

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ

CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM AGRONOMIA

LUCIANO STEFANELLO

**PRODUTIVIDADE E CONTROLE DE PODRIDÃO RADICULAR NA CULTURA DA
MANDIOCA (*Manihot esculenta*) COM O USO DE *Trichoderma* spp.**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON-PARANÁ

2016

LUCIANO STEFANELLO

**PRODUTIVIDADE E CONTROLE DE PODRIDÃO RADICULAR NA CULTURA DA
MANDIOCA (*Manihot esculenta*) COM O USO DE *Trichoderma* spp.**

Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal - Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Odair José Kuhn

Coorientadores: Prof. Dr. José Renato Stangarlin
Dr. Roberto Luis Portz

MARECHAL CÂNDIDO RONDON-PARANÁ

2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S816p

Stefanello, Luciano

Produtividade e controle de podridão radicular na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*) com o uso de *Trichoderma* spp../Luciano Stefanello._
Marechal Cândido Rondon, 2016.

68 f.

Orientador: Prof. Dr.Odair José Kuhn

Coorientador: Prof. Dr. José Renato Stangarlin

Coorientador: Prof. Dr. Roberto Luis Portz

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Campus de Marechal Cândido Rondon, 2016

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agronomia

1.Podridão radicular. 2. Incidência. 3. Inibição. 4. Produtividade. I.Kuhn, Odair José. II. Stangarlin, José Renato. III. Portz, Roberto Luis. IV. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. V. Título.

CDD 20.ed. 633.682

CIP-NBR 12899

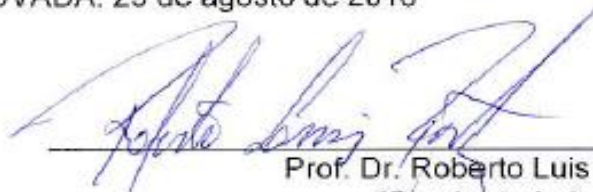
Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Beijo – CRB 9ª/965

LUCIANO STEFANELLO

**PRODUTIVIDADE E CONTROLE DE PODRIDÃO RADICULAR NA
CULTURA DA MANDIOCA (*Manihot esculenta*)
COM O USO DE *Trichoderma* spp.**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual do Oeste do
Paraná, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, para obtenção do título
de Magister Scientiae.

APROVADA: 29 de agosto de 2016



Prof. Dr. Roberto Luis Portz
(Coorientador)
(UFPR)



Prof. Dr. José Renato Stangarlin
(Coorientador)
(UNIOESTE)



Prof. Dr. Odair José Kuhn
(Orientador)
(UNIOESTE)

A Deus autor do universo, merecedor de toda hora e toda glória, aos meus pais, a minha amada esposa Vanessa e ao meu filho Samuel,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus Pai pela graça e por nos sustentar com sua forte mão.

A minha família, minha esposa que tem me ajudado muito nos trabalhos de laboratório, quem tem compreendido meu empenho neste trabalho, ao meu pai Acelmo Stefanello a minha mãe Lucia Maria Stefanello pela educação e por ensinar o melhor caminho.

Ao meu orientador Dr. Odair José Kuhn por estar disposto a orientar-me pela paciência e pela disponibilidade.

Ao professor Dr. José Renato Stangarlin pelas sábias palavras.

Ao Professor Dr. Roberto Luis Portz pelo auxílio.

A professora Vanda Pietrowski pelas orientações.

Aos meus colegas de pós-graduação Omari Dangelo Forlin Dildey, Sidiane Coltro-Roncato, Nicanor Pilarski Henkemeier, Cristiane Cláudia Meinerz, Andersom Luis Heling, Jeferson Carlos Carvalho. Pelo auxílio na pesquisa para que este trabalho fosse realizado.

Aos Professores da pós-graduação em que tive a honra de ser aluno, Edmar Soares de Vasconcelos, Vandeir Francisco Guimarães, Fabiola Villa, Eurides Kuster Macedo Junior, Paulo Sérgio Rabello de Oliveira, Eliane Cristina Gruszka Vendruscolo.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, através do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade.

Os funcionários da Unioeste que de forma indireta contribuíram com a realização deste trabalho.

A Fundação Araucária e a Capes pela concessão de bolsa de estudos.

Se você tem uma maçã e eu tenho uma maçã, e nós trocamos as maçãs, então você e eu ainda teremos uma maçã. Mas se você tem uma ideia e eu tenho uma ideia, e nós trocamos essas ideias, então cada um de nós terá duas ideias.

(George Bernard Shaw)

Stefanello, Luciano. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Agosto de 2016.
PRODUTIVIDADE E CONTROLE DE PODRIDÃO RADICULAR NA CULTURA DA MANDIOCA (*Manihot esculenta*) COM O USO DE *Trichoderma* spp. Orientador: Dr. Odair José Kuhn. Co-orientador: Dr. José Renato Stangarlin, Dr. Roberto Luis Portz

RESUMO

A cultura da mandioca possui grande importância para as populações principalmente aquelas em desenvolvimento, por ser uma cultura com alta rusticidade e produtividade. No entanto doenças vem reduzindo a produtividade e inviabilizando áreas de cultivo como é o caso das podridões radiculares. Portanto o objetivo deste trabalho foi verificar o potencial de *Trichoderma* em controlar podridão radicular na mandioca causada por *Fusarium* e *Phytophthora*, além de investigar a capacidade do *Trichoderma* em promover o desenvolvimento da cultura e o uso de *Trichoderma* combinado com diferentes variedades em dois sistemas de cultivo. Inicialmente testes *in vitro* foram realizados com 23 isolados de *Trichoderma* spp., pelos testes de pareamento de culturas, produção de compostos antimicrobianos voláteis e não voláteis, frente ao desenvolvimento de *Phytophthora drechsleri* e *Fusarium solani*. Em condições de campo o plantio de mandioca foi realizado utilizando a variedade Fécula Branca em sistema convencional efetuando-se pulverização de suspensão de esporos de seis isolados de *Trichoderma* sobre as manivas dentro do sulco de plantio. Um segundo experimento foi realizado em condições de campo em dois sistemas de cultivo com duas variedades (IAC 90 e Baianinha) com e sem a aplicação de *Trichoderma harzianum*. Para compostos antimicrobianos não voláteis os isolados estudados apresentaram uma alta capacidade em reduzir o crescimento micelial de *P. drechsleri* e *F. solani* com inibição de até 100 %. Para a avaliação de compostos antimicrobianos voláteis produzidos por *Trichoderma* os resultados foram menos expressivos com valor de inibição máximo de 23,87 %. Para o primeiro experimento em condição de campo o isolado TLB 14 promoveu um melhor desenvolvimento radicular, consequentemente proporcionando maior produtividade, para a incidência de doença os isolados TOD2A, TLB14 e TI2 foram os que reduziram a incidência em raízes de mandioca. Para o segundo experimento em condições de campo, quanto ao estande de plantas ele foi menor na variedade Baianinha e com o uso de *T. harzianum*. A incidência de podridão radicular foi menor em sistema de plantio convencional e a produtividade foi maior em sistema de plantio convencional e com o uso de *T. harzianum*.

Palavras Chave: Podridão radicular. Incidência. Inibição. Produtividade.

Stefanello, Luciano. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, August, 2016.
 PRODUCTIVITY AND CONTROL OF BROWN STREAK IN CASSAVA CULTURE
 (*Manihot esculenta*) USING *Trichoderma* spp. Advisor: Dr. Odair José Kuhn. Co-advisor: Dr.
 José Renato Stangarlin, Dr. Roberto Luis Portz.

ABSTRACT

Cassava culture has great importance for agriculture and for populations mainly those in development, for being a culture with high rusticity and productivity, but diseases have been reducing the productivity and invalidating croplands, as in the case of root rot. Therefore the aim of this study was to investigate the potential of *Trichoderma* to control root rot in cassava caused by *Fusarium* and *Phytophthora*, and to investigate the ability of *Trichoderma* to promote the development of culture and the use of *Trichoderma* combined with different varieties in both systems. Initially *in vitro* tests were performed with 23 isolates of *Trichoderma* spp., the pair of test cultures, production of volatile and non-volatile antimicrobial compounds, against *Phytophthora drechsleri* development and *Fusarium solani*, under field conditions cassava planting was realized using the range “Fécula Branca” in conventional system where at planting was performed spraying spore suspension six of *Trichoderma* isolates on cuttings in the planting furrow. A second experiment was performed in two culture systems with two varieties with and without *Trichoderma harzianum* application. For nonvolatiles antimicrobial compounds the isolate studied presented a high ability to reduce mycelial growth of *P. drechsleri* and *F. solani* with inibiting up to 100%, to evaluate nonvolatiles antimicrobial compounds produced by *Trichoderma* the results were less expressive with the maximum inhibition value of 23,87%. for the first experiment under field conditions, the isolated TLB 14 promoted a better root development, consequently providing more productivity, for the incidence of disease the isolates TOD2A, TLB14 and TI2 presented lower incidence. for the second experiment under field conditions, about the plant stand it was lower in range “Baianinha” and using *T. harzianum*, the incidence of brown streak was lower in conventional tillage and the productivity was higher in convencional tillage and using *T. harzianum*.

Keywords: Root rot. Incidence. Inibiting. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escala utilizada para atribuição das notas no teste de pareamento de cultura. Fonte: Rodrigues (2010).	11
Figura 2 - Precipitação pluviométrica no decorrer do ciclo da cultura. Marechal Cândido Rondon, 2015.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Espécie dos isolados de <i>Trichoderma</i> spp. e local de origem.....	9
Tabela 2 - Escala para o teste de pareamento de culturas proposto por Rodrigues (2010).	11
Tabela 3 - Características químicas e físicas do solo da área do experimento em Santa Helena –PR	13
Tabela 4 - Características químicas e físicas do solo da área do experimento em Marechal Cândido Rondon - PR.....	15
Tabela 5 - Médias de notas atribuídas pelo teste de pareamento de cultura para a avaliação de agressividade de isolados de <i>Trichoderma</i> spp. quanto a inibição do crescimento micelial de <i>Phytophthora drechsleri</i>	17
Tabela 6 - Crescimento micelial de <i>Phytophthora drechsleri</i> em substratos com a presença de compostos não voláteis produzidos por diferentes isolados de <i>Trichoderma</i> spp.....	19
Tabela 7 - Crescimento micelial de <i>Phytophthora drechsleri</i> em atmosfera com presença de compostos antimicrobianos voláteis produzidos por diferentes isolados de <i>Trichoderma</i> spp.....	21
Tabela 8 - Médias de notas atribuídas pelo teste de pareamento de cultura para a avaliação de agressividade de isolados de <i>Trichoderma</i> spp. quanto a inibição do crescimento micelial de <i>Fusarium solani</i>	22
Tabela 9 - Crescimento micelial de <i>Fusarium solani</i> em substratos com a presença de compostos não voláteis produzidos por diferentes isolados de <i>Trichoderma</i> spp.....	24
Tabela 10 - Crescimento micelial de <i>Fusarium solani</i> em atmosfera com presença de compostos antimicrobianos voláteis produzidos por diferentes isolados de <i>Trichoderma</i> spp.....	26
Tabela 11 - Número de plantas de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) tratadas no momento do plantio com diferentes isolados de <i>Trichoderma</i> spp., avaliadas aos 30 dias e aos 11 meses de cultivo. Santa Helena- PR, 2015.....	27
Tabela 12 - Comprimento de raiz, massa de raízes, teor de amido e produtividade de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) tratadas no momento do plantio com diferentes isolados de <i>Trichoderma</i> spp. Santa Helena-PR, 2015.	28
Tabela 13 - Quantidade de raízes de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>); sadias, com sintomas de podridão radicular e total de raízes por planta, tratadas com diferentes isolados de <i>Trichoderma</i> spp. no momento do plantio. Santa Helena-PR, 2015.	30
Tabela 14 - Número de plantas de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) em sistemas de plantio direto e convencional, variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário com <i>Trichoderma harzianum</i> , aos 30 dias e aos 11 meses de cultivo. Marechal Cândido Rondon, 2015.	32
Tabela 15 - Comprimento (cm) de raiz de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) em sistemas de plantio direto e convencional, variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário com <i>Trichoderma harzianum</i> . Marechal Cândido Rondon, 2015.	33
Tabela 16 - Quantidade de raízes de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>); sadias, com sintomas de podridão radicular e total de raízes por planta em sistemas de plantio direto e convencional, diferentes variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário Marechal Cândido Rondon. 2015.	34

Tabela 17 - Massa de raízes por planta de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) em diferentes sistemas de plantio e tratamento fitossanitário com e sem <i>Trichoderma harzianum</i> . Marechal Cândido Rondon, 2015.	36
Tabela 18 - Teor de amido em raízes de mandioca em sistemas de plantio direto e convencional, variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário com <i>Trichoderma harzianum</i> . Marechal Cândido Rondon, 2015.....	37
Tabela 19 – Produtividade ($t\ ha^{-1}$) de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) em sistemas de plantio direto e convencional, variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário com <i>Trichoderma harzianum</i> . Marechal Cândido Rondon, 2015.....	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA	2
2.1 MANDIOCA	2
2.2 VARIEDADES	4
2.3 DOENÇAS DA CULTURA	4
2.4 <i>Phytophthora</i>	5
2.5 <i>Fusarium</i> spp.	6
2.6 CONTROLE BIOLÓGICO	7
2.7 <i>Trichoderma</i> spp.	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1 ISOLAMENTO DE PATÓGENOS	8
3.2 OBTENÇÃO DE ISOLADOS DE <i>Trichoderma</i> spp.	9
3.3 PRODUTO COMERCIAL A BASE DE <i>Trichoderma</i> spp.	10
3.4 EXPERIMENTOS <i>in vitro</i>	10
3.4.1 Pareamento de Cultura	10
3.4.2 Compostos Antimicrobianos não Voláteis	11
3.4.3 Compostos Antimicrobianos Voláteis	12
3.4.4 Avaliações	12
3.5 ENSAIOS <i>in vivo</i>	13
3.5.1 Produtividade e Incidência de Podridões Radiculares em Mandioca com a Aplicação de Isolados de <i>Trichoderma</i> spp.	13
3.5.2 Produtividade e Incidência de Podridões Radiculares em Diferentes Variedades de Mandioca e Sistema de Plantio com e sem a Aplicação de <i>Trichoderma harzianum</i>	14
3.6- AVALIAÇÕES	15
3.7 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AMIDO	16
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 ENSAIOS <i>in vitro</i>	16
4.1.1-Confronto Direto de Cultura de Isolados de <i>Trichoderma</i> spp. Frente a <i>Phytophthora drechsleri</i>	16
4.1.2 Compostos Antimicrobianos não Voláteis Frente ao Desenvolvimento Micelial de <i>P. drechsleri</i>	18

4.1.3 Compostos Antimicrobianos Voláteis Frente ao Desenvolvimento Micelial de <i>P. drechsleri</i>	20
4.1.4 Pareamento de Cultura de Isolados de <i>Trichoderma</i> spp. Frente ao Desenvolvimento de <i>F. solani</i>	22
4.1.5 Compostos Antimicrobianos não Voláteis no Crescimento Micelial de <i>F. solani</i>	23
4.1.6 Compostos Antimicrobianos Voláteis Crescimento Micelial de <i>F. solani</i>	25
4.2 ENSAIOS <i>in vivo</i>	27
4.2.1 Produtividade e Incidência de Podridões Radiculares em Mandioca com a Aplicação de Isolados de <i>Trichoderma</i> spp.	27
4.2.2 Produtividade e Incidência de Podridões Radiculares em Diferentes Variedades de Mandioca e Sistema de Plantio com e sem a Aplicação de <i>Trichoderma harzianum</i>	30
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca constitui uma das mais importantes explorações agrícolas do mundo, (NOTARO et al., 2013). O continente Africano Lidera quanto a produção total sendo a principal fonte alimentícia para 60% daquela população. A Tailândia e a Indonésia são países com maior nível tecnológico para o cultivo sendo os maiores produtores, enquanto o Brasil lidera no continente Americano como maior produtor (DERAL, 2015).

A cultura se faz presente em diversas regiões do mundo, devido a alta tolerância às condições climáticas e de solo desfavoráveis (FUKUDA; OTSUBO, 2003; CARDOSO, 2003).

Das variedades a Santa Helena também conhecida como fécula branca, possui baixo teor de ácido cianídrico, pode ser consumida fresca ou cozida, enquanto que a variedade Baianinha é destinada ao uso industrial e se adapta melhor em solos com maior teor de argila (IAPAR, 2014). Já a variedade IAC 90 têm alto teor de matéria seca e alto rendimento agrônomo e industrial (ZABOT, 2015). O cultivo da mandioca pode ser prejudicado devido o surgimento de doenças, dentre as como, antracnose, superalongamento e podridões radiculares (TAKAHASHI; GONÇALO, 2001). Porém, a podridão radicular se destaca por afetar diretamente o desenvolvimento da planta, prejudicando a absorção de água e nutrientes o que causa os sintomas de murcha e tombamento (MASSOLA Jr, BEDENDO 2005). Diversos patógenos podem causar podridões radiculares na cultura da mandioca, com destaque para os fungos e bactérias, sendo os fitopatógenos *Phytophthora* sp. e *Fusarium* sp. de grande relevância. Neste contexto, o controle biológico vem como um aliado no controle de doenças.

O controle biológico refere-se ao uso de recursos naturais ou microorganismos antagonistas com potencial para restringir a sobrevivência e atividades determinantes da doença provocadas pelo fitopatógeno (BETTIOL; GHINI, 1995). Dos microorganismos com potencial antagonico a fitopatógenos, o gênero *Trichoderma* é de grande importância para a economia agrícola, sendo capaz de agir no controle de doenças de diversas plantas cultivadas, além de sua ação como promotores de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças (MOHAMED e HAGGAG 2006, FORTES et al., 2007). Este antagonista é altamente especializado em destruir estruturas de resistência de alguns fitopatógenos e o mesmo pode ser encontrado naturalmente colonizando *Sclerotinia sclerotiorum*. Relaciona-se com o patógeno pelos mecanismos de antibiose, competição e parasitismo (GAUCH, 1996).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar o potencial de *Trichoderma* em controlar podridão radicular na mandioca causada por *Fusarium* e *Phytophthora*, além de investigar a

capacidade do *Trichoderma* em promover o desenvolvimento da cultura e o uso de *Trichoderma* combinado com diferentes variedades em dois sistemas de cultivo.

2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

2.1 MANDIOCA

Com produção mundial de 276 milhões de toneladas, é uma cultura que constitui uma das mais importantes explorações agrícolas do mundo. Entre os maiores produtores de mandioca encontra-se a África (57%), seguido pela Ásia (31,9%), Américas (11%) e Oceania (0,1%) (FAO 2011). No continente americano o Brasil é o maior produtor, (FAO 2011). porém com o aumento da incidência de pragas e doenças ocorreu uma estagnação e decréscimo da produtividade, principalmente pelo apodrecimento das raízes nas regiões quentes e úmidas (FUKUDA; OTSUBO, 2003).

A mandioca é uma planta pertencente à classe das dicotiledôneas, ordem Euphorbiales, família Euphorbiaceae, gênero *Manihot* e espécie *Manihot esculenta* Crantz, rica em amido é a única espécie do gênero cultivada comercialmente com a finalidade de produção de raízes tuberosas. Aproximadamente 98 espécies do gênero *Manihot* é um arbusto perene, cultivado principalmente em países tropicais em desenvolvimento, sendo de vital importância para a dieta alimentar destas populações, principalmente por causa da rusticidade, podendo produzir grandes quantidades de amido em condições em que outras plantas se quer conseguiriam sobreviver, possuindo versatilidade de usos e flexibilidade de plantio e de colheita (FIALHO; VIEIRA, 2013).

Originou-se em regiões tropicais, onde em três regiões, deu-se de maneira distinta sua domesticação, sendo, o Sudeste da Ásia, Madagascar na África e América Tropical (LÉON, 1977; CREPALDI 1992). Um dos primeiros pesquisadores a propor sobre o centro de origem e domesticação da mandioca foi De Cantolle que sugeriu um centro Brasileiro-Paraguaio, baseando sua teoria no fato de haver abundância de espécies selvagens, antiguidade de cultivo e diversidade de espécies deste gênero no nordeste do Brasil (DE CANDOLLE 1882 apud RENVOIZE, 1972). Já Nassar (1978) optou pela hipótese levantada pelo pesquisador Schimidt (1951) no qual relata que os índios de etnia Arauak eram agricultores que colonizaram o norte do Amazonas e se dedicavam ao cultivo da mandioca há muitos séculos, sendo os mesmo obrigados a migrar para a América Central a procura de solo melhor para o cultivo desta Euphorbiaceae (CREPALDI, 1992). Com a descoberta do Brasil os portugueses foram os

principais responsáveis pela disseminação da mandioca em outros continentes principalmente na África e Ásia.

A cultura da mandioca se faz presente em diversas regiões do mundo, devido a alta tolerância às condições climáticas e de solo desfavoráveis, além de suas raízes serem uma fonte rica em carboidratos, sendo de suma importância para a subsistência das populações carentes (FUKUDA; OTSUBO, 2003; CARDOSO, 2003). A mandioca possui níveis variados de glicosídeos cianogênicos, o que determina sua classificação, pela taxonomia popular, classificadas como mandiocas bravas ou amargas e mansas ou doces. As mandiocas bravas possuem gosto amargo, e um alto teor de glicosídeos cianogênicos (superior a 100 mg de equivalente HCN kg de polpa fresca de raiz) e são consumidas após serem processadas em altas temperaturas no qual ocorre degradação dos glicosídeos cianogênicos. As mansas ou doces são isentas de gosto amargo, contendo baixo teor de glicosídeos cianogênicos, são consumidas principalmente por meio de preparados domésticos simples, e são denominadas também de mandiocas de mesa (TALMA, 2012).

Pode ser cultivado entre 30° de latitude Norte e Sul, sendo que a concentração de plantio está entre as latitudes 15° N e 15° S. Suportando altitudes que variam desde o nível do mar até cerca de 2.300 metros, as regiões baixas ou com altitude de 600 a 800 metros são mais favoráveis para seu desenvolvimento (FIALHO et al., 2009). Quanto a temperatura as mais adequadas situam-se entre 20 e 27 °C, temperaturas menores ou iguais 15 °C retardam a germinação, diminuem ou paralisam sua atividade vegetativa, entrando em fase de repouso (OTSUBO; LORENZI, 2004). A faixa mais adequada de pluviosidade está entre 1.000 a 1.500 mm/ano. Em regiões tropicais sem estações seca a mandioca produz com índices de até 4.000 mm/ano sendo necessário cultivá-la em solos que sejam bem drenados, já que o encharcamento favorece o apodrecimento das raízes (ALZUGARAY; ALZUGARAY, 1986). Pode também ser cultivado em regiões semiáridas com 500 a 700 mm de chuva por ano ou menos, sendo necessário nessas condições adequar à época de plantio para que não ocorra deficiência de água nos cinco primeiros meses de cultivo até a formação das primeiras raízes, a partir daí as mesmas já possuem reservas (PORTO et al., 1989). Quanto à luminosidade o fotoperíodo ideal é de 12 horas, estando os dias com maiores períodos de luz relacionados ao desenvolvimento de parte aérea acarretando em redução do sistema radicular, e dias de menores períodos de luz responsáveis por promover o crescimento e desenvolvimento radicular e redução no desenvolvimento dos ramos (BOLHUIS, 1966; OTSUBO; LORENZI, 2004).

2.2 VARIEDADES

A cultivar Santa Helena também conhecida como fécula branca, possui baixo teor de ácido cianídrico, pode ser consumida fresca ou cozida, apresenta bom desenvolvimento tanto em solos arenosos como argilosos, sendo sua colheita entre 12 a 24 meses após o plantio (IAPAR, 2014). Rende até 28 toneladas ha⁻¹, de porte ereto com caule cor creme, não tolera um longo período de armazenamento, sensível a antracnose e tolerante a bacteriose e ao superbrotamento. Raiz comprida com película marrom clara, córtex e polpa branca (ZABOT, 2015).

A cultivar Baianinha também destinada ao uso industrial, possui melhor adaptação quando seu cultivo se dá em solos com maior teor de argila, embora também possa ser plantada em terrenos arenosos, desde que ocorra o manejo correto, precoce pode ser colhida de 12 a 24 meses (IAPAR, 2014). Seu porte é ramificado e pouco vigoroso, a cobertura de solo é problemática por possuir lóbulos estreitos, tolerante a bacteriose antracnose e superbrotamento, apresentando sensibilidade a insetos como percevejo e mosca branca. Sua raiz é comprida apresentando película marrom escura (ZABOT, 2015).

A variedade IAC 90 têm alto teor de matéria seca e alto rendimento agrônômico e industrial, características indispensáveis para a indústria, esta variedade possui porte ereto com ramificações no ponteiro, apresenta boa cobertura do solo já que tem lóbulos largos, é tolerante a doenças como a bacteriose e antracnose, porém apresenta sensibilidade ao superbrotamento, conta com raiz curta e película marrom clara (ZABOT, 2015).

2.3 DOENÇAS DA CULTURA

As doenças que acometem a cultura da mandioca de maneira geral dependem da interação da planta com o agente causal e condição ambiental para se estabelecer no caso da cultura da mandioca a utilização de ramas previamente contaminadas agrava o problema. As doenças as quais a cultura está sujeita são: bacteriose, antracnose, superalongamento e podridões radiculares (TAKAHASHI; GONÇALO, 2001). Entretanto a podridão radicular se destaca por afetar diretamente o desenvolvimento da planta, prejudicando a absorção de água e nutriente o que causa os sintomas de murcha e tombamento (MASSOLA Jr, BEDENDO 2005). As podridões radiculares são de difícil manejo, pois os agentes causais da mesma são fungos fitopatógenos habitante do solo, que torna o controle químico ineficiente, devido às interações que as moléculas dos fungicidas podem apresentar com componentes do solo, causando sérios

danos ambientais além de alto custo para produtores, fato que justifica a inexistência de produtos registrados para seu controle (SILVA et al., 2013).

Diversos patógenos podem causar podridões radiculares na cultura da mandioca, com destaque para os fungos e bactérias, sendo os fitopatógenos *Phytophthora* sp. e *Fusarium* sp. de grande relevância. No caso do *Fusarium* sp. o plantio de ramas contaminadas ocasiona podridão de raízes e consequentemente falhas no brotamento e morte de plantas (TAKAHASHI; GONÇALO, 2001).

2.4 *Phytophthora*

O gênero *Phytophthora* (“destruidor de plantas”), foi estabelecido por Anton de Bary em 1876 o qual descreveu *P. infestans* causador da requeima e devastações nos batatais irlandeses, população que tinha como principal fonte alimentar a batata, o que levou a morte aproximadamente um milhão de pessoas e imigração de um milhão e meio de irlandeses para a América do norte entre os anos de 1845 e 1846 (LUZ; MATSUOKA, 2001).

Existem mais de 70 espécies fitopatogênicas do gênero *Phytophthora* (SCHENA; DUNCAN; COOKE, 2008) e muitas dessas estão entre os principais patógenos de culturas comerciais ou não. Várias espécies do gênero são cosmopolitas e polífagas, é um patógeno altamente destrutivo podendo infectar todos ou somente alguns órgãos específicos das plantas hospedeiras. Pode se observar nas plantas infectadas por *Phytophthora*: *damping-off*, podridões radiculares, do colo, de frutos, lesões foliares, murcha da parte aérea e gomoses (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

Phytophthora pertence ao reino Straminipila, Filo Oomycota, classe Oomycetes, ordem Pythiales, família Pythiaceae, que são conhecidos como pseudofungos. Por ser um oomiceto, as principais características que os diferenciam dos fungos verdadeiros são: parede celular composta de celulose, micélio diploide na maior parte do ciclo de vida, presença de centríolos, produção de esporos biflagelados tendo pelos em um dos flagelos, diferenças nas sequências de DNA, entre outras (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996; SCHUMANN; D’ARCY, 2006). As semelhanças observadas em comparação com os fungos verdadeiros são: ausência de pigmento fotossintético, crescimento filamentoso, são microrganismos heterotróficos e reproduzem-se através de esporos sexuais e assexuais (SILVEIRA, 1995; SCHUMANN; D’ARCY, 2006). Apresenta micélio cenocítico, típico dos oomicetos, e

diferentes propágulos como esporângios (corpos de frutificação), clamidósporos, zoósporos (esporos assexuais) e oósporos (esporos sexuais) (LUZ et al., 2001).

Os zoósporos são esporos biflagelados móveis, isso facilita e tem grande importância na disseminação do patógeno quando na presença de umidade e temperatura favoráveis. Os oósporos também possibilitam a ocorrência de recombinações genéticas e a formação de híbridos intra ou interespecíficos entre indivíduos geneticamente compatíveis. Possuem grande resistência a condições ambientais adversas assim como os clamidósporos, por possuírem paredes grossas (LUZ; MATSUOKA, 2001).

As colônias em meio de cultura podem apresentar formas diversas de crescimento sendo elas: petalóide, estrelar, roseta, irregular, zonada, concêntrica, e o aspecto do micélio aéreo: ralo, farináceo, cottonoso, floculoso; o aspecto do micélio através da presença ou ausência de hifas intumescidas de forma simples, catenulada, torulosa, em clusters ou irregulares (LUZ, 2006).

2.5 *Fusarium* spp.

Fusarium foi descrito inicialmente por Link em 1809 pertencente ao filo Ascomycota, classe Sordariomycetes e ordem Hypocreales (INDEX FUNGORUM, 2011).

Fusarium spp. possui alta variabilidade genética o que resulta em muitas espécies, dessa forma várias medidas se tornam necessárias para sua identificação entre populações do fungo. Por existir diversas variações nesse gênero, as características quanto à morfologia, virulência e patogenicidade, exige que haja uma classificação em seções, *formae specialis* e raças (OLIVEIRA; COSTA, 2002). Segundo Zhang, Geiser e Smart (2007), membros do complexo de espécies *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., que apresentam morfologia similar, contam com mais de 45 linhagens distintas.

Espécies de *Fusarium* são muito diversificadas nos trópicos em termos de número de espécies, distribuição geográfica, gama de hospedeiros e virulência. A distribuição do patógeno em associação com a densidade populacional pode ter relação com condições climáticas favoráveis. *Fusarium* spp. é causador de perdas na produtividade ocasionando sérios impactos econômicos devido a sua ação fitopatogênica (SAREMI; BURGESS; BACKHOUSE, 1999). Este patógeno possui a capacidade de produzir metabólitos secundários nos tecidos do hospedeiro que podem ser fatores de patogenicidade ou virulência, sendo este um mecanismo determinante para o processo de infecção (JOFFE, 1986).

Doenças de plantas que são causadas por *Fusarium* spp. estão se tornando mais significativas quanto a sua severidade, isso ocorre devido a busca de melhoramento genético em culturas agrícolas que resulta em plantas geneticamente uniformes e homogêneas já que alguns genes são perdidos ou silenciados no processo de seleção genética, restringindo a diversidade de variedades, tais procedimentos deixa planta mais vulnerável ao ataque e propicia a adaptação de um patógeno, como é o caso de *F. oxysporum* e *F. Solani* (NAYAKA et al., 2011). São patógenos de plantas mais comuns encontrados nos cultivos, são fungos habitantes do solo e de substratos orgânicos, gênero que possui uma grande gama de hospedeiros com espécies que podem colonizar tanto a parte vegetativa como a reprodutiva, como consequência pode causar sintomas em geral no hospedeiro, sintomas que são caracterizados por podridões de raízes e sementes, morte de plântulas, murchas vasculares, amarelecimento, necrose foliar e eventual morte das plantas (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

2.6 CONTROLE BIOLÓGICO

Na cultura da mandioca o controle de doenças é difícil, pois em áreas anteriormente cultivadas pode-se permanecer nos restos culturais vestígio de contaminação prévia que serve de fonte de inóculo para a próxima lavoura, e tendo ciência que não há até o momento um controle curativo economicamente viável para a maioria das doenças da mandioca (TAKAHASHI; GONÇALO, 2001). Neste contexto o controle biológico vem como um aliado no controle de doenças, o controle biológico ou biocontrole refere-se ao uso de recursos naturais ou microorganismos antagonistas com potencial para restringir a sobrevivência e atividades determinantes da doença provocadas pelo fitopatógeno (BETTIOL; GHINI, 1995).

O controle Biológico é realizado com auxílio da ação de microorganismos antagonistas, sobre o fitopatógeno que pode ocorrer por diversos modos de ação, como antibiose, competição por sítios de colonização, parasitismo ou podem ainda induzir resistência sistêmica na planta (WHIPPS, 2001)

Dos antagonistas que é alvo de pesquisas na área do controle biológico está *Trichoderma* spp. sendo sua capacidade antagônica muito investigada em países da América Latina (BETTIOL; MORANDI, 2009). Diversos produtos foram desenvolvidos a base de *Trichoderma* spp. sendo comercializados no exterior e tendo eles como um dos patógenos alvos espécies de *Phytophthora*. Estes produtos são utilizados incorporando-os ao solo ou através de pulverização no hospedeiro (BLUM, 2006).

2.7 *Trichoderma* spp.

O gênero *Trichoderma* é de grande importância para a economia agrícola, sendo capaz de agir no controle de doenças de diversas plantas cultivadas, além de sua ação como promotor de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças (MOHAMED e HAGGAG 2006, FORTES et al., 2007).

O gênero *Trichoderma* está agrupado na classe dos fungos Mitospóricos, subclasse Hifomicetos, ordem Moniliales, família Moniliaceae (SAMUEL, 1996). Dentre suas características Mello (1998) relata que *Trichoderma* é um saprófita natural de solo rico em matéria orgânica, mas também pode viver parasitando outros microorganismos.

Quando *Trichoderma* fica em contato com restos culturais, apresenta um crescimento acelerado o que aumenta sua capacidade antagônica e o desenvolvimento radicular das plantas (SIQUEIRA et al., 2004).

Este antagonista é altamente especializado em destruir estruturas de resistência de alguns fitopatógenos e o mesmo pode ser encontrado naturalmente colonizando *Sclerotinia sclerotiorum*. Relacionam-se com o patógeno pelos seguintes mecanismos: antibiose, competição e parasitismo (GAUCH, 1996). Dentre as principais doenças sobre as quais espécies de *Trichoderma* spp. têm efeito, destacam-se o mofo branco, tombamentos e podridões radiculares, além disso, alguns dos fungos que têm sua população reduzida pela ação de isolados de *Trichoderma* sp. são: *Rhizoctonia solani*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Sclerotium rolfsii*; *Fusarium* spp.; *Pythium* spp.; *Phytophthora* spp.; *Macrophomina* spp. e *Colletotrichum* sp. (FABRY; LUSTOSA; OLIVEIRA, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ISOLAMENTO DE PATÓGENOS

O isolamento dos fitopatógenos *Phytophthora drechsleri* e *Fusarium solani* foi realizado a partir de material vegetal com sintomas de podridão radicular mole para *Phytophthora* e podridão seca para *Fusarium*, as plantas da variedade fécula branca foram encontradas em uma lavoura comercial no município de Santa Helena-PR. As raízes foram levadas para o laboratório de fitopatologia, onde se procedeu ao isolamento direto, pois já era possível observar crescimento micelial e de esporos de *Fusarium* sp., já para o isolamento de *Phytophthora* foi utilizado a técnica do isolamento indireto no qual fragmentos da raiz previamente desinfetados

foram depositados em placa de petri contendo meio de cultura ágar-água. Após 24 horas pode se observar crescimento micelial de ambos os patógenos, os mesmos foram transferidos para meio de cultura BDA (batata dextrose ágar) e foram mantidos em câmara de germinação do tipo BOD a 24 °C, a fim de se obter culturas puras. As culturas pura foram identificadas e preservadas pelo método de castelani.

3.2 OBTENÇÃO DE ISOLADOS DE *Trichoderma* spp.

Os isolados de *Trichoderma* spp. utilizados neste trabalho são pertencentes ao laboratório de fitopatologia da UNIOESTE, estando os isolados, suas espécies e respectivos locais de origem descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Espécie dos isolados de *Trichoderma* spp. e local de origem.

Isolado	Espécie	Origem
TI1	<i>Trichoderma virens</i>	Itaqui - RS
TI2	<i>Trichoderma harzianum</i>	Itaqui - RS
TI3	<i>Trichoderma virens</i>	Itaqui - RS
TI4	<i>Trichoderma harzianum</i>	Itaqui - RS
TM1	<i>Trichoderma virens</i>	Maçambará - RS
TM2	<i>Trichoderma virens</i>	Maçambará - RS
TM3	<i>Trichoderma virens</i>	Maçambará - RS
TM4	<i>Trichoderma virens</i>	Maçambará - RS
TLB2	<i>Trichoderma harzianum</i>	Marechal Cândido Rondon -PR
TLB3	<i>Trichoderma harzianum</i>	Marechal Cândido Rondon -PR
TLB4	<i>Trichoderma harzianum</i>	Cascavel - PR
TLB6	<i>Trichoderma asperellum</i>	Missal - PR
TLB9	<i>Trichoderma virens</i>	Céu Azul - PR
TLB12	<i>Trichoderma harzianum</i>	Entre Rios do Oeste - PR
TLB14	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	Santa Helena - PR
TLB15	<i>Trichoderma virens</i>	Missal - PR
TLB 16	<i>Trichoderma harzianum</i>	Entre Rios do Oeste- PR
TLB17	<i>Trichoderma koningiopsis</i>	Medianeira - PR
TOD1	<i>Trichoderma harzianum</i>	Santa Rosa Del Monday - PY
TOD2A	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Santa Rosa Del Monday - PY
TOD2B	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Santa Rosa Del Monday - PY
TNH1	<i>Trichoderma spirale</i>	Marquinho- PR
TNH2	<i>Trichoderma virens</i>	Marquinho- PR

3.3 PRODUTO COMERCIAL A BASE DE *Trichoderma* spp.

O produto comercial utilizado no experimento a campo foi o Stimu Control[®] cedido pela empresa de produtos biológicos Simbiose, o qual continha em sua formulação esporos do fungo *Trichoderma harzianum* SIMBI T5, na concentração de 1×10^8 esporos viáveis mL⁻¹.

3.4 EXPERIMENTOS *in vitro*

3.4.1 Pareamento de Cultura

Foram realizados dois testes de pareamento de cultura para avaliar a agressividade do *Trichoderma* spp. frente à *Phytophthora* e do *Trichoderma* frente a *Fusarium*, avaliando-se cada interação de maneira distinta. Para isso foram utilizados cada um dos 23 isolados de *Trichoderma* frente aos fitopatógenos. O método consiste em depositar discos de meio de cultura de aproximadamente 7 mm de diâmetro contendo micélio e esporos do patógeno, em uma das extremidade da placa com meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) e na extremidade oposta discos de 7 mm de diâmetro colonizados por micélio e esporos do antagonista *Trichoderma*.

As placas foram mantidas em câmara de germinação (BOD) com temperatura de 24 °C, com fotoperíodo de 12 horas por um período de sete dias. Para as avaliações utilizou-se a escala de notas proposta por Bell et al. (1982) e adaptado por Rodrigues (2010). Onde cada nota atribui um potencial de agressividade do antagonista sobre o fitopatógeno em questão. Para a atribuição das notas foi utilizado o gabarito da Figura 1 ao fundo das placas onde foi possível atribuir a nota conforme o desenvolvimento da colônia. As notas atribuídas neste experimento vão de 1 a 7 onde na Tabela 2 descreve o desenvolvimento do patógeno sobre o antagonista. Para diferenciar os isolados, adotou-se o critério proposto por Ethur (2006), onde isolados com notas até 1,5 indicam alta eficiência; valores entre 1,5 e 2,5 indicam que são eficientes e valores acima de 2,5 considerou-se ineficiente.

Tabela 2 - Escala para o teste de pareamento de culturas proposto por Rodrigues (2010).

Notas	Escala de avaliação
1	Antagonista cresce por toda a placa de Petri e sobre o disco do patógeno;
2	Antagonista cresce por toda a placa de Petri, porém não se sobrepõe o patógeno;
3	Antagonista cresce sobre 3/4 da placa de Petri;
4	Antagonista cresce sobre 2/3 da placa de Petri;
5	Antagonista e patógeno crescem até a metade da placa de Petri;
6	Patógeno cresce sobre 2/3 da placa de Petri;
7	Patógeno cresce por toda a placa de Petri.

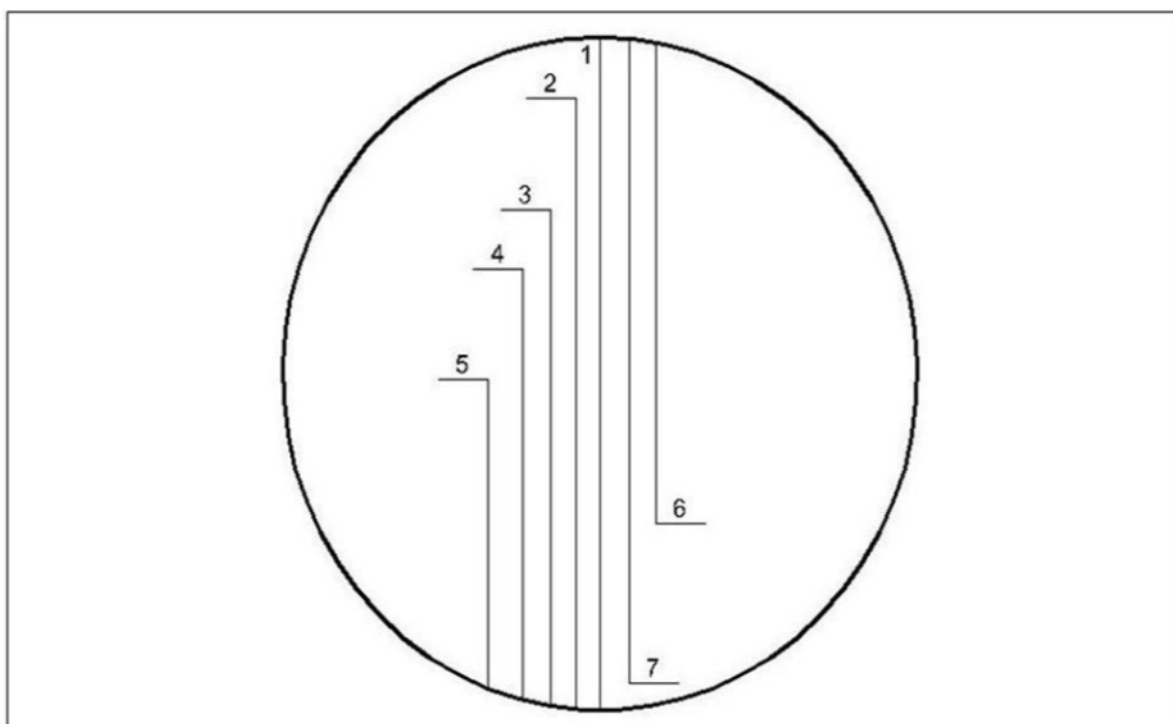


Figura 1 - Escala utilizada para atribuição das notas no teste de pareamento de cultura. Fonte: Rodrigues (2010).

3.4.2 Compostos Antimicrobianos não Voláteis

Após a preparação do meio de cultura BDA o mesmo vertido nas placas e após solidificado foi depositado um papel celofane que cobriu totalmente o meio de cultura após isso discos de BDA com micélio e esporos dos isolados de *Trichoderma* crescidos por um período

e 7 dias foram depositados sobre este papel celofane. As placas foram fechadas e acondicionadas em BOD a 24 °C em fotoperíodo de 12 horas por três dias, neste período as culturas de *Trichoderma* atingiram aproximadamente 90% da placa, então se retirou o papel celofane juntamente com as culturas de *Trichoderma* eliminando totalmente as hifas e esporos de dentro da placa, permanecendo apenas o meio de cultura com os metabolitos produzidos pelos mesmos.

Após depositou-se nestas placas discos com meio de cultura colonizado com micélio e esporos do fitopatógeno crescidos em BDA por 7 dias. (APARECIDO; FIGUEIREDO, 1999; DURMAN; MENENDEZ; GODEAS, 1999) Após as placas foram incubados em BOD a 24 °C com fotoperíodo de 12 horas por 7 dias.

3.4.3 Compostos Antimicrobianos Voláteis

Para a avaliação de compostos voláteis utilizou-se a metodologia de Dennis e Webster (1971) onde discos de 7 mm de diâmetro de meio de cultura BDA com estruturas reprodutivas dos patógenos foram depositados em placas de petri, dessa maneira também procedeu-se com os antagonistas, em seguida foram encubados em BOD a 24°C, com fotoperíodo de 12 horas por 24 horas. No dia seguinte as placas foram abertas e justapostas uma sobre a outra sendo que em uma das placas se encontrava o patógeno e na outra o antagonista, logo após foram vedadas com o auxílio de filme de pvc para criar um ambiente hermeticamente fechado, sem trocas gasosas, no qual os metabolitos produzidos entravam em contato com as colônias. As placas permaneceram posicionadas de forma com que o antagonista ficasse na parte inferior e o patógeno na parte superior. Sendo posteriormente incubadas em BOD a 24 °C, com fotoperíodo de 12 horas por 7 dias.

3.4.4 Avaliações

As variáveis analisadas foram percentagem da inibição do crescimento micelial calculado pela fórmula de Abbott: $ICM(\%) = (T-t)*100/T$, onde T é a testemunha e t o tratamento e área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM), utilizando a fórmula: $AACCM = ((y_i + y_{i+1})/2) \cdot ((t_{i+1}) - (t_i))$ onde y_i e y_{i+1} são os valores de crescimento da colônia observados em duas avaliações consecutivas e $(t_{i+1}) - (t_i)$ o intervalo entre as avaliações.

3.5 ENSAIOS *in vivo*

3.5.1 Produtividade e Incidência de Podridões Radiculares em Mandioca com a Aplicação de Isolados de *Trichoderma* spp.

O experimento foi implantado no dia 04 de outubro de 2014 no município de Santa Helena-PR nas coordenadas 24° 49' 22.04"S 54° 14' 44.56"W em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (SANTOS et al., 2013) e clima subtropical úmido classificado como cfa segundo Köppen.

O plantio foi realizado sem a adubação de base para a cultura no espaçamento de 0,9 m entre linhas e 0,6 m entre plantas, em parcela de oito linhas com 10 m de comprimento com área total de 72 m². Ao longo do ciclo da cultura foram realizados tratos culturais sendo duas capinas manuais para a eliminação de plantas daninhas. Durante o decorrer do ciclo da cultura foi realizado acompanhamento dos índices pluviométricos ocorridos mensalmente na área do experimento.

O delineamento utilizado neste experimento foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições sendo os tratamentos realizados com suspensão de esporos de isolados de *Trichoderma* spp. pertencentes a coleção do Laboratório de Fitopatologia da Unioeste sendo utilizados isolados de diferentes espécies sendo eles. TLB6= *Trichoderma asperellum* TLB14= *Trichoderma koningiopsis*, TOD2A= *Trichoderma longibrachiatum*, TI2= *Trichoderma harzianum*, TLB15= *Trichoderma virens* e tratamento controle aplicação de água destilada. As avaliações foram realizadas em três linhas que melhor representassem o stand de plantas excetuando-se as das bordas avaliando-se 8 m de comprimento, totalizando uma área útil de 21,6 m².

O preparo do solo foi realizado com uma subsolagem seguido de duas gradagens para o destorroamento.

Tabela 3 - Características químicas e físicas do solo da área do experimento em Santa Helena –PR

P	MO	pH CaCl ₂	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Argila	Silte	Areia
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	0,01 mol L ⁻¹								%			
14,28	13,67	5,44	4,7	0,0	1,04	5,66	1,44	8,14	12,84	63,4	540	411	49

Análise realizada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental. Unioeste.

A indução da esporulação se deu pela metodologia sugerida por Silva et al. (2011), para isto foram transferidos discos de colônias de *Trichoderma* spp. crescidos em meio BDA para erlenmeyers contendo 20 g arroz, (previamente autoclavados com 25 mL de água, por aproximadamente 20 min a 120 °C), foram mantidos em BOD 25 ± 2 °C na ausência de luz por sete dias.

Para a obtenção de suspensão de esporos o arroz colonizado foi lavado em água destilada e posteriormente filtrado com gaze para a remoção de material sólido e hifas afim de se obter somente esporos, a suspensão então foi calibrada em câmara de Neubauer obtendo-se 2×10^5 esporos por mL⁻¹.

A variedade utilizada neste experimento foi a fécula branca (Santa Helena). O plantio foi realizado com auxílio de trator e cultivador que realizou a abertura dos sulcos, logo após realizou-se a deposição das manivas nos mesmos, sendo posteriormente aplicado os tratamentos sobre as manivas já dentro dos sulcos com auxílio de pulverizador da marca Guarani de compressão prévia de 1,2 L onde aplicou-se 400 mL da suspensão em cada tratamento em todas as linhas de cultivo da parcela, logo após procedeu-se a cobertura das mesmas com auxílio de enxada.

3.5.2 Produtividade e Incidência de Podridões Radiculares em Diferentes Variedades de Mandioca e Sistema de Plantio com e sem a Aplicação de *Trichoderma harzianum*.

O experimento foi implantado no dia 14 de outubro de 2014, no município de Marechal Cândido Rondon-PR, no distrito de Porto Mendes em área experimental da Associação Técnica das Industrias de Mandioca (ATIMOP), nas coordenadas 24° 30' 29.00"S 54° 18' 04.44"W em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (SANTOS et al., 2013) e clima subtropical úmido, classificado como cfa segundo Köppen.

O plantio foi realizado sem o uso de adubação de base para a cultura no espaçamento de 0,9 m entre linhas e 0,6 m entre plantas. Em parcelas de oito linhas com 10 metros de comprimento com área total de 72 m². Após o plantio realizou-se duas capinas manuais durante o desenvolvimento da cultura a fim de evitar a competição das plantas daninhas com a mesma. Durante o decorrer do ciclo da cultura foi realizado um acompanhamento dos índices pluviométricos ocorridos mensalmente na área do experimento.

O delineamento utilizado neste experimento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x2x2 com quatro repetições, sendo dois sistemas de cultivo (plantio direto e

convencional) duas variedades (IAC 90 e Baianinha) e duas condições de tratamento fitossanitário (com e sem a aplicação de *Trichoderma harzianum*). As avaliações foram realizadas nas três linhas centrais das parcelas em 8 m de comprimento, totalizando área útil de 21,6 m².

O preparo do solo foi realizado com uma aração e uma gradagem para a implantação do sistema convencional. Já o plantio direto foi realizado sobre palhada de milho.

Tabela 4 - Características químicas e físicas do solo da área do experimento em Marechal Cândido Rondon - PR.

P	MO	pH CaCl ₂	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Argila	Silt e	Areia
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	0,01mol L ⁻¹	Cmol _c dm ⁻³							%	g kg ⁻¹		
7,46	20,51	5,00	4,33	0,05	0,35	2,97	1,0	3,23	8,41	38,43	519	384	97

Análise realizada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental. Uniãoeste.

A variedade IAC 90 foi selecionada como resistente a podridão de raízes e Baianinha como suscetível, sendo esta escolha baseada na indicação pela observação de campo por pesquisadores da Embrapa (comunicação pessoal).

Como tratamento utilizou-se o produto comercial Stimu Control® (Simbiose) *Trichoderma harzianum* isolado SIMBI T5, concentração de 10⁸ esporos viáveis mL⁻¹.

A implantação do experimento foi realizada de forma mecanizada com ajuste da máquina para não cobrir as manivas, a plantadeira utilizada foi a Plant Center bazuca de duas linhas. Logo após aplicou-se 400 mL de suspensão diluída contendo 10⁵ esporos mL⁻¹ ao longo de todos os sulcos de plantio do tratamento sobre as manivas com auxílio de pulverizador da marca Guarani de compressão prévia de 1,2 L. Nas parcelas sem tratamento fitossanitário com *T. harzianum* aplicou-se 400 mL de água, com auxílio de equipamento semelhante ao descrito anteriormente e após procedeu-se a cobertura das mesmas com auxílio de enxada.

3.6- AVALIAÇÕES

Após 30 dias do plantio avaliou-se stand de plantas por parcela, repetindo-se aos 11 meses. No momento da colheita avaliou-se quantidade de raízes por planta, quantidade de raízes sadias, quantidade de raízes com sintomas de podridão radicular causada por *Phytophthora* sp. e *Fusarium* sp., comprimento de raiz, teor de amido e produtividade de raízes sadias corrigida com base no peso por planta multiplicado pelo número de plantas por ha 18500.

Para a avaliação de raízes sintomáticas foram consideradas as raízes com qualquer grau de infecção e a identificação foi realizada de forma visual avaliando-se conforme descreve a

literatura os sintomas de podridão mole para *Phytophthora* spp. e podridão seca das raízes para *Fusarium* spp.

3.7 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AMIDO

Para a determinação do teor de amido foi utilizada a metodologia de balança Hidrostática e utilizando-se a fórmula proposta por Grossmann e Freitas (1950):

$$\text{Teor de Amido (\%)} = 15,75 + 0,0564 R - 4,65$$

Onde: R = Massa de 3 kg de raiz em água

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a análises de variância e quando significativo foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os experimentos a campo e teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para os experimentos *in vitro*, com auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ENSAIOS *in vitro*

4.1.1-Confronto Direto de Cultura de Isolados de *Trichoderma* spp. Frente a *Phytophthora drechsleri*

Com a realização do teste de pareamento de cultura de isolados de *Trichoderma* spp. frente a *P. drechsleri* conforme metodologia de Rodrigues (2010), (Tabela 5) observa-se que os isolados de *Trichoderma* spp. tem pouca capacidade de inibir o crescimento micelial deste oomiceto, na escala de 1 que indica alta agressividade a 7 que indica baixa agressividade a melhor nota encontrada neste trabalho foi 2,75 para os isolados TI3, TM3 E TI4. A maior parte dos isolados apresentou nota 3 enquanto no controle a nota e de 6,25. Segundo Ethur (2006) para que um isolado tenha resultados satisfatórios é necessário que as notas sejam valores até

1,5 o que indica uma alta eficiência, valores entre 1,5 e 2,5 indicam que são eficientes e valores acima de 2,5 considera-se ineficiente, portanto, com base nesta classificação, todos os isolados de *Trichoderma* spp. utilizados neste trabalho são considerados ineficientes no controle de *P. drechsleri*.

Tabela 5 - Médias de notas atribuídas pelo teste de pareamento de cultura para a avaliação de agressividade de isolados de *Trichoderma* spp. quanto a inibição do crescimento micelial de *Phytophthora drechsleri*.

Isolado	Espécie	Nota	Grau de eficiência
TI1	<i>T. virens</i>	3	Ineficiente
TI2	<i>T. harzianum</i>	3	Ineficiente
TI3	<i>T. virens</i>	2,75	Ineficiente
TI4	<i>T. harzianum</i>	2,75	Ineficiente
TM1	<i>T. virens</i>	3,25	Ineficiente
TM2	<i>T. virens</i>	3	Ineficiente
TM3	<i>T. virens</i>	2,75	Ineficiente
TM4	<i>T. virens</i>	3	Ineficiente
TOD1	<i>T. harzianum</i>	3	Ineficiente
TOD2A	<i>T. longibrachiatum</i>	3	Ineficiente
TOD2B	<i>T. longibrachiatum</i>	3	Ineficiente
TNH1	<i>T. spirale</i>	3	Ineficiente
TNH2	<i>T. virens</i>	3	Ineficiente
TLB2	<i>T. harzianum</i>	3	Ineficiente
TLB3	<i>T. harzianum</i>	3,25	Ineficiente
TLB4	<i>T. harzianum</i>	3	Ineficiente
TLB6	<i>T. asperellum</i>	3	Ineficiente
TLB9	<i>T. virens</i>	3	Ineficiente
TLB12	<i>T. harzianum</i>	3	Ineficiente
TLB14	<i>T. koningiopsis</i>	3	Ineficiente
TLB15	<i>T. harzianum</i>	3	Ineficiente
TLB16	<i>T. harzianum</i>	3	Ineficiente
TLB17	<i>T. koningiopsis</i>	3	Ineficiente
Controle		6,25	

1: Valores até 1,5 indicam alta eficiência; valores entre 1,5 e 2,5 indicam que são eficientes e valores acima de 2,5 considera-se ineficiente (ETHUR, 2006); Controle (apenas a presença do patógeno).

Segundo Sudo-Martelleto et al. (2012) os isolados de *Trichoderma* tem diferentes graus de eficiência quanto ao controle de fungos fitopatogênicos assim, com os isolados de fungos causadores de doenças tem diferentes comportamento de crescimento podendo ser altamente agressivos e tornando o antagonista um agente de controle de baixa eficiência.

Segundo Junior e Abreu (2000) deve ser considerado a faixa de temperatura ideal de desenvolvimento do antagonista e do patógeno. No caso deste trabalho a temperatura utilizada foi de 24 °C o que pode ter favorecido mais o desenvolvimento de *Phytophthora* sp. onde a faixa ideal é de 20 °C a 24 °C segundo Koike. Lucon (2003), avaliando diferentes temperaturas no desenvolvimento de *Trichoderma* spp., encontraram resultados que as melhores temperaturas para o desenvolvimento deste antagonista está entre 25 °C e 30 °C.

Em trabalho realizado por Dildey et al. (2014) resultados semelhantes foram encontrados quando trabalhando com o fitopatogeno *S. sclerotiorum* e utilizando a técnica de pareamento de culturas onde os isolados TI1, TI2, TI3, TM2, TM3, TI4 e TM4 apresentaram notas entre 2,7 e 3,6. Notas esses que são muito semelhantes as encontradas no presente trabalho.

Resultados diferentes foram encontrados por Silva et al. (2008) onde observaram que isolados de *T. stromaticum*, *T. viride* e *T. virens* apresentaram antagonismo no pareamento de cultura contra *P. citrophthora*.

4.1.2 Compostos Antimicrobianos não Voláteis Frente ao Desenvolvimento Micelial de *P. drechsleri*

Ao testar compostos antimicrobiano não voláteis produzidos pelos isolados de *Trichoderma* sp. frente ao desenvolvimento micelial de *P. drechsleri* avaliando-se ICM E ACCM observou-se que os isolados de *Trichoderma* spp. tem alto potencial para inibir o crescimento deste oomiceto. Para AACCM as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott a 5% de significância, onde foram encontrados três grupos distintos onde o controle apresentou o maior crescimento sendo diferente estatisticamente dos tratamentos que inibiram o crescimento micelial, o isolado TLB17 apresentou crescimento micelial sendo classificado como o segundo grupo com potencial de inibição do crescimento de *P. drechsleri*.

O primeiro grupo apresentou resultados excelentes onde os isolados de *Trichoderma* spp. produziram compostos que inibiram totalmente o crescimento de *P. drechsleri* com exceção de TNH1 e TLB12 que apresentaram baixo crescimento mas estão no primeiro grupo de isolados com alto potencial de inibição do crescimento micelial.

Para ICM que avalia a percentagem de controle sobre o crescimento micelial onde TLB17 teve o menor controle mas com uma percentagem bastante significativa 85,8% sobre o controle, TNH1 e TLB12 que estão no grupo de maior eficiência inibiram 96,9 e 97,8%

respectivamente, os demais isolados do mesmo grupo inibiram o crescimento micelial em 100%.

Tabela 6 - Crescimento micelial de *Phytophthora drechsleri* em substratos com a presença de compostos não voláteis produzidos por diferentes isolados de *Trichoderma* spp.

ISOLADO	ESPÉCIE	ICM (%)	ACCM
TI1	<i>T. virens</i>	100	0,00 a
TI2	<i>T. harzianum</i>	100	0,00 a
TI3	<i>T. virens</i>	100	0,00 a
TI4	<i>T. harziaunum</i>	100	0,00 a
TM1	<i>T. virens</i>	100	0,00 a
TM2	<i>T. virens</i>	100	0,00 a
TM3	<i>T. virens</i>	100	0,00 a
TM4	<i>T. virens</i>	100	0,00 a
TOD1	<i>T. harzianum</i>	100	0,00 a
TOD2A	<i>T. longibrachiatum</i>	100	0,00 a
TOD2B	<i>T. longibrachiatum</i>	100	0,00 a
TNH1	<i>T. spirale</i>	96,9	10,50 a
TNH2	<i>T. virens</i>	100	0,00 a
TLB2	<i>T. harzianum</i>	100	0,00 a
TLB3	<i>T. harzianum</i>	100	0,00 a
TLB4	<i>T. harzianum</i>	100	0,00 a
TLB6	<i>T. asperellum</i>	100	0,00 a
TLB9	<i>T. virens</i>	100	0,00 a
TLB12	<i>T. harzianum</i>	97,8	8,25 a
TLB14	<i>T. konigiopsis</i>	100	0,00 a
TLB15	<i>T. virens</i>	100	0,00 a
TLB16	<i>T. harzianum</i>	100	0,00 a
TLB17	<i>T. koningiopsis</i>	85,8	44,75 b
Controle		-	336,12 c
CV %			36,92
MÉDIA			16,65

*Médias agrupadas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Bomfim (2007), avaliando o efeito de metabolitos não voláteis produzidos por isolados de diferentes espécie de *Trichoderma* spp. no controle de *R. Stolonifer*, verificou que todos os isolados obtiveram resultado diferente e superior ao controle, inibindo o crescimento micelial e deixando a colônia menos densa.

Broetto et al. (2014) obtiveram resultados positivos no controle de *M. phaseolina* com metabolitos não voláteis de isolados de *Trichoderma*, onde os isolados promoveram inibição do crescimento micelial de até 99,8%, os isolados mais eficientes no controle foram TM3, TM4, TLB17, TLB14, TI2, TLB9 E TLB6.

Bomfim et al. (2010) verificaram a produção de metabólitos voláteis de isolados de *Trichoderma* sp. Que foram capazes de inibir o desenvolvimento micelial de *R. stolonifer*. Neste trabalho, *T. viride* e *T. harzianum* produziram notável efeito fungistático sobre o patógeno, onde o isolado de *T. viride* inibiu completamente o crescimento de *R. stolonifer*. *T. stromaticum* e *T. virens* produziram metabólitos capazes de inibir o crescimento do fitopatógeno.

Resultados semelhantes encontrou Isaias et al. (2014) onde isolados de *T. Harzianum* e *T. koningiopsis* foram capazes de inibir totalmente o crescimento micelial de *S. rolfsii* pela utilização da técnica de metabólitos não voláteis, já para o fitopatógeno *Verticillium dahliae*, todos os isolados de *Trichoderma* testados mostraram desempenho semelhante, com ação inibitória próximo a 80%.

No presente trabalho todos os isolados de *Trichoderma* spp. estudados apresentaram um bom desempenho no controle de *P. drechsleri*.

4.1.3 Compostos Antimicrobianos Voláteis Frente ao Desenvolvimento Micelial de *P. drechsleri*

Ao avaliar o desenvolvimento micelial de *P. drechsleri* submetido a condições atmosféricas com a presença de metabólitos voláteis produzidos por diferentes isolados de *Trichoderma* spp. é possível observar que AACCM foi menor para os isolados TI3, TI4, TLB6, TLB14, TLB15, TLB16 e TLB17. Para ICM os valores de inibição do crescimento micelial de *P. drechsleri* variaram 11,78 % para o isolado TLB6 e 26,28 para o isolado TI4.

Tabela 7 - Crescimento micelial de *Phytophthora drechsleri* em atmosfera com presença de compostos antimicrobianos voláteis produzidos por diferentes isolados de *Trichoderma* spp.

ISOLADO	ESPÉCIE	ICM (%)	ACCM
TI1	<i>T. virens</i>	3,63	319 b
TI2	<i>T. harzianum</i>	9,67	299 b
TI3	<i>T. virens</i>	12,69	289 a
TI4	<i>T. harziaunum</i>	26,28	244 a
TM1	<i>T. virens</i>	9,37	300 b
TM2	<i>T. virens</i>	3,32	316 b
TM3	<i>T. virens</i>	3,32	320 b
TM4	<i>T. virens</i>	9,67	296 b
TOD1	<i>T. harzianum</i>	4,53	316 b
TOD2A	<i>T. longibrachiatum</i>	3,32	320 b
TOD2B	<i>T. longibrachiatum</i>	6,65	309 b
TNH1	<i>T. spirale</i>	4,23	317 b
TNH2	<i>T. virens</i>	9,67	297 b
TLB2	<i>T. harzianum</i>	2,72	322 b
TLB3	<i>T. harzianum</i>	7,85	305 b
TLB4	<i>T. harzianum</i>	6,65	309 b
TLB6	<i>T. asperellum</i>	11,78	260 a
TLB9	<i>T. virens</i>	3,63	318 b
TLB12	<i>T. harzianum</i>	4,83	315 b
TLB14	<i>T. konigiopsis</i>	18,73	269 a
TLB15	<i>T. virens</i>	16,92	279,5 a
TLB16	<i>T. harzianum</i>	14,80	282 a
TLB17	<i>T. koningiopsis</i>	23,87	252,5 a
Controle		-	331 b
CV %		9,01	
MÉDIA		299,70	

*Médias agrupadas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Melo (2015), utilizando 50 isolados de *Trichoderma*, constatou que 41 deles foi capaz de produzir compostos voláteis que inibiram o crescimento micelial de *P. nicotianae* em um primeiro ensaio os melhores resultados obtidos foram de 15% de inibição em um segundo experimento os resultados foram de 15 a 65% de inibição do crescimento micelial.

Segundo Broetto et al. (2014) os isolados de *Trichoderma* mais eficientes no controle de *M. phaseolina* foram TLB12, TM2, TLB2, TLB15 e TLB17, inibindo de 12,5% a 23,1% o desenvolvimento micelial do fitopatógeno estudado.

Resultados que corroboram com os encontrados no presente trabalho foram encontrados por Dildey et al. (2014) avaliando o controle de *S. sclerotiorum*, com oito isolados de *Trichoderma* pela técnica de compostos antimicrobianos voláteis, onde o isolado TI4 teve maior eficiência no controle e os isolados TM2 e TM3 tiveram menor eficiência na inibição do fitopatógeno por esse mecanismo de antagonismo.

Para esse método de controle os isolados estudados mostraram baixa capacidade de inibição do crescimento micelial, assim como uma alta taxa de crescimento e AACCM se comparado com o controle proporcionado pelos metabólitos não voláteis produzidos por isolados de *Trichoderma*.

4.1.4 Pareamento de Cultura de Isolados de *Trichoderma* spp. Frente ao Desenvolvimento de *F. solani*.

Ao testar isolados de *Trichoderma* spp. como possível agente de controle de *Fusarium solani* através da técnica de pareamento de cultura observou-se que dois isolados obtiveram notas que podem ser consideradas como eficientes segundo a classificação de Ethur (2006). Sendo os isolados TLB12 e TLB15 com nota de 2,5. Os demais isolados são considerados ineficientes pelo teste de pareamento de culturas no controle de *F. solani*.

Tabela 8 - Médias de notas atribuídas pelo teste de pareamento de cultura para a avaliação de agressividade de isolados de *Trichoderma* spp. quanto a inibição do crescimento micelial de *Fusarium solani*.

Isolado	Espécie	Nota	Grau de eficiência
TI1	<i>T. virens</i>	3,75	Ineficiente
TI2	<i>T. harzianum</i>	3,75	Ineficiente
TI3	<i>T. virens</i>	3	Ineficiente
TI4	<i>T. harziaunum</i>	3	Ineficiente
TM1	<i>T. virens</i>	4	Ineficiente
TM2	<i>T. virens</i>	2,75	Ineficiente
TM3	<i>T. virens</i>	2,75	Ineficiente
TM4	<i>T. virens</i>	4	Ineficiente
TOD1	<i>T. harzianum</i>	3,75	Ineficiente
TOD2A	<i>T. longibrachiatum</i>	2,75	Ineficiente
TOD2B	<i>T. longibrachiatum</i>	3	Ineficiente
TNH1	<i>T. spirale</i>	5	Ineficiente
TNH2	<i>T. virens</i>	2,75	Ineficiente
TLB2	<i>T. harzianum</i>	3,75	Ineficiente
TLB3	<i>T. harzianum</i>	3	Ineficiente
TLB4	<i>T. harzianum</i>	2,75	Ineficiente
TLB6	<i>T. asperellum</i>	3,25	Ineficiente
TLB9	<i>T. virens</i>	3,25	Ineficiente
TLB12	<i>T. harzianum</i>	2,5	Eficiente
TLB14	<i>T. konigiopsis</i>	4,5	Ineficiente
TLB15	<i>T. virens</i>	2,5	Eficiente
TLB16	<i>T. harzianum</i>	4	Ineficiente
TLB17	<i>T. koningiopsis</i>	3,25	Ineficiente
Controle		6,75	

Em trabalho conduzido por Dildey (2015) utilizando os isolados TI2, TLB6, TLB15 e TOD2B como antagonistas e utilizando isolado de *F. solani* como patógeno observou que TI2 e TLB6 foram eficientes e TLB15 e TOD2B muito eficiente no controle em vitro pelo pareamento de cultura, com esses resultados podemos verificar que em ambos os trabalhos, o isolado TLB 15 possui potencial de controle sobre o patógeno.

Louzada et al. (2009), realizando o teste de pareamento de culturas e utilizando 230 isolados de *Trichoderma* sp, identificaram 50 isolados com potencial de inibição no crescimento micelial de *F. solani* e 111 com potencial de inibição de *S. sclerotiorum*.

Broetto et al. (2014) encontraram resultados diferentes trabalhando com *M. phaseolina* onde os isolados TI1, TLB2, TLB3 TM3, TM4 TLB4, TLB9, TLB15 e TLB17 obtiveram um bom controle do fitopatógeno enquanto os isolados TI2, TI3, TI4, TLB6, TLB12 e TLB14 obtiveram baixa capacidade de suprimir o desenvolvimento do fitopatógeno.

4.1.5 Compostos Antimicrobianos não Voláteis no Crescimento Micelial de *F. solani*

Ao testar a produção de compostos antimicrobianos voláteis sobre o desenvolvimento de *F. solani* observou-se que vários isolados dentre os testados tem capacidade de inibir o crescimento micelial do patógeno em questão. Após os testes e análises estatísticas os tratamentos foram separados em 7 grupos pelo teste de Scott-Knott, onde os isolados de maior eficiência no controle de *F. solani* foram TM1, TOD1 reduzindo o crescimento micelial em 97,72% e 100 % respectivamente, o segundo grupo também apresenta um bom controle no desenvolvimento de *F. solani* sendo os isolados TM3, TLB15 e TLB16 com redução de 77,52% a 84,69 % no crescimento micelial. No terceiro grupo se encontram os isolados TI2, TM2, TLB2 TLB3, TLB6, TLB9, TLB14 com redução de 64,5% a 74,91%, no quarto grupo encontra-se os isolados TI1, TI3, TOD2B, TLB12 E TLB17 com redução de 52,77% a 61,24 %. No quinto grupo TM4 E TLB4 com 30,94 e 33,88 % respectivamente. No sexto grupo TI4, TOD2A, TNH1, TNH2 com redução de 16,28% a 23,45% e o sétimo e último grupo somente o controle.

Tabela 9 - Crescimento micelial de *Fusarium solani* em substratos com a presença de compostos não voláteis produzidos por diferentes isolados de *Trichoderma* spp.

ISOLADO	ESPÉCIE	ICM (%)	ACCM
TI1	<i>T. virens</i>	61,24	119 d
TI2	<i>T. harzianum</i>	74,91	77 c
TI3	<i>T. virens</i>	52,77	145 d
TI4	<i>T. harziaunum</i>	16,94	255 f
TM1	<i>T. virens</i>	97,72	7 a
TM2	<i>T. virens</i>	71,00	89 c
TM3	<i>T. virens</i>	77,52	61 b
TM4	<i>T. virens</i>	30,94	212 e
TOD1	<i>T. harzianum</i>	100,00	0 a
TOD2A	<i>T. longibrachiatum</i>	23,45	235 f
TOD2B	<i>T. longibrachiatum</i>	58,63	127 d
TNH1	<i>T. spirale</i>	16,28	257 f
TNH2	<i>T. virens</i>	22,80	237 f
TLB2	<i>T. harzianum</i>	68,73	96 c
TLB3	<i>T. harzianum</i>	64,50	109 c
TLB4	<i>T. harzianum</i>	33,88	203 e
TLB6	<i>T. asperellum</i>	65,80	105 c
TLB9	<i>T. virens</i>	71,00	89 c
TLB12	<i>T. harzianum</i>	60,26	122 d
TLB14	<i>T. konigiopsis</i>	64,82	108 c
TLB15	<i>T. virens</i>	84,69	47 b
TLB16	<i>T. harzianum</i>	82,08	70 b
TLB17	<i>T. koningiopsis</i>	53,42	143 d
Controle		-	307 g
CV %		15,06	
MÉDIA		134,16	

*Médias agrupadas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Resultados semelhantes encontraram Isaias et al. (2014), que observaram que dois dos isolados de *Trichoderma* estudados foram capazes de inibir totalmente o crescimento micelial de *S. rolfii*, enquanto que outros três isolados inibiram próximo de 60% e outros cinco isolados não foram eficientes na inibição do crescimento do patógeno.

Com os resultados obtidos com a realização do presente trabalho observa-se que grande parte dos isolados estudados são capazes de produzir compostos que reduzem o crescimento micelial do patógeno estudado com valores de inibição acima de 50% podendo chegar a 100% para o isolado TOD1, que foi o isolado que produziu compostos mais efetivos contra *F. solani*

nesta ocasião. As espécies de *Trichoderma* são conhecidas pela produção de diversos metabólitos secundários com ampla atividade antimicrobiana (PUNJA; UTKHEDE, 2003). Porém sua eficiência vai depender também da capacidade do patógeno em metabolizar estes compostos.

4.1.6 Compostos Antimicrobianos Voláteis Crescimento Micelial de *F. solani*

Para a avaliação de compostos antimicrobianos voláteis frente ao desenvolvimento micelial de *F. solani* os isolados que promoveram maior redução no crescimento micelial em relação ao controle são TI1, TI2, TI3, TM1, TM2, TOD1, TOD2A, TOD2A, TNH2, TLB3, TLB6, TLB14 e TLB16, com inibição que variam de 5,43% a 11,96%.

Tabela 10 - Crescimento micelial de *Fusarium solani* em atmosfera com presença de compostos antimicrobianos voláteis produzidos por diferentes isolados de *Trichoderma* spp.

ISOLADO	ESPÉCIE	ICM (%)	ACCM
TI1	<i>T. virens</i>	7,97	254 a
TI2	<i>T. harzianum</i>	11,96	243 a
TI3	<i>T. virens</i>	5,43	258 b
TI4	<i>T. harziaunum</i>	2,90	261 b
TM1	<i>T. virens</i>	5,80	260 b
TM2	<i>T. virens</i>	6,88	257 a
TM3	<i>T. virens</i>	3,26	267 b
TM4	<i>T. virens</i>	3,26	264 b
TOD1	<i>T. harzianum</i>	6,88	257 a
TOD2A	<i>T. longibrachiatum</i>	5,80	262 b
TOD2B	<i>T. longibrachiatum</i>	6,52	258 a
TNH1	<i>T. spirale</i>	2,90	268 b
TNH2	<i>T. virens</i>	7,25	256 a
TLB2	<i>T. harzianum</i>	2,17	270 b
TLB3	<i>T. harzianum</i>	10,87	246 a
TLB4	<i>T. harzianum</i>	1,45	272 b
TLB6	<i>T. asperellum</i>	7,97	254 a
TLB9	<i>T. virens</i>	4,35	264 b
TLB12	<i>T. harzianum</i>	4,35	262b
TLB14	<i>T. konigiopsis</i>	8,33	253 a
TLB15	<i>T. virens</i>	4,71	263 b
TLB16	<i>T. harzianum</i>	6,16	254 a
TLB17	<i>T. koningiopsis</i>	2,90	268 b
Controle		-	261 b
CV %			3,65
MÉDIA			260

*Médias agrupadas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Hoffmann et al. (2015), trabalhando com 15 isolados de *Trichoderma* objetivando o controle de *F. solani* através de metabólitos voláteis produzidos por *Trichoderma* encontraram valores de inibição entre 29,75% e 55,68% sendo que a maior parte dos isolados estudados proporcionou um controle de 50% do desenvolvimento micelial.

Porém neste trabalho as diferenças encontradas no crescimento micelial, variaram muito pouco, o que indica pequena ou nenhuma influência no crescimento de *Fusarium*, Menten et al. (2013) avaliaram isolados de *Trichoderma* contra *S. sclerotiorum* e observaram pouco efeito

dos compostos voláteis no crescimento do patógeno, por outro lado, o contrário ocorreu ao avaliar os compostos não voláteis.

4.2 ENSAIOS *in vivo*

4.2.1 Produtividade e Incidência de Podridões Radiculares em Mandioca com a Aplicação de Isolados de *Trichoderma* spp.

Quando avaliado a quantidade de plantas por parcela (Tabela 11) aos 30 dias após o plantio e aos 11 meses no momento da colheita não observou-se diferenças significativas entre os tratamentos, neste caso pode se afirmar que os fatores ambientais e ou a baixa quantidade de inóculo presente de microorganismos fitopatogênicos na área não afetaram o desenvolvimento das plantas assim como os isolados de *Trichoderma* spp. não tiveram efeito sobre o stand de plantas de mandioca.

Tabela 11 - Número de plantas de mandioca (*Manihot esculenta*) tratadas no momento do plantio com diferentes isolados de *Trichoderma* spp., avaliadas aos 30 dias e aos 11 meses de cultivo. Santa Helena- PR, 2015.

Tratamentos	Plantas por parcela aos 30 dias	Plantas por parcela aos 11 meses
TOD2A	32,05 a	30,25 a
TLB14	31,05 a	28,50 a
TI2	33,65 a	32,25 a
TLB6	31,75 a	31,50 a
TLB15	31,00 a	30,50 a
Controle	32,00 a	32,00 a
Média	31,92	30,83
CV%	7,20	10,59

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no teste de Tukey a 5 % de significância.

Os resultados encontrados para estande de plantas são semelhantes aos encontrados por Resende (2003) onde trabalhando com híbrido de milho não observou diferença de plantas emergidas com sementes oriundas com e sem tratamento com *Trichoderma harzianum*. Por outro lado Resende (2004) encontrou significativa redução na velocidade de emergência de plantas de milho quando inoculadas com *Trichoderma harzianum*.

Para o comprimento de raízes (Tabela 12) o isolado TLB14 se destaca por promover o crescimento de raiz sendo superior aos demais tratamentos utilizados este experimento, os

demais isolados utilizados não promoveram o maior desenvolvimento de raízes se comparado ao controle sem o uso de *Trichoderma* spp.

Na avaliação de massa de raízes por planta é possível observar, que plantas inoculadas com o isolado TLB14 obtiveram o melhor resultado com 2,98 kg por planta sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos utilizados neste experimento.

Como pode-se observar o isolado TLB14 promoveu um aumento na massa de raízes por planta assim como o comprimento de raízes e consequentemente aumento na produtividade sendo possivelmente um promotor de crescimento eficiente para a cultura da Mandioca.

Quanto ao teor de amido em raízes de mandioca (Tabela 15) os tratamentos utilizados não interferiram neste parâmetro por isso diferenças não são observadas para esta variável nestas condições experimentais.

Com relação a produtividade (Tabela 16) em t ha⁻¹ de raízes de mandioca foi possível observar que um dos isolados estudados apresentou produtividade superior aos demais sendo o TLB14 com produtividade de 55,27 t ha⁻¹.

Tabela 12 - Comprimento de raiz, massa de raízes, teor de amido e produtividade de mandioca (*Manihot esculenta*) tratadas no momento do plantio com diferentes isolados de *Trichoderma* spp. Santa Helena-PR, 2015.

Tratamento	Comprimento de raiz (cm)	Massa de raízes (kg)	Teor de amido (%)	Produtividade (t ha ⁻¹)
TOD2A	38,75 ab	2,64 ab	30,75 a	48,93 ab
TLB14	43,50 a	2,98 a	31,50 a	55,27 a
TI2	42,00 ab	2,64 ab	31,50 a	48,85 ab
TLB6	37,75 ab	2,54 ab	31,00 a	47,00 ab
TLB15	38,00 ab	2,61 ab	31,25 a	48,26 ab
Controle	36,25 b	2,42 b	31,00 a	44,90 b
Média	39,37	2,64	31,17	48,87
CV%	7,47	8,71	5,69	8,71

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no teste de Tukey a 5 % de significância.

Segundo Harman (2000), algumas espécies de *Trichoderma* spp. tem a capacidade de promover aumento no comprimento e volume da raiz de várias plantas como soja e milho.

Resultados positivos quanto ao comprimento de raízes pode ser observado por Stefanello e Bonett (2013) quando inoculando sementes de milho com produto comercial, suspensão oleosa contendo esporos de *Trichoderma* spp. observaram um maior comprimento de raízes em relação as plantas controle.

De acordo com Moreira (2014) a inoculação de sementes de feijão com isolados de *Trichoderma* spp. foi capaz de aumentar o comprimento radicular de plantas de feijoeiro quando comparado as plantas que não receberam este tratamento.

Segundo Lobo Junior, Brandão e Geraldine (2009) existem algumas cepas de *Trichoderma* spp. que podem, ser promotoras de crescimento incorrendo no aumento de produção com sua aplicação, resultados encontrados em seu trabalho relatam sobre o aumento do volume radicular de plantas de feijoeiro, consequentemente aumentando a produtividade desta cultura.

Resultados encontrados por Resende et al. (2004) relata um aumento de massa seca de raízes de milho provenientes do tratamento de sementes com *Trichoderma* spp. em relação a plantas não inoculadas.

Resultados positivos também foram encontrados por Carvalho Filho et al. (2008) em cujo trabalho a massa seca de raízes de plantas de eucalipto inoculadas com isolados de *Trichoderma* onde alguns desses isolados promoveram um aumento de massa seca de raízes dessas plantas, sendo as espécies *T. asperellum*, *T. harzianum* e *T. atroviride* as mais eficientes na promoção de crescimento.

Os resultados aqui encontrados são semelhantes aos encontrados por Lobo Junior, Brandão e Geraldine (2009) quando trabalhando com feijoeiro e produto comercial a base de *Trichoderma asperellum* observaram que plantas inoculadas apresentaram uma maior produtividade em relação a plantas sem a inoculação com este antagonista. Já Engers et al. (2015) encontrou resultados onde a aplicação de *Trichoderma* na cultura de Girassol proporcionou aumento de produtividade com valores de 61% superior a plantas não inoculadas. Por outro lado Ishimura et al. (2011) não observou diferença na produtividade de Cebola com a aplicação de *Trichoderma* spp., somente quando este foi combinado com o uso de fertilizante orgânico, o qual aplicado isoladamente também não teve produtividade aumentada.

Por isso há várias possibilidades de um agente biológico ser promissor ou não, as diferenças quanto aos resultados podem estar relacionadas condições em que o agente é exposta, a sua característica de produção substâncias benéficas as plantas e ou pela disponibilização de nutrientes em decorrência da decomposição da matéria orgânica presente no solo, também seu sucesso pode estar relacionado com sua afinidade com a cultura utilizada, seu desempenho vai depender entre interação com o agente utilizado e cultura, assim podendo ser altamente eficiente para uma cultura e pode não apresentar resultados satisfatórios para outra.

No presente trabalho o isolado TLB14 proporcionou maior comprimento de raízes, massa de raízes, maior produtividade e menor incidência de doença embora resultados *in vitro* não tenham sido eficientes, mostrando possível efeito benéfico na planta acarretando em maior produtividade e resistência a doenças por apresentar maior vigor. Os isolados TOD2A e TI2 também apresentaram aspectos positivos reduzindo a incidência de doenças, embora não apresentem diferenças nos aspectos produtivos.

Para a quantidade de raízes sintomáticas observou-se diferença significativa onde plantas inoculadas com os isolados TOD2A, TLB14 e TI2 apresentaram menor número de raízes com sintomas de podridão radicular obtendo também menor incidência/planta. Quando avaliado raízes sadias e total de raízes por planta não é possível observar diferenças entre os tratamentos utilizados.

Tabela 13 - Quantidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta*); sadias, com sintomas de podridão radicular e total de raízes por planta, tratadas com diferentes isolados de *Trichoderma* spp. no momento do plantio. Santa Helena-PR, 2015.

Tratamento	Sadias	Sintomáticas	Incidência/planta (%)	Total
TOD2A	6,38 a	0,06 a	0,95	6,44 a
TLB14	6,23 a	0,13 a	1,98	6,36 a
TI2	6,19 a	0,12 a	1,87	6,30 a
TLB6	6,03 a	0,15 ab	2,39	6,18 a
TLB15	6,19 a	0,19 ab	2,94	6,37 a
Controle	5,96 a	0,31 b	3,86	6,27 a
Média	6,16	0,16	-	6,32
CV%	8,35	47,80	-	8,44

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de significância.

Segundo Pomella e Ribeiro (2009) o tratamento do solo, substrato, de sementes e pulverizações de partes aéreas de plantas com produtos à base de *Trichoderma*, são eficientes na redução da incidência de tombamento de plantas, diminuindo também a severidade de doenças ocasionadas por patógenos habitantes de solo, como *Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium* e *Sclerotinia*.

4.2.2 Produtividade e Incidência de Podridões Radiculares em Diferentes Variedades de Mandioca e Sistema de Plantio com e sem a Aplicação de *Trichoderma harzianum*.

Ao avaliar o número de plantas por parcela aos 30 dias após a emergência (DAE) (Tabela 14), observa-se que onde aplicou-se *T. harzianum* contabilizou-se 26,69 plantas por parcela enquanto que sem a aplicação do produto observou-se 29,37 plantas por parcela sendo estatisticamente maior. Diferenças também podem ser observadas quanto a variedade onde

maior número de plantas por parcela foi observado para a variedade IAC 90 sendo estatisticamente superior em relação a variedade Baianinha. Para o sistema de plantio não houve diferença.

Ao avaliar o número de plantas por parcela na colheita (Tabela 14), observou-se a mesma tendência das avaliações realizadas aos 30 DAE, onde não houve diferença significativa para plantio direto e convencional 21,37 e 22,44 plantas por parcela respectivamente. Quanto ao número de plantas em função das variedades IAC 90 apresentou quantidade de 23,31 plantas sendo superior a Baianinha que apresentou 20,50. Em relação ao tratamento fitossanitário, as parcelas que receberam o tratamento com *T. harzianum* tiveram menor número de plantas apresentando com a aplicação do mesmo 20,50 e sem a aplicação 23,31 plantas por parcela o que difere estatisticamente.

Tabela 14 - Número de plantas de mandioca (*Manihot esculenta*) em sistemas de plantio direto e convencional, variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário com *Trichoderma harzianum*, aos 30 dias e aos 11 meses de cultivo. Marechal Cândido Rondon, 2015.

Tratamentos	Plantas por parcela aos 30 dias	Plantas por parcela aos 11 meses
Plantio direto	28,44 a	21,37 a
Plantio convencional	27,62 a	22,44 a
Baianinha	26,75 b	20,50 b
IAC 90	29,31 a	23,31 a
Sem <i>Trichoderma</i>	29,37 a	23,31 a
Com <i>Trichoderma</i>	26,69 b	20,50 b
Média	28,03	21,90
CV%	7,51	9,10

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de significância.

O sistema de plantio direto não difere do sistema convencional no stand de plantas por ocorrer o revolvimento do solo na linha de plantio proporcionando condições de emergência semelhantes às do plantio convencional. Segundo Fey (2007) em trabalho conduzido em diferentes sistemas de plantio utilizando sistemas de plantio convencional não diferiu estatisticamente em relação ao sistema de plantio direto.

Quanto a quantidade de plantas em função da variedade, IAC 90 foi superior possivelmente por apresentar maior resistência a fungos e bactérias fitopatogênicas presentes no solo o que pode ter reduzido a emergência da variedade Baianinha. Quanto ao número de plantas por parcela em função da aplicação ou não de *T. harzianum* observou-se que quando procedeu-se a aplicação o número de plantas foi menor. Fungos do gênero *Trichoderma* apresentam alta capacidade saprofítica mas não são fitopatogênicos, contudo há dúvidas quando ao seu efeito em partes vegetativas ou mesmo em sementes no solos, visto que tem se observado redução na germinação e vigor de sementes em condições experimentais. Esse efeito pode estar relacionado a capacidade de fungos do gênero *Trichoderma* em degradar celulose, neste sentido, Fontanelle (2011) avaliando 13 isolados de *Trichoderma* verificou que todos foram capazes de degradar celulose. Neste trabalho, isso pode ter ocorrido no momento do plantio, uma vez que manivas são preparadas a partir do corte da haste, estas possuíam um ferimento recente proporcionado pelo corte para o plantio, sendo em seguida realizada a aplicação de *T. harzianum* sobre as mesmas proporcionando um contato direto entre o fungo e as manivas.

A viabilidade do método de aplicação sobre manivas não foi testado, pairando dúvidas quanto ao mesmo, porém, outros métodos para a aplicação do fungo nesta cultura precisam ser testados, métodos que contemplem a aplicação direta sobre solo, no sulco de plantio ou em parte aérea da planta evitando contato direto com as manivas.

Para comprimento de raiz (Tabela 15) observa-se interação entre os sistemas de plantio, tratamento fitossanitário e variedade onde o uso de *T. harzianum* aumenta o comprimento de raiz da variedade Baianinha, assim como o sistema de plantio direto promove aumento do comprimento de raiz na ausência de *T. harzianum*. Não há alterações na variedade IAC 90 pelo sistema de cultivo ou pelo uso de *T. harzianum*.

Tabela 15 - Comprimento (cm) de raiz de mandioca (*Manihot esculenta*) em sistemas de plantio direto e convencional, variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário com *Trichoderma harzianum*. Marechal Cândido Rondon, 2015.

Tratamento fitossanitário	Baianinha		IAC 90	
	Plantio Direto	Plantio Convencional	Plantio Direto	Plantio Convencional
Sem <i>Trichoderma</i>	32,35 aA	29,99 bB	30,82 aA	30,39 aA
Com <i>Trichoderma</i>	30,05 aA	32,56 aA	30,99 aA	28,93 aA
Média	30,86			
CV%	5,12			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna e médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si na linha, no teste de Tukey a 5% de significância.

Com relação a quantidade de raízes sadias os dados podem ser observados na Tabela 16, na qual pode-se observar que o plantio convencional favoreceu este parâmetro, apresentando maior quantidade de raízes. Com relação às variedades, IAC 90 apresentou maior número de raízes sadias em relação a Baianinha e em relação ao tratamento fitossanitário não houve diferença pela aplicação de *T. harzianum*.

Na avaliação de raízes sintomáticas pode-se observar que o plantio convencional possui uma quantidade de 0,35 raízes sintomáticas por planta diferindo das plantas oriundas do plantio direto onde a quantidade de raízes sintomáticas foi maior 1,42. Os outros tratamentos não apresentaram diferença estatística.

Quanto ao número total de raízes por planta pode se observar na tabela que há somente diferença entre as variedades utilizadas sendo que IAC 90 apresenta maior número de raízes por planta 5,82 em relação a 5,04 raízes planta da variedade Baianinha.

Quanto a incidência de podridão radicular nas raízes, pode ser observada grande diferença entre os sistemas de plantio, sendo 26,89% das raízes para o sistema de plantio direto e apenas 6,27% das raízes para o sistema de plantio convencional.

Tabela 16 - Quantidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta*); sadias, com sintomas de podridão radicular e total de raízes por planta em sistemas de plantio direto e convencional, diferentes variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário Marechal Cândido Rondon. 2015.

Tratamento	Sadias	Sintomáticas	Incidência/planta %	Total
Plantio Direto	3,85 b	1,42 b	26,89	5,28 a
Plantio Convencional	5,23 a	0,35 a	6,27	5,58 a
Baianinha	4,21 b	0,83 a	16,47	5,04 b
IAC 90	4,87 a	0,94 a	16,15	5,82 a
Sem <i>Trichoderma</i>	4,39 a	0,88 a	16,69	5,27 a
Com <i>Trichoderma</i>	4,69 a	0,89 a	15,92	5,59 a
Média	4,54	0,89	-	5,43
CV%	12,52	41,85	-	9,49

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de significância.

A alta incidência de podridão radicular no plantio direto se deve a sua maior capacidade de retenção de água no solo, combinado com os altos índices pluviométricos ocorridos nos meses de maio e julho (Figura 3) pode ter ocorrido um favorecimento da infecção das plantas podendo ocorrer prejuízos em período curto de tempo. Muniz et al., 2006 observou em seu trabalho que plantas de mandioca com 40 dias após o plantio apresentaram sintomas de podridão radicular 7 dias após a inoculação de *Phytophthora* sp. e os isolados estudados causaram morte em 55% a 65% das plantas após 8 dias da inoculação.

Para a quantidade de raízes sadias grandes diferenças foram observadas no sistema de plantio convencional, tal diferença pode ser explicada por que o revolvimento do solo permitiu melhor drenagem da água pluvial, melhor aeração para o desenvolvimento das raízes diminuindo a exposição das mesmas a respiração anaeróbia que favorece a infecção microbiana, outro benefício do revolvimento do solo é a redução do inóculo inicial de *Phytophthora* pela exposição à radiação solar. Esporângios de *Phytophthora* spp são estruturas sensíveis à temperatura (SATO, 1994) radiação solar (MIZUBUTI; AYLOR; FRY, 2000) e luminosidade (PIMENTA NETO, 2012).

Em relação as variedades a diferença ocorrida se deve somente ao potencial produtivo onde IAC 90 possui mais raízes sadias em consequência de possuir maior número de raízes por planta, já que diferenças entre raízes sintomáticas não ocorreram. Resultados semelhantes

foram obtidos por Dias e Oliveira (2012) onde trabalhou com 21 cultivares de mandioca diferentes e encontrou diferenças no potencial produtivo das mesmas e as mais produtivas foram as que apresentaram maior quantidade de raízes sadias.

Com relação a precipitação pluviométrica é possível observar que os meses que antecederam a colheita (maio e julho) as precipitações foram bastante elevadas 254 e 438 mm respectivamente (Figura 2), onde as médias dos últimos 30 anos segundo INMET (2016), são de ordem de 120 e 80 mm, sendo de 2 a 5 vezes maior. Por outro lado, nos meses de outubro, dezembro, janeiro e março as precipitações pluviométricas na área do experimento foram menores se comparadas com a média histórica para a região, enquanto que os meses de novembro, fevereiro, abril, junho e agosto ficaram dentro da média (INMET, 2016).

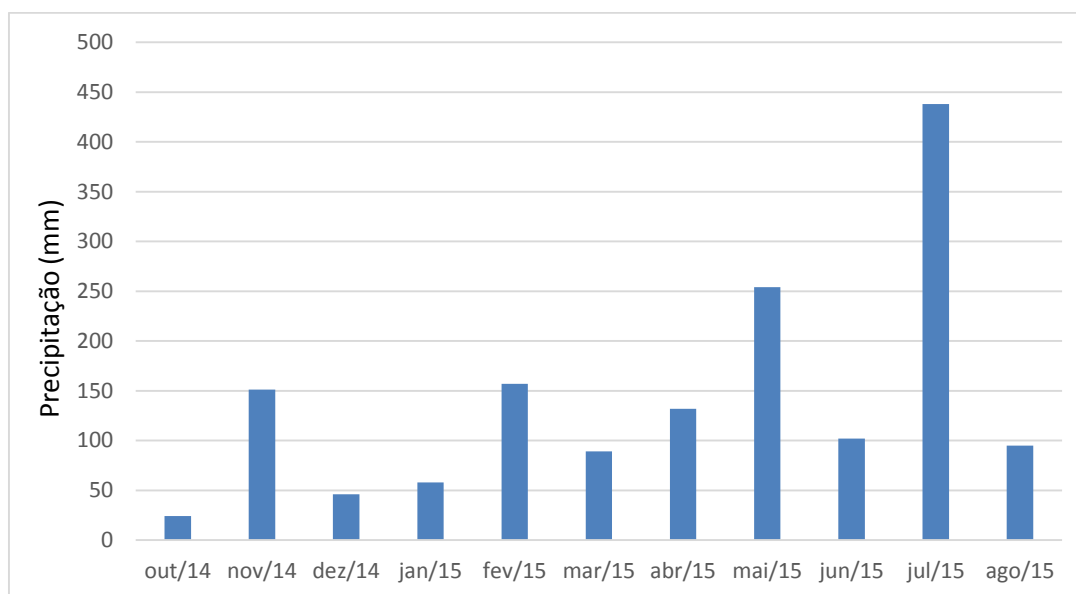


Figura 2 - Precipitação pluviométrica no decorrer do ciclo da cultura. Marechal Cândido Rondon, 2015.

Segundo Oliveira e Luz (2005), as maiores epidemias de *Phytophthora* spp. ocorrem em períodos úmidos, com saturação de água provocada por chuvas intensas e prolongadas. O encharcamento do solo favorece a formação de esporângios (FEICHTENBERGER, 2001).

Avaliando a massa de raízes por planta (Tabela 17) houve interação entre sistema de plantio e tratamento fitossanitário, onde pode-se observar que no plantio convencional e com o uso de *T. harzianum* acarretou em aumento na massa de raízes por planta, sendo estatisticamente maior do que os outros tratamentos, o peso obtido por planta foi de 1,262 kg planta⁻¹, ainda no sistema de plantio convencional sem o uso de *T. harzianum* a massa obtida

foi 0,965 kg planta⁻¹. Para o sistema de plantio direto a massa obtida foi de 0,917 e 0,874 kg planta⁻¹ com e sem o tratamento com *T. harzianum* respectivamente.

Tabela 17 - Massa de raízes por planta de mandioca (*Manihot esculenta*) em diferentes sistemas de plantio e tratamento fitossanitário com e sem *Trichoderma harzianum*. Marechal Cândido Rondon, 2015.

Tratamento Fitossanitário	Plantio Direto (kg)	Plantio Convencional (kg)
Sem <i>Trichoderma</i>	0,874 aA	0,965 bA
Com <i>Trichoderma</i>	0,917 aB	1,262 aA
Média	1,000	
CV%	14,96	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si na coluna e Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si na linha, no teste de Tukey a 5% de significância.

A maior massa de raízes por planta observado no plantio convencional com o uso de *T. harzianum* pode estar associado ao ambiente favorável ao desenvolvimento do antagonista pela presença de restos culturais recém incorporado que é fonte de nutrientes e condição de aeração favorável para o estabelecimento da população do fungo. Assim seu desenvolvimento foi facilitado permitindo melhor expressão de suas características benéficas, como mineralização de matéria orgânica, predação e parasitismo de outros fungos e promoção do crescimento das plantas. Segundo Lobo Junior et al. (2009) em trabalho desenvolvido com feijoeiro, observaram que a inoculação das plantas com *T. harzianum* aumentou o volume radicular e aumentou a produtividade aliado também com formação uniforme do stand de plantas.

Quando avaliado o teor de amido (Tabela 18) dos tratamentos a única diferença observada foi entre as variedades, onde a variedade IAC 90 difere estatisticamente com teor de 30,84% e cultivar baianinha com 29,68%. O sistema de plantio e o uso de *T. harzianum* não interferiram na quantidade de amido.

Tabela 18 - Teor de amido em raízes de mandioca em sistemas de plantio direto e convencional, variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário com *Trichoderma harzianum*. Marechal Cândido Rondon, 2015.

Tratamentos	Teor de amido (%)
Plantio direto	30,28 a
Plantio convencional	30,24 a
Baianinha	29,68 b
IAC 90	30,84 a
Sem <i>Trichoderma</i>	30,31 a
Com <i>Trichoderma</i>	30,21 a
Média	30,26
CV%	2,84

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no teste de Tukey a 5% de significância.

Quando avaliou-se a produtividade (Tabela 19) observou-se que no sistema de plantio o melhor resultado foi obtido pelo plantio convencional que produziu 20,63 t ha⁻¹ sendo 19,53% superior ao plantio direto que produziu 16,60 t ha⁻¹. Quanto a produtividade entre as variedades não houve diferença estatística. Já em função do tratamento fitossanitário com e sem a aplicação de *T. harzianum* a produtividade foi maior onde se aplicou *T. harzianum* com 20,19 t ha⁻¹ e 17,04 t ha⁻¹, com e sem aplicação respectivamente.

Tabela 19 – Produtividade (t ha⁻¹) de mandioca (*Manihot esculenta*) em sistemas de plantio direto e convencional, variedades (IAC 90 e Baianinha) e com e sem tratamento fitossanitário com *Trichoderma harzianum*. Marechal Cândido Rondon, 2015.

Tratamentos	Produtividade (t ha ⁻¹)
Plantio direto	16,60 b
Plantio convencional	20,63 a
Baianinha	17,76 a
IAC 90	19,47 a
Sem <i>Trichoderma</i>	17,04 b
Com <i>Trichoderma</i>	20,19 a
Média	18,61
CV%	14,97

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si no teste de Tukey a 5 % de significância.

A produtividade maior no sistema de cultivo convencional se dá diretamente pela menor incidência de doenças como já foi observado na quantidade de raízes sintomáticas, essa menor incidência de doença permite um melhor desenvolvimento das plantas por não ter seu processo fisiológico alterado pela ocorrência de patogênese, outra razão é a menor perda de material vegetal que é decomposto pela ocorrência de doenças. Oliveira et al. (2001) e Pequeno et al. (2005) trabalhando com diferentes sistemas de cultivo encontraram diferenças significativas onde o plantio convencional proporcionou maior produtividade do que as plantas cultivadas em sistema de plantio direto. A produtividade com e sem a aplicação de *T. harzianum* diferiu estatisticamente, ainda que a quantidade de plantas na área tratada com o fungo tenha sofrido uma redução.

5 CONCLUSÕES

- 1- Os compostos antimicrobianos não voláteis produzidos por isolados de *Trichoderma* spp. foram efetivos no controle do crescimento micelial de *F. solani* e *P. drechsleri*.
- 2- O Pareamento de culturas e compostos antimicrobianos voláteis foram pouco eficientes no controle de *F. solani* e *P. drechsleri*.
- 3- Em ensaio a campo o isolado TLB14 foi o que proporcionou menor incidência de doença e maior produtividade, comprimento de raízes e massa de raízes por planta.
- 4- O plantio convencional foi mais produtivo com menor incidência de podridão radicular.
- 5- O uso de *T. harzianum* proporcionou um aumento na produtividade, porem reduziu o stand de plantas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory micology**. 4. ed. New York: John Wiley e Sons, Inc., 1996. 869 p.

ALZUGARAY, D.; ALZUGARAY, C. **Vida: Um Guia de Auto-Suficiencia**. Editora Três. São Paulo, SP. 1986. p.283-285.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4 ed. São Paulo: Ceres, v. 1, 2011, 704 p .

APARECIDO, C. C.; FIGUEIREDO, M. B. Antagonismo de *Trichoderma viride* a dois diferentes fungos de solo patogênicos ao feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Biológico**, v. 61, p.17-21. 1999.

BATISTA FILHO, A. Controle Biológico: Alternativa para uma agricultura sustentável. In: **Controle Biológico de Insetos e Ácaros**. Boletim Técnico Instituto Biológico, São Paulo, n.15, p.1-3, julho 2006.

BELL, D.K.; WELLS, H.D.; MARKHAM, C.R. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. **Phytopathology**, v.72, n.4, p.379-382. 1982.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1. 919 p.

BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B. Controle Biológico de Doenças de Plantas no Brasil. In: _____ (Org.). **Biocontrole de Doenças de Plantas: uso e perspectivas**. Jaguariuna: Ed. Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 8-14.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Controle Biológico. In: BERGAMIN, A. F.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p. 717-728.

BLUM, L. E. B. Controle biológico de fitopatógenos. In: BLUM, L. E. B.; CARES, J. E.; UESUGI, C. H. **Fitopatologia: o estudo das doenças de plantas**. 1. ed. Brasília: Otimismo, 2006. p. 196-205.

BOLHUIS, G. G. Influence of lenght of the ilumination period on root formation in cassava (*Manihot utilissima* Pohl) . **Netherlands Journal of Agricultural Scienc**, Wageningen, v.14, p.251-254, 1966.

BOMFIM, M. P. **Antagonismo *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da conquista, 2007.

BOMFIM, M. P.; SÃO JOSPE, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; ALMEIDA, S. S.; SOUZA, I. V. B.; DIAS, N. O. Avaliação antagônica *in vitro* e *in vivo* de *Trichoderma* spp. a *Rhizopus stolonifer* em maracujazeiro amarelo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.1, p.61-67, 2010.

BROETTO, L.; COLTRO-RONCATO, S.; MEINERZ, C. C.; DILDEY, O. D. F.; PAZDIORA, P. C.; GONÇALVES, E. D. V.; MORAES, A. J. de.; HENKEMEIER, N. P.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R. Crescimento micelial e produção de microescleródios de *Macrophomina phaseolina* confrontado com diferentes isolados de *Trichoderma* sp. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.13, n.4, p.310-317, out./dez. 2014.

CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. 188p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

CARVALHO FILHO, M. R.; MELLO, S. C. M. de.; SANTOS, R. P. dos.; MENÊZES, J. E. Avaliação de isolados de *Trichoderma* na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético *in vitro* e colonização endofítica de mudas de eucalipto. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2008.

CREPALDI, I.C. Origem, evolução e geografia da mandioca: uma revisão. **Sitientibus**, Feira de Santana, n.10, p.89-94, jul/dez, 1992.

DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. II. Production of volatile antibiotics. **Transactions British Mycological Society**, Manchester, v.57, n.11, p.41-48, 1971.

DERAL - Departamento de Economia Rural. **Análise da conjuntura agropecuária mandioca - safra 2015/2016.** Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandioca_2015_16.pdf acesso em: 20 de abril de 2016.

DIAS, M. C.; OLIVEIRA, I. J. Avaliação da produção e de doenças em genótipos de mandioca em área de várzea do Rio Solimões. In: Congresso brasileiro de recursos genéticos, Belém, PA. **Anais.** (2012) EMBRAPA.

DILDEY, O. D. F.; BARBIAN, J. M.; GONÇALVES, E. D. V.; BROETTO, L.; ETHUR. L. Z.; KUHN, O. J.; BONETT, L. P. Inibição do crescimento *in vitro* de *Sclerotinia sclerotiorum*, causador de mofo branco, por isolados de *Trichoderma* spp. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.12, n.3, p.132-136, jul./set. 2014.

DILDEY, O.D.F.; GOLÇALVES, E.D.V.; RISSATO, B.B.; MEINERZ,C.C.; COLTRO-RONCATO, S.; KUHN, O. J. Seleção de isolados de *Trichoderma* sp. na inibição do crescimento micelial de *Fusarium solani* na cultura da mandioca. In: 16º congresso brasileiro de mandioca, 1º congresso Latino-americano e caribenho de mandioca, Foz do Iguaçu. **Anais.** (2015).

DURMAN, S.; MENENDEZ, A.; GODEAS, A. Evaluación de *Trichoderma* spp. como antagonista de *Rhizoctonia solani* *in vitro* y como biocontrolador del damping-off de plantas de tomate en invernadero. **Revista Argentina de Microbiología**, v.31, p.13-18, 1999.

ENGERS, L. B. O. de.; SARZI, J. S.; PUHL, A. J.; RADONS, S. Z.; KNAPP, F. M. Produtividade do girassol em função do tratamento biológico das sementes. **Anais do SEPE-Seminário de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFFS**, v.5, n.1, 2015.

ETHUR, L. Z. **Dinâmica populacional e ação de *Trichoderma* no controle de Fusariose em mudas de tomateiro e pepineiro**. 2006. 154f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2006.

FAO - Food and Agriculture Organization. **Produção mundial de mandioca**. 2011.disponível em: <http://www.fao.org>. acesso em 23 dezembro. 2015.

FEY. E. Influência do manejo do solo sobre a produtividade da mandioca de um e dois ciclos. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.3, p, 419-422, 2007.

FIALHO, J. de F.; VIEIRA, E. A. Mandioca no cerrado: orientações técnicas. In VIEIRA. E. A, FIALHO, J. de F, SILVA. M. S. **Recursos genéticos e melhoramento da mandioca**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 26-37.

FIALHO, J DE F.; ANDRADE, R.F. R. DE. ; VIEIRA, E. A. **Mandioca no cerrado: questões práticas**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2009.

FEICHTENBERGER. E. Doenças incitadas por *Phytophthora* em citros. In: LUZ, EDM.; SANTOS, AF.; MATUSOKA, K.; BEZERRA, JL (Eds.) **Doenças Causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Campinas, Livraria e Editora Rural, 2001, p. 283-342.

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

FONTENELLE, A. D. B.; GUZZO, S. D.; LUCON. C. M. M.; HARAKAWA. R. Growth promotion and induction of resistance in tomato plant against *Xanthomonas euvesicatoria* and *Alternaria solani* by *Trichoderma* spp. **Crop Protection**, v.30, n.11, p. 1492–1500, 2011.

FORTES, F. O.; SILVA, A. C. F. da.; ALMANÇA, M. A. K.; TEDESCO, S.B.; Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. **Revista Árvore**, v. 31, p. 221-228, 2007.

FUKUDA, C.; OTSUBO, A. A. **Cultivo da mandioca na região Centro Sul do Brasil**. Sistema de produção Embrapa mandioca e fruticultura, Embrapa. 2003. Disponível em <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/importancia.htm#topo> Acesso em: 11 jan. 2016

GAUCH, F. **Micoparasitismo de espécies de *Pythium* com oogônio equinulado e o controle de *Pythium ultimum* Trow causador de tombamento de mudas, em hortaliças**. 1996. 94 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

GROSMANN, J.; FREITAS, A. G. de. Determinação do teor de matéria seca pelo método de peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agronômica**, v.14, p.75-80, 1950.

HARMAN, G. E. Myth and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T 22. **Plant Disease**, Saint Paul, v.84, p.377-393. 2000.

HOFFMANN, C. A.; CHAGAS, L. F. B.; SILVA, D. P. da.; JUNIOR, A. F. C.; SCHEIDT, G. N. Potencial de antagonismo de isolados de *Trichoderma* sp. contra o isolados de *Fusarium* sp., *in vitro*. **Revista Verde**, Pombal, v.10, n.1, p.236-242, jan-mar, 2015.

IAPAR. **Iapar registra cultivares de mandioca**. Londrina, 20 jan. 2014. disponível em <<http://www.iapar.br/modules/noticias/article.php?storyid=1569>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

INDEX FUNGORUM, 2015. Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org/>>. Acesso em: 29 de Dezembro de 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Desvio de Chuva Acumulada Total Mensal (mm)**, Brasília-DF, Janeiro de 2016. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/desvioChuvaMensal>> acesso em: 29 Abril de 2016.

ISAIAS. C. O.; MARTINS. I.; SILVA. J. B. T. da.; SILVA. J. P. da.; MELLO. S. C. M. de. Ação antagonica e de metabólitos bioativos de *Trichoderma* spp. contra os patógenos *Sclerotium rolfii* e *Verticillium dahliae*. **Summa Phytopathologica**. v.40, n.1, Botucatu, Jan./Mar. 2014.

ISHIMURA, I.; TIVELLI, S. W.; RAMOS, V. J.; YAMAMOTO, S. M. Produção de cebola orgânica no verão de São Roque, SP, utilizando sementes orgânicas. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1, 2011.

JOFFE, A. Z. **Fusarium species their biology and toxicology**, New York: J. Wiley& Sons, 1986. 588p.

JUNIOR.M.L.; ABREU. M.S. de. Inibição do crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* por metabólitos voláteis produzidos por alguns antagonistas em diferentes temperaturas e pH'. **Ciência e agrotecnologia**., Lavras, v.24, n.2, p.521-526, abr./jun. 2000.

KOIKE, C. M.; LUCON, C. M. M. Efeito de diferentes fatores na esporulação e crescimento de isolados de *Trichoderma* spp. **Arquivo. Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.suplemento 3, p.96-99, 2003.

LÉON, J. Origin evolution and early dispersal of root-and tuber crops. In: SYMPOSIUM DF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL Root Crops. 1977, **simpósio**, p 20-36.

LOBO JUNIOR, M.; BRANDÃO, R. S.; GERALDINE, A. M. Produtividade do feijoeiro comum, em campo, em tratamentos com *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma asperellum*. **Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico**, 2009.

LOUZADA, G. A. S.; CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L. M. Antagonist potential of *Trichoderma* spp. from distinct agricultural ecosystems against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Fusarium solani*. **Biota Neotropica**, v.9, p.145-149, 2009.

LUZ, E. D. M. N. O gênero *Phytophthora* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31 Suplemento, p. 80-81, ago. 2006.

LUZ, E. D. M. N.; MATSUOKA, K. *Phytophthora*: fungo, protista ou chromista? In: LUZ, E. D. M. N.; SANTOS, A. F. dos; MATSUOKA, K.; BEZERRA, J. L. **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2001. p.1-14.

LUZ, E. D. M. N.; SILVA, S. D. V. M. Podridão-parda dos frutos, cancro e outras doenças causadas por *Phytophthora* no cacaueteiro. In: LUZ, E. D. M. N.; SANTOS, A. F. dos; MATSUOKA, K.; BEZERRA, J. L. **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2001. p. 203.

MASSOLA Jr, N. S.; BEDENDO, I. P. Doenças da mandioca (*Manihot esculenta*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas Cultivadas**. Quarta Edição. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2. Capítulo 51, p.449-456.

MELO, I. S. *Trichoderma* e *Gliocladium* como bioprotetores de planta. In: LUZ, W. C. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo, v.4, p.261-295. 1996.

MELO, I. S. de. Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (org.) **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna : EMBRAPA-CNPDA, 1991. Cap. 9. 388p. (EMBRAPA-CNPDA).

MELO, J. F. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* spp. para controle de *Phytophthora nicotianae***. 2015. 31 p. Dissertação (mestrado em microbiologia agropecuária)- Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campus Jaboticabal, 2015.

MENTEN, J. O. M.; CHACON, T. D.; JUNIOR, L. C. N.; MORAES, M. H. D. Eficiência *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. para manejo de *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco). In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, 21, 2013, São Paulo, **Simpósio...** São Paulo: USP, 2013. Disponível em<

<https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=1960&numeroEdicao=21>> acesso em: 19 de mar de 2016.

MIZUBUTI, E. S. G.; AYLOR, D. E.; FRY, W. E. Survival of *Phytophthora infestans* sporangia exposed to solar radiation. **Phytopathology**, v. 90, p.78-84. 2000.

MOHAMED, H. A. L. A.; HAGGAG, W. M. Biocontrol potential of salinity tolerant mutants of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium oxysporum*. **Braz. J. Microbiol.** v. 37, n.2, p181-191, 2006.

MORANDI, M. A. B; BETTIOL; W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: MORANDI, M. A. B; BETTIOL; W. **Biocontrole de Doenças de Plantas: Uso e Perspectivas**. Jaguariuna: editora EMBRAPA, p. 7-14, 2009.

MOREIRA, S. S. **Aspectos do desenvolvimento em feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) inoculados com *Trichoderma* spp.** 2014. 82f. Dissertação (mestrado)- Universidade federal de Goiás, Goiânia, 2014.

MUNIZ, M. F. S.; ANDRADE, F. W. R.; QUEIROZ, F. M.; MOURA FILHO, G.; MENEZES, M. Caracterização de isolados de *Phytophthora drechsleri*, agente causal da podridão mole de raízes de mandioca. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, p.195-198, 2006.

NASSAR, M. N. A. Microcenters of wild cassava, *Manihot* spp., diversity in Central Brazil. **Turrialba**, v.28, n.4, p. 345-347, 1978.

NAYAKA, S. C.; WULFF, E. G.; UDAYASHANKAR, A. C.; NANDINI, B. P.; NIRANJANA, S. R.; MORTENSEN, C. N.; PRAKASH, H. S. Propects of molecular markers in *Fusarium* species diversity. **Applied Microbiology Biotechnology**, Berlin, v. 90, p. 1625-1639, 2011.

NOTARO, K. A., MEDEIROS, E. V., SILVA, C. A. D., BARROS, J. A. Prospecção de fitopatógenos associados á podridão radicular da mandioca em Pernambuco, Brasil. **Bioscience Journal**, v.29, n.6, 2013.

OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; MUNIZ, A. S.; SAGRILO, E. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.443-450, 2001.

OLIVEIRA, V. C.; COSTA, J. L. S. Análise de restrição de DNA ribossomal amplificado (ARDRA) pode diferenciar *F. solani* f. sp *phaseoli* de *F. solani* f. sp *glycines*. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.631-634. 2002.

OLIVEIRA, M. L. de.; LUZ, E. D. M. N. **Identificação e manejo das principais doenças do cacaueteiro no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC/SEFIT, 2005.

OTSUBO, A. A.; LORENZI, J. O. (Ed.). **Cultivo da mandioca na região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de Produção, 3)

PEQUENO, M. G. O.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A.; KVTSCHAL, M. V. ; SAGRILO, E. ; RIMOLDI, F. Produtividade da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em três sistemas de preparo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005. **Anais**. Campo Grande: 2005. 1 CD-ROM.

PIMENTA NETO, A. A. **Esporulação e controle alternativo de doenças causadas por *Phytophthora nicotianae* em tomate e berinjela**. 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2012.

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. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p.239-244.

PORTO, M. C. M.; COCK J. H.; CADENA, G. G.; PARRA, G. E.; HERNANDEZ, A. P. Acúmulo e Distribuição de matéria seca em mandioca submetida a deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.557-565, 1989.

PUNJA, Z. K.; UTKHEDE, R. S. Using fungi and yeasts to manage vegetable crop diseases. **Trends in Biotechnology**, v.21, p.400-407, 2003.

RENVOIZE, B. S. The area of origin *Manihot esculenta* as a crop plant: a review of the evidence. **Economia Botânica**, n.26, p.352-360, 1972.

RESENDE, M. de L. **Inoculação de sementes com *Trichoderma harzianum*, tratamento fungicida e adubação nitrogenada na cultura do milho**. 2003. 95 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

RESENDE, M.L; OLIVEIRA,J.A; GUIMARÃES,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**. Lavras, v.28, n.4. p793-798. 2004.

RODRIGUES, J. ***Trichoderma* spp. associado a níveis de adubação NPK no patossistema *Sclerotinia sclerotiorum*-feijoeiro**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SAMUEL, G. J. *Trichoderma*: A review of biology and systematics of the genus. **Journal of Mycology**, Columbus, v.100, p.923-935, 1996.

SANTOS, H. G. dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos.; OLIVEIRA, V. A. de.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ªed. Brasília, Embrapa. 353p. 2013.

SAREMI, H.; BURGESS, L. W.; BACKHOUSE, D. Temperature effects on the relative abundance of *Fusarium* species in a model plant-soil ecosystem. **Soil Biology and Biochemistry**, v.31, p.941-947, 1999.

SATO, N. Effect of sporulating temperature on the limit temperature of indirect germination of the sporangia of *Phytophthora infestans*. **Annals of the Phytopathological Society of Japan** v.60, p.60-65. 1994.

SCHENA, L.; DUNCAN, J. M.; COOKE, D. E. L. Development and application of a PCR-based „molecular tool box“ for the identification of *Phytophthora* species 88 damaging forests and natural ecosystems. **Plant Pathology**, v.57, n.1, p.64-75, 2008.

SCHIMIDT, C. B. A mandioca: contribuição para o desenvolvimento de sua origem. **Boletim de Agricultura.**, n.52, p.73-128, 1951.

SCHUMANN, G. L.; D'ARCY, C. J. **Essential Plant Pathology**. St. Paul: APS Press, 2006. 338 p.

SILVA, C. A. D.; MEDEIROS de E. V.; BEZERRA, C. B.; MORAIS de S. W.; BARROS de J. A.; SANTOS dos U. J. Interferência da incorporação de matéria orgânica no solo no controle da podridão negra da mandioca, causada por *Scytalidium lignicola*. **Bioscience Journal**, v.29, n.6, 2013.

SILVA, K. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; BOMFIM, M. P.; SILVA, D. S.; SÃO JOSÉ, A. R.; BENNETT, C. G. S. Atividade antagônica in vitro de isolados de *Trichoderma* spp. ao fungo *Phytophthora citrophthora*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.4, p.749-754, 2008.

SILVA, V. N. D. A.; GUZZO, S. D.; LUCON, C. M. M.; HARAKAVA, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p.1609-1618, 2011.

SILVEIRA, V. D. **Micologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995. 336 p.

STEFANELLO, L.; BONETT, L. P. Avaliação do desenvolvimento de milho com *Trichoderma* spp. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v.6, n.1, p.121-127, 2013.

SUDO-MARTELLETO, M.; CARVALHO, A. DE O.; MARTELLETO, L. A. P.; CARMO, M. G. F. Pareamento in Vitro entre Culturas de Isolados de *Trichoderma* spp. e *Rhizoctonia solani*. **Revista de Ciências da Vida**, v.32, n.1, p. 78-92, jan / jun. 2012.

TALMA, S. V. **Avaliação da qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* crantz) de diferentes variedades de interesse para as regiões norte e noroeste Fluminense**. 2012. 90f. DISSERTAÇÃO (PRODUÇÃO VEGETAL)- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2012.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. Doenças da cultura. In: TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A Cultura da mandioca**. Paranavaí: Ed Yoki, INDEMIL, 2001 p. 63-68.

TOCAFUNDO, F. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro**. 2008. 66 f . Dissertação (Mestrado proteção de plantas)- Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus BA, 2008.

VELAZQUEZ-ROBLEDO, R.; CONTRERAS-CORNEJO, H.A.; MANIAS-RODRIGUEZ, L. HERNANDEZ-MORALES, A. AGUIRRE, J. CASAS-FLORES, S. LÓPEZ-BUCIO, J. HERRERA-ESTRELLA, A. Role of the 4-phosphopantetheinyl transferase of *Trichoderma virens* in secondary metabolism and induction of plant defense responses. **Molecular Plant - Microbe Interactions**, v.24, n.12, p.1459-1471, 2011.

WHIPPS, J. M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. **Journal of experimental Botany**, v.52, p.487-511, 2001.

ZABOT, L. MANDIOCA: **Portal atividade rural**. Fev. 2015. Disponível em < <http://atividaderural.com.br/artigos/5601afa06b2d8.pdf>>. Acesso em: 25 de março de 2016.

ZHANG, N.; GEISER, D. M.; SMART, C. D. Macroarray detection of solanaceous plant pathogens in the *Fusarium solani* species complex. **Plant Disease**, v.91, p.1612-1620. 2007.