

Trichoderma COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus* *urophylla*, *Eucalyptus brassiana* E *Corymbia* *citriodora*

Data de aceite: 03/04/2023

Alexandre Ribeiro da Mota

Secretaria de Planejamento e Gestão de
Minas Gerais, SEPLAG -SEE - MG
Unai, MG
<http://lattes.cnpq.br/1726417830824290>

Patrícia Aparecida de Souza

Universidade Federal de São João Del
Rei, Campus de Sete Lagoas - MG
Sete Lagoas - MG
<http://lattes.cnpq.br/8025237953087290>

Aloisio Freitas Chagas Junior

Universidade Federal do Tocantins,
Campus Gurupi -TO
Gurupi -TO
<http://lattes.cnpq.br/9286795171322846>

Priscila Bezerra de Souza

Universidade Federal do Tocantins,
Campus Gurupi -TO
Gurupi-TO
<http://lattes.cnpq.br/8018581823274021>

Lillian França Borges Chagas

Doutorando na Universidade de Brasília.
<http://lattes.cnpq.br/6412767227344500>

André Ferreira dos Santos

Universidade Federal do Tocantins,
Campus Gurupi-TO
Gurupi-TO
<http://lattes.cnpq.br/4518510510661568>

Rubens Ribeiro da Silva

Universidade Federal do Tocantins,
Campus Gurupi -TO
Gurupi -TO
<http://lattes.cnpq.br/0879504732456996>

Mayanne Alves Pereira

Secretaria da Agricultura, Pecuária e
Aquicultura do Tocantins
Palmas - TO
<http://lattes.cnpq.br/1333077344235223>

Jacinto Pereira Santos

Universidade Federal do Tocantins,
Campus Gurupi-TO
Gurupi-TO
<http://lattes.cnpq.br/2776243556874187>

Evânia Galvão Mendonça

Universidade Federal de São João Del
Rei, Campus de Sete Lagoas - MG
Sete Lagoas - MG
<http://lattes.cnpq.br/6622750677574080>

Glauciana da Mata Ataíde

Universidade Federal de São João Del
Rei, Campus de Sete Lagoas - MG
Sete Lagoas - MG
<http://lattes.cnpq.br/8001032010519406>

RESUMO: O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de isolados de *Trichoderma* no crescimento inicial de *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* 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. urophylla* e *C. citriodora* 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 do *E. urophylla*, apresentando variação de 9,4 a 56,2% de incremento em relação à testemunha aos 100 dias após a semeadura (DAS). Em *C. citriodora* o isolado UFT 205 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos demais isolados em MSPA, MST, ER e IQD aos 100 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 *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana* e *Corymbia citriodora*.

PALAVRAS-CHAVE: Bioestimulante. Produção de mudas. Silvicultura.

Trichoderma AS A GROWTH PROMOTER OF SEEDLING *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana* AND *Corymbia citriodora*

ABSTRACT: The study was conducted to evaluate the *Trichoderma* isolates effect on initial growth of *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus urophylla* and *Corymbia citriodora* in greenhouse conditions. Five isolates of *Trichoderma* used at the approximate concentration of 1×10^9 conidia per gram of rice colonized mixed to the substrate, using tubes with a 50 cm³ capacity. Species *E. brassiana*, *E. urophylla* and *C. citriodora* were evaluated for height (H), root length (RL), diameter (D), dry weight of shoot (DWS), root (DWR) and total (DWT). It was also evaluated the relative efficiency (RE) and Quality Dickson Index (QDI). All isolates were higher ($p < 0.01$) in the witness H and DWS *E. urophylla*, with variation from 9.4 to 56.2% increase compared to the control at 100 days after sowing (DAS). *C. citriodora* isolated UFT 205 was higher ($p < 0.01$) the witness and the other isolated in DWS, DWT, RE and QDI to 100 DAS. In the *E. brassiana* the UFT 203 and UFT 205 isolates were statistically higher than the witness and the other isolated in DWS, DWT and RE to 100 DAS. For *E. urophylla* isolated UFT 204 promoted growth in H, D, DWS, DWR and DWT, 56.5; 13.2; 25; 26.5 and 25.3%, higher than the control, respectively. Inoculation of *Trichoderma* promoted the initial growth of *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana* and *Corymbia citriodora* seedlings.

KEYWORDS: Biostimulant. Seedling production. Forestry.

1 | INTRODUÇÃO

Em 2021 o Brasil atingiu o recorde de R\$30,1 bilhões no valor da produção florestal, com alta de 27,1%, em relação ao ano de 2020, com produção realizada em 4.884 municípios. Sendo que o valor da produção da silvicultura, que são as florestas plantadas, continua superando o da extração vegetal, desde a década de 90 (IBGE, 2021).

A área de florestas plantadas no país totalizou 9,5 milhões de hectares em 2021, com a participação de 3507 municípios que registraram área florestal plantada. O Eucalipto apresentou uma área plantada de 7,3 milhões de ha, o Pinus 1,8 milhões de ha, e outras espécies também de interesse comercial 380 mil ha (IBGE, 2021).

O Brasil destaca-se em todas as etapas do ciclo produtivo da eucaliptocultura, investindo em melhores técnicas de manejo, melhoramento genético e adaptabilidade ambiental, propiciando altos valores de crescimento e maior rendimento por hectare. Até o terceiro trimestre de 2022 o Brasil produziu 18.503 t de celulose; 8.257 t de papel; 5.248 m³ de painéis de madeira; e 2.628 t de carvão, (IBA, 2022).

As indústrias deste ramo comercial estão investindo e propiciando a expansão da eucaliptocultura em todos Estados brasileiros, devido ao país possuir condições climáticas, solo adequado e média pluviométrica adequada ao cultivo do eucalipto.

O Estado do Tocantins possui condições edafoclimáticas propícias ao desenvolvimento da eucaliptocultura e atualmente apresenta uma área plantada de cerca de 160 mil hectares com eucalipto, sendo que boa parte deste plantio se encontra em fase de corte (SEAGRO - TO, 2021). A alta rentabilidade juntamente a características climáticas favoráveis no Estado propiciam o aumento da área plantada, ano após ano (REDETO, 2012).

A eucaliptocultura é viável por apresentar características positivas em curto tempo de cultivo, podendo colaborar com a redução do desmatamento das florestas nativas. As espécie *Eucalyptus brassiana*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* 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 (IPEF 2005; SOUZA et al., 2009).

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* (HARMAN et al., 2004; HERMOSA et al., 2013).

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 (VERMA et al.,

2007). Estes fungos atuam de forma direta e indireta, como controladores de fitopatógenos e promoção do crescimento vegetal, devido sua ampla gama de ação, como parasitismo e hiperparasitismo. 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 (MACHADO et al., 2012; VERMA et al., 2007). Para Baugh e Escobar (2007), a ação do *Trichoderma* como estimulador do crescimento é complexa e realizada por interações com fatores bioquímicos e produção de diversas enzimas e compostos benéficos.

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 Idolacético e colonização rizosférica (CARVALHO FILHO et al., 2008; SAITO et al., 2009; LI et al., 2015). O *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; ZHAO LEI et al., 2015). O *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*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* 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, com o aumento dessa demanda tem-se a necessidade de encontrar novas tecnologias ou biotecnologias 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 (SANTOS et al., 2008).

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

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condução dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no período de setembro de 2014 a janeiro de 2015, em casa de vegetação do viveiro florestal e no laboratório de microbiologia da Universidade Federal do Tocantins, *campus* de Gurupi, localizada sob as coordenadas 11°43'45" S e 49°04'07" N, e 280 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN & GEIGER, 1928), o clima da região é Aw, definido como tropical quente e úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Foram conduzidos três experimentos independentes, com as espécies *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana* e *Corymbia citriodora*, sendo que os mesmos foram inoculados com diferentes espécies de *Trichoderma*.

O experimento foi feito 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, que foram esterilizados conforme Alfenas (1999).

2.2 Origem e isolamento do gênero *Trichoderma*

Doze amostras de solo como fontes potenciais de inóculos de *Trichoderma* spp. foram coletadas em áreas da estação experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi (11°43'45" S e 49°04'07" W, 280 m de altitude média) e em áreas de várzea no município de Lagoa da Confusão - TO (10°47'37" S e 49°37'25" W, 200 m de altitude média). As amostras foram retiradas a uma profundidade de 0-10 cm no perfil do solo de diferentes cultivos e formas de plantio e, encaminhadas ao laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* Universitário de Gurupi, onde foram armazenadas em câmara fria.

Foram retiradas 1 g de cada amostra de solo e depositadas diretamente em placa de petri (9 cm de diâmetro), utilizando método de plaqueamento direto, com três repetições por amostra, em meio de Batata-dextrose-ágar (BDA - Prolab-Brasil: confeccionados em calda de 200 g de batata, 20 g de dextrose, 15 g de ágar e 1000 mL de água destilada), acrescido de Terramicina® - Pfizer (100 mg L⁻¹), para inibir o crescimento bacteriano no isolamento dos fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* e incubados em câmara de crescimento, tipo B.O.D. (Biochemical, Oxygen, Demand), a temperatura de 25 ± 2 °C com fotoperíodo de 12 horas, por sete dias, período necessário para o fungo colonizar a placa por inteiro (DIANESE et al., 2012).

Após sete dias, foram selecionadas as placas com colônias típicas do gênero *Trichoderma*, as mesmas se destacaram dos demais micro-organismos que cresceram na placa, por apresentarem características mais agressivas de crescimento, preenchendo mais da metade da placa de petri, além de se destacarem com uma coloração inicialmente branca e depois verde. De acordo com Domsch et al. (1980), a principal característica morfológica

do gênero *Trichoderma* é a presença de micélio, inicialmente de coloração branca e de crescimento rápido, à medida que vai se desenvolvendo torna-se cotonoso e compacto com esporos verdes. Para Saito et al. (2009), a coloração varia dependendo da quantidade de esporos e da pigmentação destes.

Para confirmação do gênero, as colônias foram transferidas para placas de petri com meio BDA e, após sete dias de incubação em câmara de crescimento a temperatura de 25 ± 2 °C com fotoperíodo de 12 horas foi realizada uma identificação preliminar, levando-se em consideração apenas as características morfológicas, com base em bibliografia especializada, com o auxílio de microscópio óptico (ZAFARI et al., 2004), onde pôde ser visto as estruturas do gênero *Trichoderma*, resultando em cinco isolados de diferentes coberturas vegetais (Tabela 1). Os isolados foram mantidos em refrigerador com repicagens periódicas em meio BDA e conservados em água, conforme metodologia de Castellani (PIRES et al., 2012), para sua melhor conservação.

Identificação dos isolados	Origem	Espécie cultivada
UFT 201	Lagoa da Confusão	Várzea natural ¹
UFT 202	Lagoa da Confusão	Várzea natural ¹
UFT 203	Lagoa da Confusão	Calopogônio (<i>Calopogonium mucunoides</i> D.) ²
UFT 204	Gurupi	Soja (<i>Glycine max</i> (L) Merrill)
UFT 205	Gurupi	Soja (<i>Glycine max</i> (L) Merrill)

¹ Várzea com árvores e vegetação arbustiva em zonas úmidas naturalmente. ²Cultivo em plantio convencional.

Tabela 1. Identificação, origem e espécie cultivada nos solos de onde foram obtidos os isolados de *Trichoderma*

Os isolados encontrados foram caracterizados pelo sequenciamento da região TEF (Translation Elongation Fator) e identificados pelos códigos de acesso no GenBank (Tabela 2) no Instituto Biológico de São Paulo.

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)

Tabela 2. Códigos de acesso no GenBank para os isolados de *Trichoderma* (Região TEF - translation elongation factor) utilizados neste estudo

2.3 Repicagem dos isolados

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 micélios e aumentar a taxa de esporulação.

2.4 Quantificação dos Isolados

A quantificação do número de conídeos 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 conídeos por grama de arroz colonizado (EMBRAPA, 2012).

2.5 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 um grama 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*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora*. No sétimo dia após a semeadura foram feitos os desbastes, deixando uma planta por tubete. O experimento foi irrigado diariamente por 100 dias.

2.6 Parâmetros morfológicos e delineamento

Cada experimento apresentou delineamento experimental inteiramente casualizado contendo seis tratamentos e 4 quatro 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

aconditionadas 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).

A eficiência relativa foi calculada aos 100 DAS seguindo a fórmula (MSPA inoculada com os isolados / MSPA sem inoculante) x 100. 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:

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST(g)}}{\text{H(cm) / DC(mm) + MSPA (g) / MSR(g)}}$$

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 (SILVA, 2008).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 *Eucalyptus urophylla*

Para a espécie *E. urophylla*, avaliado aos 25 dias após a semeadura (DAS), todos os isolados foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha nos parâmetros H, CR, DC e MSPA (Tabela 3).

Isolados	H (cm)	CR (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
25 DAS²						
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	0,049ab
UFT 202	3,15 a	11,25 a	0,70 b	0,038 ab	0,012 ab	0,050ab
UFT 203	2,47 b	12,75 a	0,69 b	0,032 cb	0,012 ab	0,044bc
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	0,046bc
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	12,6ab	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	11,3bc	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	2,0 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	45,25b	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	36,2cd	15,00 a	3,31 bc	2,48 a	0,65 b	3,14 a
UFT 204	50,0 a	15,50 a	3,6 a	2,50 a	0,81 a	3,31 a
UFT 205	35,02d	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 sementeira. ³ Coeficiente de variação.

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) do *Eucalyptus urophylla* inoculado com *Trichoderma*

Os isolados UFT 202, UFT 204 e UFT 205 foram superiores ($p < 0,01$) aos demais isolados no parâmetro altura (Tabela 3). Nesse parâmetro os isolados variaram o crescimento em 80,2 a 140,8% em relação à testemunha (Tabela 3).

Para o comprimento de raiz 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. O isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) aos isolados UFT 203 e UFT 205 em MSPA e superior ($p < 0,05$) aos isolados UFT 203 e UFT 205 em MST (Tabela 3). 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 3). O isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) aos isolados UFT 201, UFT 202 e 205 no parâmetro H, 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 o isolado UFT 204 e o isolado

UFT 201 foram superiores aos demais ($p < 0,01$). O isolado UFT 204 apresentou aumentos de 21,4; 181,8; 183,7 e 193,3% em DC, MSPA, MSR e MST, respectivamente, superiores à testemunha (Tabela 3).

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

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

Quanto à 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 à testemunha (Figura 1).

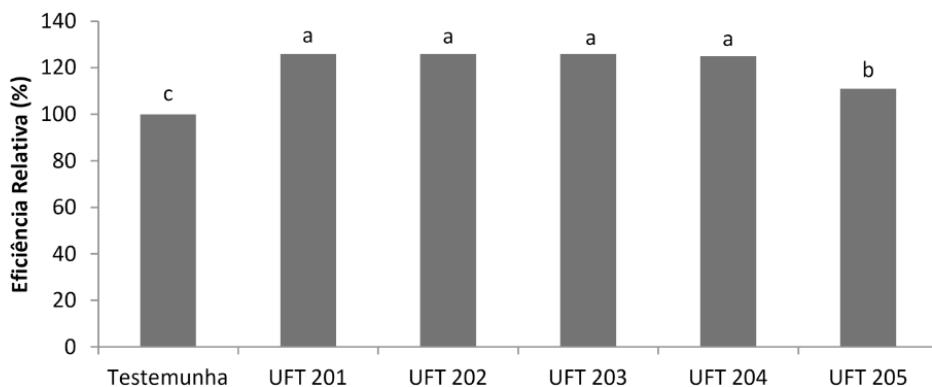


Figura 1. Eficiência relativa na cultura de *Eucalyptus urophylla* inoculadas com *Trichoderma*. Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de significância.

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).

3.2 *Corymbia citriodora*

Em *C. citriodora* os isolados foram superiores ($p<0,01$) a testemunha em todos os parâmetros avaliados aos 25 DAS (Tabela 4). Para a altura o isolado UFT 205 foi superior ($p<0,01$) aos demais não diferindo apenas do isolado UFT 201. Em CR todos os isolados foram superiores ($p<0,01$) a testemunha variando entre 10,2% a 16,7%.

Isolados	H (cm)	CR (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
25 DAS						
Testemunha	5,42 d	13,7 b	0,72 d	0,08 c	0,02 c	0,10 d
UFT 201	7,1 ab	15,2 a	0,90 c	0,11 b	0,04 ab	0,15 bc
UFT 202	6,07 c	15,1 a	0,91 c	0,10 b	0,039 ab	0,14 c
UFT 203	6,9 b	15,3 a	0,88 c	0,10 b	0,038 b	0,14 c
UFT 204	6,6 b	15,2 a	0,97 b	0,12 a	0,04 a	0,16 a
UFT 205	7,5 a	16 a	1,06 a	0,12 a	0,036 b	0,16 ab
C.V(%)	5,48**	3,86**	4,5**	7,84**	10,62**	7,04**
50 DAS						
Testemunha	9,7 c	15,5 b	1,31 b	0,24 e	0,07 d	0,32 d
UFT 201	12,3 b	16,5 a	1,43 a	0,36 d	0,10 c	0,47 c
UFT 202	13 ab	16,7 a	1,38 ab	0,42 ab	0,12 b	0,55 b
UFT 203	13 ab	16,5 a	1,38 ab	0,38 cd	0,12 ab	0,51 b
UFT 204	12,3 b	17 a	1,40 a	0,4 bc	0,12 b	0,53 b
UFT 205	14,1 a	16,5 a	1,44 a	0,45 a	0,13 a	0,58 a
C.V(%)	6,2**	3,72*	3,5 *	5,83**	5,23**	5,21**
75 DAS						
Testemunha	32,7 d	16,25 a	2,94 b	1,64 c	0,41 c	2,05 c
UFT 201	35,7bc	16,5 a	3,08 ab	1,77 b	0,47 ab	2,25 b
UFT 202	34,3cd	15,7 a	3,01 b	1,74 bc	0,43 bc	2,17 b
UFT 203	37,6 b	15,5 a	3,1 ab	1,76 bc	0,49 a	2,26 b
UFT 204	40 a	16,5 a	3,22 a	2,22 a	0,46 ab	2,73 a
UFT 205	34,7cd	16,25 a	3 b	1,73 bc	0,45 ab	2,18 b
C.V(%)	4,15**	4,45 ^{ns}	3,3*	4,34**	6,13**	3,38**
100 DAS²						

Testemunha	42,75b	16 a	3,16 b	2,13 e	0,7 c	2,84 e
UFT 201	43 b	16 a	3,2 b	2,29 d	0,8 ab	3,12 cd
UFT 202	43 b	16 a	3,24 ab	2,84 b	0,87 a	3,71 b
UFT 203	39 c	15,5 b	3,19 b	2,14 de	0,77 ab	2,92 de
UFT 204	44 ab	16 a	3,32 a	2,55 c	0,75 bc	3,31 c
UFT 205	46 a	16 a	3,20 b	3,73 a	0,82 ab	4,56 a
C.V.(%)³	3,4**	1,48*	1,82*	3,86**	7,32*	4,19**

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 o semeadura. ³ Coeficiente de variação.

Tabela 4. 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 *Corymbia citriodora* inoculado com *Trichoderma*¹

Para o DC aos 25 DAS, o isolado UFT 205 foi superior ($p < 0,01$) aos demais isolados, sendo 47,2% superior à testemunha (Tabela 4). Para MSR, o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) aos isolados UFT 203 e UFT 205 e a testemunha. Os isolados UFT 204 e UFT 205 foram superiores ($p < 0,01$) aos demais isolados em MSPA, apresentando aumento de 50% em relação à testemunha. Em MST os isolados UFT 204 foi superior aos demais ($p < 0,01$) com aumento de 60% em relação à testemunha.

Aos 50 DAS todos os isolados foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha nos parâmetros H, CR, MSPA, MSR e MST (Tabela 4). O isolado UFT 205 foi superior ($p < 0,01$) aos isolados UFT 201 e UFT 204 no parâmetro altura, apresentando desempenho de 44,3% superior à testemunha. Em CR os tratamentos com a inoculados dos isolados apresentaram de 6,4 a 9,6% superiores à testemunha. Em DC os isolados UFT 201, UFT 205 e UFT 204 foram superiores ($p < 0,05$) a testemunha, variando 6,8 a 9,5% (Tabela 4).

O isolado UFT 205 foi superior ($p < 0,01$) aos isolados UFT 201, UFT 203 e UFT 204 em MSPA e foi superior em MSR ($p < 0,01$) aos isolado UFT 201, UFT 202 e UFT 204, apresentando aumentos em relação à testemunha de 87,5% para MSPA e 85,7% para MSR (Tabela 4). Para a MST o isolado UFT 205 foi superior ($p < 0,01$) a todos isolados, 81,5% superior em relação à testemunha.

Para avaliação aos 75 DAS na variável H, MSPA e MST o isolado UFT 204 apresentou médias superiores ($p < 0,01$) a testemunha e a todos isolados, com aumetos de 22,3% sobre a testemunha em H, 35,6% em MSPA e 33,17% em MST (Tabela 4). Em DC o isolado UFT 204 diferiu estatisticamente da testemunha e dos isolados UFT 202 e UFT 205 apresentando-se 9,5% superior à testemunha. Em MSR o isolado UFT 204 juntamente com os isolados UFT 201, UFT 203 e UFT 205 foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha.

Aos 100 DAS, o isolado UFT 205 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e demais isolados em MSPA e MST. Em altura o UFT 205 foi superior estatisticamente aos isolados UFT 201, UFT 202 e UFT 203 e a testemunha. Em DC o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos isolados UFT 201, UFT 203 e UFT 205. Para MSR o UFT 202 foi superior

($p < 0,05$) a testemunha e ao UFT 204.

Quanto á eficiência relativa (ER) os isolados UFT 201, UFT 202, UFT 204 e UFT 205 foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha, sendo que o isolado UFT 205 diferiu estatisticamente dos demais isolados com aumento de 33% em relação a testemunha (Figura 2).

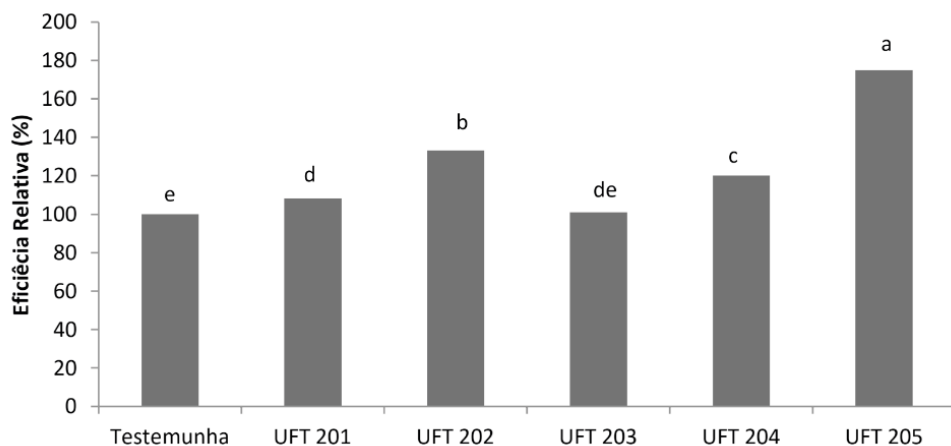


Figura 2. Eficiência relativa na cultura de *Corymbia citriodora* inoculadas com *Trichoderma*. Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan a 1% ou 5% de significância.

Aos 90 dias com tubetes de volume 50 cm³ Oliveira et al. (2014) avaliando diferentes substratos encontraram o melhor resultado para espécie *Corymbia citriodora* no parâmetro altura de 11,24 cm e 0,371 g em massa seca de parte aérea. O isolado *Trichoderma asperelloides* (UFT 205) aos 50 dias após a semeadura (DAS) foi superior em 25,4% em altura e 21,3% em MSPA aos resultados de Oliveira et al., (2014).

Bernadi et al. (2012) avaliando o crescimento de mudas de *C. citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação com substrato comercial indicado para a espécie e tubetes com volume de 50 cm³ aos 126 dias obtiveram o melhor resultado para altura de 16,42 cm e DC de 2,29 mm. O *Trichoderma longibrachiatum* (UFT 204) aos 75 DAS foi superior 140,6% em H, e 40,6% em DC aos dados de Bernadi et al. (2012).

Petter et al. (2012) avaliando o produto biochar como condicionador de substrato para produção de mudas de *Corymbia citriodora* utilizando tubetes de volume de 100 cm³ observaram maior altura com 21,7 cm e maior DC com 2,29 mm, aos 120 dias. Aos 100 DAS o *Trichoderma longibrachiatum* (UFT 204) foi maior, mesmo com tubetes de menor volume, sendo superior 102,7% e 44,9 %, respectivamente em H e DC em relação aos dados de Petter et al. (2012).

3.3 *Eucalyptus brassiana*

Avaliando aos 25 DAS para o parâmetro altura 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 5). Em DC o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha em 27,7%.

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	0,046b
UFT 201	4,07 bc	12,12 b	0,72 b	0,02 cd	0,020 ab	0,047b
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	0,065ab
UFT 205	4,47 ab	13,5 ab	0,92 ab	0,047ab	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	2,7 c	1,73 c	0,45 de	2,19 d
UFT 202	32 d	15,8 ab	3,0 ab	2,07 b	0,76 a	2,84 b
UFT 203	37 b	15,0 c	2,9 b	1,79 c	0,43 e	2,22 d
UFT 204	40 a	15,2 bc	3,2 a	2,47 a	0,72 b	3,20 a
UFT 205	37 b	16,2 a	2,9 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 DAS²						
Testemunha	37 c	15 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 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. 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 dois isolados foram 56,5 e 78% superior à testemunha, respectivamente, aos 25 DAS (Tabela 5).

Tabela 5. 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

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 5). 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. O isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos demais isolados em MSPA e MST, apresentando desempenho superior à testemunha de 41,3% em MSPA e 43,2% em MST (Tabela 5).

Aos 75 DAS o isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha aos demais isolados em H, MSPA, e MST com superioridade de 17,6, 24,12 e 21,6%, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 5). Para o DC o isolado 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 massa seca de raiz o UFT 202 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos demais isolado com 20,6% superior a testemunha (Tabela 5).

Aos 100 DAS, o isolado UFT 205 diferiu estatisticamente da testemunha e dos outros isolados em H (Tabela 5). Em CR não houve diferença significativa dos isolados em relação a testemunha. 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 5).

Para a eficiência relativa do *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 3).

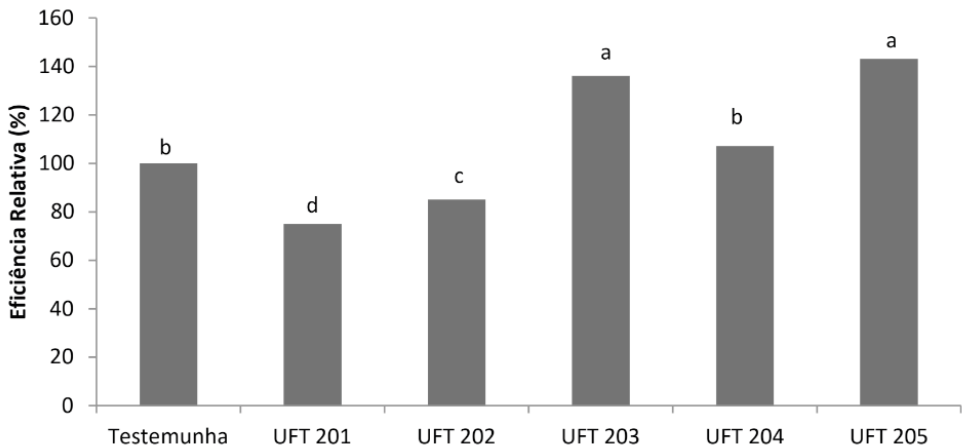


Figura 3. Eficiência relativa na cultura de *Eucalyptus brassiana* com *Trichoderma*. Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan a 1% ou 5% de significância.

3.4 Índice de Qualidade de Dickson

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 6). Na espécie *C. citriodora* o mesmo isolado UFT 204 foi superior estatisticamente à testemunha e todos outros isolados (Tabela 6). 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 6).

Aos 50 DAS, todos os isolados foram superiores ($p < 0,01$) a testemunha na espécie *E. urophylla* e *C. citriodora*. Na espécie *E. brassiana* o isolado UFT 204 foi superior estatisticamente a testemunha e a todos os isolados, com 63% de superioridade em relação à testemunha. Na espécie *E. urophylla* o isolado UFT 201 foi superior ($p < 0,01$) aos isolados UFT 202 e UFT 203, e apresentou desempenho estatisticamente igual ao UFT 204 e UFT 205. Em *C. citriodora* os isolados UFT 204 e UFT 205 foram superiores ($p < 0,01$) aos isolados UFT 201 e UFT 203 e testemunha, variando de 46,6 a 50%, respectivamente, em relação à testemunha (Tabela 6).

IQD			
Isolados	<i>E.urophylla</i>	<i>C.citriodora</i>	<i>E.brassiana</i>
25 DAS			
Testemunha	0,0063 b	0,010 c	0,0061 bc
UFT 201	0,0077 ab	0,014 b	0,0067 bc
UFT 202	0,0066 b	0,015 b	0,0103 a
UFT 203	0,0070 ab	0,013 b	0,0039 c
UFT 204	0,0086 a	0,017 a	0,0087 ab
UFT 205	0,0067 b	0,015 b	0,0109 a
C.V(%)	13,87*	6,93**	25,85**
50 DAS			
Testemunha	0,018 d	0,03 d	0,03 c
UFT 201	0,036 a	0,03 c	0,02 d
UFT 202	0,030 bc	0,043 ab	0,02 d
UFT 203	0,027 c	0,040 bc	0,040 b
UFT 204	0,033 ab	0,044 a	0,049 a
UFT 205	0,034 ab	0,045 a	0,03 c
C.V(%)	10,17**	4,61**	5,66**
75 DAS			
Testemunha	0,121 d	0,13 c	0,17 c
UFT 201	0,132 bc	0,14 b	0,13 d
UFT 202	0,123 d	0,14 bc	0,21 a
UFT 203	0,128 c	0,14 b	0,13 d
UFT 204	0,135 ab	0,15 a	0,20 b
UFT 205	0,138 a	0,14 bc	0,13 d
C.V(%)	2,06**	3,01**	4,5**
100 DAS²			
Testemunha	0,201 c	0,12 e	0,2 b
UFT 201	0,194 c	0,14 cd	0,18 b
UFT 202	0,229 a	0,19 b	0,15 c
UFT 203	0,213 b	0,13 de	0,23 a
UFT 204	0,195 c	0,15 c	0,18 b
UFT 205	0,198 c	0,23 a	0,19 b
C.V(%) ³	3,66**	7,34**	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 sementeira. ³ Coeficiente de variação.

Tabela 6. Valores médios do Índice de qualidade de Dickson (IQD) nas espécies *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana*, *Corymbia citriodora* aos 25, 50, 75 e 100 dias após a sementeira cultivados com *Trichoderma*¹

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 6). Em *C. citriodora* o IQD do isolado UFT 204 foi superior ($p < 0,01$) a testemunha e aos demais isolados. 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 75 DAS.

Para o IQD aos 100 DAS, em *E. urophylla* os isolados UFT 202 foi superior estatisticamente à testemunha e aos demais isolados (Tabela 6). Em *C. citriodora* o isolado UFT 205 foi superior estatisticamente a todos os tratamentos, em *E. brassiana* o UFT 203 foi o único isolado superior ($p < 0,01$) a testemunha.

O Índice de qualidade de Dickson (IQD) 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).

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).

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 que o isolado UFT 202 apresentou foi duas vezes maior ao valor que Oliveira Junior et al. (2011) relataram para espécie *E. urophylla*. Para a espécie *C. citriodora* o isolado UFT 205 apresentou o valor de IQD de 0,23, superior a média encontrada por Steffen et al. (2011) que foi de 0,20 aos 100 dias após a semeadura.

4 | DISCUSSÃO POR ISOLADOS AOS 100 DIAS APÓS A SEMEADURA (DAS)

4.1 *Trichoderma harzianum* (UFT 202 e UFT 203)

Os fungos promotores de crescimento possuem mecanismos específicos que podem variar conforme o ambiente, o tipo de substrato, a disponibilidade de nutrientes e interferências de outros micro-organismos, fatores climáticos, espécie de vegetal, etc.

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 3 e 6). Na espécie *Corymbia citriodora* o mesmo isolado foi superior em CR e MSR, apresentando 2,5% e 24% de superioridade em relação à testemunha (Tabela 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 5).

O *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 3). Na espécie *E. brassiana* o UFT 203 foi superior em MSPA, MSR, MST e IQD com 35,7, 9,1, 15 e 15%, respectivamente, maior que a testemunha (Tabela 5 e 6, Figura 4).



Figura 4. Parte aérea e raiz da espécie *Eucalyptus brassiana* aos 100 DAS. A1) parte aérea da testemunha X parte aérea com isolado UFT 203. A2) raiz da testemunha X raiz com isolados UFT 203.

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 Idol-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 colonização endofítica da raiz por *Trichoderma* promove maior crescimento não somente pela solubilização de nutrientes, mas também devido ao combate a fitopatógenos, como por exemplo, o causador da vassoura da bruxa (*Crinipellis pernicioso*), tombamento (*Rhizoctonia solani*), mofo dos grãos (*Aspergillus flavus*), podridão rosada da espiga (*Fusarium moniliforme*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) (MARCO et al., 2003; VERMA et al., 2007).

4.2 *Trichoderma asperelloides* (UFT 201 e UFT 205)

O *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 3). O mesmo isolado na espécie *E. brassiana* apresentou superioridade em DC de 9,4% em relação a testemunha (Tabela 5).

Para o *T. asperelloides* (UFT 205) na espécie *C. citriodora* apresentou desempenho superior em H, MSPA, MSR, MST e IQD com 7,6; 75,1; 17; 60,5; e 91,6%, respectivamente, maior que a testemunha (Figura 5). 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 4 e 6).

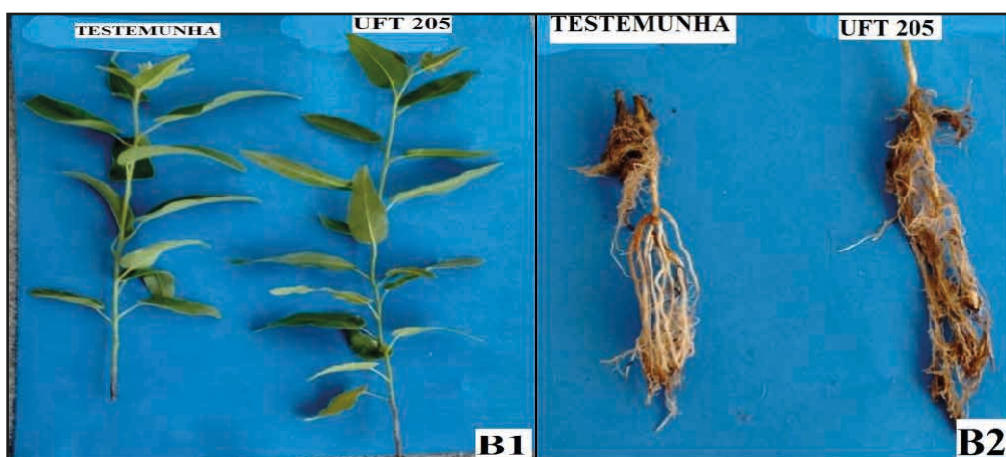


Figura 5. Parte aérea e raiz da espécie *Corymbia citriodora* aos 100 DAS. B1) parte aérea da testemunha X parte aérea com isolado UFT 205. B2) raiz da testemunha X raiz com isolados UFT 205.

Carvalho Filho et al. (2008) utilizaram o *T. asperelloides* (CEM 162) para a espécie *E. urograndis* híbrido G-100, observaram que a H, MSPA e MSR foram superiores a testemunha em 25,9; 120 e 136%, respectivamente. Na espécie *E. camadulensis* a H e MSPA foram superiores em 28,9% e 42% em relação a testemunha.

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).

O *Trichoderma asperelloides* possui a capacidade de produzir ácido indol-3- acético (AIA), ácido giberélico (GA) e ácido abscísico (ABA) (ZHAO LEI 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 (ROSS, 1984; 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).

4.3 *Trichoderma longibrachiatum* (UFT 204)

O *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 3, Figura 6). Para a espécie *C. citriodora* o UFT (204) foi maior em H e DC, com 3% e 5% de superioridade sobre a testemunha (Tabela 4).



Figura 6. Parte aérea e raiz da espécie *E. urophylla* aos 100 DAS. C1) parte aérea da testemunha X parte aérea com isolado UFT 204. C2) raiz da testemunha X raiz com isolados 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).

4.4 Perspectivas sobre o uso de *Trichoderma*

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

Em várias avaliações no presente trabalho observou-se que um isolado apresentou elevado incremento de parte aérea e baixo resultado na parte radicular (Tabelas 3, 4 e 5). 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.

Carvalho Filho et al. (2008) verificaram que o *T. asperellum* não sintetizou AIA, mas estimulou maior crescimento de *E. camadulensis* com incremento de massa seca de parte aérea, sendo reportado a capacidade de promover o crescimento a outras características do *Trichoderma*. Por isso, percebeu-se que isolados de *Trichoderma* tem vários mecanismos de promover o crescimento e precisa-se de mais pesquisas para elucidar todos os meios de promoção de crescimento, principalmente em espécies florestais.

5 | CONCLUSÕES

A inoculação de *Trichoderma* promoveu o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus brassiana* e *Corymbia citriodora*.

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), *C. citriodora* com *T. longibrachiatum* (UFT 204) e *T. asperelloides* (UFT 205), e *E. brassiana* com *T. harzianum* (UFT 203).

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. Mofo Cinzento Causado por *Botrytis cinérea* (Persoon ex Fries) em estacas e microestacas de *Eucalyptos* sp. resistência a benomil e erradicação de inoculo do patógeno com água quente. **Revista árvore**, viçosa, MG, v, 4, p. 497- 500, 1999.

AZIZ, N. H.; EL-FOULY, M.Z.; EL-ESSAWY, A. A.; KHALAF, M. A. Influence of bean seedling root exudates on the rhizosphere colonization by *Trichoderma lignorum* for the control of *Rhizoctonia solani*, **Bot. Bull. Acad. Sin.** v. 38, p. 33-39, 1997.

BAUGH, C.L.; ESCOBAR, B. The genus *Bacillus* and genus *Trichoderma* for agricultural bio-augmentation. **Rice Farm Magazine**, p. 1-4, 2007.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Minnesota: **Burgess Publishing Company**, 4 ed. 218 p., 1998.

BATTAGLIA, D.; BOSSI, S.; CASCONI, P.; et al. 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.

BERNADI, M. R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 67-74, jan./mar., 2012.

BROTMAN, Y.; LANDAU, U.; INOSTROZA, A. C.; TAKAYUKI, T.; FERNIE, A. R.; 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.

CALDEIRA, M. V.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; SILVA, A. G. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 43, n. 2, p. 155-163, abr./jun., 2013.

CARVALHO FILHO, M. R. C.; MELLO, S. C. M.; SANTOS, R. P.; MENÊZES, J. E. 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.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; MELLO, S. C. M. Uso de *Trichoderma* spp. para o manejo da podridão-do-pé-do-mameoeiro causada por *Phytophthora palmivora* Butler. Planaltina-DF: **Embrapa Cerrados**, 18 p. 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **For. Chron.**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DOMSCH, K.H.; GAMS W.; ANDERSON T.H. **Compendium of soil fungi**. Acad. Press, London, v.1 e 2. 859 p.1980.

EMBRAPA. Curso: **Avaliação de qualidade de produtos à base de *Trichoderma***. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna - SP, 2012. <http://www.cnpma.embrapa.br/down_site/forum/2012/trichoderma/Apostila_Trichoderma_2012.pdf> Acesso em: 05/09/2014.

GUPTA, K. J.; MUR, A. J.; 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.

HARMAN, G. E.; PETZOLDT, R.; COMIS, A. E CHEN, J. Interactions between *Trichoderma harzianum* Strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. **Plant Physiology**, v. 94, n. 2, p. 146-153, 2004.

HERMOSA, R.; BELÉN, R. M.; CARDOZA, R. E.; NICOLÁS, C.; MONTE, E.; GUTIÉRREZ, S. The contribution of *Trichoderma* to balancing the costs of plant growth and defense. **International Microbiology**, v. 16, n. 2, p. 69-80, 2013.

HOHMANN, P.; JONES, E. E.; HILL, R. A.; STEWART, A. Understanding *Trichoderma* in the root system of *Pinus radiata*: associations between rhizosphere colonisation and growth promotion for commercially grown seedlings. **Micobiol Ecol**, v. 115, n. 8, p. 759-67, 2011.

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.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORE. IBA. 2022. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/cenarios/cenarios-iba-edicao-71-3o-trim-2022.pdf>> Acesso em 27/02/2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. Volume 36. 2021 Brasil Notas técnicas. 18p. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=destaques>>. Acesso em 27/02/2023.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. IPEF. Consultado em 15/10/15 em: <http://www.ipef.br/identificacao/eucalyptus/indicacoes.asp>. 2005.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall- map 150cmx200cm. 1928.

LI R-X, C. F.; PANG, G.; SHEN, Q. R.; 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.

MERTZ; L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 39, p. 13-18, 2009.

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

MARCO J. L. DE; VALADARES-INGLIS, M.C.; FELIX, C.R. - Production of hydrolytic enzymes by *Trichoderma* isolates with antagonistic activity against *Crinipellis pernicioso*, the causal agent of witches' broom of cocoa, **Braz. J. Microbiol.** v. 34, p. 33-38, 2003.

OLIVEIRA JUNIOR, O. A.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. Características morfofisiológicas associadas à qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, p. 1173-1180, 2011.

OLIVEIRA, K. F.; SOUZA, A. M.; SOUSA, G. T.; COSTA, L. M; FREITAS, M. L. M. Estabelecimento de Mudas de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia citriodora* em Diferentes Substratos. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 30-36, 2014.

PETTER, F. A.; ANDRADE, F. R.; MARIMON JUNIOR, B. H.; GONÇALVES, L. G.; SCHOSSLER, T. R. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de eucalipto. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 44-51, out-dez., 2012.

PIRES, G. C. C.; APARECIDO, C. C.; FINATTI, D. Preservação em laboratório de fungos filamentosos por longos períodos de tempo. **Biológico**, v. 74, n. 1, p. 9-16, 2012.

REDE TOCANTINS DE NOTÍCIAS - REDE.TO. Tocantins registra crescimento na área de Floresta plantada. Disponível em: <http://www.redeto.com.br/noticia-6115-tocantins-registra-crescimento-na-area-de-floresta-plantada.html#.VtV6spwrLIV>. 2012. Acesso em: 10/09/2015.

ROSS, J.D. Metabolic aspects of dormancy. In: MURRAY, D.R. **Seed physiology**. Orlando: Press Australian. v. 2, p. 45- 75, 1984.

SAITO, L. R.; SALES, L. L. S. R.; MARTINCKOSKI, L.; ROYER, R.; RAMOS, M. S. de.; REFFATTI, T. Aspectos dos efeitos do fungo *Trichoderma* spp. no biocontrole de patógenos de culturas agrícolas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 3. 2009.

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

SANTOS, F. E. V.; ARAÚJO, J. M.; ANDDRADE, W. C.; COSTA, C. C.; SILVA, A. G; 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.

SANTOS, R. P.; CARVALHO FILHO, M. R; 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.

SECRETARIA DA AGRICULTURA DO TOCANTINS. SEAGRO-TO. 2021. Disponível em:< <https://www.to.gov.br/seagro/noticias/seagro-apresenta-diagnostico-de-cultivo-de-eucalipto-para-empresa-de-celulose-no-maranhao/17idib93g5u5>>. Acesso em: 27/02/2023.

SILVA, F. de A. S. **ASSISTAT**. Versão 7.6 beta. Campina Grande, 2008. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexp.html>>. Acesso em: 15 mar. 2015

SOUZA, M. O. A.; SILVA, J. C.; LUCIA, R. M. D.; VIANA, W. Avaliação da madeira DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake em ensaios de usinagem, visando à produção moveleira. **R. Árvore**, v. 33, n. 4, p. 751-758, 2009.

STEFANINI, M. B.; RODRIGUES, S. D.; MING, L. C. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 18-23, 2002.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; SCHIEDECK, G. Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. **Pesq. Flor. Bras.**, Colombo, v. 31, n. 66, p. 75-82, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VERMA, M.; BRAR, S. K.; TYAGI, R. D.; SURAMPALLI, R. Y.; VALÉRO, J. R. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: Panoply of biological control. **Biochemical Engineering Journal**, v. 37, p. 1-20, 2007.

VIDAL, L. H, I; SOUZA, J. R. P. de; FONSECA, E. de P.; 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, S. L.; 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.

ZAFARI, D., ZARE, R., ERSHAD, D. and ALIZADEH, A. Introduction of three new species of *Trichoderma* for mycoflora of Iran. **Rostaniha**, v. 5, p. 63-65, 2004.

ZHAO, L. E. I.; 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.