

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADÊMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA E IFRR**

DISSERTAÇÃO

**EFICIÊNCIA DE *Trichoderma* spp. COMO PROMOTORES DE
CRESCIMENTO VEGETAL EM CULTURAS DE INTERESSE
DA AGRICULTURA FAMILIAR**

RENATA PIO GONÇALVES

BOA VISTA, RR

2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO ACADÊMICO EM ASSOCIAÇÃO COM EMBRAPA E IFRR

**EFICIÊNCIA DE *Trichoderma* spp. COMO PROMOTORES DE
CRESCIMENTO VEGETAL EM CULTURAS DE INTERESSE
DA AGRICULTURA FAMILIAR**

RENATA PIO GONÇALVES

Sob a Orientação do Professor

Dr. Plínio Henrique Oliveira Gomide

Coorientação da Pesquisadora

Dr. Hyanameyka Evangelista de Lima Primo

Coorientação do Pesquisador

Dr. Daniel Augusto Schurt

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestre em Agroecologia**.
Área de concentração em
Agroecologia.

BOA VISTA, RR

2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

RENATA PIO GONÇALVES

Dissertação apresentada ao Mestrado Acadêmico em Agroecologia da Universidade Estadual de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Agroecologia**.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 24/07/2020



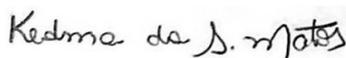
Dr. Plínio Henrique Oliveira Gomide
Orientador



Dra. Hyanameyka Evangelista Lima Primo
Coorientadora



Dr. Daniel Augusto Schurt
Coorientador



Dra. Kedma da Silva Matos
Membro Titular



Dra. Rosianne Nara Thomé Barbosa
Membro Titular



Dr. Alexandre Curcino
Membro Titular



Dra. Tatiane Marie Martins Gomes de Castro
Membro Suplente

Copyright © 2020 Renata Pio Gonçalves

Todos os direitos reservados. Está autorizada a reprodução total ou parcial deste trabalho, desde que seja informada a **fonte**.

Universidade Estadual de Roraima – UERR
Coordenação do Sistema de Bibliotecas
Multiteca Central
Rua Sete de Setembro, 231 Bloco – F Bairro Canarinho
CEP: 69.306-530 Boa Vista - RR
Telefone: (95) 2121.0946
E-mail: biblioteca@uerr.edu.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G635e Gonçalves, Renata Pio.
 Eficiência de *Trichoderma spp.* como promotores de crescimento vegetal em culturas de interesse da agricultura familiar. / Renata Pio Gonçalves. – Boa Vista (RR) : UERR, 2020.
 72 f. : il. Color. 30 cm.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia da Universidade Estadual de Roraima em associação com EMBRAPA e IFRR para obtenção do título de Mestre em Agroecologia, sob a orientação do Prof. Dr. Plínio Henrique Oliveira Gomide.

1. Agricultura Familiar 2. Culturas de Frutas 3. Crescimento Vegetal 4. Inoculação I. Gomide, Plínio Henrique Oliveira (orient.) II. Lima Primo, Hyanameyka Evangelista de (co-orient.) III. Schurt, Daniel Augusto (co-orient.) IV. Universidade Estadual de Roraima – UERR V. Instituto Federal de Roraima – IFRR VI. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA VII. Título

UERR.Dis.Mes.Agr.2020

CDD – 630.981

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Letícia Pacheco Silva – CRB 11/1135 – RR

DEDICATÓRIA

Aos meus pais **Fátima Gonçalves e Wilton Pio**
Aos meus irmãos **Klecio, Welli, Clenio, Klenia e Flávia**
Aos meus sobrinhos **Jonatha, Ludmilla e Gabriel**
Ao meu companheiro de vida **Rainery Felix**
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Às instituições envolvidas no Programa de Pós-graduação em Agroecologia, em especial a Universidade Estadual de Roraima e a Embrapa Roraima.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador Plínio Gomide pela acolhida desde minha chegada a Roraima, pela confiança e pelos ensinamentos.

Aos meus coorientadores Hyana Lima e Daniel Schurt por viabilizarem meu trabalho na Embrapa Roraima.

Aos doutores membros da Banca Examinadora: Dra. Kedma Matos, Dra. Tatiane Marie, Dra. Rosianne Thomé e Dr. Alexandre Curcino, por terem aceitado o convite dispondo de seu tempo para analisar este trabalho e contribuir com seus conhecimentos.

À minha família (Pio, Galdêncio e Felix), que mesmo a três mil quilômetros de distância me dão forças para todos os projetos que eu decida desenvolver.

Ao meu marido pelo companheirismo, doses diárias de afeto e cuidado.

À Dra. Camila Nobre por ter sido meu exemplo de 'Mulher da Ciência', desde minha iniciação científica na UFRN, e pela amizade até hoje.

Aos queridos estagiários que dedicaram tanto tempo para me auxiliar em todos os trabalhos: Vinícius Carrijo e Mateus Carrijo.

À todos os colegas do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Roraima, Gabriela, Ramila, Giovanni, Hananda, Vinícius, Mateus, Rosianne, Victor, Lesliê, Meire, Maria, Aline, Taíse e Marcelo, pela ajuda, ensinamentos e pelos momentos de descontração tomando um café.

A querida e competente técnica do laboratório de Microbiologia, Eliane Cunha, por sempre sanar minhas dúvidas e ajudar em tantas etapas importantes.

À Gabriela, Ramila, Hananda e Eliane pela amizade além dos assuntos acadêmicos.

À Son, Livia, Neneide, Sara, Cacau, Thawanne e Sylvinha, minha família além de laços sanguíneos que sempre são tão presentes, mesmo que tão distantes, me mandando tanto amor e boas energias.

À todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento dessa dissertação.

MUITO OBRIGADA!

Aonde está o homem
O homem da terra
Que trabalha o chão?
É ele o herói sem nome
Que cultiva a terra
Que nos dá pão
Olhando para o tempo
Está pedindo chuva
Ou desejando sol
Rezando pra não dar geadas
Que castiga tanto a sua plantação
No grito do aboio
No ronco do trator
No canto da colheita
Em tudo o seu amor
Trabalhando a terra, ele está feliz
Ele é a força desse país

O homem da terra
Luiz Gonzaga

RESUMO GERAL

Dois estudos sobre a influência da inoculação de fungos do gênero *Trichoderma* no crescimento vegetal de espécies frutíferas foram conduzidos em viveiro, entre os anos de 2019 e 2020. As espécies vegetais estudadas foram o cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.] e o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), espécies de grande interesse da agricultura familiar no norte do Brasil. Nos dois experimentos, foram inoculados três diferentes isolados de *Trichoderma* sp., sendo considerado cada isolado um tratamento, e um tratamento *mix*, que consistiu na mistura desses três isolados. Duas formas distintas de inoculação foram testadas, grãos de arroz colonizados com esporos dos fungos e uma suspensão líquida com os conídios. As mudas inoculadas foram avaliadas quinzenalmente, onde era medida a altura da planta, o diâmetro do coleto e o número de folhas. Na última avaliação, foi feita avaliação destrutiva de parte das mudas, onde foi medido o comprimento da raiz, a pesagem da raiz e parte aérea e levados a estufa de circulação forçada até obter peso constante. Os materiais secos foram enviados para laboratório externo para determinação de teores de nutrientes foliares. Para a análise estatística, foi realizada análise exploratória, onde foram feitos testes de normalidade, de correlação, de colinearidade através do Fator de Inflação da Variável (VIF) e Análise de Componentes Principais (PCA). Os valores com distribuição não-normais foram log-transformadas e foi realizada análise de variância *two-way* (dois fatores) para testar a variação das amostras dentre os dois fatores (isolado e método de inoculação). Houve influência significativa da inoculação de *Trichoderma* sp. nas mudas de açaí e de cupuaçu. Nas mudas de cupuaçu, notou-se que o método de inoculação com arroz colonizado de conídios do fungo foi mais eficiente. Nas mudas de açaí não houve diferença entre os métodos de inoculação.

Palavras-chave: Amazônia; inoculação; crescimento vegetal.

GENERAL ABSTRACT

Two studies on the influence of the inoculation of fungi of the genus *Trichoderma* on the plant growth of fruit species were carried out in a nursery, between the years 2019 and 2020. The plant species studied were cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.] and açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), species of great interest for family farming in northern Brazil. In the two experiments, three different isolates of *Trichoderma* spp. were inoculated, each isolate being considered a treatment, and a mix treatment, which consisted of the mixture of these three isolates. Two different forms of inoculation were tested, rice grains colonized with fungal spores and a liquid suspension with conidia. The inoculated seedlings were evaluated every two weeks, where the height of the plant, stem diameter and the number of leaves were measured. In the last evaluation, a destructive evaluation of part of the seedlings was made, where the length of the root, the weighing of the root and aerial part were measured and taken to a forced circulation oven until constant weight was obtained. The dry materials were sent to an external laboratory to determine the levels of leaf nutrients. For the statistical analysis, exploratory analysis was performed, where normality, correlation, collinearity tests were performed using the Variable Inflation Factor (VIF) and Principal Component Analysis (PCA). Values with non-normal distribution were log-transformed and a two-way analysis of variance (two factors) was performed to test the variation of the samples between the two factors (isolate and inoculation method). There was a significant influence of the inoculation of *Trichoderma* sp. in açaí and cupuaçu seedlings. In cupuaçu seedlings, it was noted that the method of inoculation with rice colonized with conidia of the fungus was more efficient. In the açaí seedlings there was no difference between the inoculation methods.

Key-words: Amazon; inoculation; plant growth.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química e granulométrica do solo utilizado como substrato	29
Tabela 2 - Análise de variância Two-way entre os tratamentos de fungos e meios de inoculação nas mudas da cultura de cupuaçu em Boa Vista – RR. São dados também os valores médios das variáveis encontrados em cada tratamento de inoculação e diferença entre eles, segundo teste de Tukey par-a-par.	36
Tabela 3 - Valores ótimos e médias de teores foliares de nutrientes	39
Tabela 4 - Caracterização química e granulométrica do solo utilizado como substrato das mudas de açaí	45
Tabela 5 - Análise de variância Two-way entre os tratamentos de fungos e meios de inoculação nas mudas da cultura de açaí em Boa Vista – RR. São dados também os valores médios das variáveis encontrados em cada tratamento de inoculação e diferença entre eles, segundo teste de Tukey par-a-par.	51

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - a. Incorporação do arroz colonizado com *Trichoderma* spp. ao substrato; b. Adição da suspensão de conídios de *Trichoderma* sp. ao substrato..... 31
- Figura 2 - a. Medição do comprimento da folha de cupuaçuzeiro com o auxílio de uma régua graduada; b. Medição da largura da folha com o auxílio de uma régua graduada..... 32
- Figura 3 - Análise de componentes principais mostrando a distribuição das amostras de cupuaçu nos tratamentos e a correlação entre as variáveis (setas), as quais quanto mais próximas mais correlacionadas são e quanto maior a seta mais influência possui sobre as amostras..... 35
- Figura 4: Análise de componentes principais (PCA) mostrando a distribuição das amostras de açaí nos tratamentos e a correlação entre as variáveis (setas), as quais quanto mais próximas mais correlacionadas são e quanto maior a seta mais influência possui sobre as amostras.... 50
- Figura 5 - Efeito dos tratamentos com *Trichoderma* spp. e métodos de inoculação no desenvolvimento de açaizeiros em comparação com o grupo controle..... 53
- Figura 6 - Número de folhas (NF) das mudas de açaizeiro dos tratamentos a . T1; b. T2; c. T3; d. T4; e. T5; f. T6; g. T7; h. T8; e i. controle. Boa Vista-RR, 2019/2020..... 58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Aspectos gerais do Cupuaçuzeiro e produção de mudas	14
2.2 Aspectos gerais do Açaizeiro e produção de mudas	16
2.3 Bioma Amazônia	18
2.4 <i>Trichoderma</i>	20
CAPÍTULO I - Eficiência de <i>Trichoderma</i> spp. na promoção do crescimento de mudas de cupuaçuzeiro [<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) Schum.]	24
1 Introdução	27
2 Material e Métodos	29
3 Resultados e Discussão	34
4 Conclusões	40
CAPÍTULO II - Eficiência de <i>Trichoderma</i> spp. na promoção do crescimento de mudas de açaizeiro (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.)	41
1 Introdução	44
2 Material e Métodos	45
3 Resultados e Discussão	50
4 Conclusões	59
CONCLUSÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 INTRODUÇÃO GERAL

Pequenas extensões de terra vêm sendo cada vez mais utilizadas por famílias para estabelecer plantios das mais variadas culturas. Seja para subsistência ou comercialização dos produtos, a agricultura familiar muitas vezes é marcada pela baixa produtividade, podendo ser relacionada com a pequena utilização de tecnologias por parte dos pequenos produtores, seja pelos elevados custos ou falta de acesso. Com a crescente demanda pelos produtos amazônicos, culturas comumente encontradas naturalmente na floresta estão sendo plantadas em monocultivos, muitos desses cultivos seguindo os princípios da agricultura convencional.

A intensificação da agricultura convencional nos trópicos somado a um grande número de atividades antropogênicas que aceleram os processos erosivos, diminuem significativamente a qualidade dos solos (SÁNCHEZ; ARMBRECHT; LERMA, 2015), além da utilização em demasia de produtos sintéticos, que, apesar do Brasil possuir, desde a década de 1970, legislações que regulamentam o registro, a produção, o uso e o comércio dessas substâncias em seu território, há uma certa ineficácia e fragilidade na fiscalização das medidas adotadas para que tais legislações sejam cumpridas (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Os agrotóxicos estão no mercado sob a forma de inseticidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, acaricidas, rodenticidas, moluscicidas, formicidas, reguladores e inibidores de crescimento (BELCHIOR et al., 2014), e, apesar do controle químico sintético ser um dos mais utilizados, na maioria dos casos, causa contaminação ambiental, seu custo é elevado e seu controle não é seletivo, pois pode afetar a sobrevivência de microrganismos antagonistas (SÁNCHEZ-GARCÍA et al., 2017).

Entretanto, ainda que pequena, se comparada à agricultura convencional, há em todo o mundo uma demanda crescente por produtos agrícolas livres de resíduos de agrotóxicos e por uma agricultura que cause menor impacto sobre os recursos naturais (PAULA JÚNIOR et al., 2013), e, conforme Mascarin et al. (2019), no Brasil e no mundo os produtos biológicos estão em crescente demanda no manejo de grandes culturas.

Tendo em vista que plantas e microrganismos têm evoluído de maneira conjunta ao longo do tempo, e esta interação vem ganhando importância no cenário agrônomico e ecológico (SANTANA; TARAZI, 2017), a utilização de promotores de crescimento de plantas para o aumento da produção agrícola será provavelmente uma das táticas mais importantes para a atualidade do mundo (CHAGAS et al., 2017).

De acordo com Meena et al. (2017), a vida microbiana no solo é fundamental, pois eles são componentes naturais do sistema de produção agrícola, desde o momento em que uma semente entra no solo para começar seu ciclo de vida. Desta forma, há diversas vantagens em utilizar produtos biológicos na agricultura, cabendo destacar a especificidade dos microrganismos que, na visão ambiental, de saúde do trabalhador e ainda não residual ao consumidor, é extremamente favorável (MASCARIN et al., 2019).

Nota-se, nas últimas décadas, um incremento no consumo e procura por produtos de origem amazônica, sendo o cupuaçu e o açaí dois exemplos clássicos da globalização desses produtos. Esse aumento na procura, fez com que essas culturas fossem domesticadas e suas áreas de plantio expandidas, ampliando a necessidade de boas mudas para o estabelecimento de pomares produtivos.

Visando a qualidade na produção das mudas frutíferas e a sustentabilidade no sistema de produção, Chagas et al. (2017) afirmam que a produção de inoculantes de baixo custo com microrganismos promotores de crescimento de plantas é uma alternativa, e que os fungos do gênero *Trichoderma* são uns dos principais microrganismos de importância para o aumento do crescimento vegetal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais do Cupuaçuzeiro e produção de mudas

Classificação taxonômica do cupuaçuzeiro, conforme Souza, Alves e Souza (2017):

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Ordem: Malvales

Família: Malvaceae

Gênero: *Theobroma*

Espécie: *Theobroma grandiflorum*

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.], árvore frutífera originária da Amazônia e pertencente à família Malvaceae, ocorre naturalmente em regiões de várzeas férteis não inundáveis localizadas no interior de matas primárias (NASCIMENTO et al., 2017), e, embora o cupuaçuzeiro seja tipicamente cultivado em áreas de alta pluviosidade anual, as regiões de cultivo são propensas a chuvas irregulares e condições de seca, notadamente quando fenômenos meteorológicos, como El Niño e La Niña, ocorrem (DAVIDSON et al., 2012). A distribuição geográfica do cupuaçuzeiro originalmente restringia-se às áreas de floresta nativa ao sul do Rio Amazonas, oeste do Rio Tapajós, incluindo o sul e sudeste do Estado do Pará e a região “pré-amazônica” do Estado do Maranhão (ALVES et al., 2013).

O cupuaçuzeiro apresenta crescimento pseudoapical e suas folhas são rosadas com pêlos avermelhados revestindo-as quando jovens. Quando maduras, as folhas passam a apresentar uma coloração verde escura, podendo atingir 30 cm de comprimento. Tendo dois picos de floração, o cupuaçuzeiro pode atingir mais de 20 m de altura em ocorrência natural, e com altura variando de 6 a 10 m em áreas cultivadas. Os frutos, que amadurecem entre 125 a 130 dias após a floração, tem peso que pode variar entre 500 a 5.000 g, caracterizando o cupuaçu como o maior fruto do gênero *Theobroma*, sendo aproximadamente 50% deste peso das sementes, que encontram-se recobertas pela polpa branco-acinzentada de sabor ácido e odor marcante (GONDIM et al., 2001; SOUZA; ALVES; SOUZA, 2017).

Considerado uma das culturas mais rentáveis da região Amazônica (ALVES et al., 2013), o que diferencia o cupuaçu das demais frutas tropicais nativas da Amazônia, além do

sabor, é o excelente aproveitamento industrial (SOCHA; PINHEIRO, 2016), despontando como uma das fruteiras mais importantes para o desenvolvimento da agricultura na região Amazônica brasileira, tanto pelo fornecimento de polpa e sementes quanto por existir um mercado em expansão para o consumo de seus produtos pela indústria alimentícia, bebidas e de cosméticos (RODRIGUES et al., 2017). De acordo com Silva et al. (2016), anos atrás a produção de cupuaçu era considerada semiextrativista, entretanto, por apresentar grandes perspectivas agroindustriais, atualmente é tida como uma das frutíferas mais promissoras da Amazônia, demonstrando-se como uma alternativa rentável e economicamente viável.

O cultivo e comercialização de produtos e subprodutos do cupuaçuzeiro em escala comercial é bastante precoce, porém, essa espécie florestal já era cultivada pelas populações indígenas amazônicas (QUEIROZ, 2016). O seu fruto, o cupuaçu, foi designado como fruta nacional em 2008, pela Lei nº 11.675, de 19 de maio, e a polpa é que sustenta a produção, industrialização e comercialização, sendo consumida nas mais variadas formas como: suco, torta, sorvete, creme, geleia, biscoito, compota, néctar e outros doces que, na maioria das vezes, são processados e comercializados de forma artesanal (MESQUITA et al., 2014).

De cultivo tradicionalmente familiar, o cupuaçuzeiro pode ser propagado por via sexuada ou assexuada, sendo a propagação seminífera o processo natural de dispersão e o método mais utilizado em estudos iniciais de domesticação de uma espécie (MOURA et al., 2015), enquanto que no plantio comercial são utilizadas mudas propagadas por sementes ou por via vegetativa, por meio da enxertia (NASCIMENTO et al., 2017). Em Roraima, o cupuaçuzeiro é muito cultivado em Sistemas Agroflorestais (SAFs), constituindo alternativas sustentáveis para aumentar os níveis de produção agrícola (LIMA et al., 2013).

A produção de mudas de espécies frutíferas nativas é uma atividade que requer gastos elevados, pois há a necessidade do mínimo de adequação para a produção de mudas de boa qualidade, e se for realizada de maneira individual, o preço e os custos de implantação se tornam ainda mais elevados (SILVA et al., 2018). As dificuldades enfrentadas no processo germinativo das sementes e no cultivo das mudas florestais nativas fazem que sejam comercializadas com baixa qualidade e alto custo (MACHADO et al., 2015), e de acordo com Nascimento et al. (2017), a caracterização das condições mais apropriadas para a produção de mudas de cupuaçuzeiro propicia melhores condições para o crescimento inicial em campo, colaborando para o aumento da homogeneidade, sanidade e redução da mortalidade do plantio.

Nos últimos 20 anos, com a valorização dos produtos da Amazônia, houve grande incremento no plantio desta espécie no norte e sul do estado de Roraima, onde alguns

produtores chegaram alcançar produtividade em torno de 1.200 kg ha⁻¹ (QUEIROZ, 2016), todavia, atualmente, em Roraima, a doença vassoura de bruxa do cupuaçuzeiro tem sido o principal problema fitossanitário para a cultura (LIMA et al., 2013), causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Singer. (SANTOS et al., 2014). De acordo com Lima-Primo et al. (2018), a maioria dos produtores não utilizam tecnologias de manejo de pomares de cupuaçuzeiros, o que favorece a disseminação, aumento da incidência e severidade da doença nos pomares, causando uma redução na produção, desestimulando os agricultores em continuar com o cultivo, e assim, havendo o abandono da maioria dos pomares.

2.2 Aspectos gerais do Açaizeiro e produção de mudas

Classificação taxonômica do açaizeiro, conforme Cronquist (1981):

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Liliopsida

Subclasse: Arecidae

Ordem: Arecales

Família: Areceae

Subfamília: Arecoideae

Gênero: *Euterpe*

Espécie: *Euterpe oleracea* Mart.

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), também conhecido por açaí, açaí-do-pará, açaí-do-baixo-amazonas, açaí-de-touceira, açaí-de-planta, açaí-de-várzea, juçara, juçara-de-touceira e açaí-verdadeiro (OLIVEIRA et al., 2002), é uma palmeira nativa da Amazônia, naturalmente encontradas em solos de várzeas, terra firme e igapó, e a sobrevivência em períodos de inundação tornam os açaizeiros bastante competitivos, o que pode causar a sua dominância em algumas áreas (NASCIMENTO, 2008).

Quando adultas podem ter estipes de 3 a 20 m de altura, com diâmetro de 7 a 18 cm, com folhas compostas, pinadas e arranjo espiralados de 40 a 80 pares de folíolos, inflorescência em cacho com frutos esféricos, roxos quando maduros, de aproximadamente 1,5 gramas cada, flores dispostas em tríades, com cada flor feminina ladeada por duas flores masculinas, com sistema radicular do tipo fasciculado, com raízes de coloração avermelhada emergindo do estipe da planta adulta até a altura de 40 cm acima da superfície, podendo

atingir 5 a 6 m de extensão em plantas com mais de 10 anos (OLIVEIRA et al., 2002; NASCIMENTO, 2008; DA SILVA et al., 2020).

A propagação das mudas pode ser tanto sexuada como assexuada, por meio do perfilhamento de mudas filhas, nas touceiras (MELO JÚNIOR, 2020), e a partir de sementes, processo mais indicado para o estabelecimento de cultivos comerciais, pois possibilita produzir grande número de indivíduos com menor custo, quando comparado com a propagação assexuada (HOMMA et al., 2005).

Essa palmeira é aproveitada de diversas formas desde a época pré-colombiana pela população ribeirinha, é considerada uma das plantas mais importantes da região amazônica, pois, além de sua importância ambiental compondo paisagens e diversidade florística, alimento para fauna e ciclagem de nutrientes, há uma enorme importância econômica devido a sua diversidade de produtos: polpa de fruta, artesanato, adubos e corantes (D'ARACE et al., 2019). O açaí é um dos frutos da Amazônia que tem maior movimento de comercialização e produção dentro e fora do país (SOUZA; DA SILVA; SOUZA, 2019).

Devido a seus valores nutricionais, o açaí vem despertando interesse de pesquisadores de todo o mundo, além dos adeptos ao seu consumo no mundo esportivo pela sua qualidade proteica e quantidade de fibras (CONCEIÇÃO et al., 2017), o perfil dos ácidos graxos encontrados no óleo do açaí, predominantemente ácidos graxos mono e poliinsaturados, ambos recomendados para a prevenção de doenças cardiovasculares (NASCIMENTO et al., 2008), pela elevada quantidade de vitamina E, sendo um importante antioxidante natural, podendo atuar na eliminação de radicais livres do organismo e os teores de antocianinas que favorecem a circulação sanguínea (OLIVEIRA; COSTA; ROCHA, 2015). Com isso, nos últimos anos tem se evidenciado uma crescente demanda por derivados do açaí (ARAÚJO et al., 2018), entretanto, apesar do aumento na procura, a produção de frutos para obtenção da polpa é basicamente através do extrativismo, o que demonstra a potencialidade de expansão da cultura em cultivos comerciais (ALMEIDA et al., 2018).

Esse aumento na demanda vem despertando interesse de produtores no cultivo de açaizeiro (ARAÚJO et al., 2018), e o cultivo comercial, seja em monocultivo, consórcios ou em sistemas agroflorestais, constitui-se como alternativas interessantes para alavancar a produção de açaizeiro na região norte do país (ALMEIDA et al., 2018). O estado do Pará é o maior produtor brasileiro deste fruto, e isso se deve a tecnificação do processo, pois adotou técnicas para a exploração além do sistema extrativista, passando a manejar as plantas, aumentando assim sua capacidade produtiva, permitindo uma melhor exploração desse recurso natural (SOUZA; DA SILVA; SOUZA, 2019).

Para estabelecer cultivos de açaizeiro para suprir a demanda do comércio no país e no exterior, tem que haver uma regularidade da produção do fruto, e isso requer atenção às fases do ciclo reprodutivo, começando pela qualidade das mudas, e para isso é necessário que se invista em tecnologias que possibilitem a diminuição do tempo de viveiro e bom desempenho em campo (ARAÚJO et al., 2018; BEZERRA et al., 2018; DOS SANTOS et al., 2018).

O uso de insumos biológicos capazes de promover crescimento vegetal representa uma alternativa para antecipar a comercialização de mudas florestais em condições de viveiro (AMARAL et al., 2017). De acordo com Melo Júnior (2020), para esse fim os microrganismos podem ser uma alternativa promissora, pois, ao causarem uma alteração na arquitetura do sistema radicular, eles otimizam o acúmulo de nutrientes e de biomassa, melhorando a absorção de água e solução de solo, ganhando precocidade na formação das mudas de açaizeiro.

2.3 Bioma Amazônia

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente – MMA, o Bioma Amazônia representa 5% da superfície terrestre do planeta, abrangendo nove países: Brasil, Guiana Francesa, Equador, Bolívia, Colômbia, Peru, Venezuela, Suriname e República da Guiana; 40% da América do Sul, sendo que 69% do bioma encontra-se em solo brasileiro (CÁUPER; CÁUPER; BRITO, 2006), representando aproximadamente 30% de todas as florestas tropicais remanescentes do mundo e detém grande parte da biodiversidade global (IBGE, 2004), sendo, para Asby (2013), um dos biomas mais importantes do mundo graças à sua rica biodiversidade e importância ambiental. No Brasil, o bioma ocupa uma área de 4.196.943 km², que corresponde a aproximadamente 40% do território nacional, segundo dados do Instituto Brasileiro de Florestas. A Amazônia brasileira foi criada em 1953, compreendendo os estados do Pará, do Amazonas, os Territórios Federais do Acre, Amapá, Guaporé e Rio Branco, parte do território do estado do Mato Grosso, do estado de Goiás e do Maranhão (CÁUPER; CÁUPER; BRITO, 2006).

A Floresta Amazônica apresenta características diversas, homogênea em muitos pontos, mas mantendo uma heterogeneidade climática, geomorfológica e biológica que ultrapassa a fronteira da divisão político-geográfica não se restringindo a um estado da federação brasileira (ARAÚJO, 2008). De acordo com Ab'Saber (2002), a região Amazônica sempre foi apresentada como o império das florestas equatoriais e que apresentam uma disposição zonal, entretanto, o mesmo autor afirma que, se levado em conta o conceito literal

de ecossistema, um número bem maior de padrões ecológicos são encontrados neste bioma, agrupando em três categorias os ecossistemas ocorrentes, sendo eles: ecossistemas contrastados de "terras firmes"; diferenciações intra-florestais (por exemplo as campinaranas, campinas e igapós); e os ecossistemas extremantes localizados e lajedos.

A Amazônia apresenta diferentes condições vegetacionais, pedológicas e climáticas, apresentando porções com vegetação de savanas, floresta ombrófila densa, floresta ombrófila aberta, e, em menor escala, porções com cobertura vegetal de Cerrado, sendo predominantes na Amazônia os Latossolos e Argissolos (MARTHA-JÚNIOR; CONTINI; NAVARRO, 2011). Os solos formados apresentam as seguintes características: extrema pobreza em fósforo; acidez elevada; saturação por alumínio alta; baixa CTC; pobreza em macro e micronutrientes; alta fixação de fósforo; lençol freático elevado na grande maioria dos solos; densidade do solo elevada; adensamento e susceptibilidade à compactação; susceptibilidade a erosão nos solos de relevo movimentado e erosão laminar ligeira nas áreas de Savana em Roraima, E, climaticamente, a Amazônia é uma região úmida, isto é, tropical chuvoso em sua maioria, com temperatura média de 25 °C, e a precipitação pluviométrica anual variando entre as porções, atingindo em torno de 1.100 mm, na região fronteira com a Venezuela, a 2.900 mm, na porção central do bioma (VALE JÚNIOR et al., 2011).

Quando se fala em Amazônia a primeira ideia que vem à mente são as extensas formações florestais encontradas neste bioma e a alta diversidade florística, além da ampla biodiversidade geral. De acordo com a FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais, a vegetação que predomina no Bioma Amazônia é a Floresta Ombrófila Densa, com 41% do bioma, sendo que cerca de 12,47% deste tipo vegetal foram alterados por ações antrópicas, estando em recuperação apenas 2,97%. O crescente uso agropecuário da Amazônia é um fator preocupante, devido a todos os efeitos danosos que essa prática leva ao ambiente, e, apenas na porção de Floresta Ombrófila Densa da Amazônia, 9,50% está sendo utilizado para fins agropecuários, segundo dados da FUNCATE.

Além da agropecuária, outro fator preocupante no que se refere à conservação da Amazônia, é o desmatamento, que tem aumentado continuamente desde 1991 (FEARNSIDE, 2006). As principais causas diretas são a pecuária, a agricultura de larga escala e a agricultura de corte e queima, sendo a expansão da pecuária bovina a mais importante (RIVERO et al., 2009). Em geral, os grandes e médios fazendeiros respondem pela grande maioria da atividade do desmatamento, mas os pequenos agricultores podem atuar como forças importantes nos lugares onde estão concentrados (FEARNSIDE, 2006). Segundo Fearnside (1997), os serviços ambientais providos pela manutenção das florestas são muitos, e três dos

grupos que provêm ampla justificativa para manter áreas grandes de florestas, são: biodiversidade, ciclagem de água e armazenamento de carbono.

A Amazônia vem sendo devastada por atividades de mineração, pecuária, madeireira, agricultura e uso exacerbado de agroquímicos, a atividade que aparece como alternativa para a exploração sustentável da região é a fruticultura, por ser uma atividade econômica promissora que ocupa pequenas áreas, incentiva a agricultura familiar e explora espécies nativas com grande potencial econômico e agroindustrial, e que abrange uma grande diversidade de produtos que apresentam alta rentabilidade e com grande potencial de consumo mundial (SOUZA et al., 2018), como o cupuaçu e o açaí.

A utilização de microrganismos como inóculo em substratos tem apresentado bons resultados na produção de mudas de algumas espécies vegetais. Alguns trabalhos realatam a eficiência da inoculação de rizobactérias (MONTEIRO; WINAGRASLI; AUER, 2014; PALOMEQUE et al., 2017; PORTO et al., 2017) e *Trichoderma* spp. (MACHADO et al., 2015; SOUZA et al., 2018) para a produção de mudas de qualidade, o que gera uma diminuição dos custos de produção, já que os insumos químicos sintéticos serão substituídos por agentes biológicos. No entanto, trabalhos sobre produção de mudas de cupuaçuzeiro e açaizeiro com a inoculação de microrganismos ainda são escassos. Sendo assim, estudar a ecologia de microrganismos de interesse agrícola e com potencial de promover crescimento vegetal representa uma alternativa para antecipar a comercialização de mudas florestais em condições de viveiro (AMARAL et al., 2017).

2.4 *Trichoderma*

Classificação taxonômica do gênero, conforme Jangir, Pathak e Sharma (2017):

Divisão: Ascomycotina

Classe: Sordariomycetes

Ordem: Hypocreales

Família: Hypocreaceae

Gênero: *Trichoderma*

O gênero *Trichoderma* Pers., ordem Hypocreales, pertencente à classe dos hifomicetos, possui um amplo número de espécies e são encontrados entre os numerosos fungos de solo (ROIGER; JEFFERS; CALDWELL, 1991). Este fungo possui uma alta

capacidade de dispersão, pois produz esporos secos e leves que se adaptam às mais diversas situações. Para a identificação morfológica das espécies do gênero *Trichoderma*, são consideradas as características como forma, coloração tamanho e ornamentação dos conídios; presença e a forma das ramificações, formação de elongações (estéreis ou férteis) dos conidióforos (BISSET, 1984; RIFAI, 1969).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são de grande importância econômica para a agricultura, pois possuem amplas possibilidades para aplicação, tanto no biocontrole de patógenos foliares, quanto no de patógenos radiculares, podendo atuar também como promotores de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças (MOHAMED; HAGGAG, 2007). Melo (1996) relatou que aplicando *Trichoderma* spp. nas plantas estas apresentavam aumentos significativos tanto na porcentagem de germinação, como na altura e no peso seco. Diversos mecanismos podem estar envolvidos na ação antagonista de fungos do gênero *Trichoderma*, tais como parasitismo direto, antibiose e competição (BENHAMOU; CHET, 1996).

Algumas espécies de *Trichoderma* spp. são capazes de produzir enzimas que degradam paredes celulares de outros fungos e produzem também substâncias antifúngicas, bem como há relatos de espécies que degradam xenobióticos no solo (KINDERMANN et al., 1998). Além disso, certos isolados apresentam resistência a fungicidas, característica que os fazem potenciais agentes biorremediadores (RESENDE et al., 2004). Espécies de *Trichoderma* podem ser diferencialmente seletivas contra diferentes fungos (WELLS; BELL; JAWORSKI, 1972). Na literatura, há relatos de que as espécies de *Trichoderma* agem como parasitas de uma ampla gama de fitopatógenos, e apresentam certo grau de especialização, podendo variar o nível de controle conforme o isolado e sua adaptação às condições bióticas e abióticas específicas, dentro e entre espécies desse gênero (DENNIS; WEBSTER, 1971). Por conta disso, várias espécies do gênero *Trichoderma* têm sido pesquisadas e desenvolvidas como agentes de biocontrole para diversos patógenos (MELLO et al., 2007).

Os fungos do gênero *Trichoderma* spp. são capazes de atuarem como agentes de controle de doenças de várias culturas, promotores de crescimento e indutores de resistência contra estresses bióticos e abióticos (PAL et al., 2017; MEDEIROS et al., 2019). Os fungos têm se mostrado como eficientes antagonistas contra uma série de fungos fitopatogênicos, atuando tanto pela produção de metabólitos voláteis como de não voláteis (CAMPOROTA, 1985; CLAYDON et al., 1987) como também pelo hiperparasitismo (BARNETT, 1963; CHET; ELAD, 1983; PAPAVIDAS, 1985; BARAK et al., 1985) e pela competição por nutrientes, espaço e oxigênio (CHET; ELAD, 1983). As espécies de *Trichoderma* podem

parasitar também estruturas de resistência como microescleródios, que são frequentemente produzidos por *Verticillium dahliae* Kleb. (CHET; HENNIS, 1985; MELO, 1991).

A literatura disponível demonstra que os fungos deste gênero possuem amplas possibilidades para aplicação. Entre os vários exemplos, citam-se *Sclerotinia sclerotiorum* De Bary, *Phytophthora* spp. De Bary, *Cylindrocladium* spp. Morgan, *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. e *Sclerotium rolfsii* Saccardo (SANTOS; DHINGRA, 1982; SMITH; WILCOX; HARMAN, 1990; GOMES; GRIGOLLET JÚNIOR; AUER, 2001; PATRÍCIO; KIMATI; BARROS, 2001; MELLO et al., 2007).

O crescimento das plantas é afetado por uma grande quantidade de fatores ambientais, incluindo luz, temperatura, nutriente e microrganismos. A região ao redor da raiz, a rizosfera, é relativamente rica em nutrientes, pois cerca de 40% dos produtos de fotossíntese de plantas podem ser perdidos das raízes (BAIS et al., 2006). Conseqüentemente, a rizosfera suporta grandes populações microbianas capazes de exercer efeitos benéficos, neutros ou prejudiciais no crescimento da planta. O uso de *Trichoderma* para promover o crescimento de plantas tem sido estudado durante muitos anos e pode ocorrer em sistemas axênicos ou em solos (CHANG et al., 1986; YEDIDIA et al., 2001; ADAMS; DE-LEIJ; LYNCH, 2007).

Um dos principais desafios para as próximas décadas será uma produção de culturas ambientalmente saudáveis e sustentáveis. É necessária uma produção melhorada para fornecer alimentos suficientes para a crescente população humana, energia renovável, bem como compostos básicos em processos industriais. Os métodos atuais de produção na agricultura, por exemplo, o uso indevido de pesticidas e fertilizantes químicos, criam uma longa lista de problemas ambientais e de saúde (LEACH; MUMFORD, 2008). Além disso, os patógenos das plantas emergentes, re-emergentes e endêmicas continuam desafiando a capacidade de proteger o crescimento e a saúde da planta em todo o mundo (MILLER; BEED; HARMON, 2009).

Pesquisas com produtores convencionais e orgânicos indicam interesse em usar inoculantes microbianos, sugerindo que o potencial de mercado dos produtos de controle biológico aumentará nos próximos anos (MCSPADDEN; FRAVEL, 2002). A promoção do crescimento das plantas pode ser conseguida pela interação direta entre microrganismos benéficos e sua planta hospedeira e também indiretamente devido à sua atividade antagônica contra patógenos das plantas. É necessário considerar a promoção do crescimento das plantas alcançado em ambos os sentidos.

De acordo com León (2016), são fungos fáceis de isolar e reproduzir, e por estes motivos, há um crescente interesse pela sua comercialização, já que eles, quando aplicados ao

solo, beneficiam as plantas e não as prejudica, já que não penetram as raízes. Entretanto os mecanismos utilizados por *Trichoderma* para desempenhar a função que beneficia o crescimento vegetal ainda não foram completamente elucidados, o que disponibiliza uma vasta área para desenvolvimento de pesquisas. Apesar dos benefícios e do potencial que os *Trichoderma* spp. possuem para a produção de mudas, principalmente quando se busca a sustentabilidade de agroecossistemas, poucos trabalhos têm sido realizados com espécies frutíferas (SOUZA et al., 2018).

**CAPITULO I - EFICIÊNCIA DE *Trichoderma* spp. NA
PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE MUDAS DE
CUPUAÇUZEIRO [*Theobroma Grandiflorum* (Willd. Ex
Spreng.) Schum.]**

RESUMO

A crescente procura pelo cupuaçu, seja *in natura* ou os seus produtos derivados, trouxe, por consequência, um aumento nas áreas de cultivo. Desta forma, visando um desenvolvimento sustentável na forma de cultivo dessa fruteira de grande importância econômica, o presente trabalho avaliou os efeitos que a inoculação de *Trichoderma* spp. desempenha no crescimento de mudas de cupuaçuzeiro. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com oito tratamentos (T1 = isolado T67 inoculado com arroz colonizado; T2 = isolado T67 inoculado com suspensão de conídios; T3 = isolado T71 inoculado com arroz colonizado; T4 = isolado T71 inoculado com suspensão de conídios; T5 = isolado T75 inoculado com arroz colonizado; T6 = isolado T75 inoculado com suspensão de conídios; T7 = mix dos isolados T67, T71 e T75 inoculado com arroz colonizado; e T8 = mix dos isolados T67, T71 e T75 inoculado com suspensão de conídios) e um grupo controle, onde foram avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta (H), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA e MSR), relação MSPA/MSR, índice de qualidade de Dickson (IQD) e teores foliares dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B e Cu. A inoculação com *Trichoderma* sp. influenciou significativamente em algumas variáveis de crescimento das mudas de cupuaçuzeiro e em alguns teores de nutrientes, mostrando que o método de inoculação com arroz colonizado foi mais eficiente dentre as duas opções de inoculação estudadas.

Palavras-chave: cupuaçu; crescimento vegetal; fruteiras.

ABSTRACT

Efficiency of *Trichoderma* spp. promoting the growth of cupuassu seedlings [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.]

With the growing demand for cupuaçu, either in natura or its derivative products, consequently increased the areas of cultivation. Thus, aiming at a sustainable development in the cultivation of this fruit of great economic importance, the present work evaluated the effects that the inoculation of *Trichoderma* spp. performs in the growth of cupuaçuzeiro seedlings. The experiment was carried out in a completely randomized design (DIC) with eight treatments (T1 = isolated T67 inoculated with colonized rice; T2 = isolated T67 inoculated with spore suspension; T3 = isolated T71 inoculated with colonized rice; T4 = isolated T71 inoculated with suspension of spores; T5 = isolate T75 inoculated with colonized rice; T6 = isolate T75 inoculated with spore suspension; T7 = mix of isolates T67, T71 and T75 inoculated with colonized rice; and T8 = mix of isolates T67, T71 and T75 inoculated with spore suspension) and a control group, where the following variables were evaluated: plant height (H), stem diameter (DC), number of leaves (NF), root length (CR), dry mass of the aerial part and roots (MSPA and MSR), MSPA / MSR ratio, Dickson quality index (IQD) and leaf contents of nutrients N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B and Cu. Inoculation with *Trichoderma* sp. influenced significantly in some growth variables of cupuaçuzeiro seedlings and in some nutrient contents, showing that the inoculation method with colonized rice was more efficient among the two studied inoculation options.

Key-words: cupuaçu; plant growth; fruit trees.

1 INTRODUÇÃO

Entre as principais frutas nativas da Amazônia, o cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.], pertencente à família Malvaceae, representa um grande potencial econômico para a região norte do país (MESQUITA, et al., 2014; MOURA et al., 2015). Nas últimas décadas, com o aumento da demanda, o cupuaçuzeiro passou por um processo de transição do extrativismo para a forma cultivada, emergindo nos últimos dez anos com o aumento da área plantada e com a ampliação do cultivo para outras regiões brasileiras (EMBRAPA, 1999). Segundo Rodrigues et al. (2017), o cupuaçu aparece como uma das fruteiras mais importantes para o desenvolvimento agrícola da Amazônia por possuir dupla aptidão, além de fornecer polpa e sementes, há um mercado em expansão pelo consumo de seus produtos nas indústrias alimentícias e cosméticas.

De acordo com Carvalho et al. (2015), a região Amazônica possui as melhores condições climáticas para o desenvolvimento da frutífera, entretanto, a qualidade dos solos da Amazônia pode influenciar na produtividade do cupuaçu, onde a cultura tem sido estabelecida, os solos possuem propriedades físicas bastantes favoráveis ao cultivo, porém são ácidos e de baixa fertilidade natural (ALFAIA; AYRES, 2004). Os solos amazônicos são altamente intemperizados, tendo como característica a acidez e a saturação por alumínio elevadas, e baixa concentração de nutrientes, proveniente das elevadas taxas de lixiviação (MANTOVANELLI et al., 2016). Portanto, como as raízes são responsáveis pela absorção de nutrientes, inclusive os de baixa mobilidade no solo, práticas para manter uma elevada e diversificada comunidade microbiana, são imprescindíveis para o estabelecimento das culturas.

Sendo escassas as informações sobre as condições ideais de desenvolvimento inicial de plântulas de cupuaçuzeiro nas condições de Roraima (MOURA et al., 2015), tendo em vista as peculiaridades do clima no Estado, onde os maiores volumes de chuvas se concentram em pequeno intervalo de tempo, tendo as maiores médias pluviométricas, acima de 250 mm, entre os meses de Maio a Julho, segundo o CEPED – UFSC (2011), e o aumento da introdução do cupuaçu nos sistemas de cultivo, torna evidente a necessidade de estudos sobre a fenologia, crescimento e desenvolvimento dos frutos nas condições do Estado, uma vez que os registros técnico-científicos sobre esta cultura são escassos na região (GUIMARÃES; DURIGAN, 2018).

Como proposta agroecológica, é necessário buscar formas de manejo que visem potencializar o equilíbrio ecológico de plantios e reduzir insumos de síntese química,

tendo a interação entre plantas e microrganismos como uma alternativa sustentável (ALVES et al., 2013; MACHADO et al., 2015), e os fungos do gênero *Trichoderma* têm se destacado dentre os microrganismos mais utilizados na promoção de crescimento e proteção de plantas contra fitopatógenos (AMARAL et al., 2017). Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos que a inoculação de *Trichoderma* spp. desempenha no crescimento de mudas de cupuaçuzeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de Julho a Novembro de 2019, sob condições controladas em casa de vegetação na Embrapa Roraima (02°45'27"N, 60°43'52"W), localizada no município de Boa Vista-RR. As sementes de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.] foram coletadas de frutos provenientes do Campo Experimental Confiança, localizado na vicinal 3, município do Cantá - RR, e germinadas em canteiro com areia lavada. Após a germinação, as plântulas foram transplantadas para sacos de polipropileno com capacidade de 2L.

O solo utilizado como substrato para a produção das mudas foi coletado no Campo Experimental Monte Cristo, no município de Boa Vista - RR, e esterilizado em autoclave por uma hora a 120° C, duas vezes, com um intervalo de 24 horas entre elas. Suas características físico-químicas foram determinadas no laboratório de Solos da Embrapa Roraima (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização química e granulométrica do solo utilizado como substrato.

pH	Ca²⁺	Mg²⁺	Na⁺	K⁺	Al³⁺	H + Al
_____ cmol _c dm ⁻³ _____						
6,7	2,4	0,94	ND	0,12	0,03	1,57
S	P	SB	T	t	V	m
_____ mg dm ⁻³ _____		_____ cmol _c dm ⁻³ _____		_____ % _____		
ND	8,52	3,46	5,03	3,49	69	1
Argila		Silte		Areia		MOS
_____ g kg ⁻¹ _____						
276,9		61,5		661,7		19,26

Em nota: SB = soma de bases (cmol_c dm⁻³); T = capacidade de troca catiônica potencial (cmol_c dm⁻³); t = Capacidade de troca catiônica efetiva (cmol_c dm⁻³); V = saturação por bases (%); m = saturação por alumínio (%); ND = não detectado.

Com base em resultados de testes de biocontrole realizados previamente, com o objetivo de avaliar o efeito antagonico de isolados de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum* spp., foram selecionados três isolados de *Trichoderma* spp. (T67; T71; T75) que apresentaram melhores resultados de antagonismo nos bioensaios *in vitro*. Os

isolados utilizados pertencem à coleção do Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Roraima.

Para os ensaios, o inóculo dos isolados de *Trichoderma* spp. foi produzido em arroz parbolizado e distribuído em Erlenmeyers com capacidade de 500 mL, onde cada Erlenmeyer recebeu 150 g dos grãos de arroz e 100 mL de água destilada, permanecendo em hidratação por 1 hora, e em seguida foram autoclavados a 121°C por 20 minutos. Após 24 horas, cada Erlenmeyer com arroz autoclavado recebeu três discos de micélio de *Trichoderma* spp., desenvolvidos em placas de Petri contendo meio batata-dextrose-ágar (BDA) e mantidos incubados em temperatura ambiente (aproximadamente 29°C), sendo revolvidos diariamente para a obtenção de uma colonização homogênea dos grãos, por um período de seis dias.

Visando verificar se há interferência no desempenho do *Trichoderma* spp. na promoção de crescimento vegetal a depender da maneira que foi inoculado, no presente experimento foram testados dois métodos distintos: i) Incorporação de grãos de arroz colonizados: após preencher os sacos com o substrato, foi feita uma cavidade centralizada com 5 cm de profundidade para receber a plântula, onde foi incorporado 20 g de arroz colonizado com *Trichoderma* spp. (Figura 1a); ii) Adição de suspensão de conídios ao substrato: Após o período de incubação, no Erlenmeyer contendo o *Trichoderma* sp. cultivado em substrato de 150 g de arroz foi adicionado 200 mL de água destilada para que os conídios se desprendessem dos grãos do arroz, e posteriormente foi determinada a concentração de conídios em câmara de Neubauer e ajustada a 10^7 conídios/mL. Após o transplântio da plântula, que apresentava tamanho médio de 11 cm, foi adicionado ao substrato 7 mL da suspensão de conídios para cada 2 kg de substrato (Figura 1b). As mudas foram irrigadas três vezes ao dia por aspersão.



Figura 1 - a. Incorporação do arroz colonizado com *Trichoderma* spp. ao substrato; b. Adição da suspensão de conídios de *Trichoderma* sp. ao substrato. Fonte: autora (2019).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com oito tratamentos, sendo eles: T1 = isolado T67 inoculado com arroz colonizado; T2 = isolado T67 inoculado com suspensão de conídios; T3 = isolado T71 inoculado com arroz colonizado; T4 = isolado T71 inoculado com suspensão de conídios; T5 = isolado T75 inoculado com arroz colonizado; T6 = isolado T75 inoculado com suspensão de conídios; T7 = mix dos isolados T67, T71 e T75 inoculado com arroz colonizado; e T8 = mix dos isolados T67, T71 e T75 inoculado com suspensão de conídios. Além dos oito tratamentos, o experimento contou com um grupo controle, que consistiu em mudas de cupuaçuzeiro produzidas no mesmo tipo de recipiente e substrato, mas sem qualquer adição de inóculo fúngico, e recebendo a mesma irrigação que as mudas inoculadas, com 10 repetições, totalizando 90 unidades experimentais.

Quinzenalmente foram avaliadas as variáveis biométricas das mudas durante 120 dias. A altura (H) das mudas (cm) foi medida com uma régua graduada, medindo do nível do substrato à inserção da última folha; e o diâmetro do caule (mm) foi medido ao nível do substrato com um paquímetro digital, além da quantidade de folhas. Aos 120 dias foram realizadas as análises destrutivas das mudas, em que foi determinado o comprimento das raízes (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR), que consistiu na separação por meio de um corte a nível de substrato, e em seguida foi feita a lavagem das raízes em água corrente e as partes aéreas e radicular foram dispostas em sacos de papel kraft, e colocadas

para secar até obter peso constante na estufa de circulação forçada de ar a 60°C. A relação parte aérea/raiz foi calculada dividindo o valor MSPA pela MSR.

Para determinar a área foliar foram selecionadas 10 folhas de cada tratamento e feitas as medições do comprimento, distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e o ápice da folha, e a largura como a maior dimensão perpendicular ao eixo do comprimento (MORAES et al., 2013), com o auxílio de uma régua graduada (Figura 2a e 2b). Esses valores foram empregados na fórmula: $AF = C \times L \times n^\circ \text{ de folhas} / 10.000$, onde AF é a área foliar, C, é o comprimento da folha e L é a largura da folha. Aos valores médios de AF foi empregado o teste t para averiguar se há diferenças nos tamanhos da área foliar entre os tratamentos, utilizando o SISVAR (FERREIRA, 2014). O tecido vegetal da parte aérea seco foi enviado para o Laboratório Campo Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal, localizado no município de Paracatu-MG, para a análise de teores de nutrientes.



Figura 2 - a. Medição do comprimento da folha de cupuaçuzeiro com o auxílio de uma régua graduada; b. Medição da largura da folha com o auxílio de uma régua graduada. Fonte: autora (2019).

Baseando-se na metodologia de Dickson et al. (1960), foi calculada o Índice de Qualidade de Dickson das mudas produzidas. Para o cálculo foram considerados os dados de massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total, altura da muda e diâmetro do coleto, seguindo a equação a seguir:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)}$$

IQD: Índice de Qualidade de Dickson;

MST: Massa seca total (g);

H: Altura da planta (cm);

DC: Diâmetro do coleto (mm);

MSPA: Massa seca da parte aérea (g);

MSR: Massa seca da raiz (g).

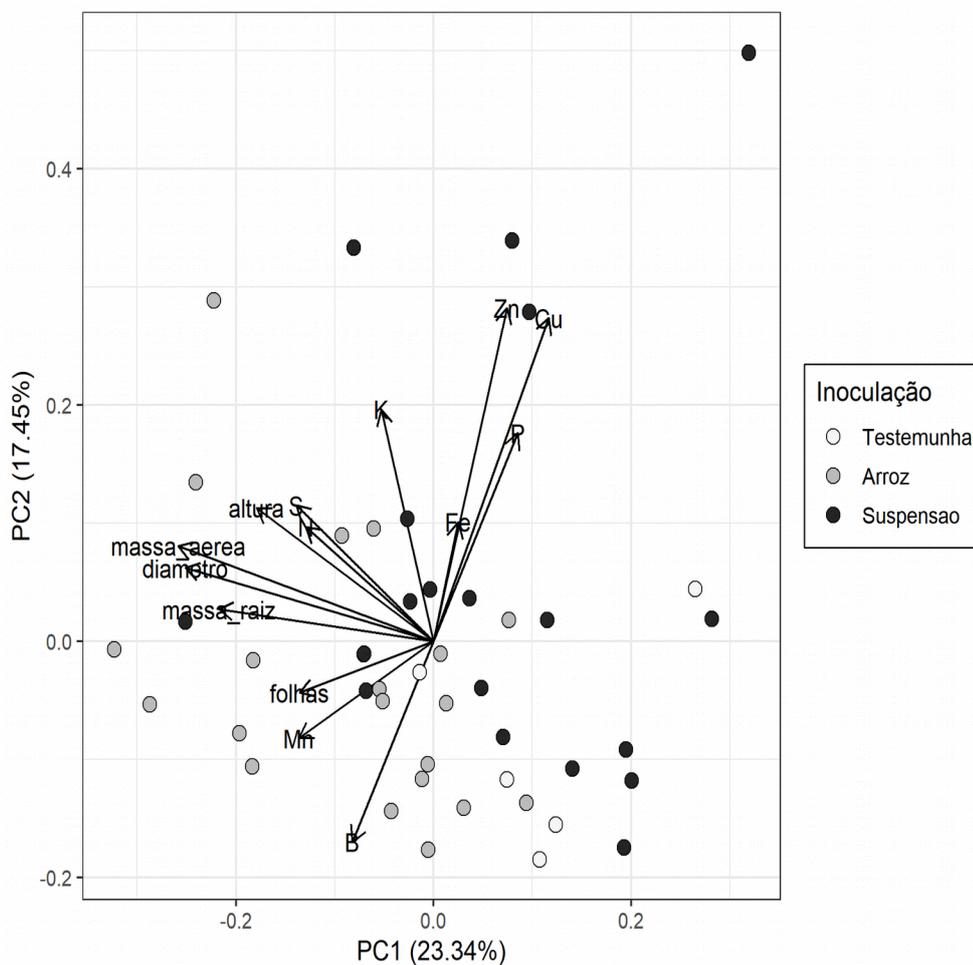
Na análise exploratória foram realizados os testes de normalidade de cada variável, teste de correlação, de colinearidade através de VIF (Fator da Inflação da Variância) e PCA (Análise de Componentes Principais), a fim de verificar as variáveis dependentes correlacionadas e reduzir o conjunto de dados para melhor responder às questões. As variáveis altamente correlacionadas ($r \geq 0.7$) ou colineares ($VIF \geq 4.0$) foram excluídas das análises, e as com distribuição não-normal foram log-transformadas para as análises de ANOVA e Tukey.

Foi realizada a análise de variância *two-way* (dois fatores ou tratamentos), para testar a variação das amostras dentre os dois tratamentos e suas interações (inoculação e fungos isolados). Foi usada a função *aov* e considerado o intervalo de confiança de $p \leq 0.05$. Em seguida, foi feito teste de Tukey, que cria um conjunto de intervalos de confiança nas diferenças entre as médias dos níveis de um fator com a probabilidade de cobertura familiar especificada, usando o método de 'Honest Significant Difference' de Tukey, através da função *TukeyHSD*, utilizando o *software* RStudio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto a área foliar dos cupuaçuzeiros, não houve diferença significativa dos tratamentos, com médias variando de 129,75 cm² a 172,54 cm² nos tratamentos T1 e T7, respectivamente. Com base na correlação e no fator da Inflação da Variância (VIF), foram retiradas as variáveis Mg, Ca, Comprimento da Raiz, Massa seca total e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) da Análise de componentes principais. As variáveis P, S, Mn, Zn, Cu, Massa seca da raiz e IQD possuíam distribuição não-normal e foram log-transformadas para a análise de variância e Tukey.

Na PCA, o primeiro componente explicou 23,34% da variabilidade dos dados e o segundo componente explicou 17,45% (Figura 3), totalizando 40,79%. Percentual considerado considerado baixo de acordo com o critério proposto por Sneath & Sokal (1973), que sugerem que os componentes devem explicar pelo menos 70% da variância dos dados.



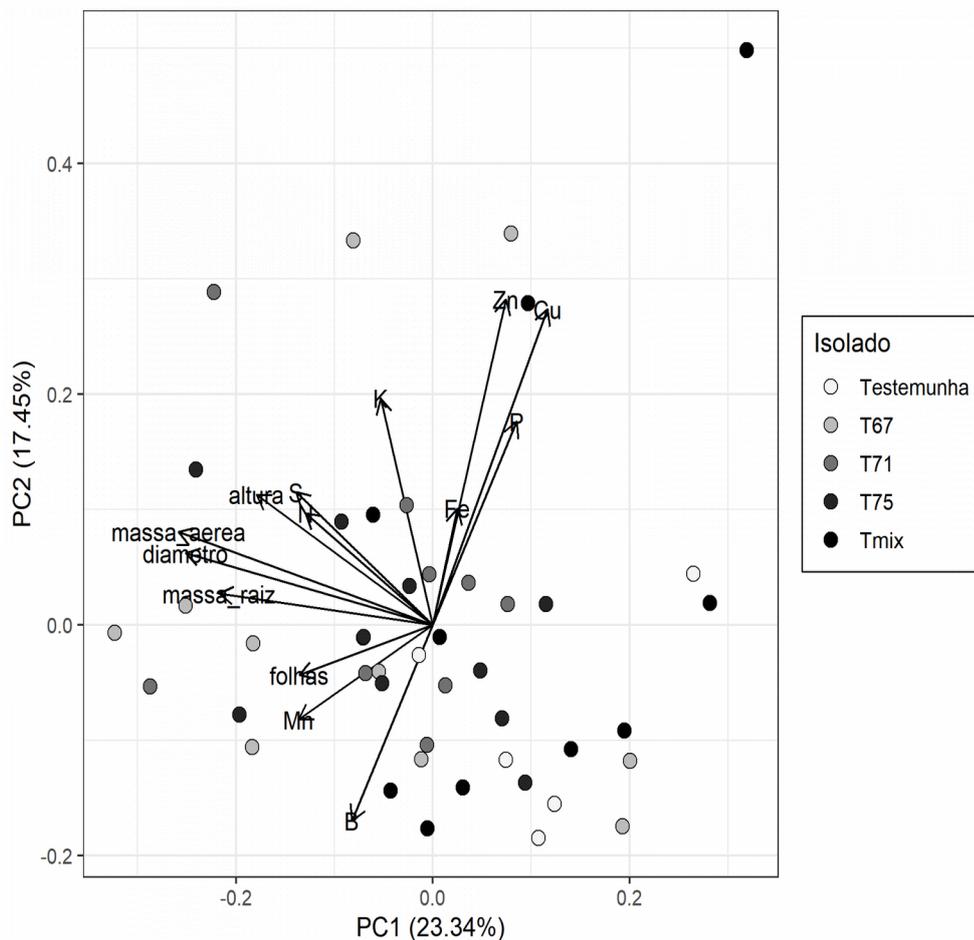


Figura 3 - Análise de componentes principais mostrando a distribuição das amostras de cupuaçu nos tratamentos e a correlação entre as variáveis (setas), as quais quanto mais próximas mais correlacionadas são e quanto maior a seta mais influência possui sobre as amostras.

Quanto as variáveis morfológicas analisadas, a altura das plantas (H) não foi influenciada pela inoculação de *Trichoderma* sp., enquanto as variáveis diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), massa seca da raiz (MSR) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) mostraram um efeito significativo nas mudas inoculadas com arroz colonizado com conídios do fungo (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância Two-way entre os tratamentos de fungos e meios de inoculação nas mudas da cultura de cupuaçu em Boa Vista – RR. São dados também os valores médios das variáveis encontrados em cada tratamento de inoculação e diferença entre eles, segundo teste de Tukey par-a-par.

	----- Variáveis químicas -----							----- Variáveis morfológicas -----						
	N	P	K	S	Zn	Fe	Mn	Cu	H	DC	NF	MSPA	MSR	IQD
	----- g/kg -----				----- mg/kg -----				(cm)	(mm)		(g)	(g)	
Inoculação	4.72*	1,61	0,17	2,52	5.16*	0,22	2,48	4.99*	0,90	4.40*	4.83*	2,71	3,11	5.54*
Isolado	1,71	1,93	1,48	4.67*	2,35	0,20	3.05*	0,70	0,47	0,52	5.31*	2,12	1,87	3.30*
Inoculação: Isolado	1,85	3.86*	0,56	0,50	1,16	1,89	1,31	0,54	0,48	0,53	0,49	1,14	0,23	0,96
Arroz	20.84a	1.77a	9.16a	2.67a	26.73a	213.70a	176.82a	3.62a	18.26a	0.46a	6.28a	4.01a	2.76a	0.16a
Suspensão	18.28a	2.17a	8.68a	2.38b	31.88b	224.93a	139.54a	5.36b	17.67a	0.42ab	5.46b	3.28a	2.30b	0.13b
Testemunha	19.64a	1.78a	8.04a	2.24ab	24.38a	218.56a	142.04a	3.96ab	16.31a	0.36b	4.75b	2.44a	1.30b	0.08b

* diferença significativa $p \leq 0.05$, letras distintas representam diferença significativa $p \leq 0.05$ no teste de Tukey.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi significativo nas mudas que utilizaram arroz colonizado como método de inoculação, com valor de 0,16. Não há na literatura valores padrões de IQD para a produção de mudas de cupuaçuzeiro, todavia, sabe-se que maiores valores de IQD são indicativos de que as chances de sobrevivência das mudas em campo são bem maiores.

Esse incremento na massa seca da raiz nas mudas inoculadas com arroz colonizado com conídios de *Trichoderma* spp. pode ser explicado pela capacidade que esses fungos apresentam em modificar a arquitetura das raízes, pois alguns isolados de *Trichoderma* spp. são conhecidos por melhorarem o estado fisiológico da planta, mudando o perfil metabólico e aumentando a área de absorção e translocação de nutrientes (BROTMAN et al., 2012; MEDEIROS et al., 2019).

Outros trabalhos que utilizaram isolados de *Trichoderma* spp., com o intuito de promover o crescimento vegetal em mudas de tomateiro, também não apresentaram diferenças significativas, nem foi observado melhoria no desenvolvimento e vigor das mudas (ETHUR et al., 2008). Nos estudos realizados com canafistula [*Pelthophorum dubium* (Spreng.) Taub], Junges et al. (2016) constataram que a qualidade das mudas variou de acordo com o método de inoculação, e as mudas que receberam o isolado na semente diferiram positivamente das mudas que receberam o isolado 20 dias após a semeadura. Da mesma

forma, Lustosa et al. (2020), que testaram três formas de inoculação (microbiolização das sementes; substrato pré-plantio e aplicações mensais nas mudas), comprovaram que o modo de aplicação via microbiolização ou em combinação com as demais formas testadas, demonstrou ser a maneira mais promissora de inoculação em mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.).

No anexo XV da Portaria do MAPA nº 37, a qual especifica normas e padrões para a produção, comercialização e utilização de mudas de cupuaçuzeiros, indica que as mudas devem apresentar no mínimo oito folhas funcionais, altura mínima de 30 cm e 8 a 12 meses de idade para irem a campo. E, os parâmetros morfológicos utilizados para determinar a qualidade das mudas de cupuaçuzeiro e a adequação destas aos padrões estabelecidos nesta Portaria, tendem a aumentar com o passar dos dias. Dessa forma, tendo em vista que o presente trabalho manteve as mudas no viveiro pelo período de quatro meses, e o tempo mínimo estabelecido pela legislação são oito meses, pode-se sugerir que as plantas atingiriam os padrões adequados com a extensão do período de viveiro. Ou ainda, que o tempo do presente trabalho seja suficiente para a produção das mudas dentro dos padrões, contanto que as mesmas estejam submetidas às condições edafoclimáticas favoráveis para seu cultivo.

Os valores de IQD encontrados foram inferiores aos mencionados por Araújo Neto et al. (2015), que reportaram valores que variaram de 0,37 a 0,70, em trabalho realizado com diferentes condicionadores de substratos para produção orgânica de mudas de cupuaçuzeiro. Já em trabalho realizado por Campos et al. (2019), encontraram o valor de 0,59 nas mudas de cupuaçuzeiro, produzidas sob influência de fertilizantes nitrogenados.

Observou-se que no viveiro em que o experimento foi instalado, houve uma diminuição das horas de exposição solar, em todas as plantas, tanto as dos tratamentos com inoculação, como nas plantas do grupo controle; e sabendo dos efeitos que o sombreamento excessivo pode causar no desenvolvimento das plantas, interferindo na atividade metabólica, diminuindo a fotossíntese e produção de fotoassimilados, é possível sugerir, com base na figura 3, que a inoculação com *Trichoderma* spp. minimizou os efeitos negativos do sombreamento, mas não ao ponto de proporcionar um incremento significativo no crescimento das mudas.

A ação desses fungos está condicionada aos estímulos que recebem das plantas, sendo possível que o mesmo isolado aja no biocontrole de fitopatógenos, na indução de tolerância a estresses abióticos ou como promotores de crescimento vegetal, sugerindo que o tempo em que as mudas estiveram no viveiro não foi suficiente para que os *Trichoderma* spp. conseguissem fazer com que as plantas superassem o período de estresse causado pelo

sombreamento excessivo, e adquirissem as características necessárias para que a mudanças fisiológicas ocorressem para otimizar o crescimento vegetal.

De acordo com Stewart e Hill (2014), essas diferenças nas condições de cultivo causam inconsistência na promoção de crescimento das plantas, uma vez que esses fungos estimulam de forma sistêmica as defesas das plantas, potencializando a resistência contra estresses bióticos e abióticos, aumentando a taxa fotossintética e corroborando com a adaptação das plantas às condições sub-ótimas de cultivo (MONTE; BETTIOL; HERMOSA, 2019; MEDEIROS et al., 2019).

Com relação aos teores de nutrientes, o método de inoculação foi significativo nos teores de nitrogênio, zinco e cobre, enquanto os teores de enxofre e manganês foram influenciados pela tipo do isolado. A interação método de inoculação/isolado foi significativo nos teores de fósforo.

Wadt et al. (2012), baseando-se nos trabalhos de Salvador et al. (1994), Alfaia e Ayres (2004), e Costa (2006), determinaram valores ótimos para teores foliares de nutrientes para cupuaçuzeiros; e na tabela 3, encontram-se os valores ótimos comparando com as médias encontradas por tratamento neste trabalho.

Também constatou-se que as mudas de cupuaçuzeiros submetidos aos tratamentos testados, obtiveram médias de teores foliares de nutrientes que ficaram abaixo dos valores ótimos. Em relação ao teor de nitrogênio, apenas o tratamento T8 está abaixo do valor ótimo; e no teor de manganês, ficaram abaixo do valor ótimo os tratamentos T2, T5, T6, T7, T8 e o grupo controle. Já os tratamentos T1, T2, T4, T6, T7, T8 e o grupo controle apresentaram concentrações de macronutrientes com padrão decrescente, da seguinte forma: $N > Ca > K > Mg > P$. Essa ordem também foi mencionada por Costa (2006) que estudou a concentração de nutrientes foliares de cupuaçuzeiros em pomares em diferentes tipos de solos.

Tabela 3 - Valores ótimos e médias de teores foliares de nutrientes

Nutriente	Unidade	Valor ótimo*	Tratamentos								Controle
			T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
N	g/kg	16,50	20,97	20,70	20,04	18,98	21,63	17,79	20,70	15,66	19,64
P	g/kg	1,08	1,95	2,01	1,86	1,80	1,67	1,72	1,59	3,14	1,78
K	g/kg	6,42	8,54	9,44	12,70	9,03	8,64	8,26	6,76	7,98	8,04
Ca	g/kg	7,22	10,43	10,38	9,22	9,62	8,26	8,38	9,53	8,99	8,88
Mg	g/kg	2,33	4,76	3,92	3,69	4,30	3,84	3,53	4,15	4,48	3,98
Zn	mg/kg	19,00	27,02	34,00	30,82	32,89	24,96	25,89	24,12	34,76	24,38
Fe	mg/kg	86,00	192,98	229,18	215,52	242,12	201,12	241,86	245,18	186,56	218,56
Mn	mg/kg	184,00	227,26	132,46	185,22	205,50	133,92	111,44	160,86	108,74	142,04
Cu	mg/kg	3,00	3,00	5,32	3,14	4,72	4,34	4,86	3,98	6,52	3,96

Fonte: dados referentes aos obtidos no presente trabalho.

*Adaptado de Wadt et al (2012).

Quanto ao teor de Fe, todos os tratamentos e o grupo controle apresentaram teores muito superiores ao valor considerado ótimo para a cultura do cupuaçuzeiro; e o ferro, embora micronutriente essencial, quando em excesso pode causar redução no crescimento e, conseqüentemente, interferir negativamente na produtividade da planta (JUCOSKI et al., 2016).

Embora a inoculação com *Trichoderma* sp. não tenha causado um efeito significativo na altura das mudas de cupuaçu, o método de inoculação com arroz colonizado de conídios demonstrou de maneira significativa que influenciou no diâmetro do caule, no número de folhas, na massa seca da raiz e no índice de qualidade de Dickson.

4 CONCLUSÕES

A inoculação com *Trichoderma* sp. influenciou significativamente em algumas variáveis de crescimento das mudas de cupuaçuzeiro e em alguns teores de nutrientes, mostrando que o método de inoculação com arroz colonizado foi mais eficiente dentre as duas opções de inoculação estudadas.

**CAPITULO II - EFICIÊNCIA DE *Trichoderma* spp. NA
PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE MUDAS DE
AÇAIZEIRO (*Euterpe oleracea* Mart.)**

RESUMO

A qualidade das mudas de açazeiro pode garantir a sobrevivência delas após o transplante e uma boa produtividade do pomar. Utilizar microrganismos benéficos no processo de produção de mudas pode garantir adaptações necessárias para garantir o sucesso do plantio de maneira sustentável. O presente trabalho avaliou os efeitos que a inoculação de *Trichoderma* spp. desempenha no crescimento de mudas de açazeiro. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos e um grupo controle, com 10 repetições, totalizando 90 unidades experimentais. Durante o experimento, que durou oito meses, quinzenalmente foi avaliado a altura da planta (H), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas. Na avaliação final, foram mensurados o comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e enviado material foliar para determinar teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B e Cu. Após análise estatística constatou-se que as mudas inoculadas apresentaram um incremento significativo na altura e no diâmetro do coleto, entretanto não se enquadraram no padrão recomendado para irem a campo, que preconiza uma altura mínima de 30 cm para as mudas aptas para o plantio.

Palavras-chave: açai; biomassa; crescimento vegetal; palmeira.

ABSTRACT

Efficiency of *Trichoderma* spp. in promoting the growth of açazeiro seedlings (*Euterpe oleracea* Mart.)

The quality of açazeiro seedlings can guarantee their survival after transplanting and a good productivity of the orchard. Using beneficial microorganisms in the seedling production process can guarantee necessary adaptations to ensure the success of planting in a sustainable manner. The present work evaluated the effects that the inoculation of *Trichoderma* spp. plays in the growth of açazeiro seedlings. A completely randomized design (DIC) was used, with eight treatments and a control group, with 10 repetitions, totaling 90 experimental units. During the experiment, which lasted eight months, the plant height (H), stem diameter (DC) and number of leaves were evaluated every two weeks. In the final evaluation, root length (CR), dry shoot weight (MSPA), dry root weight (MSR), total dry mass (MST) and leaf material were sent to determine N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Fe, Mn, B and Cu levels. After statistical analysis it was found that the inoculated seedlings showed a significant increase in the height and diameter of the stem, however they did not fit the recommended pattern for going to the field, which recommends a minimum height of 30 cm for seedlings suitable for planting.

Key words: açai; biomass; plant growth; palm tree.

1 INTRODUÇÃO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), pertencente à família botânica Arecaceae, é uma espécie nativa da Região Norte e é a palmeira mais importante do gênero *Euterpe* conhecida no Brasil, e da sua planta se utiliza praticamente tudo, como vermífugo, corante natural, artesanato, construção de casas, ração animal e alimentação, sendo os frutos para a produção da polpa e o palmito os produtos de maior interesse econômico (RODRIGUES; AMARAL; GALVÃO, 2016; ALMEIDA et al., 2018). Com ampla distribuição geográfica na América Latina, com destaque para a maior quantidade presente no bioma amazônico, o Brasil é o maior produtor mundial de frutos do açazeiro (DA SILVA et al., 2020).

Palmeira mais produtiva da Região Amazônica, com potencial comercial advindo da crescente demanda pelos seus derivados (BEZERRA et al., 2018), o açaí em forma de suco faz parte da base alimentar de muitas famílias nos estados da região Norte e vem sendo difundida no restante do país (DA SILVA et al., 2020). Segundo Lobo e Velasque (2016), o açaí é um alimento saudável que gera diversos benefícios à saúde humana atuando na prevenção de doenças crônicas, ligadas ao estresse oxidativo, além de ser rico em fibras, ajudando no trânsito intestinal.

Apesar do aumento da demanda por açaí e a importância de cultivo de açazeiro com boas taxas de produtividade, na região Norte a produção de frutos para obtenção da polpa é basicamente através do extrativismo, o que demonstra a potencialidade de expansão da cultura em cultivos comerciais, podendo ser em consórcio com outras culturas, sejam anuais, semiperenes ou perenes, constituindo uma boa alternativa para propriedades rurais e uma importante forma de recuperação de áreas degradadas (ALMEIDA et al., 2018). Conforme D'Arace et al. (2019), em 2016, das 1,3 milhões de toneladas de frutos de açaí produzidos no Brasil, a região Norte respondeu por 98,6%, considerando os cultivos racionais e extrativista.

Na busca pela agricultura voltada à sustentabilidade, porém sem perder sua característica de alta lucratividade; a exploração de espécies nativas como o açazeiro, é uma das formas de equalização desses pontos divergentes (BEZERRA et al., 2018). Entretanto, paralelamente a essa expansão comercial, cresce a necessidade por mudas de qualidade e a demanda por tecnologias que envolvem a redução do tempo de viveiro e seu bom desempenho no campo (ARAÚJO et al., 2018). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos que a inoculação de *Trichoderma* spp. desempenha no crescimento de mudas de açazeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de Julho de 2019 a Março de 2020, sob condições controladas em casa de vegetação na sede da Embrapa Roraima (02°45'27"N, 60°43'52"W), localizada no município de Boa Vista-RR. As sementes de açaízeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) foram coletadas de frutos provenientes do Campo Experimental Confiança, localizado no município do Cantá - RR, acondicionadas em sacos de papel Kraft e transportadas para a sede da Embrapa Roraima; posteriormente, germinadas em canteiro com areia lavada.

Após a germinação, as plântulas foram transplantadas para sacos de polipropileno com capacidade de 2L contendo solos coletados no Campo Experimental Monte Cristo, no município de Boa Vista - RR. Os solos utilizados como substrato foram previamente esterilizados em autoclave por uma hora a 120° C, duas vezes, com um intervalo de 24 horas entre elas; e suas características físico-químicas foram determinadas no laboratório de Solos da Embrapa Roraima (Tabela 4).

Tabela 4 - Caracterização química e granulométrica do solo utilizado como substrato das mudas de açaí

pH	Ca²⁺	Mg²⁺	Na⁺	K⁺	Al³⁺	H + Al
_____ cmol _c dm ⁻³ _____						
6,7	2,4	0,94	ND	0,12	0,03	1,57
S	P	SB	T	t	V	m
_____ mg dm ⁻³ _____		_____ cmol _c dm ⁻³ _____		_____ % _____		
ND	8,52	3,46	5,03	3,49	69	1
Argila		Silte		Areia		MOS
_____ g kg ⁻¹ _____						
276,9		61,5		661,7		19,26

Em nota: SB = soma de bases (cmol_c dm⁻³); T = capacidade de troca catiônica potencial (cmol_c dm⁻³); t = Capacidade de troca catiônica efetiva (cmol_c dm⁻³); V = saturação por bases (%); m = saturação por alumínio (%); ND = não detectado.

Com base em resultados de bioensaios realizados previamente, com o objetivo de avaliar o efeito antagônico de isolados de *Trichoderma* spp. sobre o crescimento micelial de

Colletotrichum spp., foram selecionados três isolados de *Trichoderma* sp. (T67; T71; T75), que apresentaram melhores resultados de antagonismo *in vitro*. Os isolados utilizados pertencem à coleção do laboratório de Fitopatologia da Embrapa Roraima.

Para os ensaios, foram produzidos inóculos dos três isolados de *Trichoderma* spp. (T67; T71; T75) em arroz parbolizado, distribuídos em Erlenmeyers com capacidade de 500 mL, onde cada Erlenmeyer recebeu 150 g dos grãos de arroz e 100 mL de água destilada, permanecendo em hidratação por 1 hora. Em seguida, os Erlenmeyers foram autoclavados a 121°C por 20 minutos. Após 24 horas, cada Erlenmeyer, contendo arroz autoclavado, recebeu três discos de micélio de *Trichoderma* spp., desenvolvidos em placas de Petri contendo meio batata-dextrose-ágar (BDA), e mantidos incubados em temperatura ambiente (aproximadamente 29°C), sendo revolvidos diariamente para que obtivesse uma colonização homogênea dos grãos, por um período de seis dias.

Visando verificar se há interferência no desempenho do *Trichoderma* spp. na promoção do crescimento vegetal a depender da maneira de como foram inoculados, no presente experimento foram testados dois métodos distintos de inoculação: i) Incorporação de grãos de arroz colonizados: após preencher os sacos com o substrato, foi feita uma cavidade centralizada com 5 cm de profundidade para receber a plântula, onde foi incorporado 20 g de arroz colonizado com *Trichoderma* spp. (Figura 4a); ii) Adição de suspensão de conídios ao substrato: Após o período de incubação, no Erlenmeyer contendo o *Trichoderma* spp. cultivado em substrato de 150 g de arroz foi adicionado 200 mL de água destilada para que os conídios se desprendessem dos grãos do arroz, e posteriormente foi determinada a concentração de conídios em câmara de Neubauer e ajustada a 10^7 conídios/mL. Após o transplântio da plântula, que apresentavam tamanho médio de 11 cm, foi adicionado ao substrato 7 mL da suspensão de esporos para cada 2 kg de substrato (Figura 4b). As mudas foram irrigadas três vezes ao dia por aspersão.



Figura 4 - a. Incorporação do arroz colonizado com *Trichoderma* sp. ao substrato; b. Adição da suspensão de conídios de *Trichoderma* sp. ao substrato. Fonte: autora (2019).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos (Tabela 5) e o grupo controle, que não recebeu nenhum tipo de inoculação, com 10 repetições, totalizando 90 unidades experimentais.

Quinzenalmente foram avaliadas as variáveis biométricas das mudas durante os oito meses. A altura das mudas (cm) foi medida com uma régua graduada, medindo do nível do substrato à emissão do folíolo da folha mais alta, e o diâmetro do caule (mm) foi medido ao nível do substrato com um paquímetro digital, além da quantidade de folhas. Ao término dos oito meses de experimento foi realizada a análise destrutiva das mudas, em que foi determinado o comprimento das raízes, massa fresca da parte aérea e das raízes, que consistiu na separação da parte aérea do sistema radicular e foi feita a lavagem em água corrente das raízes, e massa seca da parte aérea e das raízes, após obter peso constante na estufa de circulação forçada de ar a 60°C.

Tabela 5 - Descrição dos tratamentos utilizando isolados de *Trichoderma* sp.

Tratamento	Descrição
T1	Isolado: T67 Método de inoculação: arroz colonizado
T2	Isolado: T67 Método de inoculação: suspensão de conídios
T3	Isolado: T71 Método de inoculação: arroz colonizado
T4	Isolado: T71 Método de inoculação: suspensão de conídios
T5	Isolado: T75 Método de inoculação: arroz colonizado
T6	Isolado: T75 Método de inoculação: suspensão de conídios
T7	Isolado: mix T67, T71 e T75 Método de inoculação: arroz colonizado
T8	Isolado: mix T67, T71 e T75 Método de inoculação: suspensão de conídios

Para determinar a área foliar foram selecionadas 10 folhas de cada tratamento e feitas as medições de área foliar total (cm²), com o auxílio do equipamento integrador de área foliar LI-COR®, modelo LI 3100, e quantidade de folíolos por folha. Os dados foram submetidos aos pressupostos da análise de variância, transformados para o modelo adequado quando necessário, e foi empregado o teste t para averiguar se há diferenças nos tamanhos das folhas entre os tratamentos, utilizando o Sisvar (FERREIRA, 2014). O tecido vegetal da parte aérea seco foi enviado para o Laboratório Campo Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal, localizado no município de Paracatu - MG para a análise de teores de nutrientes (Tabela 5).

Baseando-se na metodologia de Dickson et al. (1960), foi calculado o Índice de Qualidade de Dickson das mudas produzidas, e para o cálculo foram considerados os dados de massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total, altura da muda e diâmetro do coleto, seguindo a equação a seguir:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSR}\right)}$$

IQD: Índice de Qualidade de Dickson;

MST: Massa seca total (g);

H: Altura da planta (cm);

DC: Diâmetro do coleto (mm);

MSPA: Massa seca da parte aérea (g);

MSR: Massa seca da raiz (g).

Na análise exploratória foram realizados os testes de normalidade de cada variável, teste de correlação, de colinearidade através do Fator da Inflação da Variância (VIF) e Análise de Componentes Principais (PCA), a fim de verificar as variáveis dependentes correlacionadas e reduzir o conjunto de dados para melhor responder às questões. As variáveis altamente correlacionadas ($r \geq 0.7$) ou colineares ($VIF \geq 4.0$) foram excluídas das análises, e as com distribuição não-normal foram log-transformadas para as análises de ANOVA e Tukey.

Foi realizada a análise de variância *two-way* (dois fatores ou tratamentos), para testar a variação das amostras dentre os dois tratamentos e suas interações (inoculação e fungos isolados). Foi usada a função *aov* e considerado o intervalo de confiança de $p \leq 0.05$. Em seguida, foi feito teste de Tukey, que cria um conjunto de intervalos de confiança nas diferenças entre as médias dos níveis de um fator com a probabilidade de cobertura familiar especificada, usando o método de 'Honest Significant Difference' de Tukey, através da função *TukeyHSD*, utilizando o *software* RStudio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a correlação entre as variáveis e o VIF, retirou-se os teores de Mg, Ca, Zn, a massa seca total e o Índice de qualidade de Dickson da PCA, que mostra a distribuição multidimensional das amostras (Figura 4). As variáveis P, S, Mn, Cu, diâmetro do caule e massa seca da raiz possuem distribuição não-normais e foram log-transformadas para a análise de variância e Tukey.

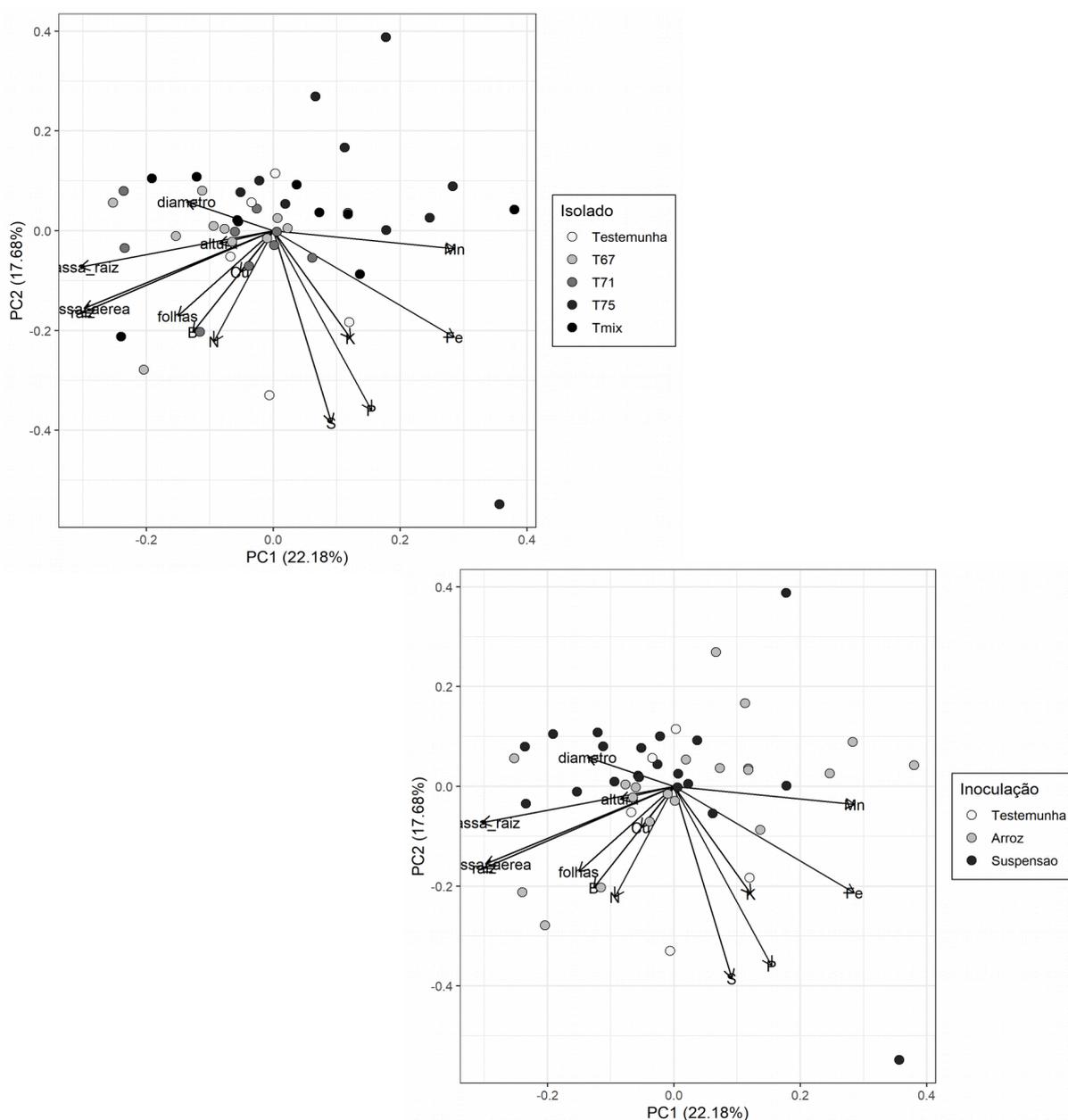


Figura 4: Análise de componentes principais (PCA) mostrando a distribuição das amostras de açaí nos tratamentos e a correlação entre as variáveis (setas), as quais quanto mais próximas mais correlacionadas são e quanto maior a seta mais influência possui sobre as amostras.

O primeiro e segundo componente explicam apenas 39,86% da variância dos dados, o que segundo Sneath & Sokal (1973) é abaixo do ideal, que seria 70%.

Pode-se perceber uma forte correlação da massa seca da parte aérea com o comprimento da raiz, e como essas variáveis foram influenciadas pelo método de inoculação de arroz colonizado com conídios de *Trichoderma* sp., enquanto o método de inoculação com suspensão exerceu forte influência na variável diâmetro do caule.

A inoculação de isolados de *Trichoderma* sp. mostrou-se significativa nas variáveis morfológicas altura da planta (Figura 5) e diâmetro do caule. A média da altura das plantas inoculadas com arroz colonizado com conídios de *Trichoderma* sp. foi de 16,23 cm e 16,11 cm das plantas inoculadas com suspensão de conídios, enquanto as plantas do grupo testemunha, sem nenhum tipo de inoculação, obtiveram uma média de altura de 11,18 cm (Tabela 5).

Tabela 5 - Análise de variância Two-way entre os tratamentos de fungos e meios de inoculação nas mudas da cultura de açaí em Boa Vista – RR. São dados também os valores médios das variáveis encontrados em cada tratamento de inoculação e diferença entre eles, segundo teste de Tukey par-a-par.

	----- Variáveis químicas -----							----- Variáveis morfológicas -----						
	N	P	K	S	B	Fe	Mn	Cu	H	DC	MSPA	MSR	IQD	IQD/MSR
	----- g/kg -----				----- mg/kg -----				(cm)	(mm)	(g)	(g)		
Inoculação	1,51	0,07	2,85	2,40	1,86	1,09	1,68	3,46*	82.67*	40.85*	0,07	1,24	0,49	0,22
Isolado	2,71	0,21	0.78*	0,87	0,63	2,37	4.17*	0,11	45.09*	8.89*	2.88*	5.19*	7.16*	3.20*
Inoculação: Isolado	0,31	0,96	0.77*	1,95	0,04	1,46	0,13	0,39	3.86*	3.32*	0,18	0,73	1,25	0,16
Residuals														
Arroz	22.96 a	2.57 a	13.90 a	2.63 a	6.26 a	148.03 a	233.86 a	6.65 a	16.23 a	5.34 a	2.86 a	1.96 a	0.15 a	0.10 a
Suspensão	22.40 a	2.61 a	11.83 a	2.56 a	6.11 a	133.19 a	205.54 a	8.79 b	16.11 a	5.50 a	3.02 a	2.30 a	0.17 a	0.09 a
Testemunha	24.95 a	2.47 a	10.88 a	3.22 a	8.06 a	145.94 a	165.12 a	8.24 ab	11.18 b	3.88 b	2.96 a	2.45 a	0.18 a	0.09 a

* diferença significativa $p \leq 0.05$, letras distintas representam diferença significativa $p \leq 0.05$ no teste de Tukey.

No diâmetro do coleto, as plantas inoculadas com arroz apresentaram média de 5,34 mm e as mudas da suspensão 5,50 mm, já as mudas do grupo testemunha, média inferior a ambas, com 3,88 mm, e é importante destacar que o diâmetro do coleto é de fundamental importância na avaliação do potencial da muda para sobrevivência e crescimento após o

plantio (SOUZA et al., 2006). A massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, IQD, teores de K e Mn sofreram influência significativa da inoculação, enquanto o teor de cobre apresentou diferença estatística significativa pelo método de inoculação.



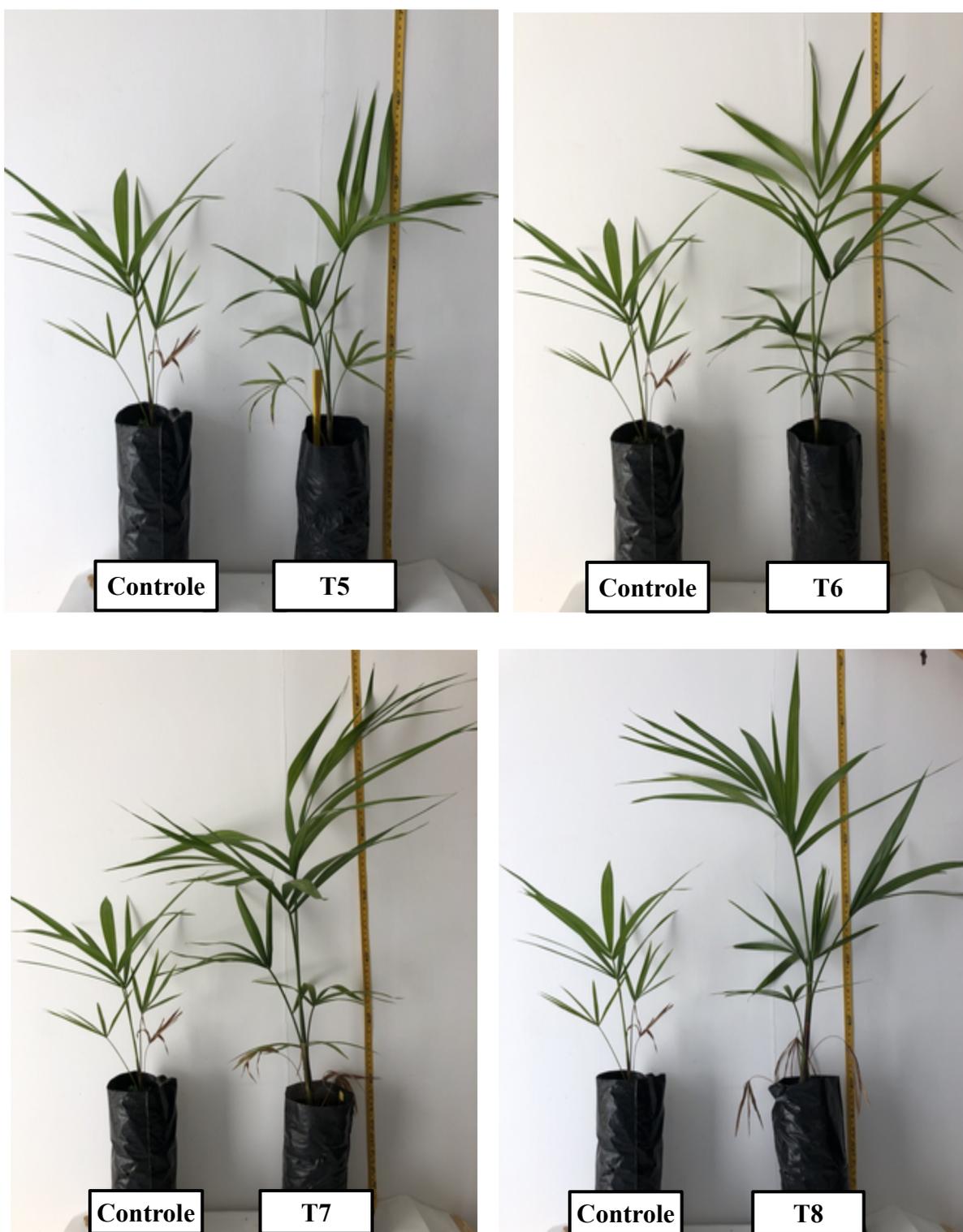


Figura 5 - Efeito dos tratamentos com *Trichoderma* spp. e métodos de inoculação no desenvolvimento de açazeiros em comparação com o grupo controle. Fonte: autora (2020).

Os microrganismos que podem influenciar na promoção do crescimento vegetal tendem sofrer variações em seus modos de ação a depender de características do meio,

disponibilidade de nutrientes, tipos de substratos utilizados, dentre outros fatores. Desta forma, é importante que sejam utilizados isolados adaptados às condições de clima e solo da região, para que a eficiência dos microrganismos e os benefícios da inoculação sejam otimizados (STEFFEN et al., 2019).

No que tange a adaptação desses microrganismos ao meio, o melhor desempenho do T8, que consistiu numa mistura dos três isolados de *Trichoderma* sp., pode estar relacionado a uma menor especificidade que teria apenas um isolado, visto que essa variabilidade de organismos pode ocorrer naturalmente, podendo ser benéfica à planta. Os fungos do gênero *Trichoderma* dispõe de diferentes mecanismos fisiológicos que são responsáveis por garantir o incremento no crescimento de plantas.

Segundo Stewart e Hill (2014), há a possibilidade que eles se utilizem de um ou mais mecanismos para provocar seus efeitos, e que a mistura de espécies torna-se cada vez mais comum por proporcionar maior bioatividade, fornecendo níveis mais consistentes de promoção de crescimento e um amplo espectro de atividades, aumentando o potencial de sucesso. Para superar a limitação de compatibilidade ou relação de eficiência em função das condições ambientais, pode-se fazer uso de mistura de isolado (MEDEIROS et al., 2019).

Martins et al. (2018), observaram esse mesmo padrão na produção de mudas de mamão (*Carica papaya* L.), onde o tratamento mix, uma mistura de cinco isolados de *Trichoderma* sp., obteve resultados superiores aos demais tratamentos de um único isolado e ao grupo sem inoculação. Da mesma forma, podemos mencionar os exemplos de alguns produtos comerciais à base de *Trichoderma*, como o Binab[®], que utiliza a combinação dos isolados de *T. harzianum* e *T. polysporum*, Bio Fit[®] e Bio Traz[®], que usam a mistura de *T. harzianum* e *T. virens*, o Fitotripen WP[®], com *T. harzianum*, *T. koningii* e *T. viridae*, dentre tantos outros.

Apesar de demonstrar efeito dos tratamentos nas variáveis altura da planta e diâmetro do caule, os valores foram muito inferiores aos reportados por Melo Júnior (2020), que constatou altura média de 49,5 cm e diâmetro do caule de 8,5 mm. Os valores encontrados no presente trabalho estão fora do padrão mínimo para que as mudas de açazeiro possam ir ao campo, conforme portaria do MAPA e Comissão Estadual de sementes e mudas do Pará.

Mudas com pequenos diâmetros do coleto podem causar tombamentos, podendo resultar em deformações ou morte das plantas, até mesmo dificuldade em manter-se ereta, comprometendo a capacidade de transplântio e qualidade inferior às mudas com diâmetro dentro dos padrões recomendados. De acordo com Steffen et al. (2019), a importância sobre a

avaliação do espessamento do coleto está diretamente relacionado à capacidade de translocação de solutos do sistema radicular para a parte aérea das mudas.

Para a produção de mudas de açaizeiro ainda não existe um valor recomendado para o índice de Dickson (ARAÚJO, 2017), entretanto, os valores encontrados são muito inferiores ao reportado por Araújo (2017), com IDQ 3,92, e por Nunes et al. (2019), IQD 8,74.

Por considerar em seu cálculo a robustez da planta e o equilíbrio na distribuição de massa, o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador e pode ser importante ferramenta na avaliação da qualidade na produção de mudas, pois, de acordo com Reis, Rodrigues e Reis (2014), para a manutenção de produtividade elevada, o processo produtivo inicia com a escolha de mudas de boa qualidade, homogêneas e de rápida formação. Quanto aos teores de macro e micronutrientes nas folhas, não foi constatado influência dos tratamentos.

A luz é um fator abiótico que pode causar uma situação de estresse às plantas, onde a sua intensidade, qualidade e duração podem exercer influência negativa ao desenvolvimento vegetal. Haverá comprometimento no crescimento da planta em condições de sombreamento elevado, já que irá interferir na capacidade fotossintética e absorção de nutrientes. O viveiro em que o experimento foi instalado conta com a tela de sombreamento de 50%, conforme é indicado pelo MAPA para a produção de mudas certificadas, e há um plantio de eucaliptos ao lado que pode ter influenciado na diminuição da incidência solar no ambiente.

Notou-se que, devido a posição em que os eucaliptos se encontram, a incidência de luz no viveiro na parte da tarde era reduzida. Embora as mudas de açaizeiro não tenham alcançado as especificações do padrão estabelecido pela portaria do MAPA para irem a campo, que seria a altura mínima de 30 cm, a mistura dos isolados de *Trichoderma* que compõe o T8, mostrou-se significativo ao crescimento da planta mesmo com o estresse fisiológico causado pela diminuição da radiação solar.

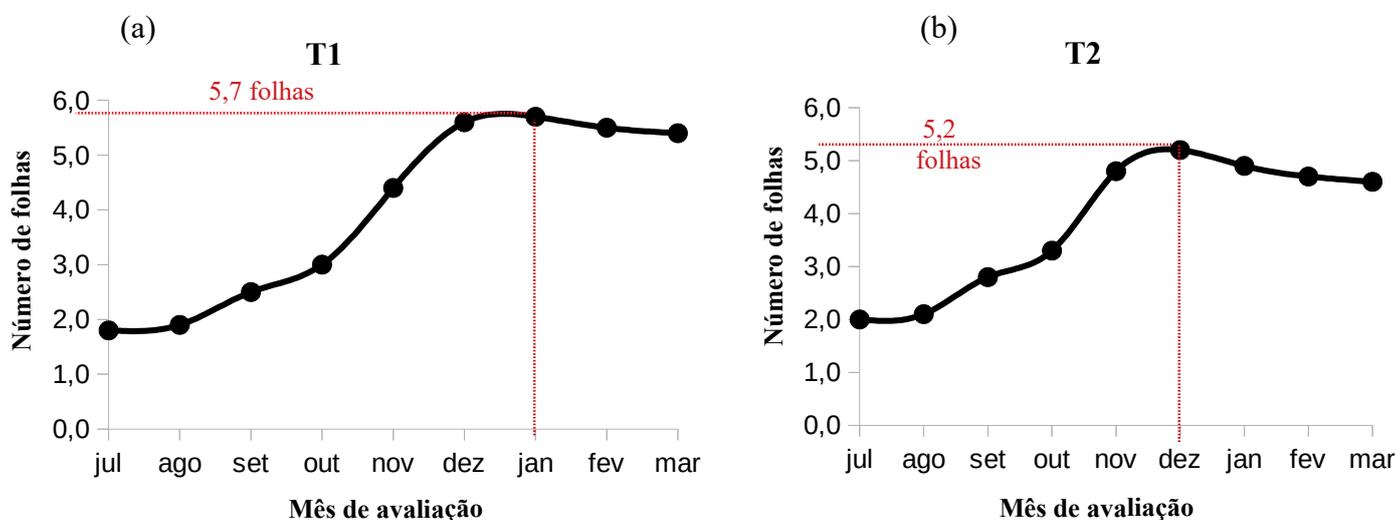
Os microrganismos que colonizam as raízes estabelecem relações orgânicas com plantas influenciando processos fisiológicos (ZAIDI et al., 2014), ajudando a torná-las tolerantes a tensões ambientais desfavoráveis (TALAAT; SHAWKY, 2017), e essas interações microbianas com as plantas cultivadas são fundamentais para a adaptação e sobrevivência de ambos em qualquer ambiente abiótico (MEENA et al., 2017). Os fungos do gênero *Trichoderma* provaram seu papel diverso na agricultura como um microrganismo eficiente para superar inúmeros desafios associados a ela, ajudando a tolerar esses estresses ambientais, ajudando no biocontrole, promoção de crescimento e biorremediação (PAL et al., 2017). Segundo Stewart e Hill (2014), se as plantas estiverem crescendo em condições

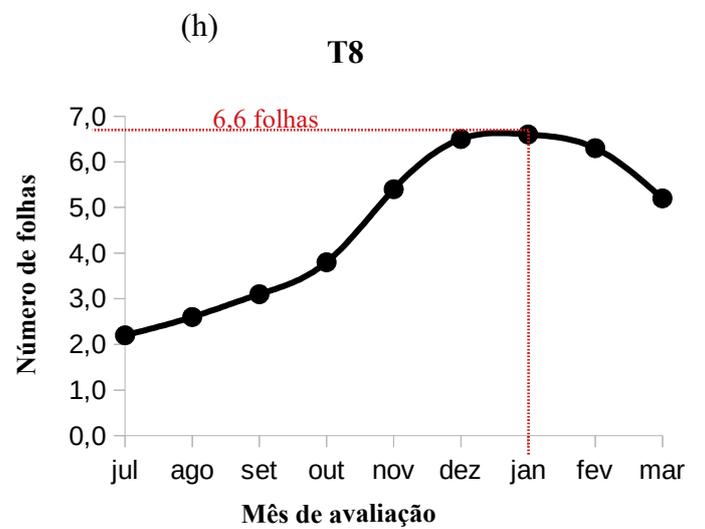
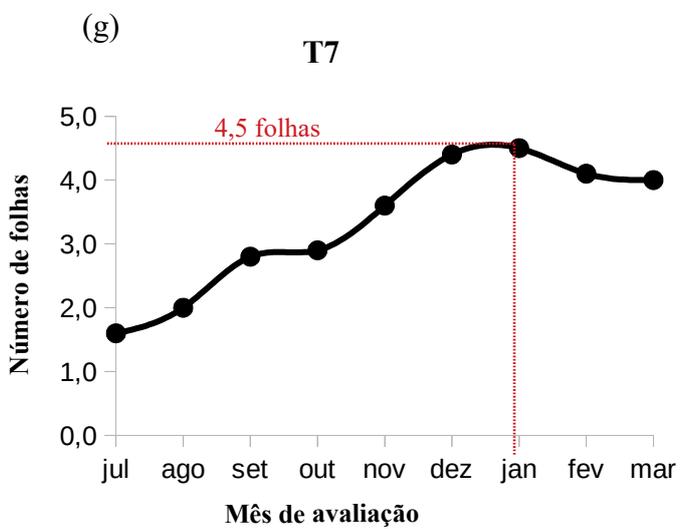
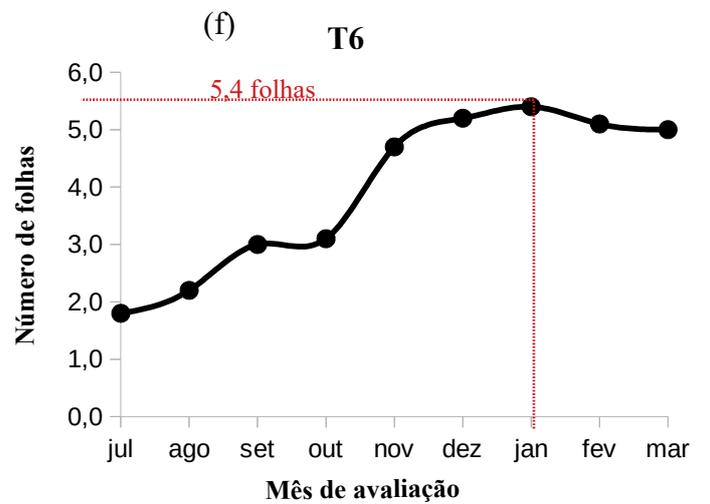
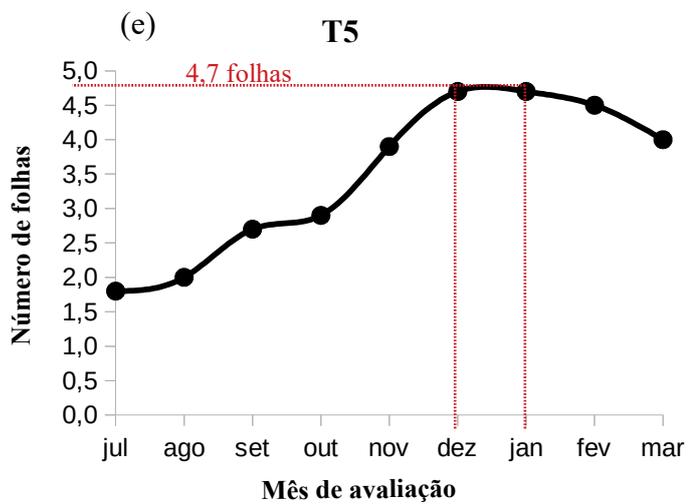
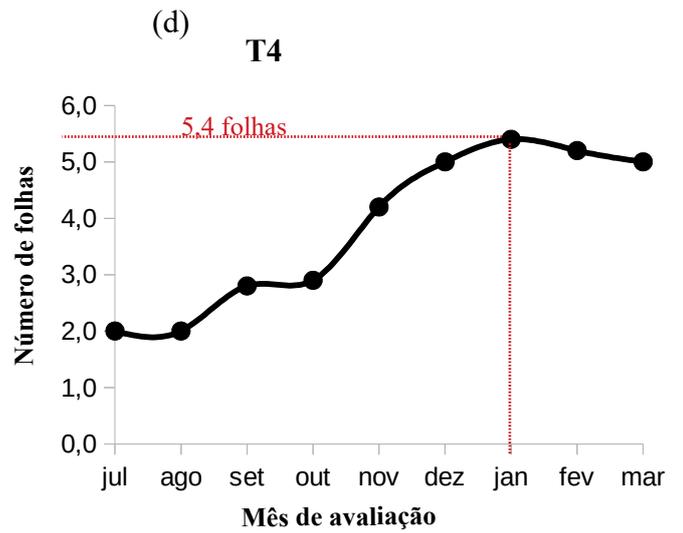
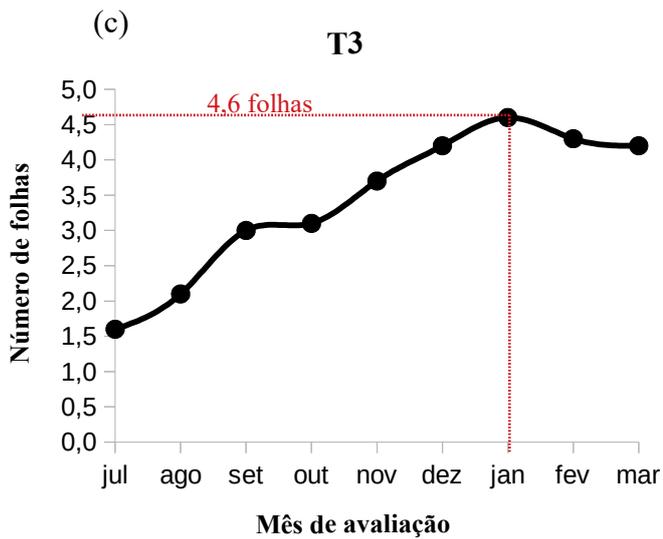
subótimas para o seu desenvolvimento, seja por limitações de luz, água, nutrientes, temperatura ou salinidade, o *Trichoderma* tem mais chance de promover o crescimento, frente as que não contam com os mecanismos para superar essas situações de estresse.

As variáveis de número de folhas e área foliar não foram influenciadas pelos tratamentos, com a menor média de 67,7 cm² e a maior 109,6 cm², valores inferiores ao reportado por Tavares (2017) em mudas de açaí mais jovens, com área foliar média de 144,71 cm².

De acordo com o anexo VII da portaria nº 37 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que define normas e padrões específicos para a produção, comercialização e utilização de mudas de açaizeiro, a muda, produzida em sacos plásticos, deve apresentar no mínimo cinco folhas, pecíolos longos, folhas mais velhas com folíolos separados e idade mínima de quatro meses e máxima de oito meses a partir da germinação (MAPA, 2011). Embora as folhas exibissem um bom desenvolvimento, com pecíolos longos e folíolos separados, nenhum dos tratamentos apresentou média da quantidade de folhas igual ou superior ao indicado pela portaria do MAPA, com médias variando de 3,36 a 4,76 nos tratamentos T7 e T8, respectivamente.

Entretanto, após o número de folhas apresentar um crescimento linear, notou-se, nas últimas avaliações biométricas que antecederam a avaliação destrutiva, um aumento no número de folhas secas, principalmente as mais baixas, o que pode ter ocasionado a diminuição do número médio de folhas funcionais nos tratamentos (Figura 6).





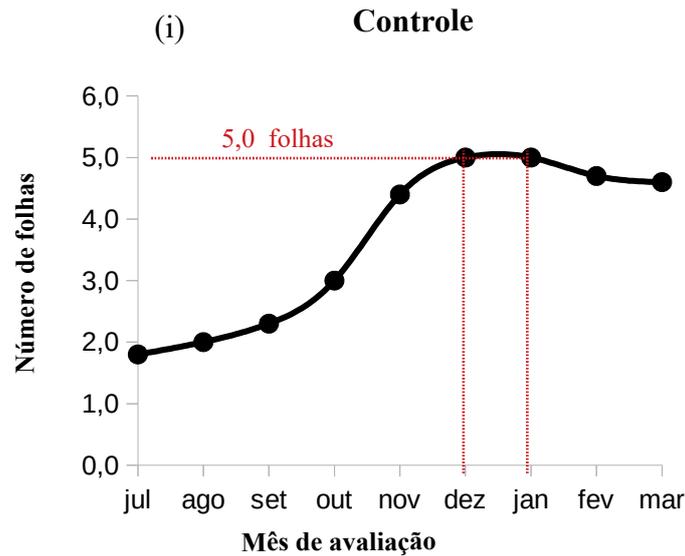


Figura 6 - Número de folhas (NF) das mudas de açaizeiro dos tratamentos a . T1; b. T2; c. T3; d. T4; e. T5; f. T6; g. T7; h. T8; e i. controle. Boa Vista-RR, 2019/2020.

Em todos os tratamentos o pico no número de folhas ocorreu entre os meses de dezembro de 2019 e janeiro de 2020, no quinto e sexto mês de experimento, onde os tratamentos T1, T2, T4, T6 e T8, bem como o grupo controle, apresentaram número médio de folhas igual ou superior ao que preconiza o anexo VII da portaria do MAPA.

Algum fator provocou a aceleração da senescência fisiológica, e essa diminuição no número de folhas funcionais, caracterizadas por apresentarem área foliar sem danos estruturais e fotossinteticamente ativas (SOUSA; JARDIM, 2007), pode ter sido influenciada pelas altas temperaturas, pois, de acordo com Silva (2018), no inverno, que dura de dezembro a fevereiro em Boa Vista - RR, as temperaturas são mais elevadas. Sousa e Jardim (2007) também reportaram esse padrão de diminuição no número de folhas em mudas de açaizeiro em períodos de elevadas temperaturas, que ocasionaram desidratação e queima foliar.

Nunes et al. (2019), que produziram mudas de açaí com adubo foliar e substâncias húmicas, observaram valores médios do número de folhas próximos aos encontrados no presente trabalho, com médias variando de 3,4 a 3,9 folhas. Melo Júnior (2020), estudando o acúmulo de nutrientes em mudas de açaí inoculadas com microrganismos, reportou um número médio de 3,8 folhas por plantas em mudas com cinco meses de viveiro inoculadas com *Trichoderma*. Conforme consta na figura 4, as médias de NF no quinto mês de avaliação eram superiores a encontrada por Melo Júnior (2020), principalmente no tratamento T8, o que sugere que a combinação de diferentes isolados de *Trichoderma* sp. pode ser mais eficiente no desenvolvimento das mudas de açaí.

4 CONCLUSÕES

As mudas inoculadas com *Trichoderma* spp. apresentaram um incremento significativo na altura da planta e no diâmetro do coleto, indicando a capacidade de uso desses microrganismos como promotores de crescimento, podendo influenciar na qualidade das mudas e aumentando a chance de sobrevivências das mesmas em campo. Não foi detectada diferença estatística entre os métodos de inoculação.

CONCLUSÕES FINAIS

A inoculação de isolados de *Trichoderma* sp. interferiu significativamente no desenvolvimento de mudas de cupuaçu e açaí.

No experimento com cupuaçu, o método de inoculação com arroz colonizado com conídios de *Trichoderma* sp. mostrou-se mais eficiente que o método de inoculação com suspensão, resultado importante, pois, por ser um método mais fácil de executar, poderá ser mais facilmente praticado por produtores rurais de pequeno e médio porte em seus cultivos de cupuaçu.

Os dois métodos de inoculação foram igualmente significativos na produção de mudas de açaí.

Embora as mudas não tenham alcançado os padrões exigidos por portaria responsável pela qualidade de mudas para ir a campo, o trabalho conseguiu mostrar a importância que esses microrganismos conseguem desempenhar no desenvolvimento vegetal, sendo um importante aliado na transição de cultivos tradicionais para um cultivo sustentável e agroecológico de espécies frutíferas de grande importância econômica da região amazônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n° 45. 2002.
- ADAMS, P.; DE-LEIJ, F. A.; LYNCH, J. M. *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22 mediate growth promotion of Crack willow (*Salix fragilis*) saplings in both clean and metal-contaminated soil. **Microbial Ecology**. 2007.
- ALFAIA, S. S.; AYRES, M. R. C. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem sementes, na região da Amazônia central. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2. 2004.
- ALMEIDA, U. O.; ANDRADE NETO, R. C.; LUNZ, A. M. P.; COSTA, D. A.; ARAÚJO, J. M.; RODRIGUES, M. J. S. Crescimento de açaizeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) consorciado com bananeira. **Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 5, n. 3. 2018.
- ALVES, R. M.; SILVA, C. R. S.; SILVA, M. S. C.; SILVA, D. C. S.; SEBBENN, A. M. Diversidade genética em coleções amazônicas de germoplasma de cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3. 2013.
- AMARAL, P. P.; STEFFEN, G. P. K.; MALDANER, J.; MISSIO, E. L.; SALDANHA, C. W. Promotores de crescimento na propagação de caroba. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 90. 2017.
- ARAÚJO, R. A. **Florística e estrutura da comunidade arbórea em fragmento florestal urbano no município de Sinop, Mato Grosso**. Dissertação de mestrado. Cuiabá, MT. 2008.
- ARAÚJO, J. M. **Adubo de liberação lenta e ambiente na produção de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea*)**. Dissertação de mestrado, 83 f. Rio Branco. 2017.
- ARAÚJO NETO, S. E.; FREDNBERG, N. T. N.; MINOSSO, S. C. C.; NOVELLI, D. S.; ANDRADE NETO, R. C. Condicionadores de substrato para produção orgânica de mudas de cupuaçu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 4. 2015.
- ARAÚJO, C. S.; RUFINO, C. P. B.; BEZERRA, J. L. S.; ANDRADE NETO, R. C.; LUNZ, A. M. P. Crescimento de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) submetidas a diferentes doses de fósforo. **Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 5, n. 1. 2018.
- ASBY, M. L. A origem, evolução e diversidade da vegetação do Bioma Amazônia. **Ciclo de Conferências Bioma Amazônia**. FAPESP – São Paulo. 2013.

- BAIS, H. P.; WEIR, T. L.; PERRY, L. G.; GILROY, S.; VIVANCO, J. M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annual Review of Plant Biology**. 2006.
- BARAK, R.; ELAD, Y.; MICRELMAN, O.; CHET, I. Lectins: a possible basis for specific recognition in the interaction of *Trichoderma* and *Sclerotium rolfsii*. **Phytopathology**, v. 75. 1985.
- BARNETT, H. L. The nature of mycoparasitism by fungi. **Annual Review of Microbiology**, v. 17. 1963.
- BELCHIOR, D. C. V.; SARAIVA, A. S.; LÓPEZ, A. M. C.; SCHEIDT, G. N. Impactos dos agrotóxicos sobre o meio ambiente e saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 1. 2014.
- BENHAMOU, N; CHET, I. Parasitism de Sclerotia of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma harzianum*: ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction. **Phytopathology**, v. 86, n. 4.1996.
- BEZERRA, J. L. S.; ANDRADE NETO, R. C.; LUNZ, A. M. P.; ARAÚJO, C. S.; ALMEIDA, U. O. Fontes e doses de nitrogênio na produção de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). **Enciclopedia Biosfera**, v. 15, n. 27. 2018.
- BISSET, J. A revision of the genus *Trichoderma* sp. Sect. *Longibrachiatum* sect. **Canadian Journal of Botany**, v. 69, n.1. 1984.
- BROTMAN, Y.; LISEC, J.; MÉRET, M.; CHET, I.; WILLMITZER, L.; VITERBO, A. Transcript and metabolite analysis of the *Trichoderma* – induced systemic resistance response to *Pseudomonas syringae* in *Arabidopsis thaliana*. **Microbiology**. 2012.
- CÁUPER, G. C.; CÁUPER, F. R. M; BRITO, L. L. Biodiversidade Amazônica. Manaus, Amazonas. Centro Cultural dos Povos da Amazônia – CCPA. 2006.
- CAMPOROTA, P. Antagonism in vitro of *Trichoderma* spp. vis-a-vis *Rhizoctonia solani* Kuhn. **Agronomie**, v. 5. 1985.
- CAMPOS, R. A. C.; MILHOMEM, I. A.; SIEBENEICHLER, S. C.; OLIVEIRA, M.; ROSA, L. P.; MARQUES, R. B.; GERMENDORFF. Influence of nitrogen fertilizer on seedling production of cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.). **International Journal of New Technology and Research**, v. 5. 2019.
- CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Campos dos Goytacazes: Ed. UFPR. 1995.

CARVALHO, C. A. C.; ÁLVARES, V. S.; CUNHA, C. R.; LIMA, A. A.; MORENO, A. L.; MACIEL, V. T. Efeito do pré-resfriamento de frutos de cupuaçu na aceitação sensorial do néctar. **Revista Agro @ambiente On-line**, v. 9, n. 1. 2015.

CEPED UFSC. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Roraima** /. Florianópolis. 2011.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SOARES, L. P.; FIDELIS, R. R. *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3. 2017.

CHANG, Y. C.; CHANG, Y. C.; BAKER, R.; KLEIFELD, O.; CHET, I. Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. **Plant Disease**. 1986.

CHET, I.; ELAD, Y. Mechanism of mycoparasitism. In: Les antagonismes microbiens. Mode d'action et application à la lutte biologique controle les maladies des plantes. **Colloques de l'INRA**, v. 18. 1983.

CHET, I.; HENIS, Y. Effect of catechol and disodium EDTA on melanin content of hyphal and sclerotial walls of *Sclerotium rolfsii* Sacc. and the role of melanin in the susceptibility of these walls to beta 1,3 glucanase and chitinase. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 1. 1985.

CLAYDON, N.; ALLAN, M. L.; HANSON, J. R.; AVENT, G. A. Antigungal alkyl pyrones of *Trichoderma harzianum*. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 88. 1987.

CONCEIÇÃO, F. F.; SANTOS, D. J. R.; SANTOS, A. C.; RUSSO, S. L. Prospecção tecnológica de patentes utilizando o fruto do açaí (*Euterpe oleracea*). **8Th International symposium on technological innovation**, v. 8, n. 1. 2017.

COSTA, E. L. **Exportação de nutrientes de frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) em três solos da Amazônia central**. Manaus – AM. 2006.

CRONQUIST, A. **An integrated system of the classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York. 1082-1086 p. 1981.

DAVIDSON, E. A.; ARAÚJO, A. C. de; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F.; BUSTAMANTE, M. M. C.; COE, M. T.; DEFRIES, R. S.; KELLER, M.; LONGO, M.; MUNGER, J. W.; SCHROEDER, W.; SOARES FILHO, B. S.; SOUZA, C. M.; WOFSEY, S. C. The Amazon basin in transition. **Nature**, v. 481. 2012.

D'ARACE, L. M. B.; PINHEIRO, K. A. O.; GOMES, J. M.; CARNEIRA, F. S.; COSTA, N. S. L.; ROCHA, E. S.; SANTOS, M. L.. Produção de açaí na região norte do Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.5. 2019.

DA SILVA, A. O.; MERA, W. Y. W. L.; SANTOS, D. C. R.; SOUZA, D. P.; SILVA, C. G. N.; RAIOL, L. L.; SILVA JÚNIOR, A. M. G.; SILVA, D. A. S.; VIÉGAS, I. J. M. Estudo da produção de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): aspectos econômicos e produtivos baseados nos anos de 2015 a 2017. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1. 2020.

DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. III - Hyphal interaction. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 57. 1971.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in Nurseries. **Forestry Chronicle**, 36, 10-13. 1960.

DOS SANTOS, R. S.; ANDRADE NETO, R. C. ; LUNZ, A. M. P.; ARAÚJO, C. S. GUILHERME, J. P. M.; SILVA, A. J. S. **Fontes e doses de nitrogênio no crescimento inicial de mudas de açaizeiro-solteiro**. I Seminário da Embrapa Acre de iniciação científica e pós-graduação. 2018.

ETHUR, L. Z.; BLUME, E.; MUNIZ, M. F. B.; CAMARGO, R. F.; FLORES, M. G. V.; CRUZ, J. L. G.; MENEZES, J. P. *Trichoderma harzianum* no desenvolvimento e na proteção de mudas contra a fusariose do tomateiro. **Ciência e Natura**. 2008.

FEARNSIDE, P. M. Serviços ambientais como estratégia para o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural. In: C. Cavalcanti (ed.) **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. São Paulo, SP: Editora Cortez. 1997.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazonica**. v. 36. 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FUNCATE – FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA, APLICAÇÕES E TECNOLOGIAS ESPACIAIS. Bioma Amazônia. Disponível em: <https://www.funcate.org.br/pt/>. Acesso em: 13 jun. 2018.

GONDIM, T. M. S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, J. M. L. Aspectos da produção de cupuaçu. Rio Branco. Embrapa Acre. Documentos; 67. 2001.

GOMES, N. S. B.; GRIGOLLET JUNIOR, A.; AUER, C. G. Seleção de antagonistas para controle de *Cylindrocladium spathulatum* em erva mate. **Boletim de Pesquisa Florestal**. 2001.

GUIMARÃES, P. V. P.; DURIGAN, M. F. B. Crescimento e desenvolvimento de frutos de cupuaçuzeiros em sistema agroflorestal no estado de Roraima, Brasil. **Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**. v. 11, n. 1. 2018.

HOMMA, A. K. O.; MÜLLER, A. A.; MÜLLER, C. H.; FERREIRA, C. A. P.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; VIÉGAS, I. J. M.; FARIAS NETO, J. T.; CARVALHO, J. E. U.; COHEN, K. O.; SOUZA, L. A.; VASCONCELOS, M. A. M.; NOGUEIRA, O. L.; ALVES, S. M.; LEMOS, W. P. Açaí. In: NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. (org.). **Sistemas de Produção: açaí**. Belém, PA: Embrapa. 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. Mapa de vegetação do Brasil. Mapa 1:5,000,000. Rio de Janeiro, Brasil. 2004.

JANGIR, M.; PATHAK, R.; SHARMA, S. *Trichoderma* and its potential applications. In: SINGH, D. P.; SINGH, H. B.; PRABHA, R. (edit.). **Plant-microbe interactions in agro-ecological perspectives**. 2017.

JUCOSKI, G. O.; CAMBRAIA, J.; RIBEIRO, C.; OLIVEIRA, J. A. Excesso de ferro sobre o crescimento e a composição mineral em *Eugenia uniflora* L. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4. 2016.

JUNGES, E.; MUNIZ, M. F.; MEZZOMO, R.; BASTOS, B.; MACHADO, R. T. *Trichoderma* spp. na produção de mudas de espécies florestais. **Floresta e Ambiente**. 2016.

KINDERMANN, J.; EL-AYOUTI, Y.; SAMUELS, G. J.; KUBICEK, C. P. Phylogeny of the genus *Trichoderma* based on sequence analysis of the internal transcribed spacer region 1 of the rDNA cluster. **Fungal genetics and Biology**, v. 24, n. 3. 1998.

KÖNIG, F.; GONÇALVES, C. E. P.; AGUIAR, A. R.; SILVA, A. C. F. Bioma Pampa: Interações entre micro-organismos e espécies vegetais nativas. **Revista de Ciências Agrárias**. 2014.

LEACH, A. W.; MUMFORD, J. D. Pesticide environmental accounting: a method for assessing the external costs of individual pesticide applications. **Environmental Pollution**. 2008.

LEÓN, J. A. L. Efectos de la asociación Micorrizas más *Trichoderma* sobre el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) en viveros, en la zona de Babahoyo. Los Ríos, Ecuador. 2016.

LIMA, H. E., SANTOS, V. A., CHAGAS, E. A., RODRIGUEZ, C. A., ARAÚJO, M. C. R. Severidade da vassoura-de-bruxxa em genótipos de cupuaçuzeiro cultivados em sistemas agroflorestal (SAF's) e produção de genótipos tolerantes a doenças. **Cadernos de Agroecologia**. v.8, n. 2. 2013.

LIMA-PRIMO, H. E.; ALBUQUERQUE, T. S. C.; ARAÚJO, R. F.; ARAÚJO, R. S.; QUEIROZ, E. S.; GUIMARÃES, P. V. P. Recuperação de pomar de cupuaçuzeiro com histórico de alta infestação da doença vassoura-de-bruxa em Roraima. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1. 2018.

LOBO, A. C. M.; VELASQUE, L. F. L. Revisão de literatura sobre os efeitos terapêuticos do açaí e sua importância na alimentação. **Biosaúde**, v. 18, n. 2. 2016.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistêmica. **Saúde Debate**. v. 42, n. 117. 2018.

LUSTOSA, D. C.; ARAÚJO, A. J. C.; CAMPOS, B. F.; VIEIRA, T. A. *Trichoderma* spp. and its effects on seeds physiological quality and seedlings development on african mahogany. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 1. 2020.

MACHADO, D. F. M.; TAVARES, A. P.; LOPES, S. J.; SILVA, A. C. *Trichoderma* spp. na emergência e crescimento de mudas de cambará (*Gochnatia polymorfa* (Less.) Cabrera). **Revista Árvore**, v. 39, n. 1. 2015.

MANTOVANELLI, B. C.; CAMPOS, M. C. C.; ALHO, L. C.; FRANCISCON, U.; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, L. A. C. Distribuição espacial de componentes da acidez do solo em área de campo natural na região de Humaitá, Amazonas. **Revista de Ciências Agroambientais**. v. 14, n. 1. 2016.

MAPA – SDA. Portaria MAPA/SDA nº 37, de 14 de fevereiro de 2011. ANEXO VII: Normas e padrões específicos para produção, comercialização e utilização de mudas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatoria* Mart.). Brasília, DF. 2011.

MARTHA-JÚNIOR, G. B.; CONTINI, E.; NAVARRO, Z. Caracterização da Amazônia Legal e macrotendências do ambiente externo. Brasília, DF: Embrapa. **Estudos e Capacitação**. 2011.

MARTINS, A. L. L.; RAMOS, A. C. C.; SOUZA, C. M.; SOARES, L. P.; CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JR, A. F. *Trichoderma* spp. como promotor de crescimento na fase inicial de mudas de *Carica papaya* L. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1. 2018.

MASCARIN, G. M.; MATSUMURA, A. T. S.; WEILER, C. A.; KOBORI, N. N.; DA SILVA, M. E.; BERLITZ, D. L.; MATSUMURA, A. S. Produção industrial de *Trichoderma*. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; DA SILVA, J. C. (org.). **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa. 2019.

MCSPADDEN, G. B. B.; FRAVEL, D. Biological control of plant pathogens: research, commercialization, and application in the USA. **Plant Health Program**. 2002.

MEDEIROS, F. H. V.; GUIMARÃES, R. A.; SILVA, J. C. P.; CRUZ-MAGALHÃES, V.; SOUZA, J. T. Trichoderma: interações e estratégias. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; DA SILVA, J. C. (org.). **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa. 2019.

MEENA, K. K.; SORTY, A. M.; BITLA, U. M.; CHOUDHAR, K.; GUPTA, P.; PAREEK, A.; SINGH, D. P.; PRABHA, R.; SAHU, P. K.; GUPTA, V. K.; SINGH, H. B.; KRISHANANI, K. K.; MINHAS, P. S. Abiotic stress responses and microbe-mediated mitigation in plants: the omics strategies. **Frontiers in Plant Science**, v. 8. 2017.

MELO, I. S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de plantas. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v.4. 1996.

MELLO, S. C. M.; ÁVILA, Z. R.; BRAÚNA, L. M.; PÁDUA, R. R.; GOMES, D. Cepas de *Trichoderma* para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. **Fitosanidad**. 2007.

MELO JÚNIOR, J. A. G. **A inoculação com microrganismos afeta positivamente a arquitetura do sistema radicular e o acúmulo de nutrientes em mudas de *Euterpe oleracea* (Mart.)**. Dissertação de mestrado. 55 f. Belém. 2020.

MENEZES, K. C.; PUIA, J. D.; MACHADO, A. H. R. A importância da elasticidade da matéria orgânica e de sua atuação na estabilidade dos agregados para controle da compactação do solo. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. Curitiba, v. 3, n. 3. 2020.

MESQUITA, F. R.; LIMA, M. O.; ARAÚJO, J. M.; RIBEIRO, O. A. S.; CRAVEIRO, R. L. Composição centesimal de frutos típicos da região do Vale do Juruá-Amazônia Ocidental. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19. 2014.

MILLER, S. A.; BEED, F. D.; HARMON, C. L. Plant disease diagnostic capabilities and networks. **Annual Review Phytopathology**. 2009.

MOHAMED, H. A. L. A.; HAGGAG, W. M. Biocontrol potential of salinity tolerant mutants of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium oxysporum*. **Brazilian Journal of Microbiology**. 2007.

MONTEIRO, P. H. R.; WINAGRASKI, E.; AUER, C. G. Importância do uso de rizobactérias na produção de mudas florestais. Comunicado técnico. Embrapa Florestas. 2014.

MONTE, E.; BETTIOL, W.; HERMOSA, R. Trichoderma e seus mecanismos de ação para o controle de doenças de plantas. In: MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; DA SILVA, J. C. (org.). **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa. 2019.

MORAES, L.; SANTOS, R. K.; WISSER, T. Z.; KRUPPEK, R. A. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 11, n. 4. 2013.

MOURA, E. A.; CHAGAS, P. C.; MOURA, M. L. S.; SOUZA, O. M.; CHAGAS, E. A. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de cupuaçu cultivadas sob diferentes substratos e condições de sombreamento. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 4. 2015.

NASCIMENTO, W. M. O. Açaí *Euterpe oleracea* Mart. **Informativo Técnico Rede de Sementes da @mazônia**. n. 18. 2008.

NASCIMENTO, R. J. S.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2. 2008.

NASCIMENTO, E. P.; CAMPOS, M. C. C.; ALHO, L. C.; SILVA, D. M. P.; WECKHER, F. C.; MANTOVANELLI, B. C.; CUNHA, J. M. Crescimento das mudas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) sob efeito de diferentes composições de biofertilizantes. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 2. 2017.

NUNES, R. L. S.; OLIVEIRA, P. S. T.; PEREIRA, R. Y. F.; SANTANA, M. S.; MORAIS, S. F.; CARNEIRO, C. A. M.; SILVA-MATOS, R. R. S. Produção de mudas de açaí submetidas a doses de substâncias húmicas e adubo foliar. In: SILVA-MATOS, R. R. S.; FURTADO, M. B.; FARIAS, M. F. (org.). **Tecnologia de produção em fruticultura**. Ponta Grossa, PR. Atena Editora. 2019.

OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. Cultivo de açaizeiro para produção de frutos. **Circular técnica**, Embrapa. 2002.

OLIVEIRA, A. G.; COSTA, M. C.D.; ROCHA, S. M. B. M. Benefícios funcionais do açaí na prevenção das doenças cardiovasculares. **Journal of Amazon Health Science**, v. 1, n. 1. 2015.

PAL, S.; SINGH, H. B.; SARKAR, D. R.; YADAV, R. S.; RAKSHIT, A. Toward an integrated resource management: harnessing *Trichoderma* for sustainable intensification in agriculture. In: SINGH, D. P.; SINGH, H. B.; PRABHA, R. (edit.). **Plant-microbe interactions in agro-ecological perspectives**. 2017.

PALOMEQUE, B. E.; RESÉNDEZ, A. M.; RÍOS, P. C.; REYNA, V. P. Á.; MATA, J. S.; GALVÁN, H. S.; RODRÍGUEZ, G. G. Inoculación de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. afroditas en invernadero. **Terra Latinoamericana**. 2017.

PAPAVIZAS, G. C. *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potential for biocontrol. **Annual Review of Phytopathology**, v. 23. 1985.

PATRÍCIO, F. R. A.; KIMATI, H.; BARROS, B. C. Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. antagonísticos a *Pythium aphanidermatum* e *Rhizoctonia solani*. **Summa Phytopathologica**. 2001.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M.; TEIXEIRA, H.; BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B.; VILELLA, F. M. F.; CASTRO, M. L. M. P. Regulamentação e uso de produtos à base de agentes biológicos para o controle de doenças e pragas no Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 276. 2013.

PORTO, D. S.; FARIAS, E. N. C.; CHAVES, J. S.; SOUZA, B. F.; MEDEIROS, R. D.; ZILLI, J. E.; SILVA, K. Symbiotic effectiveness of *Bradyrhizobium ingae* in promoting growth of *Inga edulis* Mart. seedlings. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2017.

QUEIROZ, E. S. **Produção de composto orgânico a partir de resíduos de poda fitossanitária de cupuaçuzeiros infectados por *Moniliophthora perniciosa* para utilização como substrato para mudas**. Dissertação de mestrado. Boa Vista. 2016.

REIS, J. M. R.; RODRIGUES, J. F.; REIS, M. A. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo com diferentes substratos. **Enciclopedia Biosfera**, v. 10, n. 18. 2014.

RESENDE, M. L.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; VON, R. G. P.; VIEIRA, A. R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4. 2004.

RIFAI, M. A revision of the genus *Trichoderma*. **Mycological Papers**, n. 116. 1969.

RIVERO, S.; ALMEIRA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, Belo Horizonte: 19(1) 41-66. 2009.

RODRIGUES, R. A.; AMARAL, E. A.; GALVÃO, A. S. Acrofauna em açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) conduzido em diferentes sistemas de cultivo. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 10, n. 3. 2016.

RODRIGUES, J. D. B.; FERNANDES, J. R. Q.; ALVES, R. M.; CUNHA, R. L. M.; BASTOS, A. J. R.; TEIXEIRA, A. L. Comportamento morfológico no período de crescimento de progênies de cupuaçuzeiro em resposta a restrição hídrica. **Ciência & Tecnologia: Fatec**, v. 9. 2017.

ROIGER, D. J.; JEFFERS, S. N.; CALDWELL, R. W. Occurrence of *Trichoderma* species in apple orchard and woodland soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 23, n. 4. 1991,

SALVADOR, J. O.; MURAOKA, T.; ROSSETTO, R.; RIBEIRO, G. A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agricola**. 1994.

SÁNCHEZ, J. D. L.; ARMBRECHT, I.; LERMA, J. M. Hongos formadores de micorrizas arbusculares y su efecto sobre la estructura de los suelos en fincas con manejos agroecológicos e intensivos. **Acta Agronómica**. 0120-2812, 2015.

SÁNCHEZ-GARCÍA, B. M.; ESPINOSA-HUERTA, E.; VILLORDO-PINEDA, E.; RODRÍGUEZ-GUERRA, R.; MOTA-AVILÉS, M. A. Identificación molecular y evaluación antagónica *in vitro* de cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre hongos fitopatógenos de raíz en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Montcalm. **Agrociencia**, v. 51, n. 1. 2017.

SANTANA, N. S.; TARAZI, M. F. A. Análise da diversidade de bactérias componentes da porção microbiota do hologenoma do cacauzeiro. **Revista Eletrônica da FAINOR**, v. 10, n. 1. 2017.

SANTOS, A. F.; DHINGRA, O. D. Pathogenicity of *Trichoderma* spp. on the sclerotia of *Sclerotinia Sclerotiorum*. **Canadian Journal of Botany**. 1982.

SANTOS, V. S.; ALVES, R. M.; MELO, G. F.; MARTINS FILHO, S. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de cupuaçuzeiro. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18. 2014.

SILVA, D. A. **Caracterização temporal da temperatura do ar e sua relação com os elementos climáticos e eventos enos na cidade de Boa Vista – Roraima**. 72f. Boa Vista – RR. 2018.

SILVA, B. M.; ROSSI, A. P. B.; DARDENGO, J. F. E.; ARAUJO, V. A. A. C.; ROSSI, F. S.; OLIVEIRA, L. O.; CLARINDO, W. R. Diversidade genética estimada com marcadores entre sequências simples repetidas em cultivos comerciais de cupuaçuzeiro. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1. 2016.

SILVA, F. S. N.; ALCANTARA, D. U. A.; BENEVIDES, P. R.; SILVA, F. K. N.; CRUZ, A. J. S.; NOBRE, H. G. Custo de produção de mudas de viveiro coletivo na comunidade do Livramento em Garrafão do Norte, Pará. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1. 2018.

SMITH, V. L.; WILCOX, W. F.; HARMAN, G. E. Potential for biological control of *Phytophthora* root and crown rots of apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* spp. **Phytopathology**. 1990.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. Numerical taxonomy: the principles and practice of numerical classification. San Francisco: **W. H. Freeman**, 573 p. 1973.

SOCHA, L. B.; PINHEIRO, R. B. M. Cupuaçu: a fruta globalizada. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 2. 2016.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3. 2006.

SOUZA, L. A. S.; JARDIM, M. A. G. Produção foliar em mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em área de vegetação secundária no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1. 2007.

SOUZA, A. G. C.; ALVES, R. M.; SOUZA, M. G. Cupuaçu – *Theobroma grandiflorum*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2017.

SOUZA, E. P.; AMARAL, H. F.; SANTOS NETO, J.; NUNES, M. P. Alta dosagem de *Trichoderma harzianum* em tomateiro influencia negativamente a produção de mudas e produção. **Revista Terra & Cultura**, v. 34. 2018.

SOUZA, M. R. S.; DA SILVA, E. R.; SOUZA, L. G. S. Socioeconomia dos vendedores de polpa e frutos de açaí no município de feijó – Acre. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 6, n. 2. 2019.

STEFFEN, G. P. K.; MALDANER, J.; STEFFEN, R. B.; SALDANHA, C. W.; PECCATTI, A. *Trichoderma asperelloides* promove crescimento inicial em mudas de *Corymbia citriodora*. **Enciclopedia Biosfera**, v. 16, n. 29. 2019.

STEWART, A.; HILL, R. Applications of *Trichoderma* in plant growth promotion. In: GUPTA, V. K.; SCHMOLL, M.; HERRERA-ESTRELLA, A.; UPADHYAY, R. S.; DRUZHININA, I.; TUOHY, M. G. **Biotechnology and Biology of Trichoderma**. 2014.

TALAAT, N. B.; SHAWKY, B. T. Microbe-mediated induced abiotic stress tolerance responses in plants. In: SINGH, D. P.; SINGH, H. B.; PRABHA, R. (edit.). **Plant-microbe interactions in agro-ecological perspectives**. 2017.

TAVARES, R. F. M. **Crescimento e fisiologia de mudas de açaí e juçara cultivadas sob estresse hídrico**. Dissertação de mestrado. Campos dos Goytacazes, RJ. 2017.

VALE JÚNIOR, J. F.; SOUZA, M. I. L.; NASCIMENTO, P. P. R. R.; CRUZ, D. L. S. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 5, n. 2, 2011.

WADT, P. G. S.; DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; LEMOS, C. O. Interpretação de índices DRIS para a cultura do cupuaçu. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 2012.

WELLS, H. D.; BELL, D. K.; JAWORSKI, C. A. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent for *Sclerotium rolsfsii*. **Phytopathology**, v. 62, n. 4. 1972.

YEDIDIA, I.; SRIVASTVA, A. K.; KAPULNIK, Y.; CHET, I. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. **Plant and Soil**, 2001.

ZAIDI, N. W.; DAR, M. H.; SINGH, S.; SINGH, U. S. Trichoderma species as abiotic stress relievers in plants. In: GUPTA, V. K.; SCHMOLL, M.; HERRERA-ESTRELLA, A.; UPADHYAY, R. S.; DRUZHININA, I.; TUOHY, M. G. **Biotechnology and Biology of Trichoderma**. 2014.