

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**MARCIÉLI DA SILVA**

**COMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS E SUA EFICIÊNCIA  
NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS DE SOLO PATOGÊNICOS A  
CULTURA DA SOJA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

**DOIS VIZINHOS  
2020**

MARCIÉLI DA SILVA

**COMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS E SUA EFICIÊNCIA  
NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS DE SOLO PATOGÊNICOS A  
CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

DOIS VIZINHOS  
2020

## TERMO DE APROVAÇÃO

### TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

#### COMPATIBILIDADE ENTRE PRODUTOS BIOLÓGICOS E SUA EFICIÊNCIA NO CONTROLE DE FITOPATÓGENOS DE SOLO PATOGÊNICOS A CULTURA DA SOJA

Por

Marcieli da Silva

Monografia apresentada às 08 horas 00 min. do dia 11 de dezembro de 2020 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Sérgio Miguel Mazaro	Membro
Bióloga M. Sc. Maikely Luana Felicetti	Membro
Prof. Jean Carlo Possenti	Orientador
Prof. Angélica Signor Mendes	Professor(a) responsável TCCII

## **Dedicatória**

Este trabalho é dedicado a Deus,  
por toda força, coragem e fé que me  
concedeu.

## **Agradecimentos**

Inicialmente quero agradecer a Deus que nunca permitiu a desistência e sempre mostrou um novo caminho, uma nova oportunidade e maneiras para seguir, com fé, perseverança, dedicação e sabedoria.

Ainda não poderia faltar o agradecimento aos pais Edite da Silva e Antônio Lourenço da Silva, que apesar das dificuldades sempre incentivaram o estudo e sempre fizeram parte da caminhada. Nestas palavras também agradeço meu conjugue Cassio Fernando Foquesatto que esteve comigo todo esse tempo me apoiando, ajudando e incentivando, passou noites, sábados e domingos auxiliando nos trabalhos em laboratório e em casa.

Agradeço meus orientadores professor Dr. Jean Carlo Possenti e professor Dr. Sergio Miguel Mazaro que me acolheram e de imediato abriram as portas de seus grupos de pesquisa para que eu pudesse fazer parte. Além disso, sempre estiveram ao meu lado ao longo dessa pesquisa, e a abraçaram assim como eu e acreditaram que tudo daria certo.

Agradeço todos os professores, mestres e doutores que trazem o ensino até nós, nos ensinam a amar a pesquisa e a profissão, e contribuem para que a educação do país seja sempre melhor.

Agradeço a Thayllane de Campos Siega e Maikely Luana Feliceti, minhas colegas, ajudantes, companheiras de mate e amigas para a vida. Não tenho palavras que definam minha gratidão a todo o tempo que dedicaram a mim e ao trabalho, muito obrigada.

Agradeço a Embrapa, em especial a pesquisadora Claudine Dinali Santos Seixas, pelo atendimento ao nosso pedido, fornecendo as cepas de fungos fitopatogênicos utilizados no estudo.

Agradeço a empresa Ballagro Agro Tecnologia Ltda e Microquímica pela doação dos produtos utilizados na pesquisa.

Muito obrigada a todos.

## Epígrafe

*“A ciência humana de maneira nenhuma nega a existência de Deus. Quando considero quantas e quão maravilhosas coisas o homem compreende, pesquisa e consegue realizar, então reconheço claramente que o espírito humano é obra de Deus, e a mais notável”.*

Galileu Galilei

## RESUMO

SILVA, Marciéli. Compatibilidade entre produtos biológicos e sua eficiência no controle de fitopatógenos de solo patogênicos a cultura da soja. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

O emprego de métodos alternativos que garantam a rentabilidade da atividade do produtor, e que auxiliem na diminuição do uso de produtos químicos que podem causar riscos à saúde humana e ambiental, se torna alternativa muito viável. Dentre esses métodos o uso de produtos de origem biológica capazes de controlar patógenos da cultura, auxiliar no crescimento e desenvolvimento de plântulas e na disponibilidade de nutrientes. Assim, o trabalho teve por objetivo estudar o uso individual e a compatibilidade entre produtos biológicos para o controle de fitopatógenos de solo patogênicos a cultura da soja. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitossanidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos – PR. Utilizando como tratamento os produtos biológicos a base de *Bacillus subtilis*; *Bradyrhizobium japonicum*; *Azospirillum brasiliense* e *Trichoderma harzianum* e também a combinação dos mesmos. Os patógenos utilizados foram *Fusarium tucumaniae*; *Fusarium crassistipitatum*; *Fusarium brasiliense*; *Rizoctonia solani*; *Macrophomina phaseolina*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Phomopsis longicolla* e *Phytophthora sojae* fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa soja – Londrina-PR). O teste realizado foi o de pareamento direto, onde verificou o crescimento da colônia do patógeno em sentido oposto ao produto, montado em Placas de Petri contendo 20 mL de meio BDA e 15 µL de cada produto de acordo com o tratamento, foram fixados em uma extremidade da placa, paralelamente a este, 5 cm distantes, foi disposto um disco da colônia do fungo de 0,7 cm de diâmetro. As placas foram mantidas em BOD com fotoperíodo de 12 horas e temperatura constante de 25 °C ± 2. As medições foram efetuadas a cada 24 horas, até o estabelecimento do crescimento. O estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram tabulados e submetidos ao Teste de Normalidade de Lilliefors, confirmados os pressupostos dos modelos estatísticos, foram submetidos à ANOVA pelo teste de análise de variância (p=0,05) e ao teste Scott-Knott (p=0,05), com auxílio do software Genes®. As associações de agentes biológicos demonstraram eficiência no controle dos patógenos *F. tucumaniae*, *F. crassistipitatum*, *F. brasiliense*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *P. longicolla* e *P. sojae*. Parem para o patógeno *R. solani* nenhum tratamento apresentou controle efetivo contra o patógeno.

**Palavras-chave:** *Fusarium solani*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma*, *Glycine Max*.

## ABSTRACT

SILVA, Marciéli. Compatibility between biological products and their efficiency in the control of pathogenic soil phytopathogens in soybean culture. 50f. Course Conclusion Paper (Agronomy Course). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

The use of alternative methods that guarantee the profitability of the producer's activity, and that assist in reducing the use of chemicals that can cause risks to human and environmental health, becomes a very viable alternative. Among these methods, the use of products of biological origin capable of controlling crop pathogens, assisting in seedling growth and development and in the availability of nutrients. Thus, the work aimed to study the individual use and the compatibility between biological products for the control of soil pathogens pathogenic to soybean culture. The work was conducted at the Plant Health Laboratory of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos - PR. Using biological products based on *Bacillus subtilis* as treatment; *Bradyrhizobium japonicum*; *Azospirillum brasiliense* and *Trichoderma harzianum* and also their combination. The pathogens used were *Fusarium tucumaniae*; *Fusarium crassistipitatum*; *Fusarium brasiliense*; *Rhizoctonia solani*; *Macrophomina phaseolina*; *Sclerotinia sclerotiorum*; *Phomopsis longicolla* and *Phytophthora soyae* supplied by the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa soja - Londrina-PR). The test performed was the direct pairing test, where the growth of the pathogen colony was verified in the opposite direction to the product, mounted in Petri dishes containing 20 mL of BDA medium and 15 µL of each product according to the treatment, were fixed in an at the end of the plate, parallel to it, 5 cm apart, a disk of the fungus colony of 0.7 cm in diameter was placed. The plates were maintained in BOD with a 12-hour photoperiod and a constant temperature of 25 °C ± 2. Measurements were made every 24 hours, until growth was established. The study was carried out in a completely randomized design, with four replications. The data were tabulated and submitted to the Lilliefors Normality Test, the assumptions of the statistical models were confirmed, were submitted to ANOVA by the analysis of variance test ( $p = 0.05$ ) and the Scott-Knott test ( $p = 0.05$ ), with the aid of the Genes® software. The associations of biological agents demonstrated efficiency in the control of the pathogens *F. tucumaniae*, *F. crassistipitatum*, *F. brasiliense*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *P. longicolla* and *P. soyae*. Stop for the pathogen *R. solani* no treatment showed effective control against the pathogen.

**Key words:** *Fusarium solani*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma*, *Max Glycine*.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produtos Comerciais, agente biológico e dose utilizada nos Experimentos. UTFPR – Câmpus Pato Branco – PR, 2018.....	24
Tabela 2 - Graus de liberdade e quadrados médios da análise de variância da variável crescimento micelial dos patógenos <i>F. tucumaniae</i> , <i>F. crassistipitatum</i> , <i>F. brasiliense</i> , <i>R. solani</i> , <i>M. phaseolina</i> , <i>S. sclerotiorum</i> , <i>P. longicolla</i> e <i>P. sojae</i> em experimentos conduzidos em DIC. Pato Branco, 2019. ....	26
Tabela 3 - Comparação de médias das variáveis cinco e dez dias de crescimento micelial para os fungos <i>F. tucumaniae</i> , <i>F. crassistipitatum</i> , <i>F. brasiliense</i> , <i>R. solani</i> em experimentos conduzidos em DIC. Dois Vizinhos - PR, 2019. ....	27
Tabela 4 - Comparação de médias das variáveis cinco e dez dias para <i>M. phaseolina</i> e <i>S. sclerotiorum</i> em experimentos conduzidos em DIC. Pato Branco, 2019.....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	9
1.3 OBJETIVOS .....	10
1.3.1 OBJETIVO GERAL .....	10
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>11</b>
2.1 A CULTURA DA SOJA E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA .....	11
2.2 DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA .....	12
2.2.1 Síndrome da morte súbita .....	13
2.2.2 Podridão de carvão .....	13
2.2.3 Podridão de sementes .....	14
2.2.4 Podridão da raiz e da haste da soja .....	15
2.2.5 Rizoctoniose .....	15
2.2.6 Mofo-branco .....	16
2.3 CONTROLE BIOLÓGICO .....	17
2.3.1 <i>Trichoderma</i> sp. ....	17
2.3.2 Bactérias e fungos endofíticos .....	19
2.3.2.3 <i>Bacillus subtilis</i> .....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>26</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>31</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem grande importância na economia mundial, com um aumento gradativo no seu consumo em consequência do crescimento da população (SEAB, 2013), visto que o grão é o principal componente para fabricação de rações animais e na alimentação humana (HIRAKURI; LAZAROTTO, 2011).

O avanço da produtividade e conseqüentemente das áreas de plantio, aliado ao monocultivo, favoreceu em grande escala o aumento na incidência de pragas e doenças, pois para a introdução do ecossistema agrícola ocorre a retirada da vegetação natural, causando significativas mudanças na estrutura microbiana do solo. Desta forma, acredita-se que as funções ecológicas sejam prejudicadas devido à redução da diversidade de plantas e microbiana do solo, bem como pelo uso de insumos (MASSENSINI et al., 2015). Com isso surgem frequentes populações de microrganismos com alta densidade populacional que com o tempo tornam-se patogênicos às culturas de interesse (VAN BRUGGEN; SEMENOV, 2015).

O maior grupo de patógenos radiculares é constituído pelos fungos, os quais ocorrem em todos os sistemas agrícolas e são causadores de doenças nas principais espécies cultivadas. Muitos destes são saprófitos, ou seja, podem sobreviver em restos culturais de plantas introduzidas, mesmo em períodos longos de rotação de culturas. Outros produzem estruturas do tipo agregados miceliais, esclerócios, oósporos, clamidosporos ou outros, capazes de resistir a adversas condições ambientais e continuarem viáveis mesmo sem a planta hospedeira. Estas características evidenciam o quão árdua é a eliminação total de fungos fitopatogênicos habitantes do solo em áreas infestadas (WHEELER; RUSH, 2001) e o quão alto podem ser os prejuízos causados por estes fitopatógenos devido a drástica redução no rendimento de inúmeras culturas (VAN BRUGGEN; FINCKH, 2016).

A cultura da soja é acometida por muitas doenças causadas por fungos de solo entre estas é possível citar: Podridão Vermelha da Raiz (PVR) ou Síndrome da Morte Súbita (SMS) (complexo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.) (AOKI; O'DONNELL; SCANDIANI, 2005); mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*

(Lib.) de Bary) (GARCIA; JULIATTI, 2012); podridão de carvão (*Macrophomina phaseolina*) (ALMEIDA et al., 2014); seca da haste e da vagem (*Phomopsis* spp.); podridão radicular de Phytophthora (*Phytophthora sojae*) e mela ou requeima (*Rhizoctonia solani*) (HENNING et al., 2014). As mesmas podem atacar durante todas as fases da cultura, reduzindo significativamente a produtividade dessa oleaginosa, limitando a lucratividade e a sustentabilidade da propriedade rural (GARCIA; JULIATTI, 2012).

O uso de métodos alternativos que garantam a rentabilidade da atividade do produtor, e que auxiliem na diminuição do uso de produtos químicos que podem causar riscos à saúde humana e ambiental, se torna alternativa muito viável (BONETT et al., 2013).

Dentre estes métodos destaca-se o uso de produtos de origem biológica capazes de controlar patógenos da cultura, auxiliar no crescimento e desenvolvimento de plântulas e na disponibilidade de nutrientes.

Os fungos do gênero *Trichoderma* se encontram na rizosfera das plantas, possuem alta capacidade de colonização das raízes, são resistentes e controladores naturais de microrganismos fitopatógenos (MACHADO et al., 2012).

A *Bacillus subtilis* é bactéria habitante natural do solo, descrita como rizobactéria promotora do crescimento de plantas, podendo produzir antibióticos, enzimas, fito hormônios que beneficiem as plantas e atuar no controle biológico de fitopatógenos (KLOEPPER et al., 1999).

As bactérias diazotróficas como as do gênero *Bradyrhizobium* e do gênero *Azospirillum* fazem a fixação biológica de N, dispensando a adubação mineral, além disso, podem estimular a produção de hormônios vegetais resultando no crescimento das plantas (HUNGRIA, 2011; MASCIARELLI et al., 2013; TAIZ; ZIEGER, 2013). Devido ao grande potencial de uso e a escassez de informações na literatura utilizando *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* como biocontroladores de fitopatógenos, torna-se de grande valia o estudo dos mesmos para esse fim.

Além do uso de produtos biológicos propriamente ditos, cabe destacar que as combinações de organismos antagonistas podem gerar resultados ainda melhores do que o uso individual dos mesmos, pois podem favorecer o aumento do nível do controle biológico somando diferentes mecanismos de

ação. Além disso, as combinações podem impor proteção em períodos e/ou condições diferentes, favorecendo em nichos distintos ou mesmo se complementando (SRIVASTAVA et al., 2010).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

As doenças ocasionadas por fungos de solo são as principais razões da baixa produtividade agrícola (CHAGAS JÚNIOR et al., 2018) em todos os cultivos. Isto se deve pelo fato de tais patógenos apresentarem maior dificuldade de controle, tendo em vista o complexo ambiente que é o solo, com grande diversidade de organismos (LIMA; ASSUNÇÃO; VALLE, 2005). Ainda, muitos desses patógenos possuem capacidade para formar estruturas especializadas de resistência, o que faz com que sobrevivam no solo em condições adversas e sem necessariamente um hospedeiro (AMORIM, 1995).

As doenças podem afetar a produtividade da cultura, por provocarem muitos danos em partes da planta, tais como podridão de semente (REIS et al., 2014); desfolha prematura, abortamento de vagens (HENNING et al., 2014); queima de plântulas, podridão de coleira, podridão de caule, podridão de carvão, podridão de raiz (BABU et al., 2007); seca da haste e da vagem, cancro da haste (MORGAN-JONES, 1992); mela ou requeima da soja, podridão da base das hastes, tombamento (GOULART, 2001; YANG, 2015) e em alguns casos, podendo evoluir até ocasionar a morte da planta (BOLTON; THOMMA; NELSON, 2006; HENNING, 2009; REIS et al., 2014).

Diante disso, verifica-se a importância do uso de produtos para controlar essas doenças para que a planta consiga se desenvolver e alcançar altos índices produtivos. Assim, o uso de métodos alternativos que garantam a rentabilidade da atividade do produtor, e que auxiliem na diminuição do uso de produtos químicos que podem causar riscos à saúde humana e ambiental, se torna alternativa muito viável (BONETT et al., 2013). E dentre esses produtos destacam-se o de origem biológica como *Trichoderma* sp., *Bacillus subtilis*, *Bradyrhizobium* sp. e *Azospirillum* sp.

## 1.2 HIPÓTESE

O uso individual e a compatibilidade entre produtos biológicos possuem a mesma eficiência no controle de fitopatógenos de solo patogênicos a cultura da soja.

A compatibilidade entre produtos biológicos possui maior eficiência no controle de fitopatógenos de solo patogênicos a cultura da soja, comparado ao uso individual destes produtos.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho tem por objetivo estudar o uso individual e a compatibilidade entre produtos biológicos e sua eficiência no controle de fitopatógenos de solo patogênicos a cultura da soja.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se o uso individual ou a compatibilidade de produtos resultará em melhor controle de fitopatógenos;
- Verificar qual o melhor tratamento para cada fitopatógeno.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A CULTURA DA SOJA E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A soja é uma planta herbácea da classe Magnoliopsida (Dicotiledônea), ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Glycine* L. Possui grande variabilidade genética, tanto no ciclo vegetativo, como no reprodutivo, podendo ser influenciada pelo meio ambiente. Apresenta sementes lisas, ovais, globosas ou elípticas, nas cores amarela, preta ou verde. O hilo geralmente é marrom, preto ou cinza (SEDIYAMA et al., 2016).

A domesticação desta espécie teve origem no nordeste da Ásia (China e regiões adjacentes) e a sua disseminação ocorreu pelas navegações, do Oriente para o Ocidente (CHUNG; SINGH, 2008).

O primeiro relato do cultivo de soja no Brasil ocorreu no estado da Bahia no ano de 1882 (BLACK, 2000). Logo após foi inserida por japoneses em São Paulo (SP). Em 1891, no Instituto Agrônomo de Campinas, foi realizada a adaptação de cultivares para utilização como planta forrageira, assim também ocorreu nos Estados Unidos da América. Entretanto, a primeira distribuição de sementes de soja para produtores paulistas se deu apenas em 1900 e 1901 (EMBRAPA, 2004).

A expansão da fronteira agrícola, incremento do comércio internacional, mecanização das lavouras bem como o surgimento da agricultura comercial no Brasil, foram fortemente impulsionados pela cultura da soja. Do mesmo modo, incentivou a agroindústria nacional, favorecendo o avanço da avicultura e da suinocultura brasileira (EMBRAPA, 2004).

A implantação de programas de melhoramento de soja no Brasil permitiu o progresso da cultura para as regiões de baixas latitudes, por meio do desenvolvimento de cultivares mais adaptadas através da incorporação de genes que atrasam o florescimento mesmo em condições de fotoperíodo indutor, atribuindo a característica de período juvenil longo (KIIHL; GARCIA, 1989).

A cultura da soja tem grande importância na economia mundial, seu consumo aumenta gradativamente em consequência do aumento da população

SEAB, 2013). Seus grãos são utilizados na indústria química e de alimentos e pela agroindústria, na produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal. Além disso, pode ser abordado como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

O farelo, rico em proteína, é amplamente utilizado em rações animais para aves, suínos e bovinos. Na alimentação humana, ela também é adicionada na formulação de diversos alimentos. O óleo, por sua vez, é muito utilizado pela indústria alimentícia para a produção de óleo refinado, gorduras hidrogenadas, entre outros produtos (BIZARI et al., 2017).

## 2.2 DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA

A cultura da soja passa constantemente por surtos de ataque de pragas e doenças, que podem ocorrer durante todo o seu ciclo. A severidade pode variar de ano para ano, entre propriedades de uma mesma região e até mesmo, entre talhões de uma mesma propriedade, sendo dependente da cultivar usada, época de plantio, tecnologia empregada e, sobretudo, das condições do clima em cada safra (DHINGRA et al., 2013; YORINORI et al., 2009).

As doenças estão entre os principais fatores que comprometem o rendimento de uma cultura. Tendo em vista que, vários são os agentes fitopatogênicos que causam enfermidades nos cultivos, os quais levam a perdas de produção e danos às plantas afetadas. Mais de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus, já foram identificadas no Brasil, número esse que vem aumentando com a expansão do seu cultivo para novas áreas e como consequência da monocultura (EMBRAPA SOJA, 2011).

Dentre os fitopatógenos que causam doenças a cultura da soja destacam-se: o complexo *Fusarium solani*; *Macrophomina phaseolina*; *Phomopsis longicolla*; *Phytophthora sojae*; *Rizoctonia solani*; *Sclerotinia sclerotiorum*.



### 2.2.1 Síndrome da morte súbita

O primeiro relato da síndrome da morte súbita ocorreu em 1971 em Arkansas, nos Estados Unidos (RUPE, 1989; RUPE; WEIDEMANN, 1986). No Brasil a mesma foi relatada pela primeira vez na safra 1981/82 em São Gotardo, Minas Gerais e depois no Distrito Federal (NAKAJIMA et al., 1996; YORINORI et al., 1993) e foi intitulada podridão vermelha da raiz (PVR). Os danos causados por essa doença alcançaram perdas de até 70% da produção em 1996 (YORINORI, 1997).

O agente causal da PVR foi identificado e caracterizado como *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., classificado como fungo mitospórico (Hifomiceto), antiga divisão Deuteromycetes, ordem Moniliales e família Tuberculariaceae (ROY et al., 1989; RUPE, 1989). Após o mesmo foi reclassificado como *Fusarium solani* f. sp. *glycines* (ROY, 1997). Mas em novos estudos foi evidenciado que havia diferenças cabíveis para separá-los em quatro espécies: *Fusarium brasiliense*, *Fusarium cuneirostrum*, *Fusarium tucumaniae* e *Fusarium virguliforme* (AOKI et al., 2005).

O início da infecção causa uma mancha avermelhada mais visível na raiz principal comumente localizada um a dois centímetros abaixo do nível do solo. Essa mancha vai aumentando o tamanho e contornando a raiz e muda a coloração do vermelho-arroxeadado para castanho-avermelhado a quase negro (HENNING et al., 2014).

Acima do nível do solo o tecido lenhoso da haste passa a ter coloração castanho-claro. Na parte aérea ocorre o amarelecimento prematuro das folhas e necrose entre as nervuras, acarretando em um sintoma conhecido como folha “carijó”. Em plantas muito atacadas, pode ocorrer desfolha prematura e abortamento de vagens (HENNING et al., 2014).

### 2.2.2 Podridão de carvão

O fitopatógeno *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid é importante fungo habitante natural do solo (GUPTA et al., 2012), capaz de infectar mais de 500 espécies de plantas, entre estas culturas de grande importância econômica como soja, feijão, milho, algodão, girassol, amendoim e mamona (KHAN, 2007; GUPTA et al., 2012).

As plantas de soja sofrem a infecção deste microrganismo em diferentes estágios de desenvolvimento, porém os sintomas surgem sobretudo na fase de florescimento e enchimento de grãos, em forma de reboleiras na lavoura (GUPTA et al., 2012). Os sintomas são lesões necróticas nas raízes, caule, ramos e pedúnculos, quando chega até as vagens invadem os grãos, assim se estes forem designados à semente tornam-se a principal fonte de disseminação na maioria das culturas afetadas (DHINGRA; SINCLAIR, 1978; 1990).

### **2.2.3 Podridão de sementes**

Na cultura da soja o complexo *Diaporthe/Phomopsis* está ligado a muitas doenças, destas é possível citar: seca da haste e da vagem, o cancro da haste e a podridão da semente (MORGAN-JONES, 1992). São conhecidas três denominações de *Diaporthe phaseolorum* e somente uma espécie anamórfica denominada *Phomopsis longicolla* (ATHOW; CALDWELL, 1954; KULIK; SINCLAIR, 1999).

A principal causa de queda da qualidade de sementes de soja está atrelada à podridão de sementes, doença causada pelo fungo *Phomopsis longicolla*. Este causa enrugamento, alongamento, rachaduras e muitas vezes deixa as mesmas esbranquiçadas, causando redução na germinação e na emergência a campo, podendo acarretar grandes perdas de produção (SINCLAIR, 1995), apesar de ser considerado um patógeno fraco por alguns autores (ATHOW; CALDWELL, 1954).

#### **2.2.4 Podridão da raiz e da haste da soja**

O fungo *Phytophthora sojae* causa podridão da raiz e da haste na soja, doenças conhecidas também por podridão-radicular-de-fitóftora. Esta foi observada pela primeira vez no Brasil no estado do Rio Grande do Sul, em 1995 e desde então é problema comum no Sul do país (COSTAMILAN et al., 1996). A transmissão e a disseminação do patógeno ocorrem por solo e restos culturais de soja contaminados (SCHMITTHENNER, 2015).

Os sintomas causados por este patógeno são evidenciados desde a pré-emergência até fase adulta de plantas. No início do ciclo da cultura ocorre apodrecimento de sementes ou flacidez na radícula, avançando ao cotilédone, os tecidos atacados ficam com coloração marrom. Plantas mais desenvolvidas levam mais tempo para morrer, assim surgem folhas amareladas e tecido seco entre as nervuras, até a murcha total e a seca dos tecidos, continuando as folhas presas às plantas, voltadas para baixo (COSTAMILAN, 2007).

As raízes secundárias são destruídas praticamente por completo e com o apodrecimento a raiz primária fica com coloração marrom escura. Nesta fase, o sintoma característico ocorre no exterior da haste com o surgimento de tecido de cor marrom escura circundando a mesma desde o solo e, progredindo em direção ao topo da planta, podendo alcançar até o décimo nó (COSTAMILAN, 2007).

#### **2.2.5 Rizoctoniose**

A *Rhizoctonia solani* Kühn (fase anamórfica de *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) é um fungo necrotrófico, habitante do solo; ataca muitas espécies vegetais, acarretando o tombamento e podridões de raiz e de colo. No Brasil, pode causar perdas consideráveis a muitas plantas cultivadas, como soja (*Glycine max* (L.) Merr.), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), pimentão (*Capsicum annuum* L.) e amendoimzeiro (*Arachis hypogaea* L.) (YORINORI,

1977; ALMEIDA et al., 1980; CERESINI et al., 1996; CERESINI; SOUZA, 1997).

Na cultura da soja este patógeno causa doenças como rizoctoniose, mela ou requeima da soja, podridão da raiz e da base das hastes e tombamento ou morte em reboleiras. Entre os fungos causadores de tombamento este é considerado o mais danoso devido à amplitude de ataque ocasionando o tombamento de pré-emergência, além daquele de pós-emergência. Com a agressividade deste fungo na lavoura, pode haver a necessidade de ressemeadura do estande (GOULART, 2001).

Em plântulas emergidas do solo, os sintomas em sua maioria surgem na região do colo. No início surgem manchas encharcadas, as quais tornam-se escuras rapidamente podendo avançar para lesões deprimidas igualmente de coloração escura, causando a constrição do caule. Assim com o caulículo enfraquecido, ocorre o tombamento da plântula que logo após é colonizada e decomposta pelo fungo (ALMEIDA et al., 2005; BEDENDO et al., 2011).

### **2.2.6 Mofo-branco**

O mofo-branco é causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary e apresenta alto grau de risco à cultura da soja, manifestando-se com maior intensidade em períodos chuvosos, com alta umidade relativa do ar e temperatura amena (MEYER; CAMPOS, 2009; CAMPOS et al., 2010).

O patógeno possui mais de 600 espécies hospedeiras, tais como: algodoeiro (*Gossypium* spp.), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), girassol (*Helianthus annuus*), mentruz (*Lepidium virginicum*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), entre outros. Entretanto, gramíneas não são hospedeiras (BIANCHINI et al., 2005; LEITE, 2005).

Na cultura da soja, a doença foi constatada pela primeira vez em 1975, no sul do estado do Paraná, causando perdas de até 70% de plantas infectadas em lavouras destinadas a produção de sementes (FERREIRA et al., 1981). Nesta cultura o patógeno ataca com maior frequência a haste principal, as hastes laterais e as vagens. Os sintomas iniciais observados são manchas

de aspecto encharcado, que evoluem em condições de alta umidade relativa do ar, formando o micélio branco do fungo com presença de escleródios pretos, podendo evoluir até a morte da planta (BOLTON et al., 2006; HENNING, 2009).

A partir dos escleródios que se formam do micélio, ocorre à contaminação da cultura que será plantada na próxima safra em consequência da sua queda no solo ou até mesmo pelo contato com máquinas agrícolas (MEYER; CAMPOS, 2009; CAMPOS et al., 2010).

O manejo do mofo-branco deve ser efetuado visando à redução dos escleródios no solo e/ou redução da taxa de progresso da doença. Nesse contexto é primordial a utilização de sementes com qualidade e tratadas com fungicidas químicos; formação de palhada para cobertura uniforme do solo; rotação com culturas não hospedeiras; emprego de controle químico; emprego de controle biológico; e a limpeza de máquinas e equipamentos após utilização em área infestada (MEYER et al., 2014).

## 2.3 CONTROLE BIOLÓGICO

### 2.3.1 *Trichoderma* sp.

O gênero *Trichoderma* pertencente ao Filo Ascomycota e é a fase anamórfica do gênero *Hypocrea* que pertence à ordem Hypocreales. Sua reprodução ocorre via assexuada pela produção de conídios (SAMUELS, 2006).

Morfológicamente este fungo possui como principal característica a presença de micélio apresentando coloração branca no início e com crescimento rápido, mas de acordo com seu desenvolvimento se torna cotonoso e compacto com tufo verde. Seus conidióforos são unicelulares, muito ramificados, solitários ou em tufo compacto com formato subgloboso, ovoide, elipsoide ou elíptica-cilíndrica, normalmente mostram-se eretos, formando um ângulo reto com a hifa vegetativa, possuem textura lisa ou rugosa e coloração hialina, verde-amarelo ou verde-escuro (mais comum) (DOMSCH et al., 1980). As áreas conidiais mostram-se em faixas concêntricas de

coloração verde (DOMSCH et al., 1980). Possui micélio formado por hifas hialinas densamente ramificadas e de parede lisa. Apresenta clamidósporos em grande parte das espécies, intercalados nas hifas ou, ocasionalmente, terminais (MELO, 1991).

São fungos de vida livre não patogênicos que habitam o solo e possuem ação antagonista a muitos fitopatógenos, ação esta relatada pela primeira vez em 1932 por Weindling que logo recomendou sua aplicação no controle de doenças (SPIEGEL; CHET, 1998; MACHADO et al., 2012). Desde então, fungos do gênero *Trichoderma* estão entre os microrganismos mais utilizados no controle de patógenos de plantas (GRAVEL et al., 2007; SANTOS et al., 2010; CASTILLO et al., 2011; DRUZHININA et al., 2011; BOTELHO et al., 2013). Apesar disso, seus mecanismos de ação ainda não estão totalmente esclarecidos (DRUZHININA et al., 2011).

Os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* possuem diversas formas de ação inibidora agindo por mecanismos diretos e/ou indiretos, entre estes se pode citar a antibiose, meio de inibição ou eliminação do patógeno pela produção de muitas substâncias tóxicas, metabólitos voláteis e não voláteis tais como: ácidos harziânico e heptelídico, e enzimas como alameticinas, tricholinas e glisopreninas (REINO et al., 2008).

Outro mecanismo seria a competição onde o antagonista e o patógeno disputam nutrientes e/ou espaço, impossibilitando a infecção na planta, além destes há o hiperparasitismo em que o antagonista degrada a parede celular do patógeno por secreção de enzimas líticas como quitinases, glucanases e proteases (MONTEIRO et al., 2010; CARVALHO et al., 2011a, CARVALHO et al., 2011b).

Os mecanismos citados podem ocorrer concomitantemente aumentando a eficiência da ação antagonista (MORANDI; BETTIOL, 2009). Ainda seu entendimento é de fundamental importância para definir o uso como biocontrole (HARMAN, 2004).

A relação entre planta e *Trichoderma* acontece comumente nas raízes, em que o fungo coloniza a epiderme e as células do córtex, e devido a muitos mecanismos bioquímicos ocorre à tradução de sinais de respostas de defesa da planta contra muitos patógenos (ZHANG et al., 2016).

Em estudo com raízes de milho, Lamdan et al. (2015) verificaram que muitas proteínas que fazem parte do sistema de defesa sistêmico vegetal foram secretadas na presença de *Trichoderma virens*, proteínas estas não secretadas sem a presença deste microrganismo.

Outro estudo aponta que com a solubilização de fosfato e micronutrientes por *T. harzianum* favorece o crescimento da planta (LI et al., 2015). Além disso, *T. harzianum* melhora o processos de germinação e o crescimento inicial de plantas através do tratamento da semente (ALTOMAR; TRINGOVSKA, 2011; OLIVEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2012), e síntese de ácido indol acético (OLIVEIRA et al., 2012; CHAGAS et al., 2016).

Em relação ao parasitismo em fungos fitopatogênicos, pode ocorrer muitos eventos desde localização, reconhecimento, contato direto, desenvolvimento de estruturas em formato de gancho com apressórios, penetração, enovelamento e desenvolvimento de hifas paralelas (ABDULLAH et al., 2008; MELO, 2009; ZHANG et al., 2016).

Verifica-se muitos estudos apontando a grande potencialidade do *Trichoderma* spp., porém ainda é pouco aplicado na agricultura comercial, talvez pelo fato de serem poucos produtos licenciados pelo MAPA (MACHADO et al., 2012). Em estudo feito por Bettioli et al. (2012) os autores listaram 55 produtos comerciais disponíveis a nível mundial.

### **2.3.2 Bactérias e fungos endofíticos**

A qualidade do solo está estritamente ligada aos microrganismos que ali vivem de forma livre ou em associação com plantas, sendo este entendimento fundamental para a sustentabilidade agrícola. A rizosfera é a região do solo que recebe influência direta das raízes permitindo proliferação microbiana (CARDOSO; NOGUEIRA, 2007), e também onde se encontra o maior número de rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs).

As RPCPs podem ser divididas de acordo com o grau de proximidade com a raiz e a intimidade da associação, classificando-as como rizobactérias extracelulares, que vivem na rizosfera ou no rizoplano (superfície entre raiz e o

solo), as que existem entre os espaços intercelulares do córtex radicular (endofíticas), e as rizobactérias intracelulares as quais permanecem dentro das células da raiz, comumente em estruturas especializadas como os nódulos (GRAY; SMITH, 2005).

Geralmente esses microrganismos entram na planta por aberturas ou ferimentos pré-existent, principalmente por raízes, devido a leve abertura ocasionada pela emergência de raízes laterais, ou por ferimentos feitos quando as raízes penetram no solo. Também é possível ocorrer à infecção por aberturas naturais tais como: estômatos e hidatódios, danos causadas por insetos, ou até por estruturas de fungos patogênicos, como os apressórios (AZEVEDO, 1998; SANTOS; VARAVALHO, 2011). A colonização pode ser por apenas um período ou por toda a vida da planta hospedeira (JABER; ENKERLI, 2016).

Acredita-se que todas as espécies vegetais possam estar infectadas com estes microrganismos, que podem estar em forma latente ou colonizando ativamente os tecidos local ou sistematicamente, sendo possível encontrá-los em órgãos e tecidos vegetais como folhas, ramos e raízes (AZEVEDO, 1998; PEIXOTO NETO et al., 2002; JABER; ENKERLI, 2016).

Essa relação entre plantas e fungos é complexa e pode promover diversos benefícios, como o controle de doenças e pragas (BARELLI et al., 2016) e promoção do crescimento da planta (LOPEZ; SWORD, 2015).

Os fungos micorrízicos e as bactérias que fixam nitrogênio em simbiose com leguminosas são classificados à parte, embora possuam características de endofíticos (SMITH; READ, 2008).

No solo, muitos microrganismos desempenham atividades importantes na ciclagem de nutrientes, entre estes a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), feita por microrganismos procarióticos conhecidos como os diazotróficos (MOREIRA et al., 2010). A FBN é a conversão de  $N_2$  gasoso em  $NH_3$ , a qual é incorporada a compostos de carbono. Os diazotróficos realizam este processo devido à enzima dinitrogenase capaz de romper a tripla ligação do  $N_2$  reduzindo-o a amônia (HUNGRIA, 2011).

Este tipo de bactéria possui algumas vantagens quando comparadas às rizobactérias, em relação ao estímulo de crescimento vegetal e também ao controle biológico, pois parecem fornecer maior quantidade de nitrogênio fixado



às plantas, isso devido à competição por nutrientes ser maior no ambiente rizosférico (BALDOTTO et al., 2010). Além disso, bactérias diazotróficas apresentam características semelhantes ao grupo das bactérias promotoras de crescimento, tais como: solubilização de fosfato, produção de fito hormônios, inibição da biossíntese do etileno, produção de sideróforos e indução da resistência a fitopatógenos (BALDOTTO et al., 2010).

#### 2.3.2.1 *Azospirillum* sp.

Em 1975 a Dra Johanna Döbereiner (1924-2000) descobriu a capacidade de fixação de N pelas bactérias do gênero *Azospirillum*, o qual inicialmente se chamou *Spirillum* (DÖBEREINER et al., 1976), e em seguida foi nomeado *Azospirillum* (TARRAND et al., 1978).

As bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* além da FBN, podem produzir compostos promotores de crescimento ou induzir a planta a produzir estes compostos (RODRIGUES et al., 2012). São dominadas associativas facultativas por se aglomerarem na superfície das raízes, podendo penetrar no vegetal (DÖBEREINER; BALDANI, 1982). Na literatura há alguns relatos destes compostos, tais como: auxina ácido 3-indolacético (AIA) (CROZIER et al., 1988), citocininas (CACCIARI et al., 1989) e ácido giberélico (BOTTINI et al., 1989).

Esse gênero de bactérias possui mecanismos de ação diretos indiretos como indução de resistência sistêmica a doenças, biossíntese de hormônios relacionados ao estresse, como ácido jasmônico, ácido abscísico e etileno e a biossíntese de compostos antimicrobianos (CASÁN et al., 2013). Além disso, essas bactérias são capazes de identificar sinais da planta em condição de estresse, fazendo que responda em conjunto com a planta ocasionando aumento da tolerância contra fitopatógenos (COHEN et al., 2009).

Em termos de produtividade de milho, muitos autores relatam que há diferença neste atributo quando as plantas têm interação com *A. brasilense* (HUNGRIA et al., 2010; BRACCINI et al., 2012; DARTORA et al., 2013; MÜLLER et al., 2016).

Plantas de cevada apresentaram melhor crescimento em ambiente salino quando inoculadas com *A. brasilense* (ZAWOZNIK et al., 2011). Em outro estudo onde sementes de milho foram inoculadas com bactérias do gênero *Azospirillum*, tiveram melhor crescimento a campo comparadas com a testemunha (BRACCINI et al., 2012; DARTORA et al., 2013; QUADROS et al., 2014). Maior rendimento de grãos de soja é diretamente influenciado pela inoculação com *A. brasilense* (CASSÁN; DIAZ-ZORITA, 2016).

#### 2.3.2.2 *Bradyrhizobium* sp.

Dentre as bactérias diazotróficas capazes de aumentar a produção da soja, destaca-se o gênero *Bradyrhizobium* (SILVA et al., 2011). Estes microrganismos infectam a planta formando nódulos em suas raízes, assim quebram a tripla ligação do dióxido de nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>), deixando o mesmo em forma disponível para a planta (TAIZ; ZIEGER, 2013).

O nitrogênio requerido pela cultura da soja é totalmente suprido por bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (HUNGRIA et al., 2005). Essas bactérias são classificadas pelo gênero *Bradyrhizobium*, com duas espécies, *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*. Sendo recomendadas quatro estirpes para a soja: *Bradyrhizobium elkanii* (SEMIA 587 e SEMIA 5019 (=29W) e *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 ou CPAC 15 e SEMIA 5080 ou CPAC7) (HUNGRIA et al., 2007).

#### 2.3.2.3 *Bacillus subtilis*

A *Bacillus subtilis* é bactéria habitante natural do solo, descrita como rizobactéria promotora de crescimento de plantas, a mesma é capaz de produzir antibióticos, enzimas, fito hormônios que beneficiem as plantas, além de poder ser utilizada no controle biológico de fitopatógenos (KLOEPPER et al., 1999). O modo de ação utilizado por este microrganismo para controle de

patógenos pode ser antagônico pela produção de antibióticos e antifúngicos, como iturina (ARAUJO et al., 2005).

Em estudos desenvolvidos por Wang et al. (2009) verificaram que a cepa CHM1 de *Bacillus sp.* é, de fato, endofítica, devido a sua presença ter sido comprovada nos colmos das plantas de arroz, ser inibitório para crescimento dos fungos patogênicos e por promover o crescimento das plântulas de arroz e couve.

A *B. subtilis* é utilizada para sintetizar mais de 60 antibióticos e muitos polipeptídios (PHAE; SHODA, 1991). Além disso, é capaz de produzir endotoxinas que interferem no ciclo reprodutivo dos nematoides, principalmente na oviposição e eclosão dos juvenis (SHARMA; GOMES, 1996).

É relatado na literatura a eficiência de metabólitos produzidos a partir de estirpes de *B. subtilis* no controle de *Fusarium solani*, *Fusarium sporotrichois* e *Fusarium oxysporum*, patógenos das sementes de cana-de-açúcar, reduzindo de 50 a 60% o desenvolvimento do micélio do fungo (VILLA et al., 2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de Fitossanidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Dois Vizinhos – PR. Utilizando como tratamento os produtos biológicos a base de *Bacillus subtilis* (Serenade®); *Bradyrhizobium japonicum* – Semia 5079 e 5080 (Atmo®); *Azospirillum brasiliense* – Cepas AbV5 e AbV6 (AzzoFix®) e *Trichoderma harzianum* (Ecotrich®) e também a combinação dos mesmos (Tabela 1).

Tabela 1 - Produtos Comerciais, agente biológico e dose utilizada nos Experimentos. UTFPR – Câmpus Pato Branco – PR, 2018.

Produto Comercial	Agente biológico	Dose utilizada
Ecotrich wp®	<i>T. harzianum</i>	60 g kg <sup>-1</sup> de semente
Serenade®	<i>B. subtilis</i>	4 mL kg <sup>-1</sup> de semente
AzzoFix®	<i>A. brasiliense</i>	4 mL kg <sup>-1</sup> de semente
Atmo®	<i>B. japonicum</i>	4 mL kg <sup>-1</sup> de semente
Ecotrich wp® + Serenade®	<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	60 g + 4 mL kg <sup>-1</sup> de semente
Ecotrich wp® + AzzoFix®	<i>T. harzianum</i> + <i>A. brasiliense</i>	60 g + 4 mL kg <sup>-1</sup> de semente
Ecotrich wp® + Atmo®	<i>T. harzianum</i> + <i>B. japonicum</i>	60 g + 4 mL kg <sup>-1</sup> de semente
Serenade® + AzzoFix®	<i>B. subtilis</i> + <i>A. brasiliense</i>	4 mL + 4 mL kg <sup>-1</sup> de semente
Serenade® + Atmo®	<i>B. subtilis</i> + <i>B. japonicum</i>	4 mL + 4 mL kg <sup>-1</sup> de semente
AzzoFix® + Atmo®	<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	4 mL + 4 mL kg <sup>-1</sup> de semente
Sem tratamento	Sem adição de agente biológico	-

Fonte: Recomendações técnicas dos fabricantes (2020).

Os patógenos utilizados no estudo foram os fungos *Fusarium tucumaniae* (CMES 25), *Fusarium crassistipitatum* (CMES 24), *Fusarium brasiliense* (CMES 04), *Rizoctonia solani* (CMES 1861), *Macrophomina phaseolina* (CMES 1574), *Sclerotinia sclerotiorum* (CMES 2131), *Phomopsis longicolla* (CMES 1582) e *Phytophthora sojae* (CMES 26) fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa soja – Londrina-PR) com identificação molecular.

Os tratamentos compostos por *T. harzianum* e *P. lilacinus* produzidos comercialmente na formulação de pó molhável, foram diluídos em água

autoclavada por 15 minutos em temperatura de 121 a 134 °C. Já *B. subtilis*, *A. brasiliense* e *B. japonicum* foram utilizados puros, pois suas formulações comerciais é na forma líquida sendo considerados preparações de pronto uso.

Foram utilizados os produtos individuais e em associação. Quando utilizados em associação, obtinha-se primeiramente a mistura homogênea dos mesmos e está, passava a ser utilizada como amostra de trabalho.

O teste realizado foi o de pareamento direto, onde verificou o crescimento da colônia do patógeno em sentido oposto ao produto, montado em Placas de Petri (90 mm) contendo 20 mL de meio BDA e 15 µL de cada produto de acordo com o tratamento, foram fixados em uma extremidade da placa. Paralelamente a este, 5 cm distantes, foi disposto um disco da colônia do fungo de 0,7 cm de diâmetro.

Após as Placas de Petri foram devidamente tampadas e vedadas com filme plástico, sobre a tampa foram demarcadas duas linhas, uma longitudinal e outra paralela ao tratamento sobre o disco da colônia do fungo. As mesmas foram utilizadas como referência para medições diárias do crescimento da colônia.

As placas foram mantidas em BOD com fotoperíodo de 12 horas e temperatura constante de 25 °C ± 2. As medições foram efetuadas a cada 24 horas, até o estabelecimento do crescimento. Mediu-se por 216 horas as colônias dos fungos *F. brasiliense*, *F. tucumaniae* e *F. crassistipitatum*; por 120 horas as colônias dos fungos *R. solani* e *M. phaseolina*; por 168 horas as colônias do fungo *S. sclerotiorum* e por 336 horas as colônias dos fungos *P. longicolla* e *P. sojae*.

O estudo foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram tabulados e submetidos ao Teste de Normalidade de Lilliefors, confirmados os pressupostos dos modelos estatísticos, foram submetidos à ANOVA pelo teste de análise de variância ( $p=0,05$ ) e ao teste Scott-Knott ( $p=0,05$ ), com auxílio do *software* Genes® (CRUZ, 2016).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O crescimento micelial mostrou-se significativo para todas as variáveis analisadas para os diferentes patógenos *F. tucumaniae*, *F. crassistipitatum*, *F. brasiliense*, *R. solani*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *P. longicolla* e *P. sojae* (Tabela 2).

Tabela 2 - Graus de liberdade e quadrados médios da análise de variância da variável crescimento micelial dos patógenos *F. tucumaniae*, *F. crassistipitatum*, *F. brasiliense*, *R. solani*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *P. longicolla* e *P. sojae* em experimentos conduzidos em DIC. Pato Branco, 2019.

Causas de variação	GL	<i>F. tucumaniae</i>	<i>F. crassistipitatum</i>	<i>F. brasiliense</i>	<i>R. solani</i>
		10 dias	10 dias	8 dias	5 dias
Tratamentos	10	6,2780*	5,6981*	3,6367*	1,0479*
Erro	33	0,2327	0,0502	0,5368	0,3034
Total	43	-	-	-	-
Média geral	-	5,80	5,99	5,96	6,98
CV (%)	-	8,32	3,74	12,29	7,89
Causas de variação	GL	<i>M. phaseolina</i>	<i>S. sclerotiorum</i>	<i>P. longicolla</i>	<i>P. sojae</i>
		6 dias	8 dias	15 dias	15 dias
Tratamentos	10	1,5339*	4,7780*	12,3730*	8,0965*
Erro	33	0,0907	0,1443	0,2217	0,5243
Total	43	-	-	-	-
Média geral	-	6,53	6,03	3,81	4,61
CV (%)	-	4,61	6,31	12,37	15,72

\* Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

A aferição de antibiose "in vitro" é uma técnica utilizada para seleção inicial de rizobactérias prováveis de uso como agentes de biocontrole contra *R. solanacearum* (MOURA; ROMEIRO, 1999; LEMESSA; ZELLER, 2007; MESSIHA et al, 2007.; XUE et al., 2009).

É importante ferramenta no processo de seleção destes isolados, pois através destes verifica-se a eficiência e a variabilidade dos isolados a respeito da capacidade de colonização das estruturas do patógeno e o potencial de hiperparasitismo e competição por espaço e nutrientes, bem como a suscetibilidade de patógenos aos respectivos agentes, em condições controladas (NASCIMENTO et al., 2016).

Para o *F. tucumaniae* com 216 horas de crescimento, verificou-se que o *T. harzianum* obteve maior controle sobre o patógeno não diferindo estatisticamente de *T. harzianum* + *B. subtilis* e *T. harzianum* + *B. japonicum* (Tabela 3).

Para o *F. crassistipitatum* com 216 horas de crescimento, o tratamento que manteve o menor crescimento micelial do patógeno foi o *T. harzianum* que não diferiu estatisticamente de *T. harzianum* + *B. subtilis*, *T. harzianum* + *A. brasiliense* e *T. harzianum* + *B. japonicum* (Tabela 3).

Para o *F. brasiliense* com 216 horas de crescimento, o tratamento que manteve o menor crescimento micelial do patógeno foi o *T. harzianum* + *B. subtilis* que não apresentou diferença significativa de *T. harzianum*, *B. subtilis*, *B. japonicum*, *T. harzianum* + *B. subtilis*, *T. harzianum* + *A. brasiliense*, *T. harzianum* + *B. japonicum*, *B. subtilis* + *A. brasiliense* e *B. subtilis* + *B. japonicum* (Tabela 3).

Para *R. solani* embora tenha diferença significativa entre os tratamentos avaliados, ambos não apresentaram controle efetivo contra o patógeno, que com 120 horas obteve crescimento completo, ocupando toda a Placa de Petri indiferente do tratamento utilizado (Tabela 3).

Tabela 3 - Comparação de médias das variáveis cinco e dez dias de crescimento micelial para os fungos *F. tucumaniae*, *F. crassistipitatum*, *F. brasiliense*, *R. solani* em experimentos conduzidos em DIC. Dois Vizinhos - PR, 2019.

Tratamentos	<i>F. tucumaniae</i>		<i>F. crassistipitatum</i>		<i>F. brasiliense</i>		<i>R. solani</i>	
	216 horas		216 horas		216 horas		120 horas	
Sem tratamento	7,18	a	7,40	a	7,38	a	7,30	a
<i>T. harzianum</i>	4,23	d	4,43	d	5,80	b	6,45	b
<i>B. subtilis</i>	5,93	b	5,98	b	6,13	b	7,33	a
<i>A. brasiliense</i>	7,48	a	7,50	a	7,33	a	6,58	b
<i>B. japonicum</i>	7,43	a	7,58	a	5,50	b	7,48	a
<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	4,85	d	5,48	c	4,80	b	6,98	a
<i>T. harzianum</i> + <i>A. brasiliense</i>	4,30	d	4,45	d	5,33	b	6,15	b
<i>T. harzianum</i> + <i>B. japonicum</i>	4,33	d	4,50	d	5,60	b	6,33	b
<i>B. subtilis</i> + <i>A. brasiliense</i>	6,18	b	6,23	b	5,75	b	7,23	a
<i>B. subtilis</i> + <i>B. japonicum</i>	6,38	b	6,30	b	4,90	b	7,58	a
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	5,55	c	6,08	b	7,35	a	7,40	a

\*Dados não seguidos por mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Teste Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Weindling (1932) foi o primeiro a descrever um isolado de *Trichoderma* como agente de biocontrole. Após esse relato, muitas espécies do gênero têm sido estudadas e utilizadas como agentes de biocontrole para inúmeros patógenos (MELLO et al., 2007). Desta forma, verifica-se que para o *F. tucumanie* e *F. crassistipitatum* os tratamentos que apresentaram maior inibição para o crescimento da colônia haviam *T. harzianum* como agente de biocontrole.

As espécies desse gênero *Trichoderma* produzem enzimas líticas que causam degradação das paredes celulares dos fungos que hiperparasitam, sendo a produção dessas enzimas diretamente relacionada com a eficácia no processo de hiperparasitismo (KUMAR et al., 2012).

O efeito antagônico in vitro de várias espécies de *Trichoderma* foi também verificado por outros autores quanto aos fungos *S. rolfsii* (BOSAH et al., 2010; AULER et al., 2013) e *M. phaseolina* (GAJERA et al., 2012).

Já para *R. solani* nenhum tratamento foi eficiente, na literatura as espécies de *Trichoderma* são descritas como parasitas de muitos fitopatógenos. No entanto, o nível de controle depende do isolado e de sua adaptação às condições bióticas e abióticas específicas, dentro e entre espécies de *Trichoderma* (DENNIS; WEBSTER 1971a, b).

Wells et al. (1972), por sua vez, observaram que espécies de *Trichoderma* podem ser diferencialmente seletivas contra diferentes fungos. Além disso, a redução do crescimento do patógeno pode ser atribuída à competição por espaço e por nutrientes presentes no meio de cultura e/ou ao hiperparasitismo (VINALE et al., 2008).

Para o *M. phaseolina* com 120 horas de crescimento o melhor tratamento *T. harzianum* + *B. japonicum* que não diferiu estatisticamente do *B. subtilis* + *A. brasiliense*, *B. subtilis* + *B. japonicum*, *T. harzianum* + *A. brasiliense*, *T. harzianum* e *B. subtilis* (Tabela 4).

Para o *S. sclerotiorum* com 168 horas, o tratamento que manteve o menor crescimento micelial do patógeno foi o *T. harzianum* + *B. japonicum* que diferiu estatisticamente de todos os demais (Tabela 4).



Para o *P. longicolla* com 336 horas de crescimento o tratamento que obteve maior controle do patógeno foi *T. harzianum* que não diferiu estatisticamente de *T. harzianum* + *B. subtilis* e *T. harzianum* + *B. japonicum* (Tabela 4).

Para o *P. sojae* com 336 horas de crescimento o melhor tratamento foi *T. harzianum* + *B. japonicum* que não diferiu estatisticamente de *T. harzianum* e *T. harzianum* + *A. brasiliense* (Tabela 4).

No presente estudo verifica-se que a associação de *T. harzianum* com bactérias promoveu menor desenvolvimento de colônias para a grande maioria dos patógenos estudados (Tabela 3; Tabela 4).

Tabela 4 - Comparação de médias das variáveis cinco e dez dias para *M. phaseolina* e *S. sclerotiorum*, *P. longicolla* e *P. sojae* em experimentos conduzidos em DIC. Pato Branco, 2019.

Tratamentos	<i>M. phaseolina</i>	<i>S. sclerotiorum</i>	<i>P. longicolla</i>	<i>P. sojae</i>
	120 horas	168 horas	336 horas	336 horas
Sem tratamento	7,28 a	7,55 a	7,55 a	6,53 a
<i>T. harzianum</i>	6,33 b	5,05 c	1,70 d	2,73 d
<i>B. subtilis</i>	6,43 b	6,13 b	3,63 c	5,38 b
<i>A. brasiliense</i>	7,28 a	7,45 a	4,78 b	6,63 a
<i>B. japonicum</i>	7,28 a	7,13 a	5,08 b	5,03 b
<i>T. harzianum</i> + <i>B. subtilis</i>	7,08 a	5,78 b	2,15 d	4,15 c
<i>T. harzianum</i> + <i>A. brasiliense</i>	6,23 b	4,88 c	5,30 b	3,10 d
<i>T. harzianum</i> + <i>B. japonicum</i>	6,10 b	4,03 d	1,98 d	2,58 d
<i>B. subtilis</i> + <i>A. brasiliense</i>	6,30 b	6,13 b	2,63 d	5,28 b
<i>B. subtilis</i> + <i>B. japonicum</i>	6,35 b	6,00 b	3,40 c	5,40 b
<i>A. brasiliense</i> + <i>B. japonicum</i>	7,38 a	6,18 b	3,70 c	3,90 c

\*Dados não seguidos por mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Esse fato pode ser devido a capacidade de rizobactérias produzirem enzimas quitinolíticas relacionadas ao controle biológico de várias doenças fúngicas (AJIT et al., 2006; KISHORE; PANDE, 2007; HARIPRASAD et al., 2011). Além disso, a capacidade competitiva das bactérias pode fazer com que produzam outras enzimas (WHIPPS, 2001).

Rocha e Moura (2013) verificaram que as rizobactérias produziram zona de inibição "in vitro" de *R. solanacearum*, podendo estar atuando por antibiose. Porém, a sensibilidade aos compostos produzidos pelos biocontroladores pode variar em função do isolado patogênico.

Assim verifica-se que o *B. subtilis* isolado obteve bons resultados no controle dos patógenos (Tabela 3; Tabela 4). Gacitúa et al. (2009) verificaram

que o efeito do *B. subtilis* no controle de patógenos habitantes do solo como a *M. phaseolina*, está associado à inibição do crescimento micelial desses, através da produção de compostos orgânicos voláteis.

Em condições de campo, o *B. subtilis* colonizam eficientemente a rizosfera, o que garante um efeito biopesticida e biofertilizante, aumentando a disponibilidade de nutrientes do solo, promovendo o crescimento das plantas e aumentando sua resistência a fitopatógenos, além do controle de fitopatógenos (ORBERÁ et al., 2014).

Devkota et al. (2011) mostraram que isolados de *B. Subtillis*, obtidos de solo da rizosfera, apresentaram potencial de controle a patógenos como *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Exserohilum turcicum* e, seus efeitos consistem da produção de quitinase, efetiva na degradação da parede celular de patógenos que tem quitina na sua composição.

## **5 CONCLUSÕES**

## REFERENCIAS

ABDULLAH, M.T.; ALI, N.Y.; SULEMAN, P. Biological Control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus amyloliquefaciens*. **Crop Protection**, v.27, p.1354-1359, 2008.

AJIT, N.S.; VERMA, R.; SHANMUGAM, V. Extracellular chitinase of fluorescent pseudomonads antifungal to *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* causing carnation wilt. **Current Microbiology**, v. 52, s/n, p. 310-316, 32006.

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.J.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. Doenças da soja (*Glycine max*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.;

BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 4. ed. São Paulo-SP: Agronômica Ceres, 2005. p. 570- 588.

ALMEIDA, O.C.; ROBBS, C.F.; AKIBA, F.; KIMURA, O. Enfermidade nova em pimentão causada por *Rhizoctonia solani* Kühn, no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.5, p.7-10, 1980.

ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S.; FARIAS, J.R.B.; DE OLIVEIRA, M.C.N.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; ... GAUDÊNCIO, C.D.A. Macrophomina phaseolina em soja. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2014. 55p.

ALTOMAR, C.; TRINGOVSKA, I. Beneficial soil microorganisms, an ecological alternative for soil fertility management. In: Lichtfouse, E. (Ed.) - Genetics, biofuels and local farming systems. **Heidelberg, Springer**, p. 161-214, 2011.

AMORIM, L. Sobrevivência do inóculo. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. v.1, 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 1995. p.246-267.

AOKI, T.; O'DONNELL, K.; SCANDIANI, M.M. Sudden death syndrome of soybean in South America is caused by four species of *Fusarium*: *Fusarium brasiliense* sp. nov., *F. cuneirostrum* sp. nov., *F. tucumaniae* and *F. virguliforme*. **Mycoscience**, v. 46, n. 3, p. 162- 183, 2005.

ARAUJO, F. F.; HENNING, A.; HUNGRIA, M. Phytohormones and antibiotics produced by *Bacillus subtilis* and their effects on seed pathogenic fungi and on soybean root development. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 21, p. 1639- 1645, 2005.

AULER, A.C.V.; CARVALHO, D.D.C.; MELLO, S.C.M. Antagonismo de *Trichoderma harzianum* a *Sclerotium rolfsii* nas culturas do feijoeiro e soja. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 3, p. 359-365, 2013.

ATHOW, K.L.; CALDWELL, R.M. A comparative study of Diaporthe stem canker and pod and stem blight of Soy-bean. **Phytopathology**. v.44, p. 319-325, 1954.

AZEVEDO, J. L. Microrganismos endofíticos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. Ecologia Microbiana. Jaguariuna: **Embrapa Meio Ambiente**, p. 117-137, 1998.

BABU B.K.; SAXENA A.K.; SRIVASTAVA A.K.; ARORA D.K. Identification and detection of *Macrophomina phaseolina* by using species-specific oligonucleotide primers and probe. **Mycologia**, v. 99, n. 6, p. 797-803, 2007.

BALDOTTO, L.E.B.; BALDOTTO, M.A.; OLIVARES, F.L.; VIANA, A.P.; BRESSAN-SMITH, R. Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro cultivar Vitória durante a aclimatização. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 34, p. 349-360, 2010.

BARELLI, L.; MOONJELY.S.; BEHIE, S.W.; BIDOCHKA, M.J. Fungi with multifunctional lifestyles: endophytic insect pathogenic fungi. **Plant Molecular Biology**, v. 90, n. 6, p. 657-664, 2016.

BEDENDO, I.P.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A. M.; FILHO, A.B.; Damping off. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. v. 1, p. 435-436, 2011.

BETTIOL, W.; MORANDI, M.A.B.; PINTO, Z.V.; JÚNIOR, P.; CORREA, E.B.; MOURA, A.B., ... BEZERRA, J.L. Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2012, 155p.

BLACK, R.J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II.**, p.1- 18, 2000.

BONETT, L.P.; HURMANN, E.M.S.; POZZA JÚNIOR, M.C.; ROSA, T.B.; SOARES, J.L. Biocontrole in vitro de *Colletotrichum musae* por Isolados de *Trichoderma* spp. **Uniciências**, v. 17, n. 1, p. 5-10, 2013.

BOSAH, O.; IGELEKE, C.A.; OMORUSI, V.I. In vitro microbial control of pathogenic *Sclerotium rolfsii*. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 12, n. 3, p. 474-476, 2010

BOTELHO, L.S.; ZANCAN, W.L.A.; MACHADO, J.C.; BARROCAS, E.N. Performance of common bean seeds infected by the fungus *Sclerotinia sclerotiorum*. **Journal of Seed Science**, p.35, p.153-160, 2013.

BRACCINI, A.L.E.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; ALBRECHT, L.P.; BARBOSA M.C.; ORTIZ, A.H.T. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense*, associated with the use of bioregulators in maize. **Revista Caatinga**, v.25, n.2, p.58-64, 2012.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G. Doenças do feijoeiro. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, 663p.

BIZARI, E.H.; VAL, B.H.P.; PEREIRA, E.D.M.; MAURO, A.O.D.; UNÊDATREVISOLI, S.H. Selection indices for agronomic traits in segregating populations of soybean. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.1, p.110-117, 2017.

BOLTON, M.D.; THOMMA, B.P.H.J.; NELSON, B.D. Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, v.11, n.7, p.1-16, 2006.

BOTTINI, R.; FULCHIERI, M.; PEARCE, D.; PHARIS, R.P. Identification of gibberellins A1, A3 and iso-A3 in cultures of *Azospirillum lipoferum*. **Plant Physiology**, v. 90, n. 1, p. 45-47, 1989.

CACCIARI, I.; LIPPI, D.; PIETROSANTI, T.; PIETROSANTI, W. Phytohormone-like substances produced by single and mixed diazotrophic cultures of *Azospirillum* and *Arthrobacter*. **Plant and Soil**, v. 115, n. 1, p. 151-153, 1989.

CARDOSO, E.J.B.N.; NOGUEIRA, M.A.A. Rizosfera e seus Efeitos na Comunidade Microbiana e na Nutrição de Plantas. In: SILVEIRA, A.P.D., FREITAS, S.D.S. **Bactérias Diazotróficas Associadas a Plantas Não-Leguminosas**. In: Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental. 1.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p.79-96.

CARVALHO, D.D.C., MELLO, S.C.M., LOBO JUNIOR, M. & GERALDINE, A.M. Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 822-828, 2011a.

CARVALHO, D.D.C., MELLO, S.C.M., LOBO JUNIOR, M. & SILVA, M.C. Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2011b.

CASÁN, F.; VANDERLEYDEN, J.; SPAEPEN, S. Physiological and agronomical aspects of phytohormone production by model plantgrowth-promoting rhizobacteria (PGPR) belonging to the genus *Azospirillum*. **Journal of Plant Growth Regulators**, v.32, n.3, p.440-459, 2013.

CASTILLO, F.D.H.; PADILLA, A.M.B.; MORALES, G.G.; SILLER, M.C.; HERRERA, R.R.; GONZALES, C.N.A.; REYES, F.C. In vitro antagonist action of *Trichoderma* strains against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotium cepivorum*. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 6, p. 410-417, 2011.

CAMPOS, H.D.; SILVA, L.H.C.P.; MEYER, M.C.; SILVA, J.R.C.; NUNES JUNIOR, J. Mofa-branco na cultura da soja e os desafios da pesquisa no Brasil. **Tropical Plant Pathology**, v.35, p.100-101, 2010.

CASSÁN, A.C. DIAZ-ZORITAB, M. Azospirillum sp. in current agriculture: From the laboratory to the field. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 1, n. 103, p. 117-130, 2016.

CERESINI, P.C.; FENILLE, R.C.; SOUZA, N.L. de. Associação de *Rhizoctonia spp.* binucleadas e de *R. solani* Kühn GA 4 HGI à vagens de amendoineiro (*Arachis hypogaea*) no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, v.22, p.145-155, 1996.

CERESINI, P.C.; SOUZA, N.L. de. Associação de *Rhizoctonia spp.* binucleadas e de *R. solani* Kühn GA 4 HGI e GA 2-2 IIIB ao feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, v.23, p.14-24, 1997.

CHAGAS, L.F.B.; CASTRO, H.G.; COLONIA, B.S.O.; CARVALHO FILHO, M.R.; MILLER, L.O.; CHAGAS JUNIOR, A.F. Efficiency of *Trichoderma spp.* as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, n. 4, p. 1- 11, 2016.

CHAGAS JUNIOR, A.F.; CHAGAS, L.F.B.; DOS SANTOS, G.R.; MARTINS, A.L.L.; DE CARVALHO FILHO, M.R.; DE OLIVEIRA MILLER, L. Ação de *Trichoderma spp.* no controle de *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Agri-Environmental Sciences**, v. 4, n. 2, p. 9-15, 2018.

CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the Genetic Base of Soybean: A Multidisciplinary Approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n.5, p. 295-341, 2008.

COHEN, A.C.; TRAVAGLIA, C.N.; BOTTINI, R.; PICCOLI, P.N. Participation of abscisic acid and gibberellins produced by endophytic *Azospirillum* in the alleviation of drought effects in maize. **Botany**, v.87, n.5, p.455-462, 2009.

COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; DE MORAES, R.M.A. Podridão radicular de fitóftora em soja. **Embrapa Trigo-Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.

COSTAMILAN, L.M.; BONATO, E.R.; URBEN, A.F.; MATSUOKA, K.; VANETTI, C.A. Ocorrência de *Phytophthora sojae* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 395, 1996.

COSTA NETO, P.R.; ROSSI, L.F.; ZAGONEL, G.F.; RAMOS, L.P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, v. 23, n. 4, p. 531-537, 2000.

CROZIER, A.; ARRUDA, P.; JASMIM, J.M.; MONTEIRO, A.M.; SANDBERG, G. 1988. Analysis of indole-3-acetic acid and related indoles in culture medium

from *Azospirillum lipoferum* and *Azospirillum brasilense*. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 54, n. 11, p. 2833-2837, 1988.

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v.38, n.4, p.547-552, 2016.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1023-1029, 2013.

DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma* I. Production of non-volatile antibiotics. **T. Brit. Mycol. Soc.** v. 57, n. 1, p. 25-39, 1971a.

DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma* III. Hyphal interactions. **T. Brit. Mycol. Soc.** v. 57, n. 3, p. 363-369, 1971b.

DEVKOTA, H.K.; MAHARJAN, B.L.; BARAL, B.; SINGH, A.; YAMI, K. D. In vitro Screening of Antifungal Activity of Rhizospheric Bacteria and Possible Role of Chitinase in Antifungal Activity. **Nepal Journal of Science and Technology**, v. 12, s/n, p. 304-311, 2011.

DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Biology and pathology of Macrophomina phaseolina**. Viçosa: UFV, 1978. 166p.

DHINGRA, O.D.; SILVA JUNIOR, G.J.; RODRIGUES, F.A. Patologia de Sementes. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologia de Produção de Sementes de Soja**. Londrina: Mecenas, 2013, p.135-1162.

DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I.; NERY, M. Ecological distribution of *Spirillum lipoferum* Beijerinck. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 22, n. 1, p. 1464–1473, 1976.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, J.I. Bases científicas para uma agricultura biológica. **Ciência e Cultura, São Paulo**, v. 34, n. 7, p. 869-881, 1982.

DOMSCH, K.H.; GAMS, W.; ANDERSON, T.H. **Compendium of soil fungi**. CRC Press, London. 1980. 630 p.

DRUZHININA, I.S.; SEIDL-SEIBOTH, V.; HERRERA-ESTRELLA, A.; HORWITZ, B.A.; KENERLEY, C.M.; MONTE E.; MUKHERJEE, P.K.; ZEILINGER, S.; GRIGORIEV, I.V.; KUBICEK, C.P. *Trichoderma* : a genômica do sucesso oportunista. **Nat Rev Microbiol**, v. 9, p.749–759, 2011.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja - região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina, 2011. 261p.



EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de soja**: Paraná 2005. Londrina: Embrapa Soja, 1° ed., n.5, 2004b. 224p.

FERREIRA, L.P.; LEHMAN, P.S.; ALMEIDA, A.M.R. Moléstias e seu controle. In: Miyasaka, S.; Medina, J. C. (Ed.). **A soja no Brasil**, p. 603-639, 1981.

GACITÚA, S.A.; VALIENTE, C.F.; DÍAZ, K.P.; HERNÁNDEZ, J.C.; URIBE, M.M.; SANFUENTES E.V. Identification and biological characterization of isolates with activity inhibitive against *Macrophomina phaseolina* (tassi) goid. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 69, n. 4, p. 526-533, 2009.

GAJERA, H.P.; BAMBHAROLIA, R.P.; PATEL, S.V.; KHATRANI, T.J.; GOALKIYA, B.A. Antagonism of Trichoderma spp. against *Macrophomina phaseolina*: Evaluation of Coiling and Cell Wall Degrading Enzymatic Activities. **Journal Plant Pathology Microbiology**, v. 3, n. 7 p. 149, 2012.

GARCIA, R.A.; JULIATTI, F.C. Avaliação da resistência da soja a *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes estádios fenológicos e períodos de exposição ao inóculo. **Tropical Plant Pathology**, v.37, p.196-203, 2012.

GOULART, A.C.P. Fungos no algodão. **Embrapa Agropecuária Oeste. Cultivar**, v. 27. p. 399-402. 2001.

GRAVEL, V.; ANTOUN, H.; TWEDDELL, R.J. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of índole acetic acid (IAA). **Soil Biology & Biochemistry**, v. 39, n. 8, p. 1968-1977, 2007.

GRAY, E.J.; SMITH, D.L. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant–bacterium signaling processes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, p.395–412, 2005.

GUPTA, G.K.; SHARMA. S.K.; RAMTEKE, R. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Journal of Phytopathology**, v.160, n. 1, p.167-180, 2012.

HARIPRASAD, P.; DIVAKARA, S.T.; NIRANJANA, S.R. Isolation and characterization of chitinolytic rhizobacteria for the management of *Fusarium* wilt in tomato. **Crop Protection**. v. 30, s/n, p. 1606-1612, 2011.

HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. Trichoderma espécies-oportunistas, simbioses de plantas avirulentas. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, p. 43 – 56, 2004.

ISAIAS, C.O.; MARTINS, I.; SILVA, J.B.T.; SILVA, J.P.; MELLO, S.C.M. Ação antagônica e de metabólitos bioativos de *Trichoderma* spp. contra os patógenos *Sclerotium rolfsii* e *Verticillium dahliae*. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 34-41, 2014.

HENNING, A.A.; ALMEIDA, Á.M.R.; GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; YORINORI, J.T., COSTAMILAN, L.M., ... DIAS, W.P. Manual de identificação de doenças de soja. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA)**, 2014.

HENNING, A.A. Manejo de doenças da soja (*Glycine Max.* L. Merrill). **Informativo Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. Embrapa Soja**, v.19, n.3. p.09-12. 2009.

HIRAKURI, M.H.; LAZAROTTO, J.J. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. 3. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 11-12.

HUNGRIA, M. CAMPO, R.J.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1, p. 413- 425, 2010.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina, Embrapa Soja, (Embrapa Soja. Documentos, 283), 2007. 80p.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Embrapa Soja – Documentos 325, 2011, 36p.

JABER, L.R.; ENKERLI, J. Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. **Biological control**, v. 103, p. 187-195, Dec. 2016.

KIIHL, R.A.S.; GARCIA, A. The use of long juvenile trait in breeding soybean cultivars. In: **World Soybean Research Conference**. v. 4, p.994-1000, 1989.

KISHORE, G.K.; PANDE, S. Chitin-supplemented foliar application of chitinolytic *Bacillus cereus* reduces severity of *Botrytis* gray mold disease in chickpea under controlled conditions. **Letters in Applied Microbiology**. v. 44, s/n, p. 98-105, 2007.

KHAN, S.N. *Macrophomina phaseolina* como agente causal de podridão de carvão girassol. **Mycopath**, v 5, p. 111-118, 2007.

KLOEPPER, J.W.; LIFSHITZ, R.; ZABLOTOWICZ, R.M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**, v.7, p.39-43, 1999.

KULIK, M.M.; SINCLAIR, J.B. Phomopsis seed decay and pod and stem blight. In: HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B. & RUPE, J.C. (eds.). **Compendium of Soybean Diseases**. American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN, 1999, p.31-33.

KUMAR, K.; AMARESAN, N.; BHAGA, S.; MADHUR, K.; SRIVASTAVA, R. C. Isolation and Characterization of *Trichoderma* spp. for Antagonistic Activity

Against Root Rot and Foliar Pathogens. **Indian Journal of Microbiology**, v. 52, n. 2, p. 137-144, 2012.

LAMDAN, N.L.; SHALABY, S.; ZIV, T.; KENERLEY, C.M.; HORWITZ, B.A. Secretome of Trichoderma Interacting With Maize Roots: Role in Induced Systemic Resistance. **Molecular & Cellular Proteomics**, v.14, n.4, p.1054-1063, 2015.

LEITE, R.M.V.B. de C. Ocorrência de doenças causadas por Sclerotinia sclerotiorum em girassol e soja. Londrina: Embrapa Soja, (**Embrapa Soja. Circular Técnica, 76**), 2005. 3p.

LEMESSA, F.; ZELLER, W. Screening rhizobacteria for biological control of *Ralstonia solanacearum* in Ethiopia. **Biological Control**. v. 42, s/n, p. 336-344, 2007.

LIMA, G.S.A.; ASSUNÇÃO, I.P.; VALLE, L.A.C. Controle Genético de Doenças Radiculares. In: MICHEREFF, S.J.; ANDRADE, D.E.G.; HENNING, A.A. Manual de Identificação de Doenças de soja. 1 ed. Londrina, PR: **Embrapa Soja, (Embrapa Soja. Documentos Online, 256)**, 2005, 72 p.

LI, R.; FENG, C.; PANG, G.; SHEN, Q.; LI, R.; CHEN, W. Solubilization of Phosphate and Micronutrients by Trichoderma harzianum and Its Relations with the Promotion of Tomato Plant Growth. **PLOS One**, v.25, p.1-16, 2015.

LOPEZ, D.C.; SWORD, G.A. The endophytic fungal entomopathogens Beauveria bassiana and Purpureocillium lilacinum enhance the growth of cultivated cotton (*Gossypium hirsutum*) and negatively affect survival of the cotton bollworm (*Helicoverpa zea*). **Biological control**, v. 89, p. 53-60, 2015.

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

MASCIARELLI, O.; URBANI L.; REINOSO, H. AND LUNA, V. Alternative Mechanism for the Evaluation of Indole-3-Acetic Acid (IAA) Production by *Azospirillum brasilense* Strains and Its Effects on the Germination and Growth of Maize Seedlings. **Journal of Microbiology**, vol. 51, n. 5, p. 590-597, 2013.

MASSENSINI, A.M.; BONDUKI, V.H.A.; MELO, C.A.D.; TÓTOLA, M.R.; FERREIRA, F.A., COSTA, M.D. Relative importance of soil physico-chemical characteristics and plant species identity to the determination of soil microbial community structure. **Applied Soil Ecology**, v. 91, p. 8-15, 2015.

MELLO, S.C.M.; ÁVILA, Z.R.; BRAÚNA, L.M.; PÁDUA, R.R.; GOMES, D. Cepas de *Trichoderma* para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. **Fitosanidad**. v. 11, n. 1, p. 3-9, 2007.

MELO, I. S. Potencialidades de utilização de *Trichoderma* spp. no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. **Controle Biológico de doenças de plantas**. EMBRAPA-CNPDA, p. 7-23, 1991.

MELO, S.C.M. Recursos genéticos de microrganismos. In: Albuquerque, A.C.S.; Silva, A.G. Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucional e políticas. **Embrapa Informação Tecnológica**, 2009. v.2, p.679-700.

MESSIHA, N.; VAN DIEPENINGEN, A.; FARAG, N.; ABDALLAH, S.; JANSE, J.; VAN BRUGGEN, A. *Stenotrophomonas maltophilia*: a new potential biocontrol agent of *Ralstonia solanacearum*, causal agent of potato brown rot. **European Journal of Plant Pathology**. v. 118, s/n, p. 211-225, 2007.

MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D. Guerra ao mofo. **Cultivar Grandes Culturas**, v.11, n.120, p.16-18, 2009.

MEYER, M.C.; CAMPOS, H.D.; GODOY, C.V.; UTIAMADA, C.M. (Ed.). **Ensaio cooperativos de controle químico de mofo branco na cultura da soja: safras 2009 a 2012**. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 100 p.

MONTEIRO, V.N.; SILVA, R.N.; STEINDORFF, A.S.; COSTA, F.T.; NORONHA, E.F.; RICART, C.A.O. New insights in *Trichoderma harzianum* antagonism of fungal plant pathogens by secreted protein analysis. **Current Microbiol.**, v.61, n.4, p.298-305, 2010.

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

MOREIRA, F.M.D.S.; DA SILVA, K.; NÓBREGA, R.S.A.; DE CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, v. 1, n. 2, p. 74-99, 2010.

MORGAN-JONES, G. The *Diaporthe Phaseolorum* complex of soybean. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, p. 359-367, 1992.

MOURA, A.B.; ROMEIRO, R.S. Avaliação "in vitro" de actinomicetos como antagonistas a *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896). **Ciência e Agrotecnologia**. v. 23, s/n, p. 281-288, 1999.

MÜLLER, T.M.; SANDINI, I.E.; RODRIGUES, J.D.; NOVAKOWISKI, J.H.; BASI, S.; KAMINSKI, T.H.; Combination of inoculation methods of *Azospirillum brasilense* with broadcasting of nitrogen fertilizer increases corn yield. **Ciência Rural**, v.46, n.2, 2016.

NAKAJIMA, T.; MITSUEDA, T.; CHARCHAR, M.J.D. First occurrence of sudden death syndrome of soybean in Brazil. **Japanese Agricultural Research Quarterly**, v. 30, n.1, p. 31-34, 1996.

NASCIMENTO, S.R.C.; SILVA, F.H.A.; CRUZ, B.L.S.; DANTAS, A.M.M.; AMBRÓSIO, M.M.Q.; SENHOR, R.F. Sobrevivência de estrutura de resistência de *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em solo tratado biologicamente. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 50-56, 2016.

OLIVEIRA, A.G.; CHAGAS JÚNIOR, A.F.; SANTOS, G.R.; MILLER, L.O.; CHAGAS, L.F.B. Potencial de solubilização de fosfato e produção de AIA por *Trichoderma* spp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 149-155, 2012.

ORBERÁ, T.M.; SERRAT, M.J.; ORTEGA, E. Potential applications of *Bacillus subtilis* strain SR/B-16 for the control of phytopathogenic fungi in economically relevant crops. **Biotecnologia Aplicada**, v. 31, n. 1, p. 13-17, 2014.

PEIXOTO NETO, P.A.S.; AZEVEDO, J.L.; ARAÚJO, W.L. Microrganismos endofíticos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 29, p. 62- 77, 2002.

PHAE, C.; SHODA, M. Investigation of optimal conditions for foam separation of iturin an antifungal peptide produced by *Bacillus subtilis*. **Journal of Fermentation and Bioengineering**, v.71, p.118-121, 1991.

QUADROS, P.D.; ROESCH, L.F.W.; SILVA, P.R.F.; VIEIRA, V.M.; ROEHRS, D.D.; CAMARGO, F.A.O. Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, v.61, n.2, p.209-218, 2014.

REINO, J.L.; GUERRERO, R.F.; HERNÁNDEZ-GALÁN, R.; COLLADO, I.G. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma*. **Phytochemistry Reviews**, v.7, p. 89-123, 2008.

REIS, E.R.; SEGALIN, M.; MORAES, N.L.; GHISSI, V.C. Efeitos da rotação de culturas na incidência de podridões radiciais e no rendimento de grãos da soja. **Summa Phytopathologica**, v.40, p.000-000, 2014.

ROCHA, D.J.A.; MOURA, A.B. Controle biológico da murcha do tomateiro causada por *Ralstonia solanacearum* e *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici por rizobactérias. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 5, p. 423-430, 2013.

RODRIGUES, A.C.; ANTUNES, J.E.L.; DE MEDEIROS, V.V.; DE FRANÇA BARROS, B.G.; FIGUEIREDO, M.D.V.B. Resposta da co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento em plantas e *Bradyrhizobium* sp. em caupi. **Bioscience journal**, v. 28, n. 1, 2012.

ROY, K.W.; LAWRENCE, G.W.; HODGES, H.H.; MCLEAN, K.S.; KILLEBREW, J.F. Sudden death syndrome of soybean: *Fusarium solani* as incitant of *Heterodera glycines* to disease severity. **Phytopathology**, v. 79, p. 191-197, 1989.

ROY, K.W. *Fusarium solani* on soybean roots: nomenclature of the causal agent of sudden death syndrome and identity and relevance of *F. solani* form B. **Plant Disease**, v. 81, p. 259-266, 1997.

RUPE, J.C. Frequency and pathogenicity of *Fusarium solani* recovered from soybeans with sudden death syndrome. **Plant Disease**, v. 73, p. 581-584, 1989.

RUPE, J.C.; WEIDEMANN, G.J. Pathogenicity of a *Fusarium* sp. isolated from soybean plants with Sudden death syndrome. **Phytopathology**, v. 76, n. 10, p. 1080-1080, 1986.

SAMUELS, G.J. *Trichoderma*: systematics, the sexual state, and ecology. **Phytopathology**, v. 96, n. 2, p. 195-206, 2006.

SANTOS, J.M.; VRANDECIC, K.; COSIC, J.; DUVNJAK, T.; PHILLIPS, A.J.L. Resolving the Diaporthe species occurring on soybean in Croatia. **Persoonia, Leiden**, v. 27, p. 9-19, 2011.

SANTOS, H.A.; MELLO, S.C.M.; PEIXOTO, J.R. Associação de isolados de *Trichoderma spp.* e ácido indol-3-butírico (AIB) na promoção de enraizamento de estacas e crescimento de maracujazeiro. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 6, p. 966-972, 2010.

SCHMITTHENNER, A.F. *Phytophthora* root and stem rot. In: HARTMAN, G.L.; RUPE, J.C.; SIKORA, E.J.; DOMIER, L.L.; DAVIS, J.A., STEFFEY, K.L. (Ed.). **Compendium of soybean diseases and pests**. 5th ed. Saint Paul: APS Press, 2015. p. 73-76.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABRASTECIMENTO. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (SEAB). **Soja – Análise da conjuntura agropecuária, Novembro, 2013**.

SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R.C.T.; SEDIYAMA, H.A. A soja. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Produtividade da Soja**. Mecenas: Londrina, 2016. p. 11-18.

SHARMA, R.D.; GOMES, A.C. Effect of *Bacillus* spp. toxins on oviposition and juvenile hatching of *Heterodera glycines*. **Nematologia Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 53-62, 1996.

SILVA, A.F.; DE CARVALHO, M.A.C.; SCHONINGER, E.L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P.A. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, 2011.

SILVA, J.C.; TORRES, D.B.; LUSTOSA, D.C.; FILIPPI, M.C.C.; SILVA, G.B. Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2012.

SINCLAIR, J.B. Reevaluation of grading standards and discounts for fungus-damaged soybean seeds. **Journal of the American Oil Chemists Society, Quebec**, v. 72, p. 1415- 1419, 1995.

SMITH, S.E.; READ, D. Growth and carbon economy of arbuscular mycorrhizal symbionts. In: SMITH, S. E.; READ, D. **Mycorrhizal Symbiosis**. New York, 2008. p. 117-137.

SPIEGEL, Y.; CHET, I. Evaluation of *Trichoderma* spp. as a Biocontrol Agent Against Soilborne Fungi and Plant-parasitic Nematodes in Israel. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 3, n. 3, p. 169-175, 1998.

SRIVASTAVA, R.; KHALID, A.; SINGH, U.S. E SHARMA, A.K. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. **Biological Control**, v.53, n.1 p. 24-31, 2010.

TAIZ, L.; ZIEGER. E. **Fisiologia vegetal**. Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA. 3. ed., 2013. 719 p.

TARRAND, J.J.; KRIEG, N.R.; DÖBEREINER, J. A taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* group, with descriptions of a new genus, *Azospirillum* gen. nov. and two species, *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck) comb. nov. and *Azospirillum brasilense* sp. nov. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 24, n. 1, p. 967-980, 1978.

VAN BRUGGEN, A.H.C.; FINCKH, M. Plant diseases and management approaches in organic farming systems. **Annual Review of Phytopathology**, v. 54, p. 25-54, 2016.

VAN BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M. Soil Health and Soilborne Diseases in Organic Agriculture (Chapter 3.2). In: Finckh, M., van Bruggen, A.H.C., Tamm, L. (Eds.), **Plant Diseases and Their Management in Organic Agriculture**, p. 67-89, 2015.

VILLA, P.; ALFONSO, I.; RIVERO, M.J.; GONZÁLEZ, G. Evaluación de cepas de *Bacillus subtilis* bioantagonistas de hongos fitopatógenos del. **Redalyc. XLI**. v.1, p.52-56, 2007.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E.L.; MARRA, R.; WOO, S.L.; LORITO, M. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology & Biochemistry**. v. 40, s/n, p. 1-10, 2008.

WANG, H.; WEN, K.; ZHAO, X.; WANG, X.; LI, A.; HONG, H. The inhibitory activity of endophytic *Bacillus* sp. strain CHM1 against plant pathogenic fungi and its plant growth-promoting effect. **Crop Protection**, v. 28, p. 634-639, 2009.

WEINDLING, R. *Trichoderma lignorum* as a parasite of others soil fungi. **Phytopathology**. v. 22, n. 8, p. 837-845, 1932.

WELLS, H.D.; BELL, D.K.; JAWORSKI, C.A. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol agent for *Sclerotium rolfsii*. **Phytopathology**. v. 62, n. 4, p. 442-447, 1972.

WHEELER, T.; RUSH, C.M. Soilborne diseases. In: MALOY, O. C.; MURRAY, T. D. (Eds.) **Encyclopedia of Plant Pathology**. New York. JohnWiley & Sons. 2001. p. 935- 947.

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

XUE, Q.Y.; CHEN, Y.; LI, S.M.; CHEN, L.F.; DING, G.C.; GUO, D.W.; GUO, J.H. Evaluation of the strains of *Acinetobacter* and *Enterobacter* as potential biocontrol agents against *Ralstonia* wilt of tomato. **Biological Control**. v. 48, s/n, p. 252-258, 2009.

YANG, F.; ABDELNABBY, H.; XIAO, Y. A mutant of the nematophagous fungus *Paecilomyces lilacinus* (Thom) is a novel biocontrol agent for *Sclerotinia sclerotiorum*. **Microbial pathogenesis**, v. 89, p. 169-176, 2015.

YORINORI, J.T.; CHARCHAR, M.J.D.; NASSER, L.C.B.; HENNING, A.A. Doenças de soja e seu controle. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. **Cultura da Soja nos Cerrados**, 1993, p. 333-397.

YORINORI, J.T. Epifítia de podridão da raiz na soja causada por *Rhizoctonia solani* no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v.2, p.106-107, 1977.

YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M.; SIQUERI, F.V. Doenças da soja. **Boletim de pesquisa de soja**, p. 180-222, 2009.

ZAWOZNIK, M.S.; AMENEIROS, M.; BENAVIDES, M.P.; VÁZQUEZ, S.; GROPPA, M.D. Response to saline stress and aquaporin expression in *Azospirillum*-inoculated barley seedlings. **Applied Microbiology Biotechnology**, v.90, n.4, p.1389- 1397, 2011.

ZHANG, F.; GE, H.; ZHANG, F.; GUO, N.; WANG, Y.; CHEN, L.; JI, X.; LI, C. Biocontrol potential of *Trichoderma harzianum* isolate T-aloe against *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.100, p.64-74, 2016.