - Códigos de acesso no GenBank para os isolados de *Trichoderma* spp. (Região TEF–translation elongation factor) utilizados neste estudo.

Isolados	Identificação da Espécie	Acesso GenBank	Referência
UFT 201	<i>T. asperelloides</i> GJS 04-217	DQ381958	Samuels et al. (2010)
UFT 202	<i>T. harzianum</i> CIB T23	EU279989	Hoyos-Carvajal et al. (2009)
UFT 203	<i>T. harzianum</i> CIB T23	EU279989	Hoyos-Carvajal et al. (2009)
UFT 204	<i>T. longibrachiatum</i> DAOM 167674	EU280046	Hoyos-Carvajal et al. (2009)
UFT 205	<i>T. asperelloides</i> GJS 04-217	DQ381958	Samuels et al. (2010)

Repicagem e quantificação dos isolados de *Trichoderma*

Os inóculos foram repicados e multiplicados em placa de petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (B.D.A) e incubado em B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) a temperatura a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, por sete dias (Dianese et al., 2012).

Para cada isolado utilizado foram necessários 200 g de arroz, umedecido com 120 mL de água destilada e colocado em saco plástico de prolipropileno com as seguintes dimensões: 42 cm de comprimento e 28 cm de largura. Os sacos com o arroz foram fechados e autoclavados a 121 °C durante 60 minutos, após a autoclavagem do arroz, foram transferidos assepticamente cinco discos de isolados com o diâmetro de 8 mm para cada saco de arroz e incubado em B.O.D a temperatura de 25 ± 2 °C com fotoperíodo de 12 horas por sete dias. A cada dois dias, o arroz foi revolvido para facilitar a troca gasosa, quebra dos agregados de micélios e aumentar a taxa de esporulação.

A quantificação do número de conídios de *Trichoderma* foi feita colocando 1 g de arroz colonizado dentro de 10 mL de água esterilizada, e agitação por 60 segundos, e contagem posterior dos conídios em câmara de Neubauer em microscópio óptico. Foi utilizado no experimento a concentração de 1 x 10⁹ de conídios por grama de arroz colonizado (Embrapa, 2012).

Inoculação do substrato

Foram utilizados em cada tubete 100 g de substrato comercial Bioflora®, 1 g de arroz

colonizado por *Trichoderma*, 1 g de adubo comercial osmocote com a formulação (19-06-10), apresentando em 1 g de fertilizante osmocote, 19% de Nitrogênio, 6% de fosforo e 10% de potássio. Os isolados foram misturados de forma homogênea ao substrato e adubo osmocote, em seguida colocados nos tubetes e permanecendo em casa de vegetação por sete dias para colonização deste substrato, para posterior semeadura. Para a testemunha, foi utilizado arroz comercial esterilizado e o adubo osmocote misturado ao substrato. Após sete dias em casa de vegetação, foram feitas as semeaduras com cinco sementes por tubete para as espécies *Eucalyptus brassiana* e *Eucalyptus urophylla*. No sétimo dia após a semeadura foram feitos os desbastes, deixando uma planta por tubete. O experimento foi irrigado diariamente por 100 dias.

Parâmetros avaliados e análise estatística

Cada experimento apresentou delineamento experimental inteiramente casualizado contendo seis tratamentos e 12 repetições, sendo cinco tratamentos inoculados com isolados de *Trichoderma* e um tratamento testemunha sem inoculação.

Foram feitas quatro avaliações, a primeira com 25 dias após a semeadura (DAS), a segunda com 50 DAS, a terceira com 75 DAS e quarta aos 100 DAS. Nas avaliações a parte aérea e raiz foram acondicionadas em sacos de papel e levados para estufa de circulação forçada (65 a 70 °C) por 72 horas até atingir massa constante, para determinação da massa seca.

Os parâmetros morfológicos calculados foram

altura (H), comprimento da raiz (CR), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST). Foram feitos cálculos de Índice de qualidade de Dickson (IQD) e eficiência relativa (ER). O IQD foi determinado em função da altura (H), diâmetro do colo (DC), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) (DICKSON et al., 1960) feito seguindo a fórmula: $IQD = MST(g) / \{H(cm) / DC(mm) + MSPA (g) / MSR(g)\}$. A eficiência relativa foi calculada aos 100 DAS seguindo a fórmula (MSPA inoculada com os isolados / MSPA sem inoculante) x 100.

Os dados foram submetidos à análise de

variância empregando-se o programa de análise estatística ASSISTAT versão 7.7 beta. As médias foram comparadas pelo teste Duncan a 1% ou 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a espécie *E. urophylla*, avaliada aos 25 dias após a semeadura (DAS), todos os isolados foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha nos parâmetros altura (H), comprimento de raiz (CR), diâmetro do colo (DC) e massa seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 2).

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

Isolados	H (cm)	CR (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
25 DAS ²						
Testemunha	1,37 c	6,42 b	0,38 c	0,029 d	0,010 b	0,040 c
UFT 201	2,60 b	13,12 a	0,65 b	0,036 ab	0,013 ab	0,049 ab
UFT 202	3,15 a	11,25 a	0,70 b	0,038 ab	0,012 ab	0,050 ab
UFT 203	2,47 b	12,75 a	0,69 b	0,032 cb	0,012 ab	0,044 bc
UFT 204	3,30 a	13,37 a	0,82 a	0,039 a	0,018 a	0,055 a
UFT 205	3,02 a	13,25 a	0,70 b	0,033 bc	0,013 ab	0,046 bc
C.V(%)	9,53**	14,01**	5,82**	8,75**	20,36 ^{ns}	10,95*
50 DAS						
Testemunha	6,45 d	12,00 b	1,12 c	0,11 e	0,043 c	0,15 d
UFT 201	9,87 c	15,47 a	1,35 ab	0,22 d	0,115 a	0,33 c
UFT 202	12,0 b	15,25 a	1,28 ab	0,25 c	0,101 b	0,35 c
UFT 203	12,6 ab	14,57 a	1,27 b	0,26 c	0,091 b	0,35 c
UFT 204	14,4 a	15,37 a	1,36 a	0,31 a	0,122 a	0,44 a
UFT 205	11,3 bc	15,10 a	1,33 ab	0,28 b	0,102 b	0,38 b
C.V(%)	11,9**	6,21 **	3,88**	6,16**	8,76**	5,67**
75 DAS						
Testemunha	29,4 c	13,75 c	2,46 f	1,47 c	0,41 c	1,89 d
UFT 201	33,0 b	14,37 bc	2,53 e	1,66 b	0,49 b	2,16 b
UFT 202	32,9 b	15,00 b	2,66 c	1,58 b	0,41 c	2,0 c
UFT 203	36,8 a	16,37 a	2,72 b	1,66 b	0,50 b	2,16 b
UFT 204	37,5 a	16,50 a	2,78 a	1,79 a	0,51 a	2,30 a
UFT 205	29,8 c	14,62 bc	2,6 d	1,49 c	0,50 b	2,00 c
C.V(%)	3,24**	4,89**	1,43**	3,42**	1,03**	2,77**
100 DAS						
Testemunha	32,0 e	15,00 a	3,18 d	2,00 c	0,64 b	2,64 b
UFT 201	45,2 b	15,25 a	3,24 cd	2,51 a	0,80 a	3,31 a
UFT 202	37,2 c	15,00 a	3,34 b	2,51 a	0,78 a	3,29 a
UFT 203	36,2 cd	15,00 a	3,31 bc	2,48 a	0,65 b	3,14 a
UFT 204	50,0 a	15,50 a	3,60 a	2,50 a	0,81 a	3,31 a
UFT 205	35,0 d	15,25 a	3,23 cd	2,21 b	0,63 b	2,61 b
C.V(%) ³	2,95**	5,04 ^{ns}	1,56**	3,94**	6,00**	6,46**

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 1% ** ou 5%* de probabilidade. ² DAS = Dias após a semeadura. ³ Coeficiente de variação.

Os isolados UFT 202, UFT 204 e UFT 205 foram superiores ($p < 0,01$) aos demais isolados no parâmetro H (Tabela 2). Nesse parâmetro os isolados variaram o crescimento em 80,2 a 140,8% em relação à testemunha (Tabela 2). Para o CR todos os isolados diferiram estatisticamente da testemunha, não diferindo estatisticamente entre si. Em DC o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) aos demais isolados com 115,7% em relação à testemunha aos 25 DAS. Para a MSPA o isolado UFT 204 apresentou média superior ($p < 0,01$) aos isolados UFT 203 e UFT 205 e superior ($p < 0,05$) aos isolados UFT 203 e UFT 205 em MST (Tabela 2). Em MSR não houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre os tratamentos.

Aos 50 DAS todos os isolados foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha em todos os parâmetros avaliados (Tabela 2). Para a H o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) aos isolados UFT 201, UFT 202 e 205, apresentando aumento de 123,2% em relação à testemunha. Para DC, aos 50 DAS, o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) ao isolado UFT 203, não diferindo estatisticamente dos demais isolados. Em MSPA e MST o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a todos os tratamentos, e em MSR os isolados UFT 204 e UFT 201 foram superiores ($p < 0,01$). O isolado UFT 204 apresentou aumentos de 21,4; 181,8; 183,7 e 193,3% em DC, MSPA,

MSR e MST, respectivamente, superiores a testemunha (Tabela 2).

Aos 75 DAS, no parâmetro H e CR os isolados UFT 203 e UFT 204 foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha e os demais isolados (Tabela 3). Em DC e MST todos os isolados foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha, sendo o isolado UFT 204 superior ($p < 0,01$) entre os isolados, apresentando 13 e 21,6%, respectivamente, superior à testemunha. Em MSPA e MSR o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) aos outros isolados e a testemunha.

Aos 100 DAS, os isolados de *Trichoderma* foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha em H e MSPA (Tabela 2). Para H e DC o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e os demais isolados. Para CR não houve diferença significativa. Para a MSPA e MST os isolados UFT 201, UFT 202, UFT 203 e UFT 204 foram superiores ($p < 0,01$). Para MSR, os isolados UFT 201, UFT 202 e UFT 204 foram superiores ($p < 0,01$) (Tabela 3).

Quanto a eficiência relativa (ER), que relaciona a MSPA dos tratamentos inoculados com *Trichoderma* com o tratamento testemunha sem inoculação, foi encontrado valor superior ($p < 0,01$) para os tratamentos inoculados com *Trichoderma*, com variação do aumento de 11 a 26% em relação a testemunha (Figura 1).

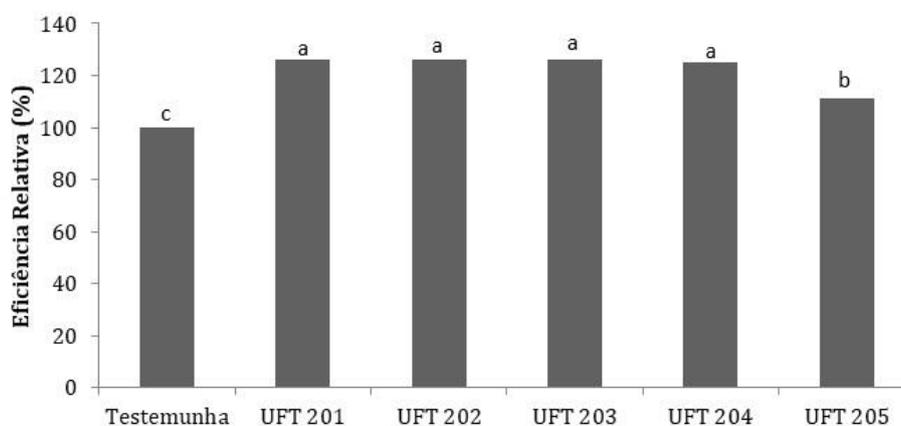


Figura 1 - Eficiência relativa na cultura de *Eucalyptus urophylla* inoculadas com *Trichoderma*. Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de significância.

Para a espécie *Eucalyptus brassiana*, avaliando aos 25 DAS para o parâmetro H o isolado UFT 204 foi superior estatisticamente a testemunha e aos isolados UFT 201 e UFT 203, apresentando aumento de 42,6% em relação à testemunha (Tabela 3). Em DC o UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha em 27,7%. Em MSR os isolados UFT

202 e UFT 205 foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha e aos isolados UFT 203 e UFT 204, com aumentos de 92,3 e 100%, respectivamente, em relação à testemunha. Para MST os isolados UFT 202 e UFT 205 foram 56,5 e 78% superior à testemunha, respectivamente, aos 25 DAS (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios de altura (H), comprimento de raiz (CR), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) de *Eucalyptus brassiana* inoculado com *Trichoderma*¹.

Isolados	H (cm)	CR (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
25 DAS						
Testemunha	3,68 cd	10,25 c	0,72 b	0,03 bc	0,013cd	0,046 b
UFT 201	4,07 bc	12,12 b	0,72 b	0,02 cd	0,020 ab	0,047 b
UFT 202	4,52 ab	13,87 a	0,77 b	0,056 a	0,026 a	0,082 a
UFT 203	3,12 d	9,92 c	0,73 b	0,012 d	0,009 d	0,021 c
UFT 204	5,25 a	13,37ab	1,07 a	0,04 ab	0,018 bc	0,065 ab
UFT 205	4,47 ab	13,5 ab	0,92 ab	0,047 ab	0,025 a	0,072 a
C.V(%)	12,06**	7,88**	15,14**	29,9**	23,59**	24,6**
50 DAS						
Testemunha	10,4 cd	14,2 a	1,53 b	0,29 c	0,07 c	0,37 c
UFT 201	10,0 d	12,2 b	1,36 c	0,25 d	0,06 c	0,31 d
UFT 202	11,7 bc	15,0 a	1,30 c	0,28 c	0,06 c	0,34 cd
UFT 203	13,6 a	14,2 a	1,70 a	0,34 b	0,11 a	0,47 b
UFT 204	12,2 ab	14,7 a	1,67 a	0,41 a	0,11 a	0,53 a
UFT 205	13,5 a	15,2 a	1,50 b	0,35 b	0,09 b	0,44 b
C.V(%)	8,61**	7,69*	4,09**	5,14**	10,6**	5,9**
75 DAS						
Testemunha	34 cd	14,0 d	2,88 bc	1,99 b	0,63 c	2,63 c
UFT 201	34 c	14,7 c	2,70 c	1,73 c	0,45 de	2,19 d
UFT 202	32 d	15,8 ab	3,00 ab	2,07 b	0,76 a	2,84 b
UFT 203	37 b	15,0 c	2,90 b	1,79 c	0,43 e	2,22 d
UFT 204	40 a	15,2 bc	3,20 a	2,47 a	0,72 b	3,20 a
UFT 205	37 b	16,2 a	2,90 b	1,71 c	0,47 d	2,19 d
C.V(%)	3,2**	3,27**	4,3**	3,7**	3,7**	3,06**
100 DAS ²						
Testemunha	37 c	15,0 ab	3,06 c	2,07 b	0,88 ab	2,95 b
UFT 201	33 d	14,7 ab	3,35 ab	1,54 d	0,79 c	2,25 c
UFT 202	43 b	14,2 b	3,37 a	1,78 c	0,64 c	2,42 c
UFT 203	39 c	14,5 ab	2,98 c	2,81 a	0,96 a	3,77 a
UFT 204	40 c	15,0 ab	3,17 bc	2,21 b	0,66 c	2,87 b
UFT 205	48 a	15,5 a	3,01 c	2,96 a	0,84 b	3,8 a
C.V(%) ³	5,8**	3,73 ^{ns}	3,8**	5,25**	8**	5,39**

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 1% ** ou 5%* de probabilidade. ² DAS = Dias após a semeadura. ³ Coeficiente de variação.

Aos 50 DAS, no parâmetro H os isolados UFT 203, UFT 204 e UFT 205 foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha variando em 17,3 a 30,7% (Tabela 3). Para o CR, nenhum isolado foi superior estatisticamente à testemunha. Quanto ao DC, os isolados UFT 203 e UFT 204 foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha e aos outros isolados. Para a MSPA e MST o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos demais isolados, apresentando desempenho superior à testemunha de 41,3% em MSPA e 43,2% em MST (Tabela 3).

Aos 75 DAS o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha aos demais isolados em H, MSPA, e MST com aumentos de 17,6, 24,12 e 21,6%, respectivamente, em relação à testemunha

(Tabela 3). Para o DC o UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos isolados UFT 201, UFT 203 e UFT 205, apresentando aumento de 11,1% em relação à testemunha. Para MSR o isolado UFT 202 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos demais isolado com 20,6% superior a testemunha (Tabela 3).

Aos 100 DAS, o isolado UFT 205 diferiu estatisticamente da testemunha e dos outros isolados em H (Tabela 3). Em CR não houve diferença significativa dos isolados em relação a testemunha, possivelmente pela limitação dos tubetes para 100 dias de cultivo. Para DC o isolado UFT 202 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha. Em MSPA e MST os isolados UFT 203 e UFT 205 foram superiores

($p < 0,01$) a testemunha e aos demais isolados (Tabela 3).

Para a eficiência relativa de *E. brassiana*, os isolados UFT 203 e UFT 205 foram superiores

($p < 0,01$) a testemunha e demais isolados, com variação de 36 a 46%, respectivamente, em relação a testemunha (Figura 2).

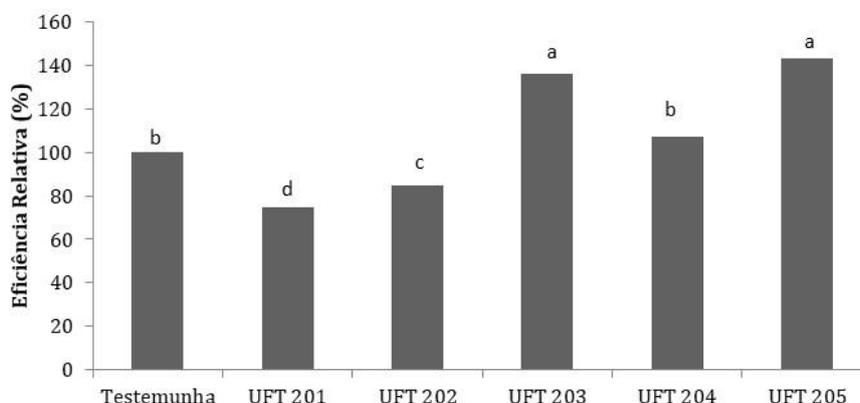


Figura 2 - Eficiência relativa na cultura de *Eucalyptus brassiana* com *Trichoderma*. Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de significância.

Para o índice de qualidade de Dickson (IQD), para a espécie *E. urophylla*, o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,05$) a testemunha e obteve melhor média entre os isolados aos 25 DAS (Tabela 4). Para a espécie *E. brassiana* os isolados UFT 202 e UFT 205 foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha e aos isolados UFT 201 e UFT 203, apresentando desempenho estatisticamente igual ao UFT 204 (Tabela 4).

Aos 50 DAS, todos os isolados foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha na espécie *E. Urophylla*, sendo o isolado UFT 201 superior ($p < 0,01$) aos isolados UFT 202 e UFT 203, e apresentou desempenho estatisticamente igual ao UFT 204 e UFT 205. Na espécie *E. brassiana* o isolado UFT 204 foi superior estatisticamente a testemunha e a todos os isolados, com 63% superior em relação à testemunha. (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios do Índice de qualidade de Dickson (IQD) nas espécies *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus brassiana* aos 25, 50, 75 e 100 dias após a semeadura cultivados com *Trichoderma*¹.

Isolados	<i>E. urophylla</i>		<i>E. brassiana</i>	
	25 DAS		50 DAS	
Testemunha	0,0063 b	0,0061 bc	0,018 d	0,03 c
UFT 201	0,0077 ab	0,0067 bc	0,036 a	0,02 d
UFT 202	0,0066 b	0,0103 a	0,030 bc	0,02 d
UFT 203	0,0070 ab	0,0039 c	0,027 c	0,040 b
UFT 204	0,0086 a	0,0087 ab	0,033 ab	0,049 a
UFT 205	0,0067 b	0,0109 a	0,034 ab	0,03 c
C.V(%)	13,87*	25,85**	10,17**	5,66**
	75 DAS		100 DAS	
Testemunha	0,121 d	0,17 c	0,201 c	0,2 b
UFT 201	0,132 bc	0,13 d	0,194 c	0,18 b
UFT 202	0,123 d	0,21 a	0,229 a	0,15 c
UFT 203	0,128 c	0,13 d	0,213 b	0,23 a
UFT 204	0,135 ab	0,20 b	0,195 c	0,18 b
UFT 205	0,138 a	0,13 d	0,198 c	0,19 b
C.V(%)	2,06**	4,5**	3,66**	8,3**

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan a 1%** ou 5%* de probabilidade. ² DAS = Dias após a semeadura. ³ Coeficiente de variação.

Aos 75 DAS, o isolado UFT 205 apresentou IQD superior ($p < 0,01$) à testemunha e aos isolados UFT 201, UFT 202 e UFT 203 na espécie *E. urophylla*, com 14% superior em relação à testemunha (Tabela 4). Na espécie *E. brassiana* o isolado UFT 202 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos demais isolados, com desempenho de 23,5% em relação à testemunha.

Para o IQD aos 100 DAS, em *E. urophylla* os isolados UFT 202 foi superior estatisticamente à testemunha e aos demais isolados (Tabela 4). Para a espécie *Eucalyptus brassiana* o isolado UFT 203 apresentou IQD superior aos demais tratamentos (Tabela 4).

Considerando os efeitos dos isolados de *Trichoderma* em cada espécie vegetal, para a espécie *Eucalyptus urophylla* o isolado *T. harzianum* (UFT 202) apresentou desenvolvimento superior em MSPA, MST e IQD, diferindo significativamente da testemunha, em 25,5, 14,6 e 14%, respectivamente, (Tabelas 2 e 4). Para espécie *Eucalyptus brassiana* em DC o UFT 202 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos isolados UFT 203 e UFT 204, com 10,1% em relação à testemunha (Tabela 3).

O isolados *T. harzianum* (UFT 203) na espécie *E. urophylla* apresentou crescimento superior em MSPA e MST de 24% e 6%, maior em relação a testemunha, respectivamente (Tabela 2). Na espécie *E. brassiana* o isolado UFT 203 foi superior em MSPA, MSR, MST e IQD com 35,7, 9,1, 15 e 15%, respectivamente, maior que a testemunha (Tabela 3 e 4, Figura 3).

Os resultados positivos observados para os diferentes experimentos podem ser explicados em função da ação do inoculante utilizado, tendo em vista que fungos do gênero *Trichoderma* são utilizadas não só no controle biológico de fitopatógenos, mas como promotores de crescimento vegetal, devido a sua versatilidade de ação, como parasitismo, antibiose e competição, além de atuarem como indutores de resistência a plantas contra doenças e produzirem hormônios de crescimento, solubilização de fosfato, sideróforos e metabólitos secundários (Milanesi et al., 2013; Chagas Junior et al., 2015; Chagas et al., 2015; Contreras-Cornejo et al., 2016; Bononi et al., 2020). Estes fungos encontram-se na rizosfera, são promotores do crescimento em espécies vegetais, e produzem uma rica fonte de metabólitos secundários, apresentando um vasto repertório de genes supostamente envolvidos na biossíntese de peptídeos não ribossômicos, policetídeos, terpenóides e pironas (Mukherjee et al., 2012), e a inoculação com uma concentração alta desse microrganismo pode proporcionar resultados positivos quanto ao biocontrole de fitopatógenos e, consequentemente, a promoção do crescimento vegetal.

A colonização da raiz, por *Trichoderma*, frequentemente aumenta o desenvolvimento radicular, produtividade da cultura, resistência a estresses abióticos e melhora o uso de nutrientes (Rubio et al., 2014). Estes resultados podem estar relacionados a capacidade que o fungo *Trichoderma* tem em promover o crescimento da parte aérea das plantas e a produção de auxinas ou análogos a auxinas e metabólitos como o 6PP que favorece o desenvolvimento das raízes (Contreras-Cornejos et al., 2009), promovendo raízes mais profundas e vigorosas, proporcionando maior tolerância a seca (Battaglia et al., 2013), incrementa a absorção e a solubilização de nutrientes (Chagas et al., 2017a,b; Bononi et al., 2020) e favorece a aderência hidrofóbica e o desenvolvimento de pelos absorventes nas raízes laterais, com aumento da superfície de absorção (Samolski et al., 2012). Também aumentam a massa seca e o conteúdo de amido e açúcares solúveis das plantas (Shoresh et al., 2010) e a eficiência fotosintética (Vargas et al., 2009), estando esta última diretamente relacionada com a assimilação de nitrogênio (Domínguez et al., 2016; Monte et al., 2019).

Estudos evidenciam linhagens com eficiência para o biocontrole de diversos patógenos e outras eficientes na promoção do crescimento vegetal, via colonização da rizosfera, em condições naturais e axênicas (Pomella e Ribeiro, 2009) ou disponibilizando nutrientes para a planta (Machado et al. 2012; Martínez et al., 2013). Além da capacidade de *Trichoderma* em controlar fitopatógenos pela produção de antibióticos, alguns compostos produzidos por *Trichoderma* são capazes de alterar o metabolismo de plantas hospedeiras (Patil et al., 2016).

Assim, os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* além de serem reconhecidamente biofúngicas, também podem ser classificados como biofertilizantes, bioestimulantes e potencializadores da resistência contra estresses bióticos e abióticos (Medeiros et al., 2019). O resultado de todas as interações normalmente é a promoção de crescimento vegetal (Woo e Pepe, 2018), ou seja, mesmo quando não se tem doenças, quando o produto é utilizado, poderá existir o benefício de aumento da eficiência de uso de nutrientes resultando em ganho de biomassa.

Santos et al. (2013) obtiveram aos 60 dias 7,59 cm, 0,68 mm e 7,59 cm em altura, diâmetro do colo e comprimento de raiz, respectivamente, para a espécie *Eucalyptus urophylla*. A mesma espécie cultivada com *Trichoderma longibrachiatum* (UFT 204) aos 50 dias após a semeadura (DAS) foi superior em 90, 12, e 100% respectivamente, em relação aos resultados de Santos et al. (2013) para os mesmos parâmetros avaliados.

Petter et al. (2012) avaliando diferentes tipos de substratos em *Eucalyptus urophylla* com tubetes de 100 cm³, aos 75 dias obtiveram 14,4 cm em altura e 0,96 mm em DC. O isolado *Trichoderma Longibrachiatum* (UFT 204) no mesmo período de avaliação, com tubete de volume 50 cm³, apresentou desempenho superior em 160% e 189%, respectivamente, para os mesmos parâmetros avaliados nessa espécie em relação aos dados de Petter et al. (2012).

Carvalho Filho et al. (2008) com isolado *T. harzianum* (CEM 262) em *Eucalyptus urograndis* obtiveram incremento em H, MSR, MSPA de 43,5; 145,4 e 137,4%, respectivamente. Na espécie *Eucalyptus camadulensis* os ganhos foram de 23,2; 37,5 e 114,2%, respectivamente, para as mesmas variáveis em relação a testemunha.

Li R-X et al. (2015) demonstraram que o *T. harzianum* induziu o crescimento tanto de parte aérea quanto de raiz, devido ao seu potencial em melhorar a absorção dos nutrientes P, Fe, Mn, Cu, e Zn, além de solubilizá-los através da atividade de acidificação, redox e hidrólise, mostrando interação planta x isolado.

Carvalho Filho et al. (2008) analisaram o efeito do isolado *T. harzianum* (CEM 262) em *E. urograndis* em laboratório e encontraram a capacidade de síntese de ácido Indol-3-acético (AIA) por este isolado, e em casa de vegetação a colonização endofítica das raízes pelo isolado, reportando o crescimento vegetal a essas características apresentadas pelo isolado.

A espécie *T. asperelloides* (UFT 201) na espécie *E. urophylla* foi superior em MSPA, MSR e MST, diferindo significativamente da testemunha em 25,5; 25; e 25,3%, respectivamente (Tabela 2). O mesmo isolado na espécie *E. brassiana* apresentou

superioridade em DC de 9,4% em relação a testemunha (Tabela 3). Na espécie *E. brassiana* o mesmo isolado foi superior em H, MSPA, MST com 29,7; 42,9; e 28,8%, respectivamente, superior em relação a testemunha (Tabela 3).

A colonização da raiz por isolados de *T. asperelloides* pode promover o crescimento tanto da parte aérea quanto da raiz, devido à atuação do isolado na solubilização de fósforo e sideróforos, como reportado por Zhao et al. (2015). Por viverem em simbiose com as raízes, o fungo *Trichoderma* também podem secretar metabólitos secundários, cuja função é proteger a planta contra fitopatógenos, como o *Fusarium oxysporum* (Grupta et al., 2014) e aumentam a capacidade da planta em suportar stress abiótico, como o salino e hídrico (Brotman et al., 2013).

A espécie *Trichoderma asperelloides* possui a capacidade de produzir ácido indol-3-acético (AIA), ácido giberélico (GA) e ácido abscísico (ABA) (Zhao et al., 2015). A auxina é um fitohormônio que regula o crescimento vegetal, atuando no desenvolvimento de caule, dominância apical, aumento de raízes laterais e abscisão foliar (Taiz e Zeiger, 2009). As giberelinas atuam na germinação de sementes e alongamento do caule (Stefanini et al., 2002). O efeito do ácido abscísico (ABA) está relacionado com o fechamento de estômatos, dormência e germinação de sementes, abscisão de folhas e frutos e resposta da planta ao estresse hídrico (Taiz e Zeiger, 2009).

A espécie *T. longibrachiatum* (UFT 204) foi superior em crescimento em H, DC, MSPA, MSR e MST, na espécie *E. urophylla*, com 56,5, 13,2, 25, 26,5 e 25,3%, respectivamente, maiores que a testemunha (Tabela 2, Figura 3).

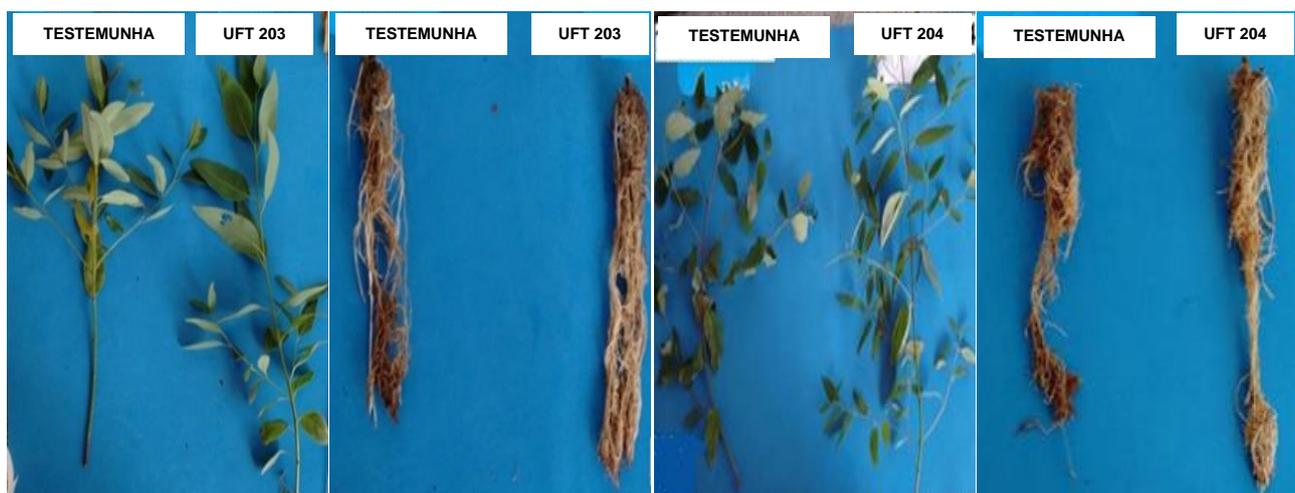


Figura 3 - Parte aérea e raiz das espécies *Eucalyptus brassiana* (A e B) e *Eucalyptus urophylla* (C e D) aos 100 DAS, com e sem inoculação com *Trichoderma harzianum* UFT 203 e *Trichoderma longibrachiatum* UFT 204.

Existem poucos estudos sobre o uso do *T. longibrachiatum* como promotor de crescimento vegetal. Os estudos existentes para esses isolados são para combate a fitopatógenos presentes na rizosfera e parte aérea, bem como a capacidade de induzir a planta a resistir a stress abiótico (Battaglia et al., 2013).

Em mudas de *Pinus radiata*, Hohmann et al. (2011) encontraram aumento de biomassa de 31% do peso seco e 16% parte aérea com a inoculação de *Trichoderma hamatum* LU592.

Quanto ao Índice de qualidade de Dickson (IQD), que é utilizado para atestar a qualidade de mudas levando em consideração vários parâmetros morfológicos como altura, diâmetro do colo, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea, massa seca total e a relação entre eles, quanto maior for o valor do IQD, melhor será a qualidade da muda (Vidal et al., 2006).

Conforme observado em outros trabalhos sem utilização de micro-organismos, cada espécie tem um IQD ideal específico. Oliveira Junior et al. (2011) encontraram aos 100 dias o valor de 0,11 para *E. urophylla*, para a espécie *C. Citriodora*. Steffen et al. (2011) encontraram o valor médio de 0,20. O valor do IQD encontrado para o tratamento com o isolado UFT 202 foi duas vezes maior ao valor que Oliveira Junior et al. (2011) relataram para espécie *E. urophylla*.

O IQD pode apresentar variação em função da espécie, manejo das mudas no viveiro, tipo e proporção do substrato, volume do recipiente e idade em que ocorre a avaliação da muda (Caldeira et al., 2013).

Trichoderma virens e *Trichoderma harzianum* apresentam eficiência como promotores de crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis* em condições de viveiro (Azevedo et al., 2017). Segundo os autores o tratamento das minestacas, pela imersão da base em pó de arroz colonizado com *Trichoderma virens*, mostra ser o tratamento mais eficiente na promoção do desenvolvimento e qualidade das mudas de eucalipto. As duas espécies de *Trichoderma* são capazes de colonizar endofiticamente as raízes de mudas do clone avaliado.

Segundo Junges et al. (2016), *Trichoderma* spp. coloniza 100% das sementes de canafístula (*Pelthophorum dubium*) controlando os fungos associados e proporcionando melhora na emergência das plântulas e maior número de folhas por muda, apresentando potencial para ser usado tratamento de sementes desta cultura.

Em várias avaliações no presente trabalho observou-se que um isolado apresentou elevado incremento de parte aérea e baixo resultado na parte radicular. Santos et al. (2008) com eucalipto

híbrido urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) obtiveram oscilações em seus dados, onde o isolado CEM 513 apresentou o melhor resultado em massa seca de raiz (MSR) com 1,20 g, em MSPA o mesmo isolado não foi o melhor resultado, apresentando o CEM 503 com 3,73 g o melhor resultado.

Cada isolado apresenta modo específico de promover crescimento na planta, seja, solubilizando fosfato ou outros nutrientes essenciais, na síntese de hormônios ou biocontrole.

CONCLUSÕES

A inoculação de *Trichoderma* promoveu o crescimento inicial de mudas de *E. Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus brassiana*.

Houve especificidade para as diferentes espécies de *Trichoderma* em relação às três espécies vegetais, com melhor relação entre as espécies *E. urophylla* com *T. longibrachiatum* (UFT 204) e *E. brassiana* com *T. harzianum* (UFT 203).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à agência brasileira de fomento à pesquisa CNPq, pelas bolsas concedidas. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo GB, Novaes QS, Azevedo GTOS, Silva HF, Sobrinho GGR, Novaes AB. Efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus camaldulensis*. *Scientia Forestalis*, v. 45, n. 114, p. 343-352, 2017. <https://doi.org/10.18671/scifor.v45n114.10>
- Battaglia D, Bossi S, Cascone P, Digilio MC, Prieto JD, Guerrieri PFE, Iodice L, Lingua G, Lorito M, Maffei E, Massa N, Ruocco M, Sasso R, Trotta V. Tomato Below Ground–Above Ground Interactions: *Trichoderma longibrachiatum* Affects the Performance of *Macrosiphum euphorbiae* and Its Natural Antagonists. *The American Phytopathological Society*. v. 26, n. 10, p. 1.249-1.256, 2013. <https://doi.org/10.1094/MPMI-02-13-0059-R>
- Bononi L, Chiamonte JB, Pansa CC, Moitinho MA, Melo IS. Phosphorus-solubilizing *Trichoderma* spp. from Amazon soils improve soybean plant growth. *Scientific Reports*, v. 10, n. 2858, p. 1-13, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59793-8>
- Brotman Y, Landau U, Inostroza AC, Takayuki T, Fernie AR, Chet I, Virtebo A, Willmitzer L. *Trichoderma*-Plant root colonization: escaping early plant defense responses and activation of the antioxidant machinery for saline stress tolerance. *PLOS Pathog.* v. 9, n. 3, p. 1-15, 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003221>

- Caldeira MV, Delarmelina WM, Peroni L, Gonçalves EO, Silva AG. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. *Pesq. Agropec. Trop.*, v. 43, n. 2, p. 155-163, abr./jun., 2013. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000200002>
- Carvalho Filho MRC, Mello SCM, Santos RP, Menêzes JE. Avaliação de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético *in vitro* e colonização endofítica de mudas de eucalipto. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento*, 226. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008.
- Castro AMG, Lima SMV, Vieira LF, Sarmento EPM. Elaboração do Plano Estadual de Agronegócios, Eficiência Energética e Marco Regulatório de Biocombustível no Estado do Tocantins. *Inova Prospectiva e Estratégia*, Palmas 2017.
- Castro, AMG, Tonani FL, Lima SMV. Desafios para o desenvolvimento do complexo agroindustrial do eucalipto para agroenergia na região norte do Brasil. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 9, p. 14292-14320, 2019.
- Chagas LFB, Castro HG, Colonia BSO, Carvalho Filho MR, Miller LO, Chagas Junior AF. Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. *Brazilian Journal of Botany*, v. 38, n. 4, p. 1-11, 2015. <https://doi.org/10.1007/s40415-015-0247-6>
- Chagas LFB, Chagas Junior AF, Castro HG. Phosphate solubilization capacity and indole acetic acid production by *Trichoderma* strains for biomass increase on basil and mint plants. *Brazilian Journal of Agriculture*, v. 92, n. 2, p. 176-185, 2017a. <https://doi.org/10.37856/bja.v92i2.3221>
- Chagas LFB, Colonia BSO, Santos GR, Scheidt GN, Portella ACF, Soares LP, Chagas Junior AF. Rice growth influence by *Trichoderma* spp. with natural phosphate fertilization under greenhouse conditions. *International Journal of Development Research*, v.07, n. 06, p.13147-13152, 2017b.
- Chagas Junior AF, Oliveira AG, Santos GR, Reis HB, Chagas LFB, Miller LO. Combined inoculation of rhizobia and *Trichoderma* spp. on cowpea in the savanna, Gurupi-TO, Brazil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 10, n. 1, p. 27-33, 2015. <https://doi.org/10.5039/agraria.v10i1a4334>
- Chagas Junior AF, Chagas LFB, Miller LO, Oliveira JC. Efficiency of *Trichoderma asperellum* UFT 201 as plant growth promoter in soybean. *African Journal of Agricultural Research*, v. 14, n. 5, p. 263-271, 2019. <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13556>
- Contreras-Cornejo HA, Macías-Rodríguez L, Cortés-Penagos C, López-Bicio J. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, v. 149, n. 3, p. 1579–1592, 2009.
- Contreras-Cornejo HA, 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*, Oxford, v.92, p.1-17, 2016. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw036>
- Dianese AC, Blum LEB, Mello SCM. Uso de *Trichoderma* spp. para o manejo da podridão-do-pé-do-mamoeiro causada por *Phytophthora palmivora* Butler. *Planaltina-DF: Embrapa Cerrados*, 18 p. 2012.
- Dickson A, Leaf AL, Hosner JF. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *For. Chron.*, v. 36, p. 10-13, 1960.
- Domínguez S, Rubio MB, Cardoza RE, Gutiérrez S, Nicolás C, Bettiol W, Hermosa R, Monte E. Nitrogen metabolism and growth enhancement in tomato plants challenged with *Trichoderma harzianum* expressing the *Aspergillus nidulans* acetamidase *amdS* gene. *Frontiers in Microbiology*, v. 7, p. 1182, 2016. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01182>
- Druzhinina IS, Chenthamara K, Zhang J, Atanasova L, Yang D, Miao Y, Rahimi MJ, Grujic M, Cai F, Pourmehdi S, Salim KA, Pretzer C, Kopchinskly AG, Henrissat B, Kuo A, Hundley H, Wang M, Aerts A, Salamov A, Lipzen A, Labutti K, Barry K, Grigoriev IV, Sheng Q, Kubicek CP. Massive lateral transfer of genes encoding plant cell wall-degrading enzymes to the mycoparasitic fungus *Trichoderma* from its plant-associated hosts. *PLoS Genetics*, v. 14, n. 4, p. 1-33, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1007322>
- Embrapa. Curso: Avaliação de qualidade de produtos à base de *Trichoderma*. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna –SP, 2012. <http://www.cnpma.embrapa.br/down_site/foorum/2012/trichoderma/Apostila_Trichoderma_2012.pdf> Acesso em: 15/02/2020.
- Gupta KJ, Mur AJ, Brotman Y. *Trichoderma asperelloides* suppresses nitric oxide generation elicited by *Fusarium oxysporum* in *Arabidopsis* roots. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. v. 27, n. 4, p. 307-314, 2014. <https://doi.org/10.1094/MPMI-06-13-0160-R>
- Hermosa R, Belén RM, Cardoza RE, Nicolás C, Monte E, Gutiérrez S. The contribution of *Trichoderma* to balancing the costs of plant growth and defense. *International Microbiology*, v. 16, n. 2, p. 69-80, 2013. <https://doi.org/10.2436/20.1501.01.181>
- Hohmann P, Jones EE, Hill RA, Stewart A. Understanding *Trichoderma* in the root system of *Pinus radiata*: associations between rhizosphere colonization and growth promotion for commercially grown seedlings. *Micobiol Ecol*, v. 115, n. 8, p. 759-67, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2011.05.010>
- Hoyos-Carvajal L, Orduz S, Bissett J. Genetic and metabolic biodiversity of *Trichoderma* from Colombia and adjacent neotropic regions. *Fungal Genetics and Biology*, v. 46, n. 9, p. 615-631, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2009.04.006>
- Ibá. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório 2019. Brasília. 80p. 2019. <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>> Acesso em 29/12/2020.
- Junges E, Muniz MF, Mezzomo R, Bastos B, Machado RT. *Trichoderma* spp. na Produção de Mudas de Espécies Florestais. *Floresta e Ambiente*, v. 23, n. 2, p. 237-244, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.107614>
- Li R-X CF, Pang G, Shen QR, Li R, Chen W. Solubilisation of phosphate and micronutrients by *Trichoderma harzianum* and its relationship with the promotion of tomato plant growth. *PLOS ONE*, v. 10, n. 6, p. 1-15, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130081>
- Machado DFM, Parzianello FR, Silva ACF, Antonioli ZI. *Trichoderma* no Brasil: O fungo e o bioagente. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.

- Martínez B, Infante D, Reyes, Y. *Trichoderma* spp. y su función em el control de plagas em los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*, v. 28, n. 1, p. 1-11, 2013.
- Medeiros FHV, Guimarães RA, Silva JCP, Cruz-Magalhães V, Souza JT. *Trichoderma*: interações e estratégias. In: Meyer MC, Mazaro SM, Silva JC. (Eds.). *Trichoderma*: Uso na Agricultura. Brasília, DF: Embrapa. p. 219-234, 2019.
- Mendoza-Mendoza A, Zaid R, Lawry R, Hermosa R, Monte E, Horwitz BA, Mukherjee PK. Molecular dialogues between *Trichoderma* and roots: role of the fungal secretome. *Fungal Biology Reviews*, v. 32, n. 2, p. 62-85, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2017.12.001>
- Mertz LM, Henning FA, Zimmer PD. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. *Ciência Rural*, v. 39, p. 13-18, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000100003>
- Meyer MC, Campos HD, Lobo Junior M. Avaliação à campo de *Trichoderma* em mofo-branco. In: Meyer MC, Mazaro SM, Silva JC. (Eds.). *Trichoderma*: Uso na Agricultura. Brasília, DF: Embrapa. p. 339-346, 2019.
- Milanesi PM, Blume E, Muniz MFB, Reiniger LRS, Antonioli ZI, Junges E, Lupatini M. Detecção de *Fusarium* spp. e *Trichoderma* spp. e antagonismo de *Trichoderma* sp. em soja sob plantio direto. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 6, p. 3219-3234, 2013. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3219>
- Monte BH, Bettiol E, Hermosa R. *Trichoderma* e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. In: Meyer MC, Mazaro SM, Silva JC. (Eds.). *Trichoderma*: Uso na Agricultura. Brasília, DF: Embrapa. p. 181-199, 2019.
- Mukherjee PK, Horwitz BA, Kenerley CM. Secondary metabolism in *Trichoderma* – a genomic perspective. *Microbiology*, v. 158, n. 1, p. 35-45, 2012. <https://doi.org/10.1099/mic.0.053629-0>
- Oliveira Junior AO, Cairo PAR, Novaes AB. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. *Revista Árvore*, v. 35, n. 6, p. 1173-1180, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000700003>
- Patil AS, Patil SR, Paikrao HM. *Trichoderma* secondary metabolites: their biochemistry and possible role in disease management. In: Choudhary DK, Varma, A. (Eds.). *Microbial-mediated induced systemic resistance in plants*. Singapore: Springer, 2016. p. 69-102.
- Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Update world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Science*, v. 11, p. 1633-1644. 2007.
- Petter FA, Andrade FR, Marimon Junior BH, Gonçalves LG, Schossler TR. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de eucalipto. *Revista Caatinga*, v. 25, n. 4, p. 44-51, out-dez., 2012.
- Pomella AWV, Ribeiro RTS. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – uma visão empresarial. In: Bettiol W, Morandi MAB. (Eds.). *Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 239-244.
- Rubio MB, Quijada NM, Pérez E, Domínguez S, Monte E, Hermosa R. Identifying beneficial qualities of *Trichoderma parareesei* for plants. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 80, n. 6, p. 1864-1873, 2014. <https://doi.org/10.1128/AEM.03375-13>
- Saito LR, Sales LLSR, Martinckoski L, Royer R, Ramos MS, Reffatti T. Aspectos dos efeitos do fungo *Trichoderma* spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v. 2, n. 3. 2009.
- Samolski I, Rincón AM, Pinzón LM, Viterbo A, Monte E. The qid74 gene from *Trichoderma harzianum* has a role in root architecture and plant biofertilization. *Microbiology*, v. 158, n. 1, p. 129-138, 2012. <https://doi.org/10.1099/mic.0.053140-0>
- Samuels GJ, Ismaiel A, Bon MC, De Respíns S, Petrini O. *Trichoderma asperellum* sensu lato consists of two cryptic species. *Mycologia*, v. 102, n. 4, p. 944-966, 2010. <https://doi.org/10.3852/09-243>
- Santos RP, Carvalho Filho MR, Martins I. Avaliação de Isolado de *Trichoderma* ssp. e *Gliocladium Virens* na Promoção do Crescimento em mudas de Eucalipto e na Produção de Ácido Idolacético In Vitro. *Embrapa, Recursos Genéticos e Biotecnológicos, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 232, Brasília, DF, p. 07, 2008.
- Santos FEV, Araújo JM, Andrade WC, Costa CC, Silva AG. Formação de mudas de *Eucalyptus urophylla* s.t. blake com utilização de resíduo sólido orgânico urbano. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n.16, p. 1203-1214, 2013.
- Shoresh M, Harman GE, Mastouri F. Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual Review Phytopathology*, v. 48, p. 21-43, 2010. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-073009-114450>
- Souza MOA, Silva JC, Lucia RMD, Viana W. Avaliação da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake em ensaios de usinagem, visando à produção moveleira. *Revista Árvore*, v. 33, n. 4, p. 751-758, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000400018>
- Stefanini MB, Rodrigues SD, Ming LC. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 1, p. 18-23, 2002.
- Steffen GPK, Antonioli ZI, Steffen RB, Schiedeck G. Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 31, n. 66, p. 75-82, 2011. <https://doi.org/10.4336/2011.pfb.31.66.75>
- Suassuna ND, Silva JC, Bettiol W. Uso do *Trichoderma* na cultura do algodão. In: Meyer MC, Mazaro SM, Silva JC. (Eds.). *Trichoderma*: Uso na Agricultura. Brasília, DF: Embrapa. p. 361-379, 2019.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 819p. 2009.
- Vargas WA, Mandawe JC, Kenerley CM. Plant-derived sucrose is a key element in the symbiotic association between *Trichoderma virens* and maize plants. *Plant Physiology*, v. 151, n. 2, p. 792-808, 2009. <https://doi.org/10.1104/pp.109.141291>
- Vidal LHI, Souza JRP, Fonseca EP, Bordin I. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. *Horticultura Brasileira*, v. 24, n. 1, p. 26-30, 2006.

- Woo SL, Pepe O. Microbial consortia: promising probiotics as plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, v. 9, n. 1801, p. 1-6, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01801>
- Woo SL, Ruocco M, Vinale F, Nigro M, Marra R, Lombardi N, Pascale A, Lanzuise S, Manganiello G, Lorito M. *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. *The Open Mycology Journal*, v. 8, p. 71-126, 2014. <https://doi.org/10.2174/1874437001408010071>
- Zhao LEI, Zhang Y. Effects of phosphate solubilization and phytohormone production of *Trichoderma asperellum* Q1 on promoting cucumber growth under salt stress. *Journal of Integrative Agriculture*, v. 14, n. 8, p. 1-15, 2015. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60966-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60966-7)