

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

***Trichoderma asperellum* E *Bacillus subtilis* COMO BIOPROMOTORES**  
**NA CULTURA DO ARROZ**

**Lana Xavier Pires**

**ANÁPOLIS-GO**  
**2019**

**LANA XAVIER PIRES**

***Trichoderma asperellum* E *Bacillus subtilis* COMO BIOPROMOTORES  
NA CULTURA DO ARROZ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis- UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Fitopatologia

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Klênia Rodrigues Pacheco Sá

**ANÁPOLIS-GO  
2019**

Pires, Lana Xavier

*Trichoderma asperellum* E *Bacillus subtilis* como biopromotores na cultura do arroz / Lana Xavier Pires. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2019.

31 páginas.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Klênia Rodrigues Pacheco Sá

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2019.

1. Agentes Biológicos. 2. Crescimento 3. Orizícola I. Lana Xavier Pires. II. *Trichoderma asperellum* E *Bacillus subtilis* como biopromotores na cultura do arroz.

CDU 504

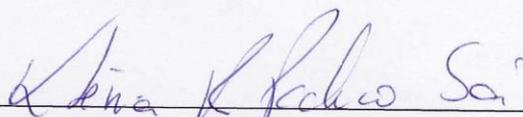
LANA XAVIER PIRES

***Trichoderma asperellum* E *Bacillus subtilis* COMO BIOPROMOTORES  
NA CULTURA DO ARROZ**

Monografia apresentada ao Centro  
Universitário de Anápolis –  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.  
**Área de concentração:** Fitopatologia

Aprovada em: 17/06/2019

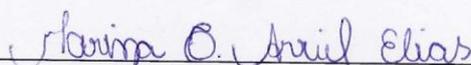
Banca examinadora



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Klênia Rodrigues Pacheco Sá  
UniEvangélica  
Presidente



Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza  
UniEvangélica



Me Marina Teixeira Arriel Elias  
Universidade Federal de Goiás

Dedico esse trabalho a meus pais, Edmilson Pacheco Pires e Leicina Alves Xavier Pires, por todo amor, incentivos e dedicação.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por, sempre, colocar pessoas e oportunidades maravilhosas em meu caminho.

À minha mãe Leicina, pela paciência, incentivos e conselhos, e por me ensinar que o estudo é a maior herança que os pais podem deixar aos filhos.

Ao meu pai Edmilson, que mesmo longe esteve me apoiando e sempre acreditou no meu potencial.

À minha avó Neuza, pela fé inabalável e por me colocar em suas orações fervorosas.

Ao meu namorado Victor Hugo, o qual sempre esteve ao meu lado, fornecendo apoio e transmitindo energias positivas.

À professora Dra. Klênia Rodrigues Pacheco Sá, pelos conhecimentos transmitidos e a confiança em mim depositada.

À minha colega de sala Bárbara, a qual sempre esteve ao meu lado, compartilhando as risadas, mas também os momentos difíceis.

Aos professores do curso de Agronomia da UniEVANGÉLICA, pelos importantes ensinamentos.

Aos funcionários do Laboratório de Biodiversidade da UniEVANGÉLICA, que sempre estiveram dispostos para auxiliar no que fosse necessário.

Aos colegas, pelas boas risadas e aprendizados compartilhados.

À empresa Biosoja, a qual forneceu os produtos para a realização do experimento.

À Fazenda Barra Grande, pelo imenso apoio e compreensão nos dias em que precisei me ausentar.

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver folhas, valeu a intenção da semente.”

Henfil

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1. CULTURA DO ARROZ.....	12
2.2. PROMOTORES DE CRESCIMENTO.....	13
2.2.1. <i>Trichoderma</i> spp.....	13
2.2.2. <i>Trichoderma asperellum</i> .....	14
2.2.3. <i>Bacillus subtilis</i> .....	15
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1. ENSAIOS.....	16
3.2. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E ACÚMULO DE BIOMASSA.....	19
3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	20
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Distribuição dos tratamentos com o fungo <i>Trichoderma asperellum</i> .....	16
FIGURA 2 - Distribuição dos tratamentos com a bactéria <i>Bacillus subtilis</i> .....	17
FIGURA 3 - Distribuição dos tratamentos com o fungo <i>Trichoderma asperellum</i> e a bactéria <i>Bacillus subtilis</i> .....	18
FIGURA 4 - Plantas de arroz com 20 dias após o plantio.....	19
FIGURA 5 Comparação visual do crescimento da parte aérea e raiz do ensaio que utilizou apenas o fungo <i>T. asperellum</i> .....	22

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Tratamentos com <i>Trichoderma asperellum</i> utilizados em experimento com sementes da cultivar BRS Primavera de <i>Oriza sativa</i> .....	16
TABELA 2 - Tratamentos com <i>Bacillus subtilis</i> utilizados em experimento com sementes da cultivar BRS Primavera de <i>Oriza sativa</i> .....	17
TABELA 3 - Tratamentos com <i>Trichoderma asperellum</i> e <i>Bacillus subtilis</i> utilizados em experimento com sementes da cultivar BRS Primavera de <i>Oriza sativa</i> .....	18
TABELA 4 - Comprimento da parte aérea, da raiz e comprimento total de plantas de arroz tratados com <i>Trichoderma asperellum</i> .....	21
TABELA 5 - Peso de matéria seca das partes aéreas das plantas de arroz.....	22
TABELA 6 - Comprimento foliar, radicular e comprimento total de plantas de arroz tratadas com <i>Bacillus subtilis</i> .....	23
TABELA 7 - Peso de matéria seca radicular e foliar das plantas de arroz tratadas com <i>Bacillus subtilis</i> .....	23
TABELA 8 - Comprimento foliar, radicular e comprimento total de plantas de arroz tratadas com <i>Trichoderma asperellum</i> e <i>Bacillus subtilis</i> .....	24
TABELA 9 - Peso de matéria seca radicular e foliar das plantas de arroz tratadas com <i>Bacillus subtilis</i> .....	24

## RESUMO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de arroz fora da Ásia. Estima-se que mais da metade da população mundial dependa do arroz como a principal fonte de alimento. Os fungos do gênero *Trichoderma* destacam-se pela capacidade de associar as raízes das plantas promovendo o crescimento. As bactérias do gênero *Bacillus* sobrepõem-se entre as rizobactérias promotoras de crescimento mais estudadas. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o uso de *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis* em tratamento de sementes e pulverização foliar, no desenvolvimento da raiz e da parte aérea na cultura do arroz. Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Biodiversidade do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA. Foram utilizadas formulações comerciais de *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis*. O delineamento experimental utilizado nos 3 ensaios foi em blocos inteiramente casualizados (DIC). O primeiro ensaio, com *Trichoderma asperellum* foi constituído de seis tratamentos com cinco repetições, sendo: T1: Testemunha (água), T2: *T. asperellum* tratamento de sementes (100 mL 100 L<sup>-1</sup>), T3: *T. asperellum* tratamento de sementes + pulverização (30 mL 100 L<sup>-1</sup>), T4: *T. asperellum* tratamento de sementes + pulverização (40 mL 100 L<sup>-1</sup>), T5: *T. asperellum* tratamento de sementes + pulverização (50 mL 100 L<sup>-1</sup>), T6: *T. asperellum* tratamento de sementes + pulverização (60 mL 100 L<sup>-1</sup>). No segundo ensaio em relação às concentrações dos tratamentos foram as mesmas do primeiro ensaio sendo utilizada apenas a bactéria *Bacillus subtilis*. O terceiro ensaio foi composto pela junção de *T. asperellum* e *B. subtilis*, com sete tratamentos e cinco repetições, sendo: T1: Testemunha (água), T2: *T. asperellum* tratamento de sementes (100 mL 100 L<sup>-1</sup>) + pulverização *B. subtilis* (40 mL 100 L<sup>-1</sup>), T3: *B. subtilis* tratamento de sementes + pulverização *T. asperellum* (40 mL 100 L<sup>-1</sup>), T4: *B. subtilis* + *T. asperellum* tratamento de sementes (100 mL 100 L<sup>-1</sup>), T5: *B. subtilis* + *T. asperellum* tratamento de sementes (50 mL 100 L<sup>-1</sup>), T6: *T. asperellum* tratamento de sementes (100 mL 100 L<sup>-1</sup>) + pulverização *B. subtilis* (60 mL 100 L<sup>-1</sup>), T7: *B. subtilis* tratamento de sementes (100 mL 100 L<sup>-1</sup>) + pulverização *T. asperellum* (60 mL 100 L<sup>-1</sup>). As sementes de arroz cv. BRS primavera foram tratadas de acordo com os tratamentos e semeadas em copos descartáveis. As avaliações foram realizadas após 20 dias, onde foram observadas as seguintes características: comprimento da parte aérea (cm), comprimento da raiz (cm), comprimento total (cm) e acúmulo de biomassa. Em relação ao *T. asperellum*, apresenta capacidade de desenvolvimento da raiz quando pulverizado em parte aérea e tratamento de sementes, e quando utilizado somente em tratamento de semente promove o desenvolvimento da parte aérea. O ensaio com *B. subtilis* apresentou maior eficiência quando se realizou unicamente o tratamento de sementes, assim como no ensaio com *B. subtilis* e *T. asperellum* associados via tratamento de sementes.

**Palavras-chave:** Agentes Biológicos, Crescimento, Orizícola.

## 1. INTRODUÇÃO

O arroz é uma planta da família das gramíneas, do gênero *Oryza*, que possui em torno de vinte espécies, sendo a mais cultivada a *Oryza sativa* (JULIANO, 1993). Estima-se que mais da metade da população mundial dependa do arroz como a principal fonte de alimento (FAO, 2013). O Brasil é o maior produtor e consumidor de arroz fora da Ásia. Seu suprimento anual alcança, em média, 15 milhões de toneladas de arroz em casca para atender ao consumo de 12,14 milhões de toneladas (BRAZILIAN RICE, 2018). Pouco exigente em termos de insumos e tolerante aos solos ácidos, a rizicultura ocupou papel de destaque durante o processo de ocupação agrícola das áreas cobertas pelo bioma Cerrado (iniciado na década de 1960) (CONAB, 2015).

A produção total da safra 2017/18 de arroz no Brasil foi 11,76 milhões de toneladas. No Estado de Goiás, especificamente nos municípios de Formosa e Flores de Goiás, onde a cultura é irrigada, o arroz atingiu, no ano de 2018, uma produtividade média de 6.200 kg.ha<sup>-1</sup>. Já nos outros municípios produtores de arroz de sequeiro, os rendimentos foram entre 2.000 a 2.300 kg.ha<sup>-1</sup>. No mercado internacional, segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a produção mundial de arroz base beneficiado ficou acima dos 486,26 milhões de toneladas na Safra 2017/18, expansão de 0,11 milhões de toneladas em relação à safra 2016/17 (CONAB, 2018).

No intuito de auxiliar num melhor desenvolvimento da cultura do arroz e promover resistência ao ataque de insetos e doenças, e, conseqüentemente influenciar no aumento da produtividade, estão sendo realizadas pesquisas acerca dos diversos agentes microbianos, como fungos do gênero *Trichoderma* e bactérias do gênero *Bacillus*, as quais corroboram que estes promovem maior desenvolvimento da parte aérea e também da raiz das culturas em geral. A promoção do crescimento é dependente da interação da planta com os microrganismos, podendo envolver produção de fito-hormônios, indisponibilização de espécies químicas tóxicas, controle de pragas e doenças, interação com microrganismos benéficos e solubilização de nutrientes (JUNG et al., 2012; OGGERIN et al., 2013; LIAO et al., 2014).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são de ocorrência natural nos solos, especialmente os orgânicos, podendo viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos. Uma característica que se destaca nesse gênero é a capacidade de se associar as raízes das plantas (BENÍTEZ et al., 2004). São de grande importância econômica para a agricultura, uma vez

que são capazes de atuarem como agentes de controle de doenças de várias plantas cultivadas, promotores de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças (ASUMING-BREMPONG, 2013). Devido aos benefícios do controle biológico, percebe-se que o mercado busca formas mais seguras para utilizar estes produtos. Em 2007, no Brasil, cerca de 550 toneladas de produtos à base de *Trichoderma* foram utilizadas, o que seria equivalente a uma área tratada de 600.000 hectares de lavouras (POMELLA; RIBEIRO, 2009).

O gênero *Bacillus* sobrepõe-se como um dos mais pesquisados entre as rizobactérias promotoras de crescimento (ARAÚJO, 2008). A promoção de crescimento ocasionada pela espécie *Bacillus subtilis* é consequência do aumento da fixação de nitrogênio, solubilização de nutrientes, síntese de fito-hormônios e melhoria das condições do solo. Além dos benefícios indiretos pela supressão deste ambiente contra microrganismos maléficos (MANJULA; PODILE, 2005).

A bactéria *B. subtilis* tem sido usada comercialmente para o biocontrole de enfermidades de plantas, assim como para aumentar a produtividade de culturas (NGUGIA et al., 2005; YAO et al., 2006). Atualmente os bioprodutos à base de *B. subtilis* mostram-se efetivos na redução de fitopatógenos no campo, além de serem menos agressivos ao ambiente (FILHO et al., 2010).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o uso de *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis* em tratamento de sementes e pulverização foliar, no desenvolvimento da raiz e da parte aérea na cultura do arroz.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. CULTURA DO ARROZ

O arroz foi introduzido no Brasil pela frota de Pedro Álvares Cabral, porém o seu cultivo em território nacional só foi relatado após 1530, na capitania de São Vicente. Espalhou-se mais tarde por outras regiões do litoral, sempre em pequenas lavouras de subsistência, principalmente na região Nordeste. Foi em 1904, no município de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul, que surgiu a primeira lavoura empresarial, já então irrigada (PEREIRA, 2002).

Em termos de área, a rizicultura brasileira é praticada em, aproximadamente, 2 milhões de hectares. Dessa área, 1,1 milhão de hectares (55,5%) estão localizados no Estado do Rio Grande do Sul, onde o cultivo é feito tradicionalmente, em áreas irrigadas. Nesse sistema, a área recebe irrigação, pelo método de inundação ou aspersão, durante todo o ciclo da cultura. O sistema irrigado é utilizado em 73,5% da área destinada ao cultivo do arroz no país e é responsável por 90% da produção nacional, sendo o restante proveniente do sistema chamado sequeiro ou arroz de terras altas (CONAB, 2017). Neste, a lavoura é implantada em áreas sem a influência de rios ou lençóis freáticos e sem o uso de irrigação, sendo a necessidade hídrica da cultura suprida apenas pela água proveniente das chuvas (LORENÇONI, 2013). Atualmente os principais produtores de arroz de sequeiro são os Estados do Mato Grosso e Maranhão (CONAB, 2017).

O grão de arroz consiste da cariopse e de uma camada protetora, a casca, esta é composta de duas folhas modificadas, a pálea e a lema, as quais correspondem a aproximadamente 20% do peso do grão. A cariopse é formada por diferentes camadas, sendo as mais externas o pericarpo, o tegumento e a camada de aleurona, representam de 5 a 8% da massa do arroz integral (JULIANO; BECHTEL, 1985).

A camada de aleurona apresenta duas estruturas de armazenamento proeminentes, os grãos de aleurona (corpos proteicos) e os corpos lipídicos. O embrião ou gérmen está localizado no lado ventral na base do grão, é rico em proteínas e lipídios. O endosperma forma a maior parte do grão e consiste de células ricas em grânulos de amido e com alguns corpos proteicos (JULIANO; BECHTEL, 1985). A composição do grão de arroz e de suas frações está sujeita a variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento (ZHOU et al., 2002).

No Brasil, o arroz é consumido especialmente na forma de grãos inteiros, sendo conhecidos, em função da forma de processamento pós-colheita, como arroz branco, arroz integral e arroz parabolizado (VIEIRA; RABELO, 2006). A preferência nacional de consumo é pelo arroz da classe longo fino, comercialmente conhecido como “arroz-agulhinha”, que é translúcido e apresenta a característica de ser mais solto, macio e firme após o cozimento (BARATA, 2005).

O consumidor de arroz dá preferência por um produto uniforme, com baixo conteúdo de grãos quebrados e/ou danificados. Da mesma forma, uma performance adequada no beneficiamento, com bons rendimentos de grãos inteiros, é também almejada por produtores e cerealistas (EMBRAPA, 1999). Possui sais minerais (fosfato, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B (quando o arroz é integral), baixo teor de sódio (macro mineral associado à hipertensão arterial), pequeno percentual de gorduras e elevada taxa de digestibilidade e absorção (BASSINELLO; CASTRO, 2004).

As doenças influenciam a qualidade do arroz pela sua ação direta causando manchas nos grãos ou indiretamente por comprometer o enchimento e maturação das espiguetas e acelerar a secagem dos grãos de plantas infectadas. Tais manchas estão associadas a vários agentes, fúngicos ou bacterianos. A queima das glumelas é a principal doença causadora de manchas nos grãos. Outra doença que provoca severos danos à qualidade é a brusone que, ao lesionar o colmo da planta, especialmente na base da panícula, interrompe a passagem da seiva e impede o processo normal de enchimento de grãos e de maturação (EMBRAPA, 1999).

Os insetos que danificam a cultura do arroz, conforme a frequência anual de ocorrência, são classificados em pragas crônicas ou agudas, independentemente do sistema de produção (irrigado por inundação ou de terras altas) ou do estágio no qual as plantas (pré-perfilhamento, fase vegetativa ou reprodutiva) são atacadas. Dentre as principais pragas, podem-se citar: os cupins (*Coptotermes spp.*), o gorgulho-aquático (*Oryzophagus oryzae*), o percevejo-do-colmo (*Tibraca limbativentris*), cascudo-preto (*Euetheola humilis*), cigarrinhas-das-pastagens (*Deois flavopicta*), lagarta-da-folha (*Spodoptera eridania*) (EMBRAPA, 2009).

## 2.2. PROMOTORES DE CRESCIMENTO

### 2.2.1. *Trichoderma spp.*

*Trichoderma* spp., são fungos pertencentes ao Reino Fungi, Filo Ascomycota, Classe Ascomycetes, Ordem Hypocreales, Família Hypocreaceae (KIRK, 2012). Compreendem a fungos de vida livre, que se reproduzem assexuadamente. (HARMAN et al., 2004a). São fungos encontrados em quase todos os tipos de solo, especialmente nos orgânicos. Muitas espécies de *Trichoderma* também são identificados na rizosfera de plantas (ESPOSITO; SILVA, 1998). A temperatura ideal para o bom desenvolvimento do fungo é de 25°C e sensíveis a temperaturas acima de 35°C (VAZ, 2010).

A promoção de crescimento de plantas pela aplicação de isolados de *Trichoderma* spp. tem sido relacionada à produção de hormônios ou fatores de crescimento; maior eficiência no uso de alguns nutrientes e aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes pela planta. Algumas linhagens de *Trichoderma* spp. aumentam a superfície total do sistema radicular, possibilitando um maior acesso aos elementos minerais nele presentes. Outras espécies são capazes de solubilizar e disponibilizar para a planta o fosfato de rocha, ferro, cobre, manganês e zinco e melhorar os mecanismos ativos de absorção de nutrientes, bem como aumentar a eficiência da planta para utilizar alguns nutrientes importantes, como o nitrogênio (LUCON, 2009).

A aplicação de *Trichoderma* tem proporcionado aumentos significativos na porcentagem e na precocidade de germinação, no peso seco e na altura de plantas, além de estimular o desenvolvimento das raízes laterais (MELO, 1996; CONTRERAS-CORNEJO et al., 2009). Eles são capazes de atuar como bioestimulantes do crescimento radicular, promovendo o desenvolvimento de raízes através de fito-hormônios, melhorando a assimilação de nutrientes, aumentando a resistência diante de fatores bióticos não favoráveis e degradando fontes de nutrientes que serão importantes para o desenvolvimento do vegetal (HARMAN, 2000; HARMAN et al., 2004b).

Em sementes de algodão tratadas com *Trichoderma*, notou-se o crescimento de raízes em 60 % (SIVAN; HARMAN, 1991). Isolados de *Trichoderma* sp. em plântulas de fumo e mudas de eucalipto, promoveu diferenças significativas na altura, diâmetro de caule, peso seco da parte aérea e raízes (EMBRAPA, 2008; WEILER, 2004). Em grão-de-bico, *Trichoderma* proporcionou a emergência e incremento em altura de planta e em matéria seca (MESQUITA, 2014).

Segundo Kleifeld e Chet (1992), a promoção de crescimento pode estar relacionada com a produção de hormônios pelas plantas. De acordo com pesquisa *in vitro*, realizada por Altomare et al. (1999), a promoção de crescimento em plantas promovida por *Trichoderma*

*harzianum* Rifai isolado T-22, está na sua habilidade de solubilizar nutrientes importantes para a planta.

### **2.2.2. *Trichoderma asperellum***

As principais espécies de *Trichoderma* utilizadas para a formulação de produtos biológicos são: *T. asperellum*, *T. harzianum*, *T. stromaticum* e *T. viride* (MORANDI ;BETTIOL, 2009). Os produtos à base de *Trichoderma* spp. vem aumentando no mercado para comercialização. A aplicação desses produtos pode ser realizada via semente, na parte aérea das plantas, diretamente no solo e em substratos para produção de mudas (LOPES, 2009).

*Trichoderma asperellum* é considerada uma das espécies mais abundantes em solos brasileiros (DINIZ et al., 2006). Possuem conídios com coloração verde escuro, e conidióforos simétricos com 3,3 micrômetros de largura, com aspecto de pluma. Cada conidióforo contém ramos laterais com duas ou mais fiáides com formato de ampola, organizadas em espirais cruzadas. É uma espécie oportunista, com hábitos saprotróficos a biotróficos. A temperatura de 28°C é ideal para o seu desenvolvimento. (MACHADO et. al., 2012).

Yedidia et al., (2003) verificou isolados de *Trichoderma asperellum* inoculados no sistema radicular de pepino (*Cucumis sativus* L.), resultando em comprimento da parte aérea e redução de 80% aos sintomas da doença mancha-angular causada por *Pseudomonas syringae* pv. *lacrymans*. Nascente et al. (2016) trabalhando com a cultura do arroz e a espécie de *Trichoderma asperellum*, obteve maiores valores de taxa fotossintética e biomassa seca.

### **2.2.3. *Bacillus subtilis***

*Bacillus subtilis* se caracteriza por ser uma bactéria Gram-positiva. Produz enzimas hidrofílicas extracelulares que degradam polissacarídeos; produz antibióticos lipopeptídicos, da família surfactina, bacitracina e polimixina; sobrevive sob temperaturas que variam de 55 a 77 °C, e é considerada um agente de controle biológico por promover o desenvolvimento de plantas e prevenir doenças no solo (RAGAZZO-SÁNCHEZ et al., 2011).

A promoção de crescimento ocasionada por *B. subtilis* proporciona o aumento fisiológico de metabólitos que desencadeiam a sensibilidade do sistema radicular as condições

externas, proporcionando a facilitação da percepção e absorção de nutrientes (MANJULA; PODILE, 2005). Isolados de *B. subtilis* também têm a capacidade de conduzir a regulação hormonal de plantas, como relatado por Tsavkelova et al. (2006) e Persello-cartieaux et al. (2003), governando assim, o controle do crescimento radicular pela síntese de auxina, giberelina e citocinina.

Produtos formulados a partir de *Bacillus subtilis* vêm sendo utilizados, desde 1983, nos EUA para o tratamento de sementes de amendoim, entre outras culturas, contra vários fito-patógenos (WELLER, 1988). O isolado GB03 de *B. subtilis* foi utilizado para inoculação de mais de 2 milhões de hectares de diversas culturas em 1994. O produto é comercializado tanto para proteção das raízes quanto para estimular o desenvolvimento das plantas. Por suas características, esse isolado de *B. subtilis* coloniza tanto monocotiledôneas como dicotiledôneas.

Em experimento com o tomateiro, o maior crescimento da parte aérea de tomate tratado com *B. subtilis* caracteriza a bactéria como promotora de crescimento de planta, esse efeito pode ser devido, em parte, à produção de fito-reguladores vegetais por *B. subtilis* na rizosfera (ARAÚJO et al., 2005).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. ENSAIOS

Os ensaios foram conduzidos no laboratório de Biodiversidade no Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, que fica situada na Av. Universitária Km. 3,5 – Cidade Universitária, tendo as coordenadas geográficas, Latitude 16°19'36"S e Longitude 48°27'10"W, com altitude 1.017 m.

Os três ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizados (DIC). O primeiro e segundo ensaios (Figuras 1 e 2) foram constituídos de 6 tratamentos com 5 repetições. O terceiro ensaio (Figura 3) foi composto por 7 tratamentos com 5 repetições. Sendo cada repetição de ambos os ensaios, composta por 5 plantas. Os tratamentos consistiram conforme descritos nas tabelas 1, 2 e 3.

TABELA 1 - Tratamentos com *Trichoderma asperellum* utilizados em experimento com sementes da cultivar BRS Primavera de *Oriza sativa*, relacionados ao ensaio 01, Laboratório de Biodiversidade, Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, Goiás, 2019.

Tratamentos	
T1	Testemunha (água)
T2	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> )
T3	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>T. asperellum</i> pulverizado (30 mL 100L <sup>-1</sup> )
T4	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>T. asperellum</i> pulverizado (40 mL 100 L <sup>-1</sup> )
T5	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>T. asperellum</i> pulverizado (50 mL 100 L <sup>-1</sup> )
T6	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>T. asperellum</i> pulverizado (60 mL 100 L <sup>-1</sup> )



FIGURA 1 - Distribuição dos tratamentos com o fungo *Trichoderma asperellum*.

TABELA 2 - Tratamentos com *Bacillus subtilis* utilizados em experimento com sementes da cultivar BRS Primavera de *Oriza sativa*, relacionados ao ensaio 02, Laboratório de Biodiversidade, Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, Goiás, 2019.

Tratamentos	
T1	Testemunha (água)
T2	<i>B. subtilis</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> )
T3	<i>B. subtilis</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>B. subtilis</i> pulverizado (30 mL 100L <sup>-1</sup> )
T4	<i>B. subtilis</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>B. subtilis</i> pulverizado (40 mL 100 L <sup>-1</sup> )
T5	<i>B. subtilis</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>B. subtilis</i> pulverizado (50 mL 100 L <sup>-1</sup> )
T6	<i>B. subtilis</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>B. subtilis</i> pulverizado (60 mL 100 L <sup>-1</sup> )



FIGURA 2 - Distribuição dos tratamentos com a bactéria *Bacillus subtilis*.

TABELA 3 - Tratamentos com *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis* utilizados em experimento com sementes da cultivar BRS Primavera de *Oriza sativa*, relacionados ao ensaio 03, Laboratório de Biodiversidade, Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, Goiás, 2019.

Tratamentos	
T1	Testemunha (água)
T2	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>B. subtilis</i> pulverizado (40 mL 100L <sup>-1</sup> )
T3	<i>B. subtilis</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>T. asperellum</i> pulverizado (40 mL 100L <sup>-1</sup> )
T4	<i>B. subtilis</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> )
T5	<i>B. subtilis</i> no tratamento de sementes (50 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (50 mL 100 L <sup>-1</sup> )
T6	<i>T. asperellum</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>B. subtilis</i> pulverizado (60 mL 100 L <sup>-1</sup> )
T7	<i>B. subtilis</i> no tratamento de sementes (100 mL 100 L <sup>-1</sup> ) + <i>T. asperellum</i> pulverizado (60 mL 100L <sup>-1</sup> )



FIGURA 3 - Distribuição dos tratamentos com o fungo *Trichoderma asperellum* e a bactéria *Bacillus subtilis*.

Foi realizada a inoculação das sementes com a cepa de *T. asperellum* e *B. subtilis*, de acordo com cada tratamento para cada ensaio. Em seguida, 10 sementes do cultivar BRS Primavera de arroz foram semeadas em copos plásticos com 500g de solo, adubado com NPK (4-14-08), de acordo com a recomendação de 400 Kg ha<sup>-1</sup>. Para os tratamentos com pulverizações aéreas, estas foram feitas 7 dias após o plantio, utilizando-se um borrifador. Os produtos utilizados para os ensaios foram à base de *Trichoderma asperellum* (com concentração de 1x10<sup>10</sup> conídios mL<sup>-1</sup>) e *Bacillus subtilis* (com concentração de 1x10<sup>8</sup> conídios mL<sup>-1</sup>), fornecidos pela empresa Biosoja, os quais apesar de serem produtos de comercialização ainda não se encontram no mercado.

Os ensaios foram mantidos no Laboratório de Biodiversidade do Centro Universitário de Anápolis- UniEVANGÉLICA sob temperatura ambiente e irrigados uma vez ao dia. Foi realizado o desbaste das plantas com 12 dias após a semeadura, permanecendo cinco plantas por repetição, totalizando 25 plantas por tratamento.

### 3.2. PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E ACÚMULO DE BIOMASSA

Após 20 dias da germinação (Figura 4), as plantas de arroz foram retiradas dos copos e lavadas em água corrente, a fim de que restasse toda a estrutura desse vegetal. Em seguida, foi realizada a medição da raiz (cm), da parte aérea (cm) e comprimento total (cm) com o auxílio de uma régua milimétrica na graduação de 0 a 30 cm.

As raízes foram separadas da parte aérea com o auxílio de uma tesoura articulada tradicional e submetidas à secagem em estufa a 70°C até atingir peso constante (72 horas) e, em seguida, pesadas para determinação do acúmulo de massa seca das raízes e parte aérea.

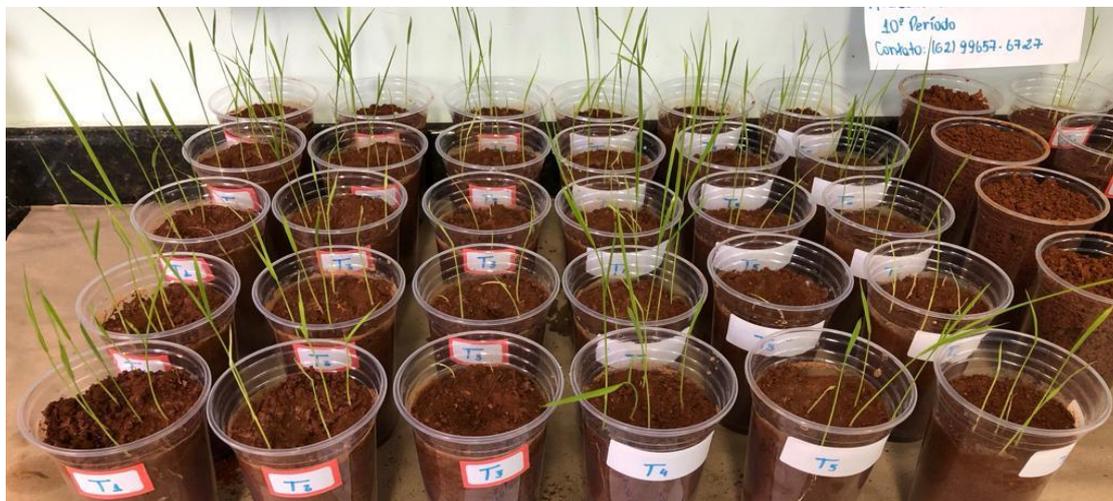


FIGURA 4 – Plantas de arroz com 20 dias após o plantio.

### 3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias geradas comparadas pelo teste Duncan ( $p \leq 5\%$ ) utilizando o programa estatístico *Assistat Software Version 7.7*.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro ensaio demonstrou que os valores médios de comprimento foliar foram estatisticamente superiores no tratamento que utilizou o fungo somente na semente (T2), seguido dos tratamentos T4, pulverização foliar de *T. Asperellum* em dosagem de (40 mL 100 L<sup>-1</sup>) e T5, pulverização foliar de *T. Asperellum* com dosagem de (50 mL 100 L<sup>-1</sup>), correspondendo a um incremento em altura de 60,52%, 9,3% e 3,4% respectivamente, comparando-se à testemunha (Tabela 4). Fragoso; Custodio (2016) obteve um maior número de perfilhos e conseqüentemente maior produtividade com a interação entre plantas de arroz e *T. asperellum*. Monteiro et al. (2006) obteve resultados positivos em plantas de algodão tratadas com *T. asperellum* em diferentes dosagens, tendo incremento de altura de até 12,7% em relação a testemunha. Lima et al. (2007) constataram que a imersão de bulbilhos de alho em suspensão de esporos de *Trichoderma asperellum* pode ser usado isolado ou associado a fungicidas melhorando o stand de plantas.

Em relação ao comprimento médio e peso de matéria seca das raízes, somente o tratamento T6 com pulverização foliar de *T. asperellum*, e dosagem de (60 mL 100 L<sup>-1</sup>), diferiu da testemunha e dos outros tratamentos (Tabelas 4 e 5). Em relação ao comprimento total da planta o tratamento T2 se destacou em relação aos demais, aumento de 6,7% em relação à testemunha. Em referência à massa seca da parte aérea (Tabela 5), no tratamento T3 com pulverização foliar de *T. asperellum* e dosagem de (30 mL 100 L<sup>-1</sup>), obteve melhor média, quando comparado aos demais tratamentos, sendo que o tratamento T3 diferiu apenas do tratamento T6, com a maior concentração do fungo na pulverização aérea (Figura 5). Devido a essa não diferença em relação à testemunha, vale ressaltar que a maioria dos relatos encontrados na literatura refere-se à capacidade de fungos do gênero *Trichoderma* em promover o crescimento e a produtividade das culturas (VINALE et al., 2008).

Tabela 4 - Comprimento foliar, radicular e comprimento total de plantas de arroz tratadas com *Trichoderma asperellum*.

Tratamento	Foliar (cm)	Raízes (cm)	Total (cm)
T1	15,2 d <sup>1</sup>	4,7 b	19,9 c
T2	24,4 a	4,7 b	29,2 a
T3	20,5 bc	5,0 b	25,6 ab
T4	22,7 ab	4,3 b	26,9 ab
T5	21,8 ab	4,4 b	26,2 ab
T6	17,9 cd	6,1 a	24,0 b
C.V (%) <sup>2</sup>	25,02	32,13	20,99

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Duncan a 5% de probabilidade.<sup>2</sup> Coeficiente de variação.

Tabela 5 - Peso de matéria seca radicular e foliar das plantas de arroz tratadas com *Trichoderma asperellum*.

Tratamento	Raiz (g)	Foliar (g)
T1	0,033 c <sup>1</sup>	0,124 ab
T2	0,035 c	0,091 ab
T3	0,097 ab	0,160 a
T4	0,060 bc	0,104 ab
T5	0,073 ab	0,130 ab
T6	0,104 a	0,063 b
C.V (%) <sup>2</sup>	21,75	23,73

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Duncan a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Coeficiente de variação.

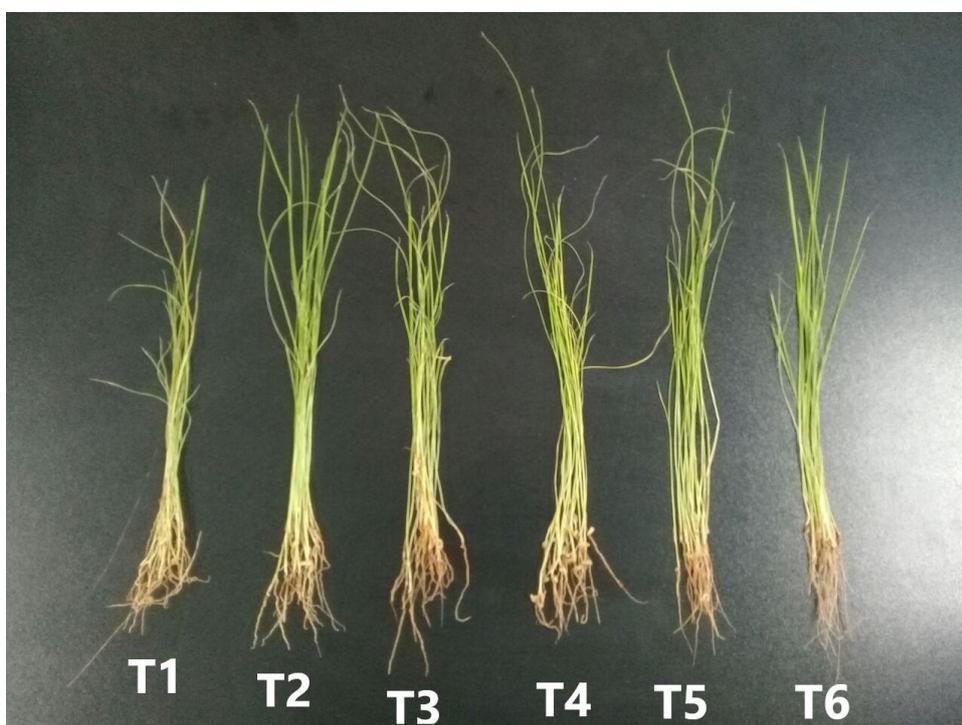


FIGURA 5 - Comparação visual do crescimento da parte aérea e raiz do ensaio que utilizou apenas o fungo *T. asperellum*.

No segundo ensaio observou-se melhor resultado quanto ao desenvolvimento radicular, no tratamento T5, onde se conciliou o tratamento de sementes (100 mL 100 L<sup>-1</sup>) com a pulverização foliar de *B. subtilis* na dosagem de (50 mL 100 L<sup>-1</sup>), seguido dos tratamentos T3 pulverização foliar na dosagem de (30 mL 100 L<sup>-1</sup>), T4 pulverização foliar na dosagem de (40 mL 100 L<sup>-1</sup>) e T6 pulverização foliar na dosagem de (60 mL 100 L<sup>-1</sup>). O tratamento T2 obteve menor média, sendo que neste utilizou-se somente o tratamento de sementes (100 mL 100 L<sup>-1</sup>). Em relação ao comprimento da parte aérea, o tratamento T4 destacou-se (Tabela 6).

Araujo (2008) mostra que sementes de algodão, milho e soja expostas à inoculação com *B. subtilis* tiveram incremento na emergência das plântulas. Essa rápida emergência das plantas diminui o tempo no campo e favorece um menor contato com patógenos presentes no solo e no ambiente externo nos primeiros estágios da planta (LANNA FILHO; FERRO; DE PINHO, 2010).

Em referência ao peso de matéria seca, o tratamento T2 com o tratamento de sementes (100 mL 100 L<sup>-1</sup>), obteve maior média, tanto para raiz como para a parte aérea (Tabela 7). Estudos realizados em feijão inoculados com esta bactéria mostraram que a síntese de auxina, citocinina e giberelina levou a semente a uma rápida germinação, emergência e aumento (29 a 33%) do peso seco das plântulas (MANJULA; PODILE, 2005).

Tabela 6 - Comprimento foliar, radicular e comprimento total de plantas de arroz tratadas com *Bacillus subtilis*.

Tratamento	Foliar (cm)	Raízes (cm)	Total (cm)
T1	15,5 ab <sup>1</sup>	4,0 ab	19,6 ab
T2	13,2 ab	3,6 b	16,9 ab
T3	12,0 b	3,9 ab	15,9 b
T4	16,3 a	5,4 ab	21,7 a
T5	14,8 ab	6,3 a	21,2 ab
T6	15,0 ab	5,6 ab	20,6 ab
C.V (%) <sup>2</sup>	36,99	71,72	40,30

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Duncan a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Coeficiente de variação.

Tabela 7 - Peso de matéria seca radicular e foliar das plantas de arroz tratadas com *Bacillus subtilis*.

Tratamento	Raiz (g)	Foliar (g)
T1	0,258 b <sup>1</sup>	0,137 d
T2	0,286 a	0,197 a
T3	0,118 c	0,110 d
T4	0,247 b	0,179 ab
T5	0,242 b	0,159 c
T6	0,138 c	0,175 bc
C.V (%) <sup>2</sup>	2,51	5,94

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Duncan a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Coeficiente de variação.

No terceiro ensaio o tratamento T4, *B. subtilis* e *T. asperellum* no tratamento de sementes (100 mL 100 L<sup>-1</sup>), sobressaiu em relação aos demais, tanto no desenvolvimento foliar como no radicular (Tabela 8). Demonstrando, também, melhor média para o peso de matéria seca da raiz. Quanto ao peso de matéria seca da parte aérea o tratamento T5, *B.*

*subtilis* e *T. asperellum* no tratamento de sementes (50 mL 100 L<sup>-1</sup>), diferiu dos demais (Tabela 9).

Harman (2000), afirma que *Trichoderma* spp. mostra eficiência quando próximo as raízes das plantas, devido a sua característica antagonista e por serem fungos naturais do solo e da rizosfera. Chacón et al. (2007), verificou que plantas de tomateiro inoculadas com *T. harzianum*, tiveram seu sistema radicular colonizado pelo fungo, o que promoveu maior proliferação de raízes. Em feijão e soja, *Trichoderma* spp. promoveu incentivo de germinação, crescimento e desenvolvimento de plantas de feijão e maior índice de velocidade de germinação em plantas de soja (MENEZES, 1992).

Tabela 8 - Comprimento foliar, radicular e comprimento total de plantas de arroz tratadas com *Trichoderma asperellum* e *Bacillus subtilis*.

Tratamento	Foliar (cm)	Raízes (cm)	Total (cm)
T1	14,3 ab <sup>1</sup>	5,3 bc	19,7 ab
T2	13,5 ab	4,7 c	18,2 bc
T3	15,6 ab	7,6 ab	23,2 ab
T4	16,4 a	8,5 a	25,0 a
T5	12,4 b	5,3 bc	17,7 bc
T6	12,0 b	4,8 c	16,8 c
T7	13,8 ab	4,1 c	17,3 c
C.V (%) <sup>2</sup>	67,65	38,29	41,22

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Duncan a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Coeficiente de variação.

Tabela 9 - Peso de matéria seca radicular e foliar das plantas de arroz tratadas com *Bacillus subtilis*.

Tratamento	Raiz (g)	Foliar (g)
T1	0,104 c <sup>1</sup>	0,147 c
T2	0,199 ab	0,092 d
T3	0,170 b	0,110 d
T4	0,219 a	0,187 b
T5	0,123 c	0,209 a
T6	0,091 cd	0,137 cd
T7	0,087 d	0,127 d
C.V (%) <sup>2</sup>	5,34	4,63

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si segundo Duncan a 5% de probabilidade. <sup>2</sup> Coeficiente de variação.

## 5. CONCLUSÃO

As formulações comerciais de *T. asperellum* e *B. subtilis* foram eficientes na promoção de crescimento da cultura do arroz, sendo que *T. asperellum* apresenta capacidade de desenvolvimento da raiz quando pulverizado em parte aérea e tratamento de sementes, e quando utilizado somente em tratamento de semente, promoveu o desenvolvimento da parte aérea.

*B. subtilis* apresentou maior eficiência quando se realizou unicamente o tratamento de sementes, o mesmo observou-se no ensaio com *B. subtilis* e *T. asperellum* associados, concluindo-se que não é viável a redução da dosagem indicada para o tratamento de sementes. Sendo também necessários estudos em relação a resistência no ataque de doenças e influência na produtividade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOMARE, C.; NORVELL, W.A.; BJÖRKMAN, T. E HARMAN, G.E. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai. 1295-22. **Applied and Environmental Microbiology**, 65, 7: 2926-2933, 1999.

ARAUJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, 32: 456-462, 2008.

ARAUJO, F.F.; BETTIOL, W. Supressividade dos nematóides *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines* em soja por adição de lodo de esgoto ao solo. **Ciência Rural**, v.35, p.806-812, 2005.

ARAUJO, F.F.; SILVA, F.J.V. Controle biológico do nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*) através de *Bacillus subtilis*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5., Foz do Iguaçu, 1996. **Anais**. Londrina: EMBRAPA/CNPSoja, 1996. p.126.

ASUMING-BREMPOG, S. Phosphate solubilizing microorganisms and their ability to influence yield of rice. **Agricultural Science Research Journal**, Legon, v. 3, n. 12, p. 379-386, 2013.

BARATA, T. S. **Caracterização do consumo de arroz no Brasil: um estudo na Região Metropolitana de Porto Alegre**. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios)– Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Cepan, Porto Alegre, RS, 2005.

BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, E. da M. **Arroz como alimento**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 101-108, 2004.

BRAZILIAN RICE. 2018. **Perfil da produção**. Disponível em: <<http://brazilianrice.com.br/br/sobre-o-brasil/>>. Acesso em: 02 agosto 2018.

BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A.M.; LIMÓN, M.C. e CONDÓN, A.C. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, 7, 4: 249-260, 2004.

CASTRO, E.M; VIEIRA, N.R.A; RABELO, R.R; SILVA, S.A. **Qualidade de grãos em arroz**. Embrapa, 1999.

CHACÓN, M. R.; RODRIGUÉZ-GALAN, O.; BENITEZ, T.; SOUSA, S.; REY, M.; LLOBELL, A.; DELGADO-JARANA, J. Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by *Trichoderma harzianum*. **International Microbiology**, v.10, p.19-27, 2007.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Décimo segundo levantamento da safra 2016/17**. 2017. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 02 de agosto 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: Décimo levantamento da safra 2017/18. 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 02 agosto 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do arroz**. 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 02 agosto 2018.

CONTRERAS-CORNEJO, H.A.; MACÍAS-RODRÍGUEZ, L.; CORTÉS-PENAGOS, C. E LÓPEZ-BICIO, J. (2009) - *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, 149, 3: 1579–1592.

DINIZ, K. A.; OLIVEIRA, J. A. O.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, M. L. M.; MACHADO, J. C. Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de alface pela técnica de peliculização. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.37-43, 2006.

ESPOSITO, E; SILVA, M. Systematics and environmental application of the genus *Trichoderma*. **Critic Rev Microbiol**, v. 24, p.89-98, 1998.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statiscal Yearbook: World food and agriculture**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/en/#.Wf3z99WnHIU>>. Acesso em: 02 agosto 2018.

FILHO, M.R.C. et al. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético in vitro e colonização endofítica de mudas de eucalipto**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 226. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008.

FILHO, R. L; FERRO, H. M; DE PINHO, R. S. C. **Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis***. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, 2010.

FRAGOSO, D. de B., CUSTODIO, D. P. Uso de agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas em arroz de terras altas. **Fronteira Agrícola**. Informativo técnico, nº 15. Set, 2016.

HARMAN, G.E. Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. **Plant Disease**, 84, 4: 376–393, 2000.

HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I. E LORITO, M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, 2: 43–56, 2004a.

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

JULIANO, B. O. **Rice in human nutrition**. Rome. FAO, 1993. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0567e/T0567E00.htm#Contents>>.

JULIANO, B.O.; BECHTEL, D.B. **The rice grain and its gross composition**. In: JULIANO, B.O. (Ed). Rice: chemistry and technology. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, 1985. Cap. 2, p. 17-57.

JUNG, S. C. et al. Mycorrhiza-induced resistance and priming of plant defenses. **Journal of chemical ecology**, New York, v. 38, n. 6, p. 651-664, June 2012. DOI: 10.1007/s10886-012-0134-6.

KIRK, P. Index Fungorum. **CABI Bioscience, CBS and Landcare Research**, available online, ed.2012. Disponível em [www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org). Acesso em: 08 de maio 2019.

KLEIFELD, O. E CHET, I. (1992) - *Trichoderma harzianum* – interaction with plants and effect on growth response. **Plant and Soil**, 144: 267-272.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; DE PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12–20, 2010.

LIAO, X. et al. Overexpression of a *Metarhizium robertsii* HSP25 gene increases thermotolerance and survival in soil. **Applied microbiology and biotechnology**, Paranaque, v. 98, n. 2, p. 777-783, Jan. 2014. DOI: 10.1007/s00253-013-5360-5.

LIMA, E.A.; CHAGAS, B.L.; SILVA, V.P.; POMELLA, A.W.V. Efeito de *Trichoderma asperellum* no cultivo do alho, associado ou não com tratamento químico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, p.319, 2007.

LOPES, R.B. (2009) - **A indústria no controle biológico: produção e comercialização de microrganismos no Brasil**. In: Bettioli, W. e Morandi, M.A.B. (Ed.) - Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 15–28.

LORENÇONI, R. **Caracterização fisiológica de diferentes genótipos de arroz de terras altas**. 2013. 131 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

LUCON, C.M.M. **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma* spp.**, 2009. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/trichoderma/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/trichoderma/index.htm)>.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F.R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.26, p.274-288, 2012.

MANJULA, K.; PODILE, A.R. Increase in seedling emergence and dry weight of pigeon pea in the field with chitin-supplemented formulations of *Bacillus subtilis* AF 1. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v.21, p.1057–1062, 2005.

MARTINS, J.F.S; BARRIGOSI, J.A.F; OLIVEIRA, J.V; CUNHA, U.S. **Situação do Manejo Integrado de Insetos-praga na Cultura do Arroz no Brasil**. Embrapa, 2009.

MELO, I.S. (1996) - *Trichoderma e Gliocladium como bioprotetores de plantas*. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, 4: 261–295.

MENEZES, M. Avaliação de espécies de *Trichoderma* no tratamento de feijão e do solo, visando o controle de *Macrophomina phaseolina*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília: SBS, 1992. p. 159.

MESQUITA, D.C.M. **Biocontrole de fusariose e promoção do crescimento de grão-de-bico por *Trichoderma***. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, 2014.

MONTEIRO, V. N., AND ULHOA, C. J., COSTA, F. T. (2006). Biochemical characterization of a 3-glucanase from *Trichoderma* induced by cell wall of *Rhizoctonia solani*, **Curr. Microbiol.** 52, 92-96.

MORANDI, M.A.B.; BETTIOL, W. (2009) - **Controle biológico de doenças de plantas no Brasil**. In: Bettiol, W; Morandi, M.A.B. (Ed.). *Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas*. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p.07-14.

NASCENTE, A. S., FILIPPI, M. C. C. de., LANNA, A. C., SOUZA, A. C. A. de., LOBO, V. L. da S., SILVA, G. B. da. **Microrganismos indutores de crescimento no desempenho de plantas de arroz de terras altas**. Fertbio, 2016. Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e feijão, 2016.

NGUGIA, H.K.; DEDEJB, S.; DELAPLANEB, K.S.; SAVELLEA, A.T.; SCHERMA, H. Effect of flower-applied Serenade biofungicide (*Bacillus subtilis*) on pollination-related variables in rabbiteye blueberry. **Biological Control**, v.33, p.32-38, 2005.

OGGERIN, M. et al. Specific jarosite biomineralization by *Purpureocillium lilacinum*, an acidophilic fungi isolated from Río Tinto. **Environmental microbiology**, Washington, DC, v. 15, n. 8, p. 2.228-2.237, Jan. 2013. DOI: 10.1111/1462-2920.12094.

PEREIRA, J. A. **Cultura do arroz no Brasil: subsídios para a sua história**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002.

PERSELLO-CARTIEAUX, F.; NUSSAUME L.; ROBAGLIA, C. Tales from the underground: Molecular plant-rhizobacteria interactions. **Plant Cell and Environment**, v.26, p.186–199, 2003.

POMELLA, A.W.V; RIBEIRO, R.T.S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – uma visão empresarial. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: usos e perspectivas**. 1 .ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. Cap. 15. P. 239-244.

- RAGAZZO-SÁNCHEZ, J. A.; ROBLES-CABRERA, A.; LOMELÍ-GONZÁLEZ, L.; LUNASOLANO, G.; CALDERÓN-SANTOYO, M. Selección de cepas de *Bacillus* spp. productoras de antibióticos aisladas de frutos tropicales. **Revista Chapingo**. Serie horticultura, v. 17, n. SPE1, p. 5–11, 2011.
- RESENDE, M. L., OLIVEIRA, J.A., GUIMARAES, R. M., PINHO, R. G. V., VIEIRA, A. R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28(4): 793-798, 2004.
- SIVAN, A.; HARMAN, G.E. Improved rhizosphere competence in a protoplast fusion progeny of *Trichoderma harzianum*. **Journal of General Microbiology**, v. 137, p. 23-29, 1991.
- TSAVKELOVA, E.A.; KLIMOVA, S. Y.; CHERDYNTSEVA, T. A.; NETRUSOV, A. I. **Microbial Producers of Plant Growth Stimulators and Their Practical Use: A Review**. Applied Biochemistry and Microbiology, v.42, p.117–126, 2006.
- VIEIRA, N. R. A.; CARVALHO, J. L. V. **Qualidade Tecnológica**. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. A cultura do arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. cap. 21, p. 582-604.
- VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R. Qualidade tecnológica. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. cap. 23. p. 869-900.
- VINALE F.; SIVASITHAMPARAM K.; GHISALBERTI EL.; MARRA R.; WOO SL.; LORITO M. Trichoderma-plant-pathogen interactions. **Soil Biology & Biochemistry** 40:1-10, 2008.
- WEILER, C. A. **A interação Fumo-*Trichoderma* sp. no sistema *floating* de produção de mudas**, 2004. 42 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- WELLER, D.M. **Biological control of rhizosphere with bacteria**. Annual Review of Phytopathology, v.26, p.379-407, 1988.
- YAO, A.; BOCHOW, H.; KARIMOV, S.; BOTUROV, U.; SANGINBOY, S.; SHARIPOV, A. EFFECT OF FZB 24® *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.39, p.323-328, 2006.
- YEDIDIA, I.; SHORESH, M.; KEREM, Z.; BENHAMOU, N.; KAPULNIK, Y.; CHET, I. Concomitant induction of systemic resistance to *Pseudomonas syringae* pv. lachrymans in cucumber by *Trichoderma asperellum* (T-203) and accumulation of phytoalexins. **Applied and Environmental Microbiology**, v.69, p.7343-7353, 2003.g
- ZHOU, Z. et al. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.849-868, 2002.