

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

THALIA KARISE BROCH

**RESÍDUO DE UVA E *Pochonia chlamydosporia* NO MANEJO DE
RIZOCTONIOSE NA CULTURA DA BETERRABA, EM CASA DE
VEGETAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

THALIA KARISE BROCH

**RESÍDUO DE UVA E *Pochonia chlamydosporia* NO MANEJO DE
RIZOCTONIOSE NA CULTURA DA BETERRABA, EM CASA DE
VEGETAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PATO BRANCO
2021**

THALIA KARISE BROCH

**RESÍDUO DE UVA E *Pochonia chlamydosporia* NO MANEJO DE
RIZOCTONIOSE NA CULTURA DA BETERRABA, EM CASA DE
VEGETAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Rosangela Dallemole Giaretta

Coorientador: Prof. Dr. Idalmir dos Santos

PATO BRANCO

2021

BROCH, Thalia Karise

Resíduo de uva e *Pochonia chlamydosporia* no manejo de rizoctoniose na cultura da beterraba, em casa de vegetação /Thalia Karise Broch.

Pato Branco. UTFPR, 2021

44 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof^a. Dr^a. Rosangela Dallemole Giaretta

Coorientador: Prof. Dr. Idalmir dos Santos

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2021.

Bibliografia: f. 46 – 48

1. Agronomia. 2. Fitopatologia 3. Fungos fitopatogênicos 4. Resíduos orgânicos 5. Fungos nematófagos. I. GIARETTA, Rosangela Dallemole, orient. II. SANTOS, Idalmir dos, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.

CDD: 630



TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

Resíduo de uva e *Pochonia chlamydosporia* no manejo de rizoctoniose na cultura da beterraba, em casa de vegetação

Por

Thalia Karise Broch

Monografia defendida em sessão pública às 13 horas 30 min. do dia 09 de abril de 2021 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos Membros abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o Trabalho de Conclusão de Curso, em sua forma final, pela Coordenação do Curso de Agronomia foi considerado APROVADA.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Betania Brum de Bortolli - UTFPR *Campus* Pato Branco -

Prof. Dr. Idalmir dos Santos - UTFPR *Campus* Pato Branco

Prof^a. Dr^a. Rosangela Dallemole Giaretta - UTFPR *Campus* Pato Branco -
Orientadora

Prof. Dr. Jorge Jamhour - Professor responsável TCC 2

A “Ata de Defesa” e o decorrente “Termo de Aprovação” encontram-se assinados e devidamente depositados no SEI-UTFPR da Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR *Campus* Pato Branco, após a entrega da versão corrigida do trabalho, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico primeiramente a Deus, que me proporcionou muita força e determinação para alcançar esse momento, também aos meus pais, por todo apoio e esforço para a realização desse sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela sabedoria e me ajudou a superar dificuldades e chegar até esse momento e também aos meus pais Daltair Luiz Broch e Wanda Rogelia Broch, por me apoiarem em todas as minhas decisões, por todo suporte, carinho, dedicação e viverem esse sonho comigo, assim sendo possível concluir essa etapa.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *Campus Pato Branco* por ter me acolhido durante esses anos. Também aos amigos e colegas que fiz durante a graduação que me auxiliaram a tornar essa jornada mais leve e proveitosa. Aos meus professores, os quais, sempre tiveram paciência e dedicação ao ensinar, contribuindo para a minha formação profissional e colega de profissão.

Agradeço a UTFPR pela concessão da bolsa de Iniciação Científica (IC), cujo trabalho serviu de subsídio para o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

A minha orientadora Rosangela Dallemole Giaretta, que me acolheu desde o IC e aceitou participar desse trabalho, esteve sempre disponível e atenciosa para auxiliar nas dúvidas, pelo tempo dedicado e pelo conhecimento compartilhado durante esses anos.

Aos membros da banca, Betania Brum de Bortolli e Idalmir dos Santos, por aceitarem participar do trabalho, pelo tempo dedicado na leitura do TCC e por todas as contribuições. Ao professor responsável pelo TCC 2, Jorge Jamhour, pelo tempo fornecido para suprir as dúvidas e auxiliar na realização do TCC.

A todos vocês meu eterno agradecimento!

Os nossos pais amam-nos porque somos seus filhos, é um fato inalterável. Nos momentos de sucesso, isso pode parecer irrelevante, mas nas ocasiões de fracasso, oferecem um consolo e uma segurança que não se encontram em qualquer outro lugar, Bertrand Russel.

RESUMO

BROCH, Thalia Karise. Resíduo de uva e *Pochonia chlamydosporia* no manejo de rizoctoniose na cultura da beterraba, em casa de vegetação. 44 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

O fungo *Rhizoctonia solani* é um patógeno cosmopolita, o qual pode ocasionar o tombamento de plântulas de pré e pós-emergência. O controle biológico e a adição de compostos orgânicos ao solo, e a associação de ambos são algumas alternativas para o controle desta doença. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito de diferentes períodos de incubação ao solo de *Pochonia chlamydosporia* (Pc 13), resíduo de uva (RU) e a associação Pc 13 + RU antes da semeadura da beterraba e, o efeito da dose 30 g kg⁻¹ do antagonista *P. chlamydosporia* ao solo, associado ou não com o resíduo de uva, no controle do tombamento de plântulas desta cultura causado pelo fungo *R. solani*, em casa de vegetação. Os tratamentos testados foram: Testemunha (*R. solani*), *P. chlamydosporia* + *R. solani* (Pc 13), resíduo de uva + *R. solani* (RU) e *P. chlamydosporia* + Resíduo de uva + *R. solani* (Pc 13 + RU). Primeiramente o solo foi infestado com o fungo *R. solani* que permaneceu cinco dias. Após foram adicionados os respectivos tratamentos, os quais permaneceram incubados por 14 e 21 dias antes da semeadura, e 10 dias no experimento contendo a dose 30 g kg⁻¹ de Pc. Posteriormente, o solo foi colocado em vasos de 250 g e, os experimentos foram montados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições. Em seguida realizou-se a semeadura das sementes de beterraba (cultivo I). Avaliaram-se a emergência e o tombamento das plântulas por 21 dias. Após o término das avaliações foi realizada uma segunda semeadura (cultivo II) e, realizaram as mesmas avaliações. Os tratamentos Pc 13 e Pc + RU apresentaram a melhor emergência das plântulas de beterraba, quando os tratamentos ficaram incubados por 14 e 21 dias, antes da semeadura, nos cultivos I e II. Para a variável tombamento de plântulas, apenas no cultivo I, o tratamento Pc 13, aos 14 e 21 dias de incubação apresentou a melhor controle da doença. O aumento da quantidade de inóculo de *P. chlamydosporia*, e incubado ao solo por 10 dias antes da semeadura não aumentou a eficiência do controle do tombamento das plântulas.

Palavras-chave: Fungos fitopatogênicos. Resíduos orgânicos. Fungos nematófagos.

ABSTRACT

BROCH, Thalia Karise. Grape residue and *Pochonia chlamydosporia* in the management of rhizoctoniosis in the culture of beet, in greenhouse. 44 f. TCC (Course of Agronomy) – Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

The fungus *Rhizoctonia solani* is a cosmopolitan pathogen, which can cause *damping-off* pre and post emergence seedlings. The biological control and the addition of organic compounds to the soil, and the association of both are some alternatives for the control of this disease. The objectives of this work were to evaluate the effect of different incubation periods on the soil of *Pochonia chlamydosporia* (Pc 13), grape residue (GR) and the association Pc 13 + GR before beet sowing and, the effect of the dose 30 g kg⁻¹ of the antagonist *P. chlamydosporia* to the soil, associated or not with grape residue, in the control of the *damping-off* this culture caused by the fungus *R. solani*, in a greenhouse. The treatments tested were: Control (*R. solani*), *P. chlamydosporia* + *R. solani* (Pc 13), grape residue + *R. solani* (GR) and *P. chlamydosporia* + grape residue + *R. solani* (Pc 13 + GR). First, the soil was infested with the fungus *R. solani*, which remained for five days. After the respective treatments were added, which remained incubated for 14 and 21 days before sowing, and 10 days in the experiment containing the dose 30 g kg⁻¹ of Pc. Subsequently, the soil was placed in 250 g pots and the experiment was set up in a completely randomized design (CRD), with five replications. Then beet seeds were sown (cultivation I). Seedling emergence and *damping-off* was evaluated for 21 days. After the end of the evaluations, a second sowing (cultivation II) was carried out, and the same evaluations were carried out. The treatments Pc 13 and Pc + GR showed the best emergence of beet seedlings, when the treatments were incubated for 14 and 21 days, before sowing in crops I and II. For the seedling *damping-off* variable, only in culture I, the Pc 13 treatment, at 14 and 21 days of incubation, presented the best disease control. The increase in the amount of *P. chlamydosporia* inoculum, and incubated in the soil for 10 days before sowing, did not increase the efficiency of the control of seedling *damping-off*.

Keywords: Phytopathogenic fungi. Wastes organic. Nematophagous fungi.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – (A) Colônias de *Pochonia chlamydosporia* (Pc 13) e (B) de *Rhizoctonia solani*, respectivamente, previamente crescidas por 21 e 15 dias, em meio de cultivo batata-dextrose-ágar (BDA).....25
- Figura 2 – *Pochonia chlamydosporia* (Pc 13) crescido em substrato de grãos de arroz, mantido em câmara de crescimento a 25 °C.....26
- Figura 3 – Substrato de grãos de arroz colonizado pelo fungo *Rhizoctonia solani* com 15 dias de idade.....26
- Figura 4 – Grãos de arroz colonizados por *Pochonia chlamydosporia* com 21 dias de idade, colocados em bandejas plásticas para secagem do substrato.....27
- Figura 5 – Sacos plásticos contendo solo infestado com *Rhizoctonia solani* e os respectivos tratamentos.....28
- Figura 6 – Tombamento das plântulas de beterraba pelo fungo *Rhizoctonia solani*.....29

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Porcentagem de emergência de plântulas de beterraba após a semeadura em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubados por 14 e 21 dias (Cultivo I e II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021..... 31
- Tabela 2 – Porcentagem de tombamento de plântulas de beterraba após a semeadura em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubados por 14 dias (Cultivo I) e 21 dias (Cultivo I e II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021..... 33
- Tabela 3 – Graus de liberdade (GL), valor estatística (H) e P-valor dos dados submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, quando não apresentaram diferença significativa, da variável tombamento de plântulas de beterraba em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubadas por 14 dias (Cultivo II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021..... 33
- Tabela 4 – Porcentagem de emergência de plântulas de beterraba após a semeadura em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição da dose 30 g kg⁻¹ de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubadas por 10 dias (Cultivo I e II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021..... 36
- Tabela 5 – Graus de liberdade (GL), valor estatística (H) e P-valor dos dados submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, quando não apresentaram diferença significativa, da variável tombamento de plântulas de beterraba em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição da dose 30 g kg⁻¹ de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubadas por 10 dias (Cultivo I e II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021..... 37

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
IAC	Instituto Agrônômico
IBEAS	Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais
IC	Iniciação Científica
PR	Unidade da Federação – Paraná
UTFPR	Universidade Tecnológica Federa do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

a.C	Antes de Cristo
atm	Pressão atmosférica
BDA	Batata – dextrose – ágar
cm	Centímetro
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
ed.	Edição
<i>et al.</i>	Citação ou menção de um texto que tenha autoria de mais de três pessoas
f. sp.	<i>formae speciales</i>
g	Grama
GL	Graus de liberdade
H	Valor estatística
kg	Quilograma
ml	Mililitro
mm	Milímetro
n.	Número
ns	Não significativo
°C	Graus Celsius
p.	Página
Pc	<i>Pochonia chlamydosporia</i>
RU	Resíduo de uva
sin.	Sinonímia
sp.	Espécie
SSIV	Subproduto sólido da indústria vinícola
ue	Unidade experimental
v.	Volume
Ltda	Limitada

LISTA DE SÍMBOLOS

/	Divisão
±	Mais ou menos
%	Porcentual
*	Significativo a 5% de probabilidade de erro
+	Somatório
&	Substituí a conjunção aditiva “e”

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 Cultura da beterraba.....	18
3.2 <i>Rhizoctonia solani</i> e controle.....	19
3.3 <i>Pochonia chlamydosporia</i>	21
3.4 Adição de compostos orgânicos.....	22
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 Inóculo de <i>Pochonia chlamydosporia</i> e <i>Rhizoctonia solani</i>	25
4.2 Obtenção do resíduo de uva.....	27
4.3 Implantação dos experimentos em casa de vegetação.....	27
4.4 Avaliação de diferentes períodos de incubação de <i>Pochonia chlamydosporia</i> ao solo antes da semeadura, associado ou não ao resíduo de uva no controle do tombamento de plântulas.....	28
4.5 Avaliação de <i>Pochonia chlamydosporia</i> , na dose de 30 g kg ⁻¹ de solo associado ou não ao resíduo de uva no controle do tombamento de plântulas.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
5.1 Avaliação de diferentes períodos de incubação de <i>Pochonia chlamydosporia</i> ao solo antes da semeadura, associado ou não ao resíduo de uva no controle do tombamento de plântulas.....	31
5.2 Avaliação de <i>Pochonia chlamydosporia</i> , na dose de 30 g kg ⁻¹ de solo associado ou não ao resíduo de uva no controle do tombamento de plântulas.....	36
6 CONCLUSÕES.....	38
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A cultura da beterraba (*Beta vulgaris* L.) é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil, com diversos biótipos, sendo três deles com importância econômica, que são: a beterraba açucareira, a forrageira e a hortícola. Esta cultura pode ser atacada por diversas doenças, entre elas, o tombamento de plântulas causado pelo fungo *Rhizoctonia solani* Kuhn (TIVELLI *et al.*, 2011).

Este patógeno é um fungo cosmopolita, habitante de solo com muitos biótipos que diferem quanto à patogenicidade, ataca uma ampla gama de hospedeiros, e sobrevive saprofiticamente na matéria orgânica e, por meio de estruturas de resistência, denominadas escleródios (CASTRO, 2007). Os sintomas desta doença podem ocorrer em pré-emergência e pós-emergência.

Em pré-emergência, causa falhas na germinação e, em pós-emergência, os sintomas são observados na região do colo nas plântulas com o aparecimento de manchas encharcadas, que com o tempo vão evoluindo para lesões profundas, ocasionando estrangulação do hipocótilo, levando ao tombamento e, posteriormente, morte da plântula (AGRIOS, 2005).

O controle biológico pode ser uma das alternativas para o manejo desta doença. Um antagonista que vem sendo estudado no manejo de patógenos habitantes de solo é o fungo *Pochonia chlamydosporia* Zare & Gams (sin. *Verticillium chlamydosporium*) (HAQUE *et al.*, 1996; SIDDIQUI; SHAUKAT, 2003; PÓLIPPO, 2017; BROCH, 2018), embora, a maioria dos estudos seja direcionado ao controle de fitonematoides (GIARETTA, 2008; PODESTÁ, 2015; PASQUA, 2017; COUTINHO, 2018).

Alguns estudos, apesar antigos, também já demonstram o efeito positivo de *P. chlamydosporia*, visando o controle de doenças causadas pelos patógenos *R. solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* (HAQUE *et al.*, 1994; HAQUE *et al.*, 1996; SIDDIQUI; SHAUKAT, 2003). Mais recentemente Pólippo (2017), também observou que *P. chlamydosporia* associados ou não ao resíduo de uva controlou o tombamento de plântulas em beterraba, causado pelo fungo *R. solani* e potencializou a emergência das plântulas.

Outra tática de controle de patógenos habitantes de solo é a adição de compostos orgânicos ao solo, os quais podem atuar diretamente por meio da liberação de compostos fitoquímicos durante o processo de decomposição e/ou aumentar os antagonistas autóctones no solo (HOITINK; STONE; GREBUS, 1996).

Os subprodutos da indústria de vinho têm potencial no controle de doenças causadas por patógenos habitantes de solo, pois são ricos em compostos fenólicos, antocianinas, catequinas, licopeno e antioxidantes (REINER *et al.*, 2016) e, desempenham função na defesa das plantas (PASQUA, 2017).

Por exemplo, Kavroulakis *et al.* (2005) constataram que a aplicação ao solo de bagaço de uva e torta de azeitonas controlou a doença, causado pelo patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, em tomateiro. Reiner *et al.* (2016) observaram um efeito nematicida do extrato aquoso do subproduto sólido da indústria vinícola (SSIV) sobre a eclosão e mortalidade de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica*, *in vitro*. Pasqua (2017) também observou um efeito supressivo contra este fitoparasita, em casa de vegetação, ao testar a associação de *P. chlamydosporia* e SSIV. E, Broch (2018) também ao testar a associação de *P. chlamydosporia* e SSIV, observou um efeito supressivo contra o patógeno *R. solani*, em condições campo.

Apesar do potencial de uso deste agente de biocontrole no manejo de doenças causadas por *R. solani*, ainda necessita-se ajustar tempos de incubação do fungo *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduos orgânicos ao solo, antes da semeadura da cultura, visando melhorar a eficiência de controle das doenças causadas por este patógeno.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o efeito de diferentes períodos de incubação do antagonista *P. chlamydosporia* ao solo, associado ou não com o resíduo de uva no controle do tombamento de plântulas de beterraba causado pelo fungo *R. solani*, em casa de vegetação.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar os períodos de 14 e 21 dias de incubação no solo de *P. chlamydosporia*, associados ou não ao resíduo de uva, antes da semeadura da beterraba, no controle do tombamento de plântulas de beterraba causado pelo fungo *R. solani*; e

Avaliar o efeito da dose 30 g kg⁻¹ de *P. chlamydosporia*, associados ou não com o resíduo de uva com 10 dias de incubação no solo, antes da semeadura da beterraba, no controle do tombamento de plântulas de beterraba causado pelo fungo *R. solani*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CULTURA DA BETERRABA

A beterraba é uma hortaliça da família Amaranthaceae, originária no sul e leste da Europa e norte da África pertencente à família Chenopodiaceae (TIVELLI *et al.*, 2011). A utilização da beterraba de raiz branca é relatada na Sicília no ano de 1000 a. C., e na Grécia, há relatos de presença desde do ano de 425 a. C., na forma primitiva *Beta vulgaris perennis*, que se derivou a beterraba cultivada atualmente (TIVELLI *et al.*, 2011).

A beterraba é uma planta bienal, cultivada como anual. Esta espécie apresenta uma raiz aprumada e pode penetrar profundamente no solo, tornando-se tuberosa e de consistência carnuda por ação de câmbios concêntricos e acúmulo de açúcar no parênquima de reserva (ALMEIDA, 2006). Existem três biótipos de significância econômica, que são: a beterraba açucareira, a forrageira (para alimentação animal) e a hortícola ou de mesa (para consumo humano) (TIVELLI *et al.*, 2011).

No Brasil, o cultivo de cultivares de mesa intensificou-se com a imigração europeia e asiática, mas ainda é produzida em pequena escala, quando comparado com a produção global da beterraba sacarina e forrageira. O teor de sacarose da beterraba sacarina é de 20%, enquanto da beterraba de mesa é de 6% (TIVELLI *et al.*, 2011).

A coloração da beterraba é em decorrência da presença de betalaínas, produtos naturais provenientes do metabolismo secundário e são pigmentos hidrossolúveis, divididos em: betacianinas (cor vermelho violeta) e betaxantinas (amarelo-laranja), e foram um dos primeiros corantes naturais a serem utilizados pela indústria alimentícia e também como antioxidantes dietéticos, devido à capacidade de sequestrar radicais livres (TIVELLI *et al.*, 2011).

Para passar da fase vegetativa para reprodutiva e produzir, as raízes tuberosas de beterraba, necessitam de estação fria e/ou em regiões com clima tropical de altitude. Praticamente todas as cultivares de beterraba, cultivadas no

Brasil têm origem norte-americana com raiz tuberosa com formato globular, do grupo Wonder (PAULA JUNIOR; VENZON, 2007). Por outro lado, as temperaturas elevadas tendem a reduzir a concentração de pigmentos e a intensidade da cor.

Esta cultura, prefere solos de textura média, bem drenados e frescos, por facilitar a emergência das plântulas. Já, os solos arenosos favorecem a precocidade, e os de textura pesadas provocam deformações nas raízes (ALMEIDA, 2006).

A beterraba pode ser implantada pela semeadura direta e também é a única hortaliça tuberosa que permite o transplântio. O uso de sementes monogérmicas, comparado as multigérmicas, permite semeadura mais precisa, e são colocadas a 1-2 cm de profundidade, tanto em semeadura direta quanto em bandeja (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2007). No sistema de plantio por mudas, devem ser transplantadas cerca de 20 a 30 dias após a semeadura, com 10 a 15 cm de altura (TIVELLI *et al.*, 2011).

O espaçamento influencia na produção aérea e no crescimento das raízes tuberosas, recomendando-se com isso, um espaçamento entre linhas de 10 a 15 cm em canteiros. O maior desenvolvimento ocorre até os 80 dias após a semeadura, e a parte aérea e raízes continuam até o final do ciclo (ALMEIDA, 2006).

Na cultura da beterraba existem diversas doenças que podem causar prejuízos, dependendo da época e da intensidade da doença. As principais causadoras de danos são a mancha das folhas (*Cercospora beticola*) e o fungo causador de tombamento de plântulas (*Rhizoctonia solani*). A mancha das folhas promove a destruição quase total do limbo foliar, em condições de altas temperaturas e umidade relativa, e o tombamento de plântulas leva à redução de estande pelo ataque do fungo *R. solani* na base da plântula por, ocorrer na fase inicial da cultura, levando a uma baixa produtividade (TIVELLI *et al.*, 2011).

3.2 RHIZOCTONIA SOLANI E CONTROLE

O fungo *R. solani* pertence a ordem Cantharellales e, a fase sexual, corresponde ao basidiomiceto *Thanatephorus cucumeris*. Este patógeno não produz esporos durante a fase assexuada, as hifas são bem desenvolvidas, com septos

transversais evidentes, e ramificam-se formando um ângulo reto com relação à hifa de origem. O micélio é inicialmente hialino e evolui para marrom claro. Este patógeno também produz escleródios, que são formados pelo micélio e atuam como estrutura de resistência, com formato irregular, escuros e germinam produzindo hifas (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

Este patógeno é um fungo cosmopolita, com ampla gama de hospedeiros, causando importantes doenças nas plantas cultivadas em nível global. Algumas condições ambientais favorecem o desenvolvimento do fungo, predominando em regiões que apresentam temperaturas elevadas (15 – 20 °C) e chuvas frequentes com alta umidade relativa do ar (95%) (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

O fungo *R. solani* sobrevive saprofiticamente na matéria orgânica, e/ou o inóculo sobrevive na forma de estrutura de resistência, denominada escleródios e a disseminação ocorre pela água da chuva e/ou irrigação, implementos agrícolas, material propagativo e sementes contaminadas. Este patógeno causa tombamento de plântulas (*damping-off*), podridões de raiz, caule ou tronco (KIMATI *et al.*, 1997).

Os sintomas de *damping-off* se manifestam em pré e pós-emergência. Em pré-emergência, as sementes podem apodrecer e morrer antes da emergência. O tegumento está amolecido e com água no interior dos tecidos, favorece o ataque do patógeno, causando falhas de germinação (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

Em pós-emergência, os sintomas são facilmente observados próximos à superfície do solo. Inicialmente ocorre o aparecimento, sobre o tecido jovem do caule, pontos que apresentam-se encharcados, que com o tempo vão evoluindo para lesões profundas, ocasionando estrangulação do hipocótilo, levando ao tombamento e, posteriormente, morte da plântula (AGRIOS, 2005).

A principal dificuldade em controlar doenças causadas por patógenos habitantes de solo, deve-se ao fato de não serem detectadas antes de ocorrer perdas. O controle biológico é uma das alternativas de manejo pela incorporação de antagonistas. Um antagonista que vem sendo estudado no manejo de patógenos habitantes de solo é o fungo *Pochonia chlamydosporia* Zare & Gams (sin. *Verticillium chlamydosporium*), embora a maioria dos estudos seja direcionado ao

controle de fitonematoides (GIARETTA, 2008; PODESTÁ, 2015; PASQUA, 2017; COUTINHO, 2018).

Outra tática de controle de patógenos habitantes de solo é a adição de compostos orgânicos ao solo, os quais podem atuar diretamente por meio da liberação de compostos fitoquímicos durante o processo de decomposição e/ou aumentar os antagonistas autóctones no solo (HOITINK; STONE; GREBUS, 1996).

3.3 *POCHONIA CHLAMYDOSPORIA*

O fungo *P. chlamydosporia* é uma espécie de grande importância na agricultura, por ser um parasita facultativo de ovos e fêmeas de nematoides formadores de galhas (SILVA, 2015). As vantagens deste antagonista são a capacidade de se estabelecer no solo, produzir clamidósporos, que são estruturas de resistência, colonizar raízes e promover o desenvolvimento das plantas (NASU, 2013).

Este agente de biocontrole também apresenta grande potencial no manejo de outros patógenos habitantes de solo. Em um estudo realizado por Haque *et al.* (1994), *in vitro*, e em condições de campo, ao adicionarem o fungo *P. chlamydosporia* ao solo, visando o controle das doenças causadas pelos patógenos *R. solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum*, constataram que este agente de biocontrole reduziu eficientemente a podridão radicular no grão-de-bico, girassol, quiabo, soja e feijão causados por esses patógenos.

Em um outro estudo conduzido por Haque *et al.* (1996), em casa de vegetação, ao testarem *P. chlamydosporia* associado com algas marinhas e/ou pó de *Datura stramonium* e isoladamente, no manejo contra os fitopatógenos *R. solani* e *F. solani* constataram-se que todos os tratamentos tiveram resultados satisfatórios contra os patógenos.

Também Siddiqui e Shaukat (2003) avaliaram em condições de campo, a eficiência de *P. chlamydosporia* e *Pseudomonas aeruginosa*, associados e isoladamente no manejo de doenças causados pelos patógenos *M. phaseolina*, *F. oxysporum*, *F. solani* e *R. solani* em plântulas de tomate e, observaram que todos os

tratamentos testados controlaram as doenças, principalmente quando os agentes de biocontrole foram utilizados em associação.

Pólippo (2017), também ao avaliar diferentes isolados de *P. chlamydosporia*, associados ou não ao resíduo de uva, no controle do tombamento de plântulas de beterraba também observou que o isolado Pc 13 de *P. chlamydosporia* reduziu significativamente o tombamento das plântulas de beterraba causado pelo patógeno *R. solani*, em casa de vegetação.

Segundo Siddiqui e Shaukat (2003), o modo de ação de *P. chlamydosporia* contra fungos habitantes de solo possivelmente seja devido à produção de compostos antifúngicos e, além da produção de fitoalexinas em resposta ao ataque do patógeno.

3.4 ADIÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

O uso da matéria orgânica em sistemas agrícolas é uma atividade que vem sendo desempenhada há séculos por produtores que manipulam a ecologia do solo, através da adição de compostos orgânicos, como restos de vegetais e esterco, que melhoram a estruturação, aeração e drenagem do solo, além de disponibilizar nutrientes e favorecer a microbiologia do solo (VISCONTI, 2008).

A geração de resíduos sólidos, mundialmente cresce a cada dia, em relação de quantidade por indivíduo e no total gerado pela população (ZAPAROLI; BARROS, 2016). No Brasil, dos bilhões de toneladas de resíduos que são gerados anualmente, parte são utilizados em sistemas agrícolas, aplicados sobre o solo, mas parte são descartadas, como lixo, que poderiam ser utilizados como fontes de carbono e reciclados para a agricultura (VISCONTI, 2008).

Estes resíduos são utilizados com finalidade de melhorar a qualidade do solo. Existe uma ampla variedade de compostos, desde esterco de animais, compostos de lixo urbano, restos de plantas, entre outros, os quais são ricos em carbonos, que são fontes de energias para os microrganismos (VISCONTI, 2008). Além disso, esses atuam na capacidade de elevar a troca de cátions, na maior agregação das partículas do solo, diminuindo a erosão: aumentam a capacidade de

retenção de água, disponibilidade de nutrientes e poder tampão (ZAPAROLI; BARROS, 2016).

O princípio que rege o uso de matéria orgânica no controle de fitopatógenos habitantes do solo consiste em criar um ambiente impróprio para o patógeno (VISCANTI, 2008). Os mecanismos de supressividade são devido a antibiose, a competição, o parasitismo e a predação, promovido pelos microrganismos, além da ação de características abióticas, como compostos indutores de resistência, textura do solo, macro e micronutrientes, pH, condutividade e a umidade (VISCANTI, 2008).

Os subprodutos da indústria de vinho, têm potencial de uso, visto que, são ricos em compostos fenólicos, como o ácido gálico, vanílico, cafeico, cumárico, ferúlico, trans-resveratrol, além de antocianinas, catequinas, licopeno e substâncias antioxidantes, os quais são responsáveis pelo efeito de supressão contra fitopatógenos de solo (REINER *et al.*, 2016) e desempenham função na defesa das plantas (PASQUA, 2017).

Em um estudo, realizado por Kavroulakis *et al.* (2005), ao inocularem as raízes de tomateiros com o patógeno *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* e testarem o efeito da mistura de compostos de resíduo de bagaço de uva e torta de azeitonas incorporadas ao solo, no controle da doença, os autores observaram que o fungo foi incapaz de colonizar as raízes das plantas cultivadas na mistura de bagaço de uva e torta de azeitona. Segundo os autores isso ocorreu, pois tal fato desencadeou respostas de defesa na planta prevenindo o surgimento da doença, e a mistura apresentou efeito de supressão sobre o patógeno.

Apesar de ambos manejos biológico e cultural, quando utilizados isoladamente possuem potencial de uso contra o fungo patogênico *R. solani*, a associação de ambos pode promover um efeito sinérgico, melhorando os modos de ação, pois, o fungo *P. chlamydosporia* possui crescimento lento em relação ao patógeno.

Neste sentido, em um estudo visando testar a associação e incorporação ao solo de *P. chlamydosporia* e o subproduto sólido da indústria vinícola no manejo do fitonematoide *M. javanica*, observou-se que a associação do fungo com o resíduo de uva ocorreu sinérgico no controle do fitonematoide e

estimulou o desenvolvimento vegetativo dos tomateiros, quando comparado com o tratamento contendo apenas o fungo *P. chlamydosporia* (PASQUA, 2017).

Pólippo (2017) também ao avaliar diferentes isolados de *P. chlamydosporia* associados ou não ao resíduo de uva no controle da Rizoctoniose em beterraba, observou que ocorreu a supressão da Rizoctoniose devido a produção antifúngica da *P. chlamydosporia*, combinado aos compostos voláteis do subproduto vinícola, comprovado nos testes, *in vitro*, e em casa de vegetação.

Com isso, apesar dessas táticas de controle apresentarem potencial de controle da doença, ainda há necessidade de elucidar o tempo de incubação de *P. chlamydosporia* associado ou não com o resíduo de uva *no solo* antes da semeadura da cultura, visando um máximo controle da doença.

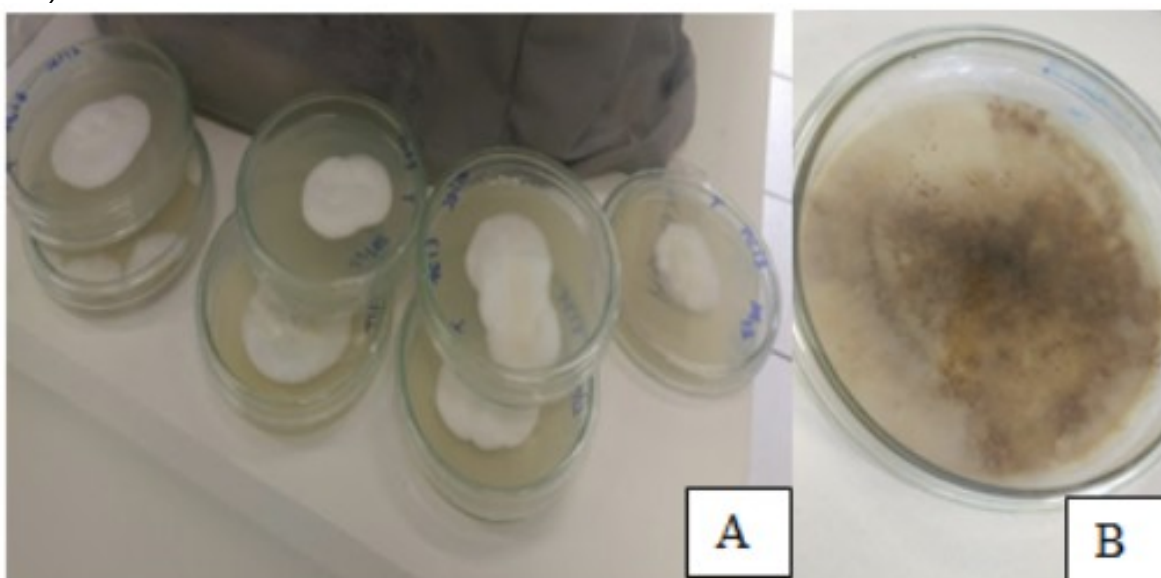
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 INÓCULO DE *POCHONIA CHLAMYDOSPORIA* E *RHIZOCTONIA SOLANI*

Os fungos utilizados para este estudo foram obtidos da micoteca do laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da UTFPR, *Campus Pato Branco* (Figura 1).

Para a produção de inóculo de ambos os isolados fúngicos foram colocados em sacos plásticos transparentes 200 g de grãos de arroz e 100 ml de água destilada e, posteriormente, autoclavados por 30 minutos a 1 atm e 120 °C. Em seguida, em câmara de fluxo laminar foram colocados separadamente em cada saco de substrato, três discos de meio de cultivo contendo micélio do isolado de *P. chlamydosporia* (Pc 13) e de *R. solani* (Figura 1). Posteriormente, os sacos foram fechados e armazenados em câmara de crescimento a 25 °C por 21 e 15 dias respectivamente (Figuras 2 e 3).

Figura 1 – (A) Colônias de *Pochonia chlamydosporia* (Pc 13) e (B) de *Rhizoctonia solani*, respectivamente, previamente crescidas por 21 e 15 dias, em meio de cultivo batata-dextrose-ágar (BDA).



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 2 – *Pochonia chlamydosporia* (Pc 13) crescido em substrato de grãos de arroz, mantido em câmara de crescimento a 25 °C.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Após o crescimento dos fungos *P. chlamydosporia* e *R. solani* no substrato, estes foram retirados dos sacos plásticos, colocados separadamente em bandejas plásticas, previamente desinfestadas com álcool 70% e deixadas por sete dias em temperatura ambiente ± 30 °C para a secagem. Decorrido este período, os substratos com os fungos *P. chlamydosporia* (Figura 4) e *R. solani* foram triturados em liquidificador, por um período de 2 minutos na velocidade 1 e armazenados em frascos claros sobre refrigeração e no escuro, até a utilização.

Figura 3 – Substrato de grãos de arroz colonizado pelo fungo *Rhizoctonia solani* com 15 dias de idade.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 4 – Grãos de arroz colonizados por *Pochonia chlamydosporia* com 21 dias de idade, colocados em bandejas plásticas para secagem do substrato.



Legenda/fonte: Autoria própria, 2019.

4.2 OBTENÇÃO DO RESÍDUO DE UVA

O subproduto sólido da indústria vinícola utilizado neste estudo foi obtido do processo de produção de vinho, logo após a separação do suco das uvas das variedades “Niágara Branca” e “Niágara Rosada” de produtores de uva do município de Mariópolis, Paraná, Brasil e foi seco ao sol, posteriormente moído em triturador forrageiro com peneira de 3 mm e armazenado em sacos plásticos de cor preta na geladeira até a utilização.

4.3 IMPLANTAÇÃO DOS EXPERIMENTOS EM CASA DE VEGETAÇÃO

O estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco. Nestes experimentos testaram diferentes períodos de incubação (14 e 21 dias) de *P. chlamydosporia* associado ou não ao resíduo de uva solo antes da semeadura e, a dose de 30 g kg⁻¹ de *P. chlamydosporia* associados ou não ao resíduo de uva. Os tratamentos testados nos estudos foram: Testemunha (*R. solani*), Pc 13 (*R. solani* + *P. chlamydosporia* 13), RU (*R. solani* + Resíduo de uva) e Pc 13 + RU (*R. solani* + *P. chlamydosporia* 13 + Resíduo de uva). Os experimentos

foram conduzidos em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições.

4.4 AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PERÍODOS DE INCUBAÇÃO DE *POCHONIA CHLAMYDOSPORIA* AO SOLO ANTES DA SEMEADURA, ASSOCIADO OU NÃO AO RESÍDUO DE UVA NO CONTROLE DO TOMBAMENTO DE PLÂNTULAS

Para a realização deste estudo foram colocados 5.200 kg de solo em sacos plásticos escuros. Em seguida infestou-se o solo com 10 g kg⁻¹ de solo com o patógeno *R. solani* e adicionou-se água (umedecido aproximadamente na capacidade de campo) e, após cinco dias adicionaram-se 25 g kg⁻¹ de solo do antagonista *P. chlamydosporia* e/ou 30 g kg⁻¹ solo de resíduo de uva no mesmo dia, nos respectivos tratamentos. Após, umedeceu-se o solo e manteve-se os sacos fechados por 14 e 21 dias para o estabelecimento do fungo *P. chlamydosporia* antes da semeadura (Figura 5).

Após 14 e 21 dias da incubação dos respectivos tratamentos ao solo, estes foram colocados em vasos (aproximadamente 250 g) e realizou-se a semeadura com 10 sementes de beterraba “Katrina” em cada vaso. Avaliou-se a emergência e o tombamento das plântulas de beterraba por 21 dias.

Figura 5 – Sacos plásticos contendo solo infestado com *Rhizoctonia solani* e os respectivos tratamentos.



Fonte: Autoria própria, 2019.

4.5 AVALIAÇÃO DE *POCHONIA CHLAMYDOSPORIA*, NA DOSE DE 30 G KG⁻¹ DE SOLO ASSOCIADO OU NÃO AO RESÍDUO DE UVA NO CONTROLE DO TOMBAMENTO DE PLÂNTULAS

Neste estudo testou-se a dose de 30 g kg⁻¹ de solo do inóculo de *P. chlamydosporia* e/ou 30 g kg⁻¹ solo de resíduo de uva e foram adicionados ao solo no mesmo dia, nos respectivos tratamentos. Os procedimentos metodológicos foram semelhantes ao experimento anterior, com algumas modificações, porém, o tempo de incubação de *P. chlamydosporia* e do resíduo de uva no solo, até a semeadura da beterraba foi de 10 dias.

Posteriormente, os respectivos tratamentos foram colocados em vasos (aproximadamente 250 g) e realizou-se a semeadura com 10 sementes de beterraba “Katrina” em cada vaso. Avaliou-se a emergência e o tombamento (Figura 6) das plântulas de beterraba por 21 dias.

Após o término das avaliações de todos os experimentos foram retiradas as plântulas de beterraba que restaram, e realizou-se uma segunda semeadura nos vasos e, as avaliações foram às mesmas descritas anteriormente.

Figura 6 – Tombamento das plântulas de beterraba pelo fungo *Rhizoctonia solani*.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Todos os dados obtidos foram transformados para arco seno raiz quadrada, e a variável tombamento de plântulas do experimento 21 dias de incubação (cultivo 1) foi transformada para X^2+k . Após os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando significativos, os dados foram submetidos à

comparação de médias por meio do teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Os dados das variáveis emergência (experimento item 4.5, cultivo I) e tombamento aos (experimento 14 dias de incubação de *P. chlamydosporia*, cultivo I) e (experimento item 4.5, cultivo I e II) que não atenderam os pressupostos da ANOVA foram submetidos ao teste não paramétrico (Kruskal-Wallis).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PERÍODOS DE INCUBAÇÃO DE *POCHONIA CHLAMYDOSPORIA* AO SOLO ANTES DA SEMEADURA, ASSOCIADO OU NÃO AO RESÍDUO DE UVA NO CONTROLE DO TOMBAMENTO DE PLÂNTULAS

Para a variável emergência, aos 14 dias após a incubação dos tratamentos (Pc 13, RU, Pc 13 + RU) ao solo, antes da semeadura da beterraba (cultivo I) não houve diferença significativa entre os tratamentos testados. No entanto, no segundo cultivo, o tratamento Pc 13 apresentou a melhor emergência das plântulas de beterraba, seguidos dos tratamentos Pc 13 + RU (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de emergência de plântulas de beterraba após a semeadura em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubados por 14 e 21 dias (Cultivo I e II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Tratamentos	Experimento 14 dias de incubação		Experimento 21 dias de incubação	
	-----Emergência % -----			
	Cultivo I	Cultivo II	Cultivo I	Cultivo II
Testemunha	50,00 ^{1 ns}	6,00 ^{2*} c	16,00* c	28,00* c
Pc 13	82,00	96,00 a	92,00 a	98,00 a
RU	88,00	34,00 c	66,00 b	82,00 b
Pc 13 + RU	66,00	62,00 b	80,00 ab	96,00 a
C.V. (%)	28,57	35,67	24,29	7,86

^{*}Significativo a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

¹Médias originais. ²Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

E, aos 21 dias de incubação dos respectivos tratamentos ao solo, observou-se diferença significativa entre os tratamentos testados, no (cultivo I). O melhor tratamento foi o Pc 13, não diferindo estatisticamente do tratamento Pc 13 + RU. O tratamento RU diferiu do tratamento testemunha, porém não diferiu estatisticamente do tratamento Pc 13 + RU (Tabela 1). No segundo cultivo, também os tratamentos Pc 13 e Pc 13 + RU, apresentaram a melhor emergência das plântulas de beterraba, seguido do tratamento RU (Tabela 1).

Ao analisar todos os resultados (cultivo I e II), no geral, a melhor emergência das plântulas de beterraba foi observada no tratamento Pc 13, principalmente quando este tratamento permaneceu um período maior de tempo de incubação no solo antes da semeadura da beterraba, comprovando com isso que houve um melhor estabelecimento do antagonista no solo.

O efeito de *P. chlamydosporia* sobre a emergência de plântulas também foi observada em um estudo conduzido por Zavala-Gonzalez *et al.* (2015), neste estudo os autores verificaram, *in vitro*, que o fungo *P. chlamydosporia* promoveu a emergência e o crescimento de plantas de tomate, quando as sementes desta cultura foram inoculadas com este antagonista. Segundo esses autores, isso ocorreu pois o antagonista produz ácido indol acético (IAA) e aumenta a solubilização de fosfato mineral para as plantas.

Isso, também deve ter ocorrido neste estudo, visto que, os tratamentos contendo o fungo *P. chlamydosporia* também apresentaram uma maior emergência das plântulas de beterraba. Isso faz com que haja um rápido desenvolvimento das plantas, diminuindo com isso, o tempo de contato da semente com o patógeno, cuja medida de controle é importante contra patógenos habitantes de solo (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

Também ao analisar a associação Pc 13 + RU, aos 14 e 21 dias de incubação deste tratamento ao solo, antes da semeadura da beterraba, observou-se que, no geral no cultivo I e II, houve uma maior emergência das plântulas, em relação ao tratamento contendo apenas o RU. O fungo Pc 13, potencializou a ação no controle da doença.

O resíduo de uva contém compostos fenólicos, ácido gálico, vanílico, cafeico, cumárico, ferúlico, trans-resveratrol, além de antocianinas, catequinas, licopeno e substâncias antioxidantes, os quais são responsáveis pelo efeito de supressão contra fitopatógenos de solo (REINER *et al.*, 2016). Tais compostos devem ter afetado tanto o patógeno e o antagonista (14 dias de incubação, cultivo II e 21 dias de incubação, cultivo I), por apresentarem uma menor emergência em relação ao tratamento Pc 13. Com um período de incubação maior antes da semeadura, o fungo *P. chlamydosporia* 13 utilizou o resíduo de uva para crescer (21 dias de incubação, cultivo I e II) (Tabela 1).

Tais resultados são similares aos obtidos no estudo realizado por Pólippo (2017). A autora ao testar a dose 60 g kg⁻¹ de inóculo do fungo *P.*

chlamydosporia (Pc) associado ou não ao subproduto sólido da indústria vinícola (SSIV), incorporados ao solo, visando o controle da *R. solani*, em casa de vegetação observou uma emergência de 100% das plântulas de beterraba no tratamento Pc 13, e na associação de Pc 13 + SSIV.

Neste estudo também foi possível observar um controle da doença, nas plântulas de beterraba em pós emergência. Ao analisar a variável tombamento de plântulas (cultivo I), aos 14 dias de incubação dos tratamentos ao solo, antes da semeadura das semente de beterraba, observou-se que o tratamento Pc 13 apresentou o melhor controle da doença, por apresentar uma maior redução do tombamento das plântulas de beterraba. Os demais tratamentos não diferiram do tratamento testemunha (Tabela 2). No segundo cultivo, não houve diferença significativa entre os tratamentos testados (Tabela 3).

Tabela 2 – Porcentagem de tombamento de plântulas de beterraba após a semeadura em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubados por 14 dias (Cultivo I) e 21 dias (Cultivo I e II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Tratamentos	Experimento 14 dias de incubação	Experimento 21 dias de incubação	
	-----Tombamento % (dias)-----		
	Cultivo I	Cultivo I	Cultivo II
Testemunha	100,00 ^{1*} ² b	100,00* c	71,67 ^{ns}
Pc 13	26,67 a	38,95 a	43,56
RU	81,78 b	86,31 b	69,50
Pc 13 + RU	83,00 b	71,50 b	57,50
C.V. (%)	24,08	36,71	41,89

^{*}Significativo a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro. ¹Médias originais. ²Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3 – Graus de liberdade (GL), valor estatística (H) e P-valor dos dados submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, quando não apresentaram diferença significativa, da variável tombamento de plântulas de beterraba em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubadas por 14 dias (Cultivo II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Experimento 14 dias de incubação – Cultivo II		
GL	H	P-valor
3	2,546	0,467 ^{ns}

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

E, quando os tratamentos permaneceram por 21 dias incubados ao solo, antes da semeadura da beterraba (cultivo I) observou-se que o tratamento Pc 13 novamente apresentou o melhor controle do tombamento das plântulas de beterraba. No segundo cultivo, não houve diferença significativa entre os tratamentos testados (Tabela 2).

Ao analisar tais resultados, aos 14 e 21 dias de incubação dos tratamentos ao solo, antes da semeadura, no cultivo I, o tratamento Pc 13 foi mais eficiente na diminuição do tombamento das plântulas de beterraba. O efeito do fungo *P. chlamydosporia*, contra patógenos habitantes do solo, como observado neste estudo, também já foram documentados em outros estudos.

Por exemplo, Siddiqui e Shaukat (2003) ao testarem este agente de biocontrole no controle das doenças causados pelos fungos habitantes de solo *M. phaseolina*, *F. oxysporum*, *F. solani* e *R. solani* observaram um controle da doença acima de 66% em plântulas de tomate, em condições de campo. Segundo estes autores, o modo de ação do antagonista contra patógenos habitantes de solo, possivelmente seja devido a produção de compostos antifúngicos e de fitoalexinas, o que possivelmente também deve ter ocorrido neste estudo.

No entanto, ao observar os dados obtidos no segundo cultivo, não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao número de plântulas tombadas.

Resultados similares, também foram observados em outro estudo realizado por Broch (2018). Ao avaliar o efeito da *P. chlamydosporia* associado ou não ao resíduo de uva em plântulas de beterraba no controle do patógeno *R. solani* em campo, observou na segunda semeadura, também aos 21 dias de avaliação, a diminuição da eficiência no controle do tombamento das plântulas. Segundo a autora, possivelmente com o passar do tempo ocorra uma diminuição do antagonista no solo, o que deve ter ocorrido neste estudo. No entanto, novos estudos devem ser realizados para testar tal hipótese.

Ao analisar o tratamento RU aos 14 e 21 dias de incubação ao solo, (cultivo I), este tratamento foi menos eficiente no controle da doença em relação ao tratamento contendo apenas o fungo Pc 13, e no cultivo II, não teve diferença significativa entre os tratamentos testados. Possivelmente isso ocorreu devido um efeito de lixiviação dos compostos fitoquímicos presentes no resíduo de uva. No entanto, tal hipótese deve ser confirmada, por meio de outros estudos (Tabela 2).

Além do que, este resíduo necessita de um período maior de incubação ao solo para ter um resultado eficiente no controle da doença, como observado no experimento aos 21 dias de incubação ao solo, no cultivo I.

Quando analisou-se a associação de Pc 13 + RU, no cultivo I, aos 21 dias de incubação deste tratamento ao solo, observou-se que o controle da doença foi igual ao tratamento contendo apenas o RU (Tabela 2). Esse menor controle da doença, possivelmente pode ter ocorrido devido redução da população do fungo *P. chlamydosporia* no solo, causada pelos compostos fitoquímicos no resíduo de uva como também observado por Pasqua (2017).

Esta autora ao testar, *in vitro*, o efeito do extrato aquoso (5, 10 e 15%), e dos compostos voláteis do resíduo de uva (0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 g), no desenvolvimento do fungo *P. chlamydosporia*, verificou que todas as concentrações testadas do extrato aquoso reduziram o diâmetro micelial e o número de conídios deste agente de biocontrole. E, os compostos voláteis de todas as concentrações testadas, também reduziram o crescimento micelial do fungo.

Tal fato, também pode ter ocorrido, neste estudo, devido ao efeito direto dos compostos químicos do resíduo de uva (compostos fenólicos ácido gálico, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido cumárico e o trans-resveratro) e seus compostos voláteis (REINER *et al.*, 2016), visto que, o ácido gálico e cafeico já foram relatados com ação antifúngica contra o patógeno habitante de solo *Fusarium solani* (NGUYEN *et al.*, 2013). Apesar de neste estudo não ter sido observado o efeito sobre a *R. solani*, quando o período de incubação ao solo foi de apenas 14 dias, por não diferir do tratamento testemunha.

Portanto, caso se deseje utilizar este agente de biocontrole, associado ao resíduo de uva, é necessário deixar um período de tempo maior e/ou aplicar antes o resíduo de uva e, posteriormente, o antagonista, a fim, de minimizar os efeitos negativos dos compostos fitoquímicos presentes no resíduo de uva, no estabelecimento inicial do fungo *P. chlamydosporia* ao solo.

Além do que, possivelmente no campo, poderá haver um melhor controle da doença, em função da densidade de inóculo do patógeno presente no solo, visto que, neste estudo foi utilizada uma quantidade de *R. solani* alta e, mesmo assim, no geral houve uma boa emergência das plântulas de beterraba, de todos os tratamentos testados em relação a testemunha. Isso demonstra que é viável a

utilização deste antagonista na mistura com resíduos orgânicos, o que é comumente utilizado nos cultivos de hortaliças.

5.2 AVALIAÇÃO DE *POCHONIA CHLAMYDOSPORIA*, NA DOSE DE 30 G KG⁻¹ DE SOLO ASSOCIADO OU NÃO AO RESÍDUO DE UVA NO CONTROLE DO TOMBAMENTO DE PLÂNTULAS

Neste estudo quando utilizou a dose 30 g kg⁻¹ solo de *P. chlamydosporia* e/ou resíduo de uva por 10 dias de incubação ao solo, antes da semeadura, observou-se (cultivo I), para a variável emergência, que todos os tratamentos foram iguais e diferiram em relação ao tratamento testemunha. Já, no segundo cultivo, para a mesma variável, o melhor tratamento foi Pc 13 + RU e não diferiu estatisticamente do tratamento Pc 13, seguidos do tratamento RU, em relação ao tratamento testemunha (Tabela 4).

Para a variável tombamento das plântulas de beterraba (cultivo I e II), não houve diferença significativa entre os tratamentos testados (Tabela 5).

Tabela 4 – Porcentagem de emergência de plântulas de beterraba após a semeadura em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição da dose 30 g kg⁻¹ de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubadas por 10 dias (Cultivo I e II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Tratamentos	Experimento 30 g kg ⁻¹	
	Emergência	
	Cultivo I	Cultivo II
Testemunha	18,00 ¹ * b	3 ^{**} c
Pc 13	64,00 a	12,7 ab
RU	54,00 a	9,6 b
Pc 13 + RU	84,00 a	16,7 a
C.V. (%)	39,48	P-valor: 0,0019

¹Significativo a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro. ¹ Médias originais. ²Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

^{**} Dados submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e comparação múltipla de Rank. Postos médios não seguidos por mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade de erro.

Com isso, neste estudo foi possível observar que mesmo aumentando a quantidade de inóculo do antagonista no solo (30 g kg⁻¹ de solo), se o período de incubação ao solo do antagonista, antes da semeadura for curto, não há um controle eficiente no tombamento de plântulas de beterraba.

Tabela 5 – Graus de liberdade (GL), valor estatística (H) e P-valor dos dados submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, quando não apresentaram diferença significativa, da variável tombamento de plântulas de beterraba em solo infestado com *Rhizoctonia solani* e adição da dose 30 g kg⁻¹ de *P. chlamydosporia*, associado ou não com resíduo de uva e incubadas por 10 dias (Cultivo I e II). UTFPR, Pato Branco - PR, 2021.

Experimento 30 g kg⁻¹		
	Cultivo I	Cultivo II
GL	3	3
H	4,025	2,807
P-valor	0,259 ^{ns}	0,422 ^{ns}

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

6 CONCLUSÕES

A incubação dos tratamentos Pc 13 e Pc 13 + RU ao solo aos 14 dias, antes da semeadura de beterraba, no cultivo II, aumenta a emergência das plântulas.

A incubação dos tratamentos Pc 13 e Pc 13 + RU ao solo aos 21 dias antes da semeadura de beterraba, no cultivo I e II, aumenta a emergência das plântulas.

A incubação do tratamento Pc 13 ao solo, por 14 dias e os tratamentos Pc 13, RU e Pc 13 + RU por 21 dias antes da semeadura da beterraba, no cultivo I, diminui o tombamento das plântulas de beterraba causada pelo patógeno *R. solani*;

A incubação dos tratamentos (Pc 13, RU e Pc 13 + RU) ao solo, por 14 e 21 dias antes da semeadura de beterraba, em segundo cultivo, não controla o tombamento das plântulas.

O aumento da quantidade de inóculo de *P. chlamydosporia*, e incubados ao solo por 10 dias antes da semeadura não aumenta a eficiência do controle do tombamento das plântulas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É viável a utilização do antagonista *P. chlamydosporia* na mistura com resíduo de uva, por ser uma maneira simples e relativamente barata. Além disso, pode oferecer mais uma alternativa no manejo do controle das doenças causada pelo patógeno *R. solani* com a utilização de produtos biológicos e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, George N. **Plant Pathology**. 5. ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2005. 922 p. ISBN 978-0-08-047378-9.
- ALMEIDA, Domingos Paulo Ferreira. **Manual de culturas hortícolas**. Lisboa: Editorial Presença, 2006. 360 p. v. 1.
- AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando. **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4. ed. São Paulo: Agronômica CERES Ltda, 2011. 704 p. v. 1. ISBN 978-85-318-0052-8.
- BROCH, Thalia Karise. **Pochonia chlamydosporia e resíduo de uva no manejo da Rizoctoniose na cultura da beterraba em condições de campo**. Programa de Iniciação Científica. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018. Acesso em: 10 fev. 2021.
- CASTRO, Carla Vanessa Borges. **Caracterização morfológica e molecular de isolados de Rhizoctonia solani Kuhn**. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal Tropical) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61106/1/carla-castro.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.
- COUTINHO, Raul Rodrigues. **Pochonia chlamydosporia: controle de Meloidogyne javanica em soja, associação com culturas de cobertura e interação com bactérias fixadoras de nitrogênio e com o pH do solo**. 2018. 91 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/27443>. Acesso em: 19 abr. 2021
- GIARETTA, Rosangela Dallemole. **Isolamento, identificação e avaliação de Pochonia chlamydosporia no controle de Meloidogyne javanica e na promoção de crescimento de tomateiro**. 2008. 97 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/1012>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- HAQUE, Syed Ehteshamul; ABID, Muhammad; SULTANA, Viqar; ARA, Jehan; GHAFAR, Abdul. **Use of organic amendments on the efficacy of biocontrol agentes in the control of root rot and root knot disease complex of okra**. Nematologia Mediterranea. v. 24, n. 1, p. 13–16, 1996. Disponível em: <http://journals.fcla.edu/nemamedi/article/view/63287/60955>. Acesso em: 13 mar. 2020.
- HAQUE, Syed Ehteshamul; ZAKI, Muhammad Javed; GHAFAR, Abdul; ABID, Muhammad. **Use of Verticillium chlamydosporium in the control of root rot disease of chickpea**. Pakistan Journal of Botany. n. 26, p. 229–233, 1994. Disponível em: [http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/26\(2\)/PJB26\(2\)05.pdf](http://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/26(2)/PJB26(2)05.pdf). Acesso em: 13 mar. 2020.
- HOITINK, Harry; STONE, Alexandra; GREBUS, Marcella. **Suppression of plant diseases by composts**. The Science of Composting. p. 373–381, 1996. ISBN 978-94-009-1569-5. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-009-1569-5_35. Acesso em: 14 mar. 2020.

PAULA JUNIOR, Trazilbo José de; VENZON, Madelaine. **101 Culturas: Manual de tecnologia agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 800 p. ISBN 85-99764-04-7.

KAVROULAKIS, Nektarios; EHALIOTIS, Constantinos; NTOUGIAS, Spyridon; ZERVAKIS, Georgios; PAPADOPOULOU, Kalliope. **Local and systemic resistance against fungal pathogens of tomato plants elicited by a compost derived from agricultural residues**. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. v. 66, p. 163–174, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885576505001153>. Acesso em: 20 set. 2020.

KIMATI, Hiroski; AMORIM, Lilian; BERGAMIN FILHO, Armando; CAMARGO, Luis Eduardo Aranha; REZENDE, Jorge Alberto Marques. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivares**. 4. ed. São Paulo: Agronômica CERES Ltda, 1997. 706 p. ISBN 85-318-0008-0.

NASU, Érica das Graças Carvalho. **Tratamento de sementes de soja e algodão com *Pochonia chlamydosporia* no controle de *Meloidogyne incognita* e histopatologia da inteiração tritrófica**. 2013. 102 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2013. Disponível em: <https://locus.ufv.br//handle/123456789/27437>. Acesso em: 13 abr. 2021.

NGUYEN, Dang-Minh-Chanh; SEO, Dong-Jun; LEE, Hyang-Burm; KIM, In-Seon; KIM, Kil-Yong; PARK, Ro-Dong; JUNG, Woo-Jin. **Antifungal activity of gallic acid purified from *Terminalia nigrovenulosa* bark against *Fusarium solani***. *Microbial Pathogenesis*. v. 56, p. 8–15, 2013. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez48.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0882401013000028?via%3Dihub>. Acesso em: 14 mar. 2021.

PASQUA, Sandra Dalla. **Associação de *Pochonia chlamydosporia* e subproduto sólido da indústria vinícola no controle de *Meloidogyne javanica***. 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2355/1/PB_PPGAG_M_Dalla%20Pasqua%2C%20Sandra_2017.pdf. Acesso em: 13 jan. 2021.

PODESTÁ, Guilherme Silva de. **Interação entre *Pochonia chlamydosporia* e rizobactérias no controle de *Meloidogyne javanica***. 2015. 73 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em: <https://locus.ufv.br//handle/123456789/6316>. Acesso em: 19 abr. 2021.

PÓLIPPO, Danielli. **Avaliação de *Pochonia chlamydosporia* associado ou não com resíduo de uva no manejo da Rizoctoniose**. Programa de Iniciação Científica. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017. Acesso em: 13 mar. 2020

REINER, Driéli Aparecida; GIARETTA, Rosangela Dallemole; SANTOS, Idalmir dos; OLDONI, Tatiane Luiza Cadorin; LOPES, Everaldo Antônio; CHIARANI, Alana. **Efeito nematicida de um subproduto da indústria vinícola em *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood**. *Ciência e Técnica Vitivinícola*. v. 31, n. 1, p. 24–30, 2016. Disponível em: <https://www.ctv-jve-journal.org/articles/ctv/pdf/2016/01/ctv20163101p24.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SIDDIQUI, Intiaz Ahmad; SHAUKAT, Syed Shahid. **Combination of *Pseudomonas aeruginosa* and *Pochonia chlamydosporia* for control of root-infecting fungi in tomato.** v. 151, n. 4, p. 215–222, 2003. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1439-0434.2003.00708.x>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SILVA, Silas Dutra. **Avaliação da patogenicidade de isolados de *Pochonia chlamydosporia* e *Purpureocillium lilacinum* sobre ovos de *Meloidogyne enterolobii*.** 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Brasília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/18577>. Acesso em: 15 mar. 2020.

TIVELLI, Sebastião Wilson; FACTOR, Thiago Leandro; TERAMOTO, Juliana Rolim Salomé; FABRI, Eliane Gomes; MORAES, Andrea Rocha Almeida de; TRANI, Paulo Espíndola; MAY, André. **Beterraba: do plantio à comercialização.** Campinas: Instituto Agrônomo - IAC, 2011. 51 p.

VISCONTI, Alexandre. **Fontes de matéria orgânica para inibição de fitopatógenos habitantes do solo.** 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/97215>. Acesso em: 15 mar. 2020.

ZAPAROLI, Murilo Rezende; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Viabilidade do uso de resíduos orgânicos na agricultura como composto para melhoria de sua gestão mediante agregação de valor.** In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2016. Campina Grande: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2016. p. 9. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/III-040.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

ZAVALA-GONZALEZ, Ernesto Alejandro; ESCUDERO, Nuria; LOPEZ-MOYA, Frederico; ARANDA-MARTINEZ, Almudena; EXPOSITO, Alejandro; RICAÑO-RODRÍGUEZ, Jorge; NARANJO-ORTIZ, Miguel; RAMÍREZ-LEPE, Mario; LOPEZ-LLORCA, Luis. **Some isolates of the nematophagous fungus *Pochonia chlamydosporia* promote root growth and reduce flowering time of tomato.** Annals of Applied Biology. v. 166, p. 472–483, 2015. Disponível em: <https://doi.org.ez48.periodicos.capes.gov.br/10.1111/aab.12199>. Acesso em: 6 mar. 2021.