



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS PATO BRANCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



CLAUDIA MANTELI

**EFEITO DO CHORUME DE SUÍNOS E DO pH DO SOLO SOBRE O  
TOMBAMENTO DE PEPINO CAUSADO POR *Pythium* sp.**

DISSERTAÇÃO

PATO BRANCO  
2010

CLAUDIA MANTELI

**EFEITO DO CHORUME DE SUÍNOS E DO pH DO SOLO SOBRE O  
TOMBAMENTO DE PEPINO CAUSADO POR *Pythium* sp.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Dr. Idalmir dos Santos  
Co-Orientador: Dr. Luís César Cassol

PATO BRANCO

2010

M292e

**Manteli, Claudia**

**Efeito do chorume de suínos e do pH do solo sobre o tombamento de pepino causado por *Pythium* sp. / Claudia Manteli.**

**Pato Branco. UTFPR, 2010**

**XI, 71 f.: il. ; 30 cm**

**Orientador: Prof. Dr. Idalmir dos Santos**

**Co-orientador: Prof. Dr. Luís César Cassol**

**Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**

**Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco, 2010.**

**Bibliografia: f. 64 - 71**

**1. Chorume de suínos. 2. *Pythium* sp. I. Santos, Idalmir dos, orient. II. Cassol, Luís César, co-orient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**

**Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.**

**CDD: 630**

Ficha Catalográfica elaborada por  
Cleide Bezerra CRB 19ª /770  
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Pato Branco  
Gerência de Ensino e Pesquisa  
**Programa de Pós-Graduação em Agronomia**



## TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n°

**EFEITO DO CHORUME DE SUÍNOS E DO pH DO SOLO SOBRE O  
TOMBAMENTO DE PEPINO CAUSADO POR *Pythium* sp.**

por

CLAUDIA MANTELI

Dissertação apresentada às 13 horas 30 min. do dia 26 de maio de 2010 como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, Linha de Pesquisa – Sistemas de Produção Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Banca examinadora:

---

**Prof. Dr. Luís César Cassol**  
UTFPR

---

**Prof. Dr.<sup>a</sup> Rosangela Dallemole  
Giaretta**  
UNICENTRO

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Nilvania Aparecida de  
Mello**  
UTFPR

---

**Prof. Dr. Idalmir dos Santos**  
UTFPR  
Orientador

Visto da Coordenação:

---

**Prof. Dr. Idemir Citadin**  
Coordenador do PPGA

Dedico ao inesquecível e muito amado Anderson Benetti (*in  
memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço os meus queridos professores, orientadores e amigos Dr. Idalmir dos Santos e Dr. Luís César Cassol, pela paciência, pelo apoio, pela insistência, pela orientação no desenvolvimento dos trabalhos e, principalmente, por não desistirem de mim e não me deixarem desistir.

Minha gratidão especial às minhas amigas Emanuelle Cavazzini Magiero e Joice Mari Assmann e ao meu amigo Ederson Griz. Pelo aconchego da amizade nos momentos que mais precisei de vocês e em todos que já vivemos e viveremos.

As minhas grandes amigas Izabel Bortese, Marilete Chiarelotto, Luciana Krug, Queli Peruzzolo, Roseneide Tomazele, Linei Benin e Daniele Galvan, pelo apoio, conselhos e verdadeira amizade. Especialmente à minha amiga Eli Danielle Marchesan, de quem além da amizade, neste período, ganhei hospedagem e aprendi com sua grande simplicidade.

Aos amigos acadêmicos de Agronomia Daniel Heck, Dalmo Ortolan, Luciane Balsan, Kelly Pazzolini, Camila Bortolini e Adauto Cruz Souza e aos colegas de profissão e mestrado Rubia Cristiani Camochena, Claudia Guginski, Renata Mocelin, Gustavo Malagi. A todos, obrigada pela ajuda na realização dos trabalhos, pela amizade e companheirismo durante estes anos.

Aos colegas de mestrado Douglas, Jonas, Cristiane, Silvia, Salete, Nelson, Hoilson e Gilberto pelo companheirismo e coleguismo durante estes anos.

Ao meu amigo Rudinei Batistela, pela amizade, compreensão e momentos vividos durante este período.

Um agradecimento especial aos Senhores Sérgio e Otávio, por sua dedicação em seu árduo trabalho na execução e condução dos experimentos.

A querida professora Dr<sup>a</sup> Tangriani, pelas dicas e ajuda na elaboração das análises estatísticas e incentivo durante todo o mestrado.

As instituições Casa Familiar Rural de Coronel Vivida, Casa Familiar Rural de Pato Branco e a Prefeitura Municipal de Marmeleiro, nas quais trabalhei durante este período e, contudo, me possibilitaram a continuidade no Programa de Pós Graduação.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade da realização do curso. Ao Laboratório de Solos IAPAR/UTFPR, Pato Branco e a todos seus funcionários, pela realização das análises. À todos os membros integrantes do

Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGA), agradeço pela troca de conhecimentos, companheirismo e amizade.

À minha família, pelo apoio durante mais este período da minha vida.

E, finalmente à Deus, pela minha vida, por nunca ter me deixado perder a fé durante minha caminhada.

Nada sei dessa vida. Vivo sem saber. Nunca soube. Nada saberei.  
Sigo sem saber. Vou errando enquanto o tempo me deixar (Paula  
Toller e George Israel).



## RESUMO

MANTELI, Claudia. Efeito do chorume de suínos e do pH do solo sobre o tombamento de pepino causado por *Pythium* sp. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2010.

Entre os fitopatógenos habitantes do solo, o *Pythium* sp. é um dos mais agressivos e de difícil controle e acomete diversas culturas comerciais. Na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.) causa podridão de colo e conseqüente tombamento de plântulas. O controle deste fitopatógeno é baseado em alternativas culturais, por o tratamento químico de sementes não ser efetivo. A adição de compostos orgânicos promove alterações químicas, físicas e biológicas no solo e alterações nutricionais nas plantas. O chorume de suínos apresenta-se como uma alternativa de controle deste fitopatógeno, devido a sua disponibilidade e ao seu potencial nutricional. No entanto, o pH do solo influencia na liberação de diferentes compostos pelo chorume de suínos e, conseqüentemente, na sua ação sobre os patógenos. Para o gênero *Pythium*, não existem relatos de utilização de chorume de suínos como alternativa de controle aplicado em diferentes níveis de pH do solo. Este trabalho avaliou o efeito da aplicação de chorume de suínos em solo com diferentes níveis de pH, sobre o controle da doença, sobre o desenvolvimento do fitopatógeno e sua influência nas características químicas e biológicas do solo. Três diferentes situações foram testadas, sendo em todas mantidas a aplicação de 0, 5, 10 e 15% de chorume. Em experimentos com arranjo inteiramente casualizado. Em placas de Petry, avaliou-se a aplicação dos volumes de chorume de suínos em solo com pH 4,8, 6,3 e 8,4, com 1, 2 e 3 dias de incubação sobre o crescimento micelial do *Pythium* sp. No solo com pH 8,4 o crescimento das colônias foi superior em todos os períodos testados, e em solo pH 4,8 e 6,3 com até dois dias de desenvolvimento, as colônias tiveram um crescimento micelial inibido. Em experimentos inteiramente casualizado, com incubação hermética dos mesmos volumes de chorume de suínos, por quatro dias em solo com pH 4,8, 6,3 e 8,4, obteve-se menor índice de tombamento de plantas no solo pH 4,8. Em outra situação, avaliou-se em experimentos com blocos ao acaso o efeito de diferentes volumes de chorume de suínos sobre o tombamento de plantas de pepino em vasos. A aplicação deste em solo com dois diferentes níveis de pH (pH 4,8 e 6,3), revelou menor número de plantas de pepino tombadas no solo com pH 4,8. Em todas as situações o efeito fungitóxico dos ácidos graxos voláteis, liberados pelo chorume de suínos, quando aplicado em solo com maior nível de acidez, foi apontado como a principal causa da obtenção destes resultados.

**Palavras-chave:** patógenos veiculados ao solo, ácidos graxos voláteis.

## ABSTRACT

MANTELI, Claudia. Effect of the swine manure and soil pH on the damping-off cucumber caused by *Pythium* sp. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Área de Concentração: Produção vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2010.

Among the soilborne plant pathogens, the *Pythium* sp. is one of the most aggressive and difficult to control and affects several crops. In the culture of cucumber (*Cucumis sativus* L.) causes collar rot and subsequent damping-off. Control of this pathogen is based on cultural alternatives for the chemical treatment of seed not be effective. The addition of organic compounds promotes chemical changes in soil physical and biological and nutritional changes in plants. The swine manure is presented as an alternative to control this pathogen due to its availability and its nutritional potential. However, soil pH influences the release of different compounds by swine manure and consequently in its action on pathogens. For the genus *Pythium*, there are no reports of use of swine manure as an alternative control applied at different levels of soil pH. This study evaluated the effect of swine manure in soil with different pH levels on disease control on the development of the pathogen and its influence on chemical and biological soil. Three different situations were tested, and all maintained in the application of 0, 5, 10 and 15% manure. In experiments with randomized arrangement. In Petry plates, evaluated the implementation of the volumes of swine manure in soil with pH 4.8, 6.3 and 8.4, 1, 2 and 3 days of incubation on the mycelial growth of *Pythium* sp. In soil with pH 8.4 the growth of colonies was higher in all periods tested, and soil pH 4.8 and 6.3 with up to two days of development, the colonies had inhibited growth. In randomized experiments, with incubation hermetic same volumes of swine manure, for four days in soil with pH 4.8, 6.3 and 8.4, we obtained a smaller rate of damping of plants in soil pH 4.8. In another situation, it was evaluated in experiments with randomized block the effect of different amounts of swine manure on the registration of cucumber plants in pots. The application of soil with two different pH levels (pH 4.8 and 6.3) revealed a lower number of cucumber plants having fallen to the ground with pH 4.8. In all cases, the antifungal effect of volatile fatty acids, released by swine manure, when applied to soil with higher acidity level, he was appointed as the main cause of getting these results.

**Keywords:** soil-borne pathogens, volatile fatty acids.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Montagem do experimento de avaliação de desenvolvimento das colônias de *Pythium* sp. A) Montagem do experimento. B) Placas prontas para incubação. ....32
- Figura 2 – Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 24 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por um dia em atmosfera com níveis crescentes de chorume de suínos, aplicado em solos com diferentes níveis de pH. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....38
- Figura 3 – Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 48 horas após o plaqueamento de discos miceliais, incubados por um dia em atmosfera de níveis crescentes de chorume de suínos (média de três pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....39
- Figura 4 - Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 24 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por dois dias em atmosfera com níveis crescentes de chorume de suínos aplicado em solos com diferentes níveis de pH. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....40
- Figura 5 - Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 48 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por dois dias em atmosfera de níveis crescentes de chorume de suínos (média de três pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....41
- Figura 6 - Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 24 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por três dias em atmosfera de níveis crescentes de chorume de suínos, aplicado em solos com diferentes níveis de pH. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....41
- Figura 7 - Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 48 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por três dias em atmosfera de níveis crescentes de chorume de suínos, aplicado em solos com diferentes níveis de pH. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....42
- Figura 8 – Emergência de plântulas de pepino cultivadas em solo com diferentes níveis de pH em água, infestado com *Pythium* sp., 18 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....45
- Figura 9 – Respiração microbiana do solo, aos 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....47
- Figura 10 – Fósforo (P) em solo com dois níveis de pH, 36 dias após a aplicação superficial de diferentes níveis crescentes de chorume de suínos, cultivado com plantas de pepino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....48
- Figura 11 – Potássio (K) no solo 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos, cultivado com plantas de pepino (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....49

Figura 12 – Cobre (Cu) no solo, 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos cultivado com plantas de pepino (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....	50
Figura 13 – Zinco (Zn) no solo 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos, cultivado com plantas de pepino (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....	51
Figura 14 – Emergência de plântulas de pepino, cultivadas em solo com dois níveis de pH, infestado com <i>Pythium</i> sp., com a incorporação de níveis crescentes de chorume de suínos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....	53
Figura 15 – Tombamento de plântulas de pepino, causado por <i>Pythium</i> sp., aos 18 dias, cultivadas em solo com incorporação de diferentes volumes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....	54
Figura 16 - Respiração microbiana do solo, infestado com <i>Pythium</i> sp, 18 dias após a incorporação de níveis crescentes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus, Pato Branco, 2010.....	55
Figura 17 – Emergência de plântulas de pepino cultivadas em solos, infestado com <i>Pythium</i> sp., incubado hermeticamente por quatro dias com níveis crescentes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....	56
Figura 18 – Tombamento de plântulas de pepino, causado por <i>Pythium</i> sp., aos 18 dias, cultivadas em solos com diferentes níveis de pH, incubados hermeticamente por quatro dias com níveis crescentes de chorume de suínos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....	57
Figura 19 – Tombamento de plântulas de pepino, causado por <i>Pythium</i> sp., aos 36 dias, cultivadas em solo incubado hermeticamente por quatro dias com níveis crescentes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....	58
Figura 20 – Emergência de plântulas de pepino, cultivadas em solo infestado com <i>Pythium</i> sp., incubado hermeticamente por quatro dias com níveis crescentes de chorume de suínos (média de três pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....	60
Figura 21 – Tombamento de plântulas de pepino causado por <i>Pythium</i> sp., aos 18 dias, cultivadas em solos com diferentes níveis de pH, incubado hermeticamente por quatro dias, com níveis crescentes de chorume de suínos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....	61

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Atributos químicos do chorume de suínos incubado ao solo. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....30
- Tabela 2. Características químicas do solo antes do início do experimento. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....31
- Tabela 3 – Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp., 48 horas após o plaqueamento dos discos miceliais, submetidos à incubação por um e dois dias, com níveis crescentes de chorume de suínos, em solos com diferentes níveis de pH (média de quatro volumes de chorume de suínos). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....38
- Tabela 4 - Tombamento de plântulas de pepino, causado por *Pythium* sp., cultivadas em solo com dois níveis de pH em água, com a aplicação superficial níveis crescentes de chorume de suínos (média de quatro volumes de chorume de suínos). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010. ....44
- Tabela 5 – pH do solo aos 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos (média de quatro volumes de chorume de suínos). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....51
- Tabela 6 - Tombamento de plântulas de pepino, causado por *Pythium* sp., cultivadas em solo com dois níveis de pH, em função da incorporação de níveis crescentes de chorume de suínos (média de quatro volumes). UTFPR, Campus, Pato Branco, 2010.....53
- Tabela 7 - Respiração microbiana de solo ( $\text{mgCO}_2\text{m}^{-2}$ ), infestado com *Pythium* sp., com dois diferentes níveis de pH, aos 18 dias após a incorporação de níveis crescentes de chorume de suínos (média de quatro volumes). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....54
- Tabela 8 – Emergência de plântulas de pepino cultivadas em solos com diferentes níveis de pH, infestado com *Pythium* sp., incubado hermeticamente por quatro dias com chorume de suínos (média de quatro volumes). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.....60

## LISTA DE SIGLAS

CS	Chorume de suínos
DAA	Dias após a aplicação do chorume de suínos
pH	Potencial hidrogeniônico
PRNT	Poder Reativo de Neutralização Total
SMP	Método de análise e correção de acidez do solo
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal

## LISTA DE ABREVIATURAS

atm                    Unidade de medida de pressão atmosférica

## LISTA DE ACRÔNIMOS

IAPAR Instituto Agronômico do Paraná



## LISTA DE SÍMBOLOS

$r^2$	Coeficiente de determinação ajustado
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
%	Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
1.3 EMBASAMENTO TEÓRICO .....	19
1.3.1 <i>Pythium</i> : Etiologia e Epidemiologia .....	19
1.3.2 Utilização de Compostos Orgânicos no Controle de Patógenos de Solo.....	22
1.3.3 Utilização de Chorume de Suínos na Agricultura .....	25
1.3.3.1 Utilização do chorume de suínos como fertilizante.....	25
1.3.3.2 Uso do chorume de suínos no controle de fitopatógenos.....	27
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>30</b>
2.1 ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DO CHORUME DE SUÍNOS .....	30
2.2 OBTENÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DO INÓCULO DE <i>Pythium</i> sp.....	30
2.3 OBTENÇÃO DO SOLO COM DIFERENTES VALORES DE pH.....	31
2.4 EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO DO CHORUME DE SUÍNOS SOBRE O desenvolvimento de colônias DE <i>Pythium</i> sp.....	32
2.5 EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO DO CHORUME DE SUÍNOS NO TOMBAMENTO DE PLÂNTULAS DE PEPINO CAUSADO POR <i>Pythium</i> sp. ....	33
2.6 EXPERIMENTO 3: AVALIAÇÃO DO POSSÍVEL EFEITO DOS GASES DO CHORUME DE SUÍNOS NO CONTROLE DE <i>Pythium</i> sp. ....	34
2.7 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO pH, FERTILIDADE E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO .....	35
2.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	35
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>37</b>
3.1 EFEITO POTENCIAL DO CHORUME DE SUÍNOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE <i>Pythium</i> sp.....	37
3.2 EFEITO DA APLICAÇÃO DO CHORUME DE SUÍNOS SOBRE O TOMBAMENTO DE PLÂNTULAS DE PEPINO CAUSADO POR <i>Pythium</i> sp.....	44
3.2.1 Efeito da Aplicação Superficial do Chorume de Suínos .....	44
3.2.2 Efeito da Incorporação do Chorume de Suínos.....	52
3.3 AVALIAÇÃO DO POSSÍVEL EFEITO DOS GASES DO CHORUME DE SUÍNOS NO CONTROLE DE <i>Pythium</i> sp .....	55
3.3.1 Efeito em solo com dois níveis de pH.....	55
3.3.2 Efeito em solo com três níveis de pH.....	59
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	<b>62</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A podridão de colo e de raiz de plantas é um problema fitossanitário amplamente distribuído na agricultura mundial e de difícil controle. No caso de olerícolas, que normalmente são cultivadas com intensidade e frequência na mesma área, essas doenças se tornam devastadoras e, as estratégias de controle destas doenças, geralmente, não são eficientes (TELLO et al. 1990). A maioria dos patógenos causadores deste tipo de doença são saprófitas e possuem estruturas de resistência, o que lhes permite a sobrevivência em diversos hospedeiros e condições adversas no solo (BEDENDO, 1995).

Dentre estes fitopatógenos, os pertencentes ao gênero *Pythium*, se destacam pela agressividade. Em ambientes de cultivos protegidos, este patógeno pode inviabilizar áreas de cultivo (TELLO et al. 1990; DIAB; HU; BENSON, 2003). Na cultura do pepino, o tombamento é uma das principais doenças, sendo portanto, utilizada como indicadora da presença deste fitopatógeno, devido a sua alta sensibilidade (DIAB; HU; BENSON, 2003). O controle deste patógeno é baseado em alternativas de manejo, pois, os produtos químicos estão proibidos pela sua toxicidade e por causarem danos ambientais (GHINI; SCHOENMAKER; BETTIOL, 2002; SANTOS, 2001). Mesmo assim, não há um controle efetivo, pelo emprego destas técnicas alternativas, uma vez que elas tem somente reduzido os danos causados as culturas, não eliminando o fitopatógeno do solo (BETTIOL; GHINI; GALVÃO, 1994; SANTOS, 2001).

A incorporação de compostos orgânicos ao solo tem se mostrado eficiente no controle de diversos patógenos residentes no solo (PEREIRA et al., 1996). A disponibilidade local, o baixo custo e suas características químicas e biológicas são os quesitos levados em conta para o emprego ou não dos compostos orgânicos, na tentativa de controle de fitopatógenos (PEREIRA et al., 1996). As alterações nas características químicas, físicas e biológicas do solo promovidas pela aplicação destes compostos, na maioria das vezes, cria situações favoráveis às plantas em detrimento aos fitopatógenos. Entre estas alterações, a liberação de compostos químicos, o aumento da atividade microbiana, alterações no pH e na condutividade elétrica do solo, acúmulo e mudanças na dinâmica de nutrientes, são fatores que atuam singular ou conjuntamente, na supressão de fitopatógenos

veiculados ao solo. No entanto, a ação destes compostos têm, respostas variáveis, dependentes das suas próprias características, das características do meio no qual será aplicado e do fitopatógeno (SANTOS, 2001; GHINI; SCHOENMAKER; BETTIOL, 2002; TENUTA; CONN; LAZAROVITS, 2002; MORALES; SANTOS; DANNER, 2007).

O chorume de suínos (CS) tem sido testado em diversos estudos como uma alternativa de controle de fitopatógenos (CONN; TENUTA; LAZAROVITS, 2005), devido a sua grande disponibilidade e altos teores de nutrientes (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996). Ao ser adicionado ao solo, o CS sofre alterações químicas dependentes do pH do solo. Em solos ácidos há a formação de ácidos graxos voláteis e óxido nitroso e em solos com pH básico, há a liberação de amônia. Estes compostos liberados são comprovadamente agentes de controle de vários fitopatógenos. No entanto, as dosagens utilizadas e as estruturas de resistência do fitopatógeno são determinantes na sua resposta (TENUTA; LAZAROVITS, 2002; CONN; TENUTA; LAZAROVITS, 2005).

Para o *Pythium*, a utilização de CS, tem se limitado a estudos que buscam determinar a dosagem mais eficiente (DIAB; HU; BENSON, 2003), sendo que as possíveis inferências da aplicação deste composto em solo com diferentes níveis de pH, não tem sido estudadas, de modo que, o efeito de diferentes níveis de pH do solo, para o controle deste fitopatógeno não são conhecidos.

### 1.3 EMBASAMENTO TEÓRICO

#### 1.3.1 *Pythium*: Etiologia e Epidemiologia

O gênero *Pythium* pertence ao Filo Oomycota classificado recentemente no Reino Straminipila, deixando de pertencer ao Reino Fungi (LUZ, 2000). Neste novo reino, foram agrupados os organismos que possuem pêlos tubulares ou flagelos. No entanto, são geralmente descritos como semelhantes a fungos (DICK 2000 apud SUTTON et al., 2006), porém possuem como diferenciais, em sua estrutura, parede celular celulósica e flagelos presentes em seus zoósporos. Este reino possui apenas a classe Oomycetes, com 12 ordens, 27 famílias, 92 gêneros e 808 espécies (KIRK et al., 2001). Os organismos classificados dentro do

gênero são típicos habitantes do solo causadores de doenças de raízes, colo, podridão de sementes e podridão mole de diversas culturas de importância econômica. A cultura do pepino é especialmente atacada por *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp., entre outras espécies, que causam podridão de colo e raízes e, conseqüente, tombamento de plantas (SINOBAS; RODRÍGUEZ, 1999). Devido a formação de oósporos esses fitopatógenos podem sobreviver saprofiticamente, no solo sob condições adversas (KRUGNER; BACCHI, 1995).

A penetração destes fitopatógenos nas plantas é via ferimentos, aberturas naturais e por superfícies intactas. *Pythium aphanidermatum*, principalmente, é relatado em penetrações diretas em superfícies intactas, como partes jovens das raízes, células da coifa, pêlos radiculares, regiões de atividade meristemática, de alongamento celular e maturação celular. Este fenômeno é devido a ação de apressórios especializados, por hifas finas e por uma eficiente ação enzimática que degrada a parede celular (SUTTON, et al., 2006; KRAFT et al., 1967 apud SUTTON et al., 2006). A colonização dos tecidos das plantas pode ocorrer de forma intra e extracelular. Normalmente, os primeiros sintomas são o aumento de granulação citoplasmática nos tecidos corticais, com conseqüente inchaço das células e escurecimento dos tecidos. A formação de inóculo é dada principalmente por zoósporos, produzidos a partir de esporângios formados pela germinação de oósporos, e também por micélios, variando conforme a espécie. Para *P. ultimum* Trow a principal unidade de inóculo é o micélio, já para *P. aphanidermatum* e *P. dissotocum* Drechsler, são os zoósporos. A disseminação deste fitopatógeno dá-se pela produção de esporângios, oósporos e zoósporos. Em cultivos de campo, os esporângios de *P. aphanidermathum* sobrevivem um a dois dias e dormentes, quando em microbiostase (SUTTON et al., 2006).

Diversos fatores interferem no desenvolvimento do fitopatógeno e das doenças por ele causadas. Condições de maior densidade de plantas e umidade do solo, como as encontradas na produção de mudas (SINOBAS; RODRÍGUEZ, 1999) e em cultivos intensivos de hortaliças, são especialmente favoráveis. Em estufas, onde se faz a semeadura direta, muitas vezes, o cultivo é inviabilizado, devido a presença de *Pythium* (TELLO et al., 1990). Em cultivos hidropônicos, o *Pythium* é uma ameaça à produção, apresentando eficácia na penetração e agressividade devido à presença dos zoósporos flagelados, por serem ágeis na água (SUTTON et al., 2006; VALLANCE et al., 2009).

A espécie de *Pythium* e a susceptibilidade do hospedeiro são determinantes para o desenvolvimento das doenças (SINOBAS; RODRÍGUEZ, 1999). Mesmo sendo considerados microrganismos polífagos, algumas espécies são mais agressivas e específicas à alguns hospedeiros e em determinados estádios fenológicos da planta. Sinobas e Rodríguez (1999), concluíram que em estádios mais avançados, as plantas de pepino, por possuírem paredes celulares mais espessas, são menos susceptíveis ao ataque deste fitopatógeno. *Pythium aphanidermatum* possui maior capacidade de ataque às plantas adultas, já em fase de produção (TELLO et al., 1990), enquanto *P. irregulare* Buisman ataca plantas mais jovens, com tecidos mais tenros (SINOBAS; RODRÍGUEZ, 1999). Já na fase de emergência, o ataque destes fitopatógenos é favorecido pela liberação de exsudatos pelas sementes, durante o processo de germinação, que favorecem seu desenvolvimento (SINOBAS; RODRÍGUEZ, 1999).

Outro fator determinante para o desenvolvimento deste fitopatógeno é a temperatura. *Pythium aphanidermatum* é considerado uma das principais espécies que se desenvolve em condições mais quentes (BEN-YEPHET; NELSON, 1999, LUCON et al., 2008), apresentando maior capacidade parasitária em temperaturas de 28°C a 35°C, quando atinge o maior desenvolvimento de suas colônias (TELLO et al., 1990). Enquanto espécies como *P. ultimum* e *P. irregulare*, são consideradas espécies favorecidas por um clima ameno, em torno de 20 a 25°C (BEN-YEPHET; NELSON, 1999).

O controle químico deste fitopatógeno é preventivo, baseado na utilização de fungicidas protetores durante o tratamento de sementes e na aplicação aérea em cultivos intensivos (BEN-YEPHET; NELSON, 1999). A desinfestação química do substrato ou do solo é outra prática utilizada no controle (BEN-YEPHET; NELSON, 1999; GHINI; SCHOENMAKER; BETTIOL, 2002), porém, vem sendo gradativamente abolida, por apresentar algumas desvantagens, como elevado custo, possibilidade de surgimento de fitopatógenos resistentes, eliminação de toda microfauna e a proibição de uso do produto até então registrado para este patógeno (brometo de metila) (GHINI; SCHOENMAKER; BETTIOL, 2002).

Nesse contexto, o controle cultural de doenças causadas por estes fitopatógenos, vem sendo estudado e recomendado, destacando-se a utilização de compostos orgânicos (MILLNER; LUMSDEN; LEWIS, 1982; BEN-YEPHET; NELSON, 1999; SANTOS, 2001), a solarização (BETTIOL; GHINI; GALVÃO, 1994),

a junção destes dois métodos (GHINI; SCHOENMAKER; BETTIOL, 2002), a supressão por microrganismos antagonistas (PATRÍCIO et al., 2007, LUCON et al., 2008), além da rotação de culturas (SINOBAS; RODRÍGUEZ, 1999) e a adubação equilibrada.

A solarização eleva a temperatura do solo a níveis letais para muitos fitopatógenos (PATRÍCIO et al., 2007) e pode ser utilizada concomitantemente com outros métodos de controle, como a adição de compostos orgânicos (GHINI; SCHOENMAKER; BETTIOL, 2002) e antagonistas ao solo, ou a aplicação aérea de fungicidas (PATRÍCIO et al., 2007). A redução do número de plantas de crisântemo mortas por tombamento de *Pythium* chegou a 36% quando a solarização foi utilizada junto com a aplicação de fungicidas na parte aérea (BETTIOL; GHINI; GALVÃO, 1994). No entanto, esta prática deve alcançar temperatura acima de 52,4°C para haver letalidade ao patógeno (PATRÍCIO et al., 2007; BOLLEN, 1985).

A adição ou o favorecimento de outros microrganismos no cultivo, também podem auxiliar no controle. Lucon et al. (2008) encontraram um isolado de rizobactéria que além de promover o aumento de massa de matéria seca de plantas de pepino, reduziu em 25% o tombamento causado por *P. aphanidermatum*. Cecília et al. (2010), testando microrganismos endofíticos no controle de *P. aphanidermatum* em pepino, obtiveram até 72% de controle do tombamento com actinomicetos e 26% com rizobactérias.

Outra alternativa para controle deste e de outros fitopatógenos é a adição de compostos orgânicos ao solo, prática que apresenta inúmeras vantagens e resultados promissores, o que sendo largamente estudada e difundida no meio científico e entre agricultores (SANTOS, 2001; BEN-YEPHET; NELSON, 1999; GHINI; SCHOENMAKER; BETTIOL, 2002).

### 1.3.2 Utilização de Compostos Orgânicos no Controle de Patógenos de Solo

Experimentos com adição de compostos orgânicos ao solo, visando o controle de fitopatógenos, datam mais de 100 anos (PEREIRA et al., 1996). No Brasil, porém, os primeiros trabalhos publicados ocorreram apenas na década de 1980.

A adição de compostos orgânicos promove alterações no solo, as quais podem suprimir (MORALES; SANTOS; DANNER, 2007; MALAGI et al., 2008; CONN; TENUTA; LAZAROVITIS, 2005), ou em alguns poucos casos, favorecer fitopatógenos (DIAB; HU; BENSON, 2003). Estas alterações desencadeiam uma série de mudanças nas características, químicas, físicas e biológicas do solo.

Com o incremento da matéria orgânica (MO) ao solo há um aumento na retenção de água, nos níveis de nitrogênio (N), no tamanho dos agregados do solo, nos sólidos solúveis disponíveis. Além de ocorrer alterações no pH, na condutividade elétrica (SANTOS, 2001; SANTOS; BETTIOL, 2003; MORALES; SANTOS; DANNER, 2007), na disponibilidade de nutrientes do meio (HOITINK et al., 1997; ASSMANN et al., 2006) e na atividade microbiana (BEN-YEPHET; NELSON, 1999). Em alguns casos, pode ocorrer a produção de compostos químicos que podem ser tóxicos aos fitopatógenos (SANTOS, 2001) ou haver o favorecimento de antagonistas no solo (DISSANAYAKE; HOY, 2007).

De forma mais específica, biologicamente, a incorporação ou aplicação de compostos orgânicos ao solo pode provocar alguns fenômenos responsáveis pelo controle dos fitopatógenos. Entre estes, estão a indução de resistência pela ativação de enzimas, devido a presença de metais pesados nos compostos (PEREIRA et al., 1996), a liberação de compostos que atuam na germinação de propágulos dos fitopatógenos (PEREIRA et al., 1996) e as alterações nas relações microbianas. Estas últimas incluem o antagonismo, a microbiostase, a antibiose e o hiperparasitismo causado pela introdução de microrganismos diversos aos presentes no meio (TIRELLI; SANGALETTI; SANTOS; BETTIOL, 2003).

Entretanto, o nível de controle ou supressividade de um composto, depende diretamente de vários fatores. Assim, o tipo do composto utilizado (SANTOS, 2001; GHINI et al., 2002; MORALES; SANTOS E DANNER, 2007), a dosagem (BEN-YEPHET; NELSON, 1999), a composição química, o grau de maturação, a época de aplicação (PEREIRA et al., 1996), a qualidade e quantidade da MO, os níveis de atividade microbiana (SANTOS, 2001; SANTOS; BETTIOL, 2003; BEN-YEPHET; NELSON, 1999; MALAGI et al., 2008), a temperatura ambiente (BEN-YEPHET; NELSON, 1999) e a umidade do composto e do solo, alteram o nível de controle de um fitopatógeno.

Por exemplo, dentre estes fatores, o grau de maturação dos compostos orgânicos interferem no potencial de inóculo de alguns patógenos. Chung et al.



(1988) concluíram que *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia sclerotiorum*, aumentam seu potencial de inóculo em material vegetal fresco, que quando maturado suprimiu os mesmos. O fator qualidade de MO, pode ser dado pela quantidade de N presente na mesma. Hoitink e Bohem (1991), encontraram que em compostos com relação C:N entre 14:1 e 20:1, a biomassa de microrganismos antagonistas prevalece, o que confere alta competitividade entre eles por nutrientes. O fator dosagem é estudado em diversos trabalhos (SANTOS, 2001; MALAGI et al., 2008), porém, seus efeitos são variáveis e dependentes do tipo do composto estudado.

Diversos compostos orgânicos vêm sendo utilizados no controle de fitopatógenos. As características químicas e físicas, a gratuidade e a disponibilidade regional, são os fatores que levam a escolha do composto. Resíduos de processos urbanos, industriais e agropecuários têm sido estudados como possíveis supressores de fitopatógenos, devido a sua abundância e também a necessidade de dar um destino adequado para eles (DISSANAYAKE; HOY, 1999; GHINI; SCHOENMAKER; BETTIOL, 2002; SANTOS, 2001; MORALES; SANTOS; DANNER, 2007; MALAGI et al., 2008; PEREIRA et al., 1996).

Dentre os vários trabalhos realizados, na maioria há a presença de compostos alternativos, com resultados promissores no controle de fitopatógenos. Zambolim et al. (1996), comparando composto de lixo, vermicomposto e casca de eucalipto, à palha de café relatou que a palha de café apresentou-se supressiva sobre o número de massa de ovos e número de galhas por planta de *Meloidogyne javanica* (Treub. Whitwood 1949).

Dissanayake e Hoy (1999), estudaram os efeitos de lodo de esgoto, chorume de lixo, composto de caroço de algodão, composto de cascas de *Pinus*, composto de bagaço de cana e fungicida metalaxil em solo esterilizado, solo de campo e solo infestado, sobre a podridão radicular da cana causado por *P. arrhenomanes* Drechsler. Os resultados mostraram que quando em solo de campo o chorume do lixo e o resíduo de algodão reduzem a podridão de raiz de cana. Todos os resíduos, exceto o chorume de lixo, obtiveram reduções na podridão de raiz, comparáveis ao tratamento de metalaxil. Os autores concluíram que a supressão à podridão deu-se em grande parte pela atividade microbiana e pela melhoria das condições nutricionais dada pela aplicação dos compostos.

A adição de cama de frango, lodo de esgoto e casca de *Pinus*, associados ou não à solarização, foram testados por Ghini, Schoenmaker e Bettiol

(2002). Este experimento resultou em um maior controle do tombamento em crisântemo e pepino pela adição da cama de frango, devido a alterações no pH, condutividade elétrica, temperatura e desprendimento de CO<sub>2</sub> dadas pela adição deste composto.

Com a utilização de lodo de esgoto autoclavado ao solo, Santos (2001) obteve redução do crescimento micelial de *P. aphanidermatum* em até 84% na dose de 25% de volume do solo. Este fato demonstra que há algum fator abiótico (substâncias fungitóxicas ou pH) presente neste composto ou estimulado pelo mesmo no solo, que age sobre o patógeno ou na redução da doença, pois quando não autoclavado, o lodo de esgoto não inibiu o crescimento.

Ben-Yephet e Nelson (1999), em estudo com adição de lodo de esgoto em diferentes temperaturas, demonstraram a supressividade deste a *P. aphanidermatum* em temperaturas de 20 a 28°C, porém não a 32°C. Pois nesta faixa de temperatura esta espécie apresenta maior agressividade. Para *P. myriotylum* Drechsler houve o controle em todas as temperaturas testadas.

### 1.3.3 Utilização de Chorume de Suínos na Agricultura

#### 1.3.3.1 Utilização do chorume de suínos como fertilizante

A criação de suínos confinados é uma atividade de grande importância econômica em muitas regiões brasileiras. Devido ao sistema de criação confinado, há uma grande produção de efluentes, com elevado potencial poluidor. Os dejetos são formados a partir de uma mistura de fezes e pêlos dos animais, restos de ração, água utilizada na higienização das instalações, chegando a uma produção média de 2,5 m<sup>3</sup> animal<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996). Nestes há altas concentrações de nutrientes (fósforo e nitrogênio), MO, patógenos, metais pesados, hormônios e antibióticos (KUNZ, 2005).

A composição química dos dejetos é influenciada pelas condições de produção e sistema de armazenamento (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996). Quando armazenados em ambiente anaeróbio há o acúmulo de N na forma de amônio (AITA et al., 2007) e produção de ácidos graxos voláteis (TENUTA; CONN; LAZAROVITS, 2002). O pH do CS, por sua vez é influenciado pelo grau de

estabilização, sendo que quanto menor o grau de decomposição dos seus componentes, maior seu pH (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996).

As concentrações dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) e de compostos orgânicos, dão ao CS grande potencial fertilizante, tornando-o uma alternativa de baixo custo (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996; SCHERER, 1998). Os nutrientes presentes no chorume de suínos encontram-se em porções minerais e orgânicas. Quando na forma orgânica, fazem parte de macromoléculas e são liberados mais lentamente durante a decomposição. Quando na porção mineral, estão prontamente disponíveis para as plantas.

O N é o macronutriente mais abundante do CS, porém, possui uma instabilidade muito grande. Normalmente  $\frac{2}{3}$  do N encontrado no CS está na forma mineral, sendo que desta proporção, até 70% encontra-se na forma amoniacal ( $\text{NH}_4$  e  $\text{NH}_3$ ). Quando oxidado à  $\text{NO}_3^-$ , é mais facilmente lixiviado no perfil do solo, podendo contaminar as águas sub-superficiais (AITA et al., 2007). Ou ainda, ao passar pela forma amoniacal  $\text{NH}_3$ , este é facilmente volatilizado. Assim, o processo de lixiviação e as substâncias pútridas, aliados ao escoamento superficial, dão ao CS um elevado potencial poluidor.

O pH do CS, também influencia o processo de volatilização do N. Em pH 7,5, menos de 7% do N encontra-se na forma de  $\text{NH}_3$  (volátil), já em pH 9,3, até 50% do N encontra-se nesta forma. A volatilização do N presente no CS, também é aumentada pelo aumento de temperatura ambiente (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996).

Contudo, o potencial fertilizante do CS, tem relação direta com a quantidade de MS presente neste. Esta correlação é significativa para o N e o fósforo (P). Para ter uma qualidade aceitável, o CS deve conter no mínimo 6% de MS, chegando a alguns casos à  $15\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  de NPK. Com medição da densidade, as quantidades de nutrientes presentes no CS, podem ser deduzidos, através de uma tabela, indicando seu potencial fertilizante (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996).

O potencial fertilizante do CS foi demonstrado por Assmam et al. (2007). Com duas aplicações de doses crescentes de CS na mistura forrageira aveia e azevém, o incremento de produtividade da cultura chegou a  $10,48\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de MS por  $\text{m}^3$  de CS aplicado. Os níveis de potássio (K) elevaram-se mais de 360% na camada 0-5cm de profundidade da dose 0 para  $80\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$  de CS.

### 1.3.3.2 Uso do chorume de suínos no controle de fitopatógenos

Estudos recentes têm mostrado o efeito da aplicação do CS como uma alternativa na supressão e controle de fitopatógenos. Suas características químicas e biológicas fazem deste um composto promissor para esta prática (TENUTA; LAZAROVITS, 2002; CONN; TENUTA; LAZAROVITS, 2005; ASSMANN et al., 2006; MORALES; SANTOS; DANNER, 2007; MALAGI et al., 2008).

A aplicação do CS, assim como de outros compostos orgânicos ao solo, desencadeia alguns mecanismos responsáveis pelo controle dos fitopatógenos. Os mais efetivos, no caso do CS são a alteração na atividade microbiana e seus efeitos microbiológicos (TIRELLI; SANGALETTI; SANTOS, 2003; MORALES; SANTOS; DANNER, 2007; MALAGI et al., 2008), a formação de compostos químicos fitotóxicos (CONN; TENUTA; LAZAROVITS, 2005), as alterações de pH (CONN; LAZAROVITS, 1999; MORALES; SANTOS; DANNER, 2007), condutividade elétrica (MORALES; SANTOS; DANNER, 2007) e o incremento da fertilidade do solo (ASSMANN et al., 2006).

Diab, Hu e Benson (2003) testaram o efeito de dejetos de suínos com diferentes graus de compostagem, sob tombamento de pepino causado por *P. ultimum* e tombamento de beijo-de-frade (*Impatiens balsamina* L.), causado por *Rizoctonia solani* Kuhn. O efeito supressivo à *R. solani* foi atribuído a maior atividade e diversidade microbiana, causada pela aplicação do CS. Com a adição de CS com diferentes graus de maturação, também houve mudança na microfauna do solo baseada na relação C:N, o que acarretou diferenças no comportamento da atividade microbiana no período.

A atividade microbiana, também foi inferida como o fator de supressão a *Sclerotium rolfsii* Sacc., apresentando correlação positiva com a emergência e o estande final de feijão (MORALES; SANTOS; DANNER, 2007). Com a aplicação de  $80\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  de CS, obtiveram 37% a mais de emergência de plântulas de feijão em solo infestado por este patógeno e 16,8% de redução de severidade em relação ao tratamento testemunha. Esta também foi determinante na supressividade à tombamento de pepino (*P. aphanidermatum*) em solo retirado de sistema de criação de suínos ao ar livre (TIRELLI; SANGALETTI; SANTOS, 2003).

Alterações no pH do solo, também podem ocorrer após a aplicação de CS. Alguns fitopatógenos são desfavorecidos em pH abaixo de 6,0. É o caso da

murcha de *Verticillium* (*Verticillium dahliae* Kleb), que com uma única aplicação de  $55\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  de CS, reduziu significativamente sua incidência, no primeiro cultivo mantendo-se abaixo da testemunha por três anos de cultivos. Este controle foi atribuído a redução do pH pela aplicação de CS (CONN; LAZAROVITS, 1999).

A atuação do CS no controle de fitopatógenos não está relacionada apenas as suas características. O pH do solo tem interferência sobre a produção de compostos químicos formados pela aplicação de CS (CONN; LAZAROVITS, 1999; CONN; LAZAROVITS, 2000; TENUTA; LAZAROVITS, 2002; TENUTA; CONN; LAZAROVITS, 2002).

Conn e Lazarovits (2000), estudando diferentes doses de CS combinadas com diferentes pH's, concluíram que quando o pH do solo é aumentado a toxicidade do CS à microesclerócios de *V. dahliae* é anulada. A dose de 40% (V/V) aplicada em solo com pH 7,0, teve uma germinação de esclerócios de mais de 80%, enquanto que em solo com pH 5,7 a germinação destes foi nula. Este resultado foi atribuído a formação de ácidos graxos voláteis, derivados da aplicação do CS em solo com ácido. Entre os ácidos graxos voláteis presentes no CS que podem agir sobre os fitopatógenos estão o acético, propiônico, butírico, isobutírico, valérico, isovalérico, capríco, sendo que as maiores concentrações são de acético e propiônico (CONN; TENUTA; LAZAROVITS, 2005).

Em solos com pH alcalino, há uma maior formação e liberação de amônia, com a aplicação de compostos nitrogenados, como o CS. Estes compostos também causaram, a inibição da germinação de microesclerócios de *V. dahliae*. O efeito oxidante da amônia é tido como responsável pelo controle (TENUTA; LAZAROVITZ, 2002).

Em estudos com aplicação de doses de CS, Morales, Santos e Danner (2007), inferiram que o pH do solo não se manifestou como um fator isolado de controle a *S. rolfsii*, mas devido a acidez do solo (pH 5,5 à 5,8), pode ter havido a liberação de ácidos graxos voláteis e ácido nítrico. Resultado semelhante obteve Malagi et al. (2008), que não encontraram diferenças no pH com aplicação de CS, porém, como o pH do experimento encontrava-se próximo a 5,4, pode ter favorecido a formação de ácidos graxos voláteis e atuado sobre a *R. solani*.

Entretanto, para *Pythium*, as pesquisas com CS se restringem a dosagens (DIAB; HU; BENSON, 2003), fazendo somente inferências sobre o efeito do CS com o pH do solo estudado. Não há pesquisas que relacionem a aplicação de

CS em solos com diferentes níveis de pH. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes volumes de CS sobre o tombamento de pepino causado por *Pythium* sp. em solo com diferentes níveis de pH.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DO CHORUME DE SUÍNOS

O chorume de suínos foi obtido de uma propriedade com sistema de terminação, localizada no Município de Itapejara d'Oeste, com suínos em idade de abate (9 meses), alimentados com ração formulada.

O chorume foi analisado quimicamente pelo método descrito em Pavan e Miyazawa (1996), no laboratório de solos IAPAR – UTFPR, Pato Branco (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do chorume de suínos incubado ao solo. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Nutrientes	%
N	4,54
P	0,76
K	0,48
Ca	1,78
Mg	0,44

### 2.2 OBTENÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DO INÓCULO DE *Pythium* sp.

O isolado de *Pythium* sp., proveniente de plantas de pepino, foi fornecido pelo Departamento de Fitopatologia e Nematologia da Esalq/USP. Este foi multiplicado em meio de cultivo batata-sacarose-ágar (BSA: batata - 140g.L<sup>-1</sup>, sacarose - 10g.L<sup>-1</sup> e ágar - 14g.L<sup>-1</sup>).

Para a manutenção da patogeneidade do inóculo, foi utilizado continuamente o teste de patogeneidade em plântulas de pepino. Para isto, junto ao colo de plântulas de pepino foi colocada uma mistura de meio de cultura BSA contendo o patógeno e farinha de aveia. Após o aparecimento de sintomas e formação de micélios, o fungo foi re-isolado em meio BSA acrescido de sulfato de estreptomicina (0,1%).

A obtenção e multiplicação do inóculo para realização de todos os experimentos, foi feita por meio da adaptação da metodologia utilizada por Santos (2001). Um substrato preparado com uma mistura de areia lavada e quirera de milho na proporção de 5:1 acrescido com 75ml de água destilada, foi autoclavado por dois dias consecutivos à 120°C à 1atm por 1 hora. Para cada quilograma deste substrato, foi adicionada ½ placa de Petry ( $\pm 28\text{cm}^2$ ) com meio BSA contendo cultura de *Pythium* sp. com sete dias de idade e incubado por sete dias, à  $\pm 24^\circ\text{C}$ , com 12 horas de luz.

### 2.3 OBTENÇÃO DO SOLO COM DIFERENTES VALORES DE pH

O solo utilizado em todos os experimentos é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999) coletado em área de lavoura sob plantio direto há 15 anos, a uma profundidade de 5 à 30cm, e analisado quimicamente (Tabela 2) segundo a metodologia descrita por Pavan e Miyazawa (1996), no laboratório de solos da UTFPR, Campus de Pato Branco.

Tabela 2. Características químicas do solo antes do início do experimento. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

pH	pH	MO	Al <sup>+3</sup>	Al	Ca	Mg	K	P	Cu	Zn	V	SMP
CaCl <sub>2</sub>	água	g.dm <sup>-3</sup>	.....cmol <sub>c</sub> <sup>(+)</sup> .dm <sup>-3</sup> .....				.....		mg.dm <sup>-3</sup>	.....		%
4,45	4,80	58	0,56	0,75	3,73	1,37	0,37	8,68	1,00	3,50	35,66	5,07

MO=Matéria orgânica, V%=Saturação de bases.

Após análise química, o valor de pH 4,8 foi utilizado sem nenhuma correção. Para obtenção do pH 6,3, foi utilizado calcário e a dosagem ajustada com base no valor do Índice SMP. O corretivo utilizado foi calcário dolomítico tipo filler, com PRNT 98%. O valor de pH 8,4, foi obtido com a adição de KOH (0,5M), na proporção de 20% do peso do solo. Os solos foram constantemente homogeneizados, para auxiliar as reações, e conferidos os pH's até que se obtivesse um valor constante. Em todos os experimentos foi utilizado solo seco. Imediatamente antes da montagem de cada experimento o solo foi submetido novamente à conferência de pH em água.



## 2.4 EXPERIMENTO 1: AVALIAÇÃO DO CHORUME DE SUÍNOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE *Pythium* sp.

Foram realizados três ensaios, constituídos por diferentes períodos de incubação do chorume de suínos (CS) no solo, respectivamente, com um, dois e três dias de incubação.

Todos os ensaios foram constituídos pelos mesmos tratamentos. Estes foram conduzidos em esquema bifatorial 3 x 4, sendo três níveis de pH do solo em água (4,8; 6,3 e 8,4) e quatro volumes de CS (0, 5, 10 e 15%). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições em todos os ensaios.

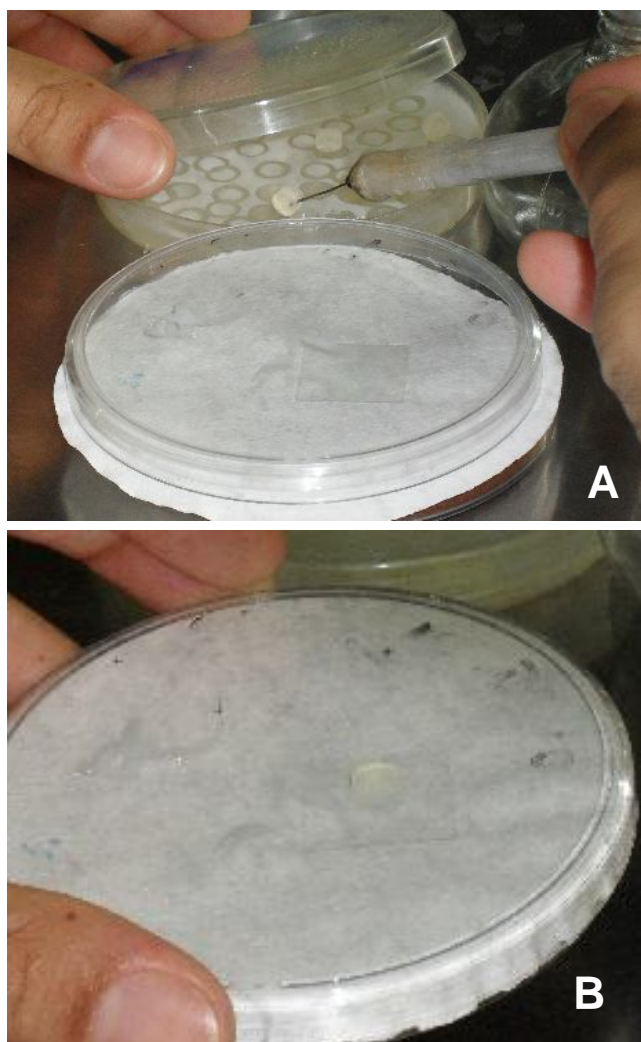


Figura 1 – Montagem do experimento de avaliação de desenvolvimento das colônias de *Pythium* sp. A) Montagem do experimento. B) Placas prontas para incubação.

Os ensaios foram realizados em placas de Petry. Nestas foram colocadas 10g de solo seco, acrescidas do volume correspondente de CS de cada tratamento (0, 5, 10 e 15%). Para o tratamento de 0%, foi colocado 5% de água destilada e esterilizada. Sobre cada placa contendo o solo e o CS foi colocada, de forma encaixada, uma folha de papel filtro esterilizada e, sobre esta, posta uma lamínula. Sobre a lamínula acomodou-se um disco de 5mm de diâmetro de meio de cultura BSA contendo uma colônia de *Pythium* sp. com sete dias de crescimento (Figura 1). Imediatamente após, as placas foram vedadas com filme PVC e incubadas em câmara de crescimento, com temperatura de  $\pm 23^{\circ}$  C, pelo período correspondente de cada ensaio (um, dois e três dias).

Transcorrido o período de incubação de cada ensaio, o disco com meio de cultura, foi transferido para o centro de uma placa de Petry, contendo meio de cultura BSA. Nestas, após 24, 48 e 72 horas, foi medido o diâmetro das colônias, a partir de duas radiais opostas, com auxílio de uma reta determinada no fundo da placa, até total cobertura da superfície pela colônia de *Pythium* sp.

## 2.5 EXPERIMENTO 2: AVALIAÇÃO DO CHORUME DE SUÍNOS NO TOMBAMENTO DE PLÂNTULAS DE PEPINO CAUSADO POR *Pythium* sp.

Em casa de vegetação foram conduzidos dois experimentos, ambos com tratamentos arranjados em esquema bifatorial 2 x 4: níveis de pH do solo (4,8 e 6,3) x volumes de chorume de suínos (0, 5, 10 e 15%), em blocos ao acaso com três repetições.

O solo seco, em cada nível de pH (4,8 e 6,3), foi infestado com o inóculo do patógeno na dose de  $10\text{g.kg}^{-1}$  e mantido em casa de vegetação, com irrigação diária, por três dias. Estes solos foram então acomodados em vasos com capacidade de 2L e células de bandejas de isopor.

Cada unidade experimental foi constituída por dois vasos e 20 células de bandeja de isopor. Estas unidades receberam o respectivo volume de CS (0, 5, 10 e 15%). No primeiro experimento o CS foi aplicado superficialmente e no segundo incorporado..

Um dia após a aplicação do CS, semeou-se 16 sementes de pepino da cultivar caipira, com potencial de 100% de germinação, previamente determinado em

laboratório, em cada vaso e uma por célula da bandeja de isopor. No primeiro experimento, com aplicação superficial de CS, foram realizados dois cultivos subsequentes e no segundo experimento, com incorporação de CS, foi realizado um cultivo.

As avaliações de emergência e tombamento de plântulas foram realizadas diariamente nas 20 células da bandeja, tendo como base de comparação o número de sementes plantadas, obtendo-se os valores em porcentagem (%). Para maximizar o tombamento das plântulas, utilizou-se metodologia adaptada de Lourd et al. (1986), na qual colocou-se junto ao colo de cada plântula 0,5g de farinha de aveia, sete dias após o plantio, nos dois experimentos.

Nos vasos foram realizadas avaliações de pH, fertilidade do solo e respiração microbiana. O pH e a fertilidade do solo foram determinados no experimento com aplicação superficial de CS ao final do segundo cultivo, o qual ocorreu aos 36 dias após a aplicação (DAA) do CS. A quantificação da atividade microbiana foi realizada ao final do primeiro e do segundo cultivo (18 DAA e 36 DAA), no experimento com aplicação superficial de CS e ao final do primeiro cultivo (18 DAA), no experimento com incorporação de CS.

## 2.6 EXPERIMENTO 3: AVALIAÇÃO DO POSSÍVEL EFEITO DOS GASES DO CHORUME DE SUÍNOS NO CONTROLE DE *Pythium* sp.

Foram realizados dois experimentos, ambos com arranjo bifatorial. O primeiro com 2 níveis de pH de solo em água (4,8 e 6,3) x 4 volumes de CS (0, 5, 10 e 15%) e o segundo com 3 níveis de pH do solo em água (4,8; 6,3 e 8,4) e os mesmos volumes de CS. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições em ambos.

O solo seco, em cada nível de pH, nos dois experimentos, foi infestado com o inóculo de *Pythium* sp. na dose de 10g.kg<sup>-1</sup> e mantido em casa de vegetação por três dias com irrigação diária. Após, 500g deste solo foram acomodadas em bandejas plásticas tipo rocambole e, então, incorporados os volumes correspondentes de CS de cada tratamento.

Logo após a incorporação do CS ao solo, as bandejas foram hermeticamente vedadas, para não liberarem os gases formados, permanecendo em casa de vegetação.

Após quatro dias, foram abertas e semeadas, em cada bandeja, 16 sementes de pepino da cultivar caipira, com potencial de 100% de germinação, previamente determinado em laboratório. Avaliou-se diariamente a emergência e o tombamento das plântulas de pepino, tendo como base de comparação o número de sementes plantadas. Foram realizados dois cultivos subsequentes nas mesmas unidades experimentais no primeiro experimento, e um cultivo no segundo experimento.

## 2.7 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO pH, FERTILIDADE E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO

Coletaram-se nos vasos 250g e 50g de solo nas bandejas plásticas que foram utilizados em todas as avaliações.

A fertilidade e o pH do solo foi avaliada segundo Pavan e Miyazawa (1996) no laboratório de solos da UTFPR, Campus Pato Branco.

A quantificação da atividade microbiana foi realizada por meio do desprendimento de CO<sub>2</sub>, em 100g de solo homogeneizado e peneirado. As amostras coletadas foram incubadas em potes plásticos hermeticamente fechados, com volume de 2L. Sobre o solo depositou-se uma placa de Petry contendo 10ml de KOH a 0,5N, sendo estes deixados no escuro por 15 dias a  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ . Como prova branca, dois potes contendo apenas as placas de Petry com o KOH, foram deixados sob as mesmas condições. Transcorrido o período, o KOH foi titulado com HCl (0,1M), com os indicadores fenolftaleína (2 a 3 gotas/amostra) e metilorange (2 a 3 gotas/amostra).

## 2.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos através de porcentagem foram transformados por raiz quadrada de arco seno. Todas as variáveis de todos os experimentos que se mostraram homogêneas tiveram tratamentos avaliados pelo Teste F. Em todas as

ocasiões em que o Teste F mostrou significância, submeteu-se o fator solo ao Teste Tukey ( $P < 0,05$ ) e o fator volumes à análise de regressão. Quando a interação (solo x volume) mostrou-se significativa, realizou-se regressões polinomiais entre os volumes de CS (variável independente) e cada variável em cada tipo de solo. Para as regressões, buscou-se o modelo que melhor expressasse essa relação, foram testados modelos linear e quadrático, e a escolha foi baseada na significância ( $P < 0,05$ ) e no coeficiente de determinação. O programa estatístico utilizado foi o STATGRAPHICS®.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 EFEITO POTENCIAL DO CHORUME DE SUÍNOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE *Pythium* sp.

Para os três ensaios (um, dois e três dias de incubação), o crescimento das colônias apresentou resultados estatisticamente significativos somente 24 e 48 horas após o plaqueamento. Independentemente do tratamento aplicado e do período de incubação, 72 horas após o plaqueamento dos discos miceliais em meio de cultura batata-sacarose-ágar (BSA), todas colônias de *Pythium* sp., cobriram totalmente as placas de Petry.

No ensaio com um dia de incubação do chorume de suínos (CS) ao solo, 24 horas após o plaqueamento dos discos miceliais houve interação entre os fatores volume de CS e pH do solo (Figura 2). Para os solos pH 4,8 e 6,3 o desenvolvimento das colônias se ajustou à equações quadráticas, sendo que no volume de 10% de CS o desenvolvimento das colônias foi superior aos demais volumes testados (Figura 2). Para o solo pH 8,4 uma equação quadrática se ajustou aos dados, porém, com baixo coeficiente de determinação ( $r^2=0,44$ ), sendo que o maior desenvolvimento das colônias ( $42\text{cm}^2$ ) foi apresentado nos volumes de 10 e 15% de CS incubado ao solo.

Ainda no ensaio com um dia de incubação do CS ao solo, 48 horas após o plaqueamento, houve efeito isolado dos fatores volumes de CS (Figura 3) e pH do solo (Tabela 3). Para os volumes de CS, os dados se ajustaram 63% à uma equação quadrática. De 0 a 4,7% de CS aplicado, as colônias de *Pythium* sp. tiveram uma inibição de seu desenvolvimento de  $0,77\text{cm}^2$ . Para o fator solo, o crescimento médio diário das colônias, no solo pH 8,4, com um dia de incubação (Tabela 3), foi significativamente superior aos demais.

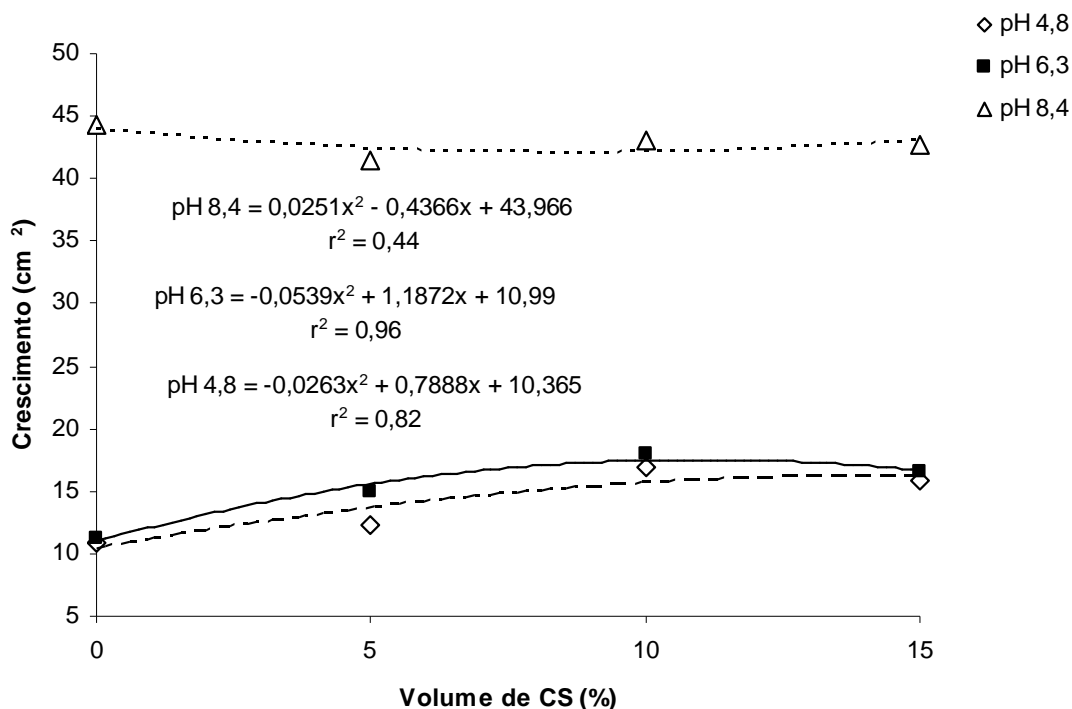


Figura 2 – Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 24 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por um dia em atmosfera com níveis crescentes de chorume de suínos, aplicado em solos com diferentes níveis de pH. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Tabela 3 – Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp., 48 horas após o plaqueamento dos discos miceliais, submetidos à incubação por um e dois dias, com níveis crescentes de chorume de suínos, em solos com diferentes níveis de pH (média de quatro volumes de chorume de suínos). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Incubação	..... 1 dia .....		..... 2 dias .....	
	..... cm <sup>2</sup> .....			
pH 4,8	46,44	c	51,83	a
pH 6,3	49,19	b	44,39	b
pH 8,4	56,74	a	56,74	a
C.V. (%)	4,24		14,02	

Médias seguidas com a mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a ( $p < 0,05$ ). C.V.= Coeficiente de variação.

No experimento com dois dias de incubação do CS ao solo, houve interação significativa entre os fatores volumes de CS e pH do solo, 24 horas após o plaqueamento (Figura 4). Para o solo pH 4,8 os discos miceliais submetidos à incubação de 15% de CS obtiveram um desenvolvimento das colônias em até 98% menor comparado ao volume de 0%. Para o solo pH 6,3 o desenvolvimento das colônias teve aumento linear em função dos volumes de CS aplicados. Já para o

solo pH 8,4, os dados se ajustaram somente 31% à uma regressão quadrática, no entanto, apresentou um desenvolvimento das colônias superior aos demais solos.

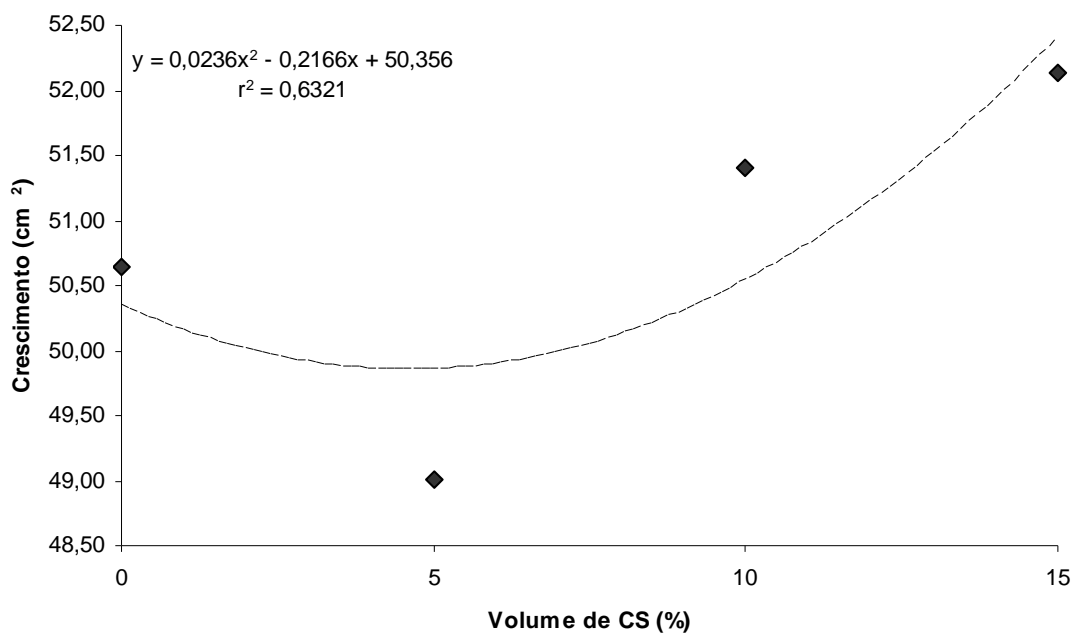


Figura 3 – Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 48 horas após o plaqueamento de discos miceliais, incubados por um dia em atmosfera de níveis crescentes de chorume de suínos (média de três pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Ainda, no ensaio com dois dias de incubação do CS ao solo, na avaliação de 48 horas após os plaqueamento dos discos miceliais, houve efeito isolado dos volumes de CS (Figura 5) e pH do solo (Tabela 3) sobre o desenvolvimento das colônias. O efeito dos volumes de CS sobre o crescimento das colônias, apresentou um baixo coeficiente de determinação ( $r^2=0,22$ ). No entanto, com o aumento destes houve um menor desenvolvimento das colônias (Figura 5). Quanto ao efeito do fator solo, o maior desenvolvimento foi obtido pelo pH 8,4 que não diferiu do pH 4,8, sendo que em pH 6,3 as colônias tiveram o menor desenvolvimento.



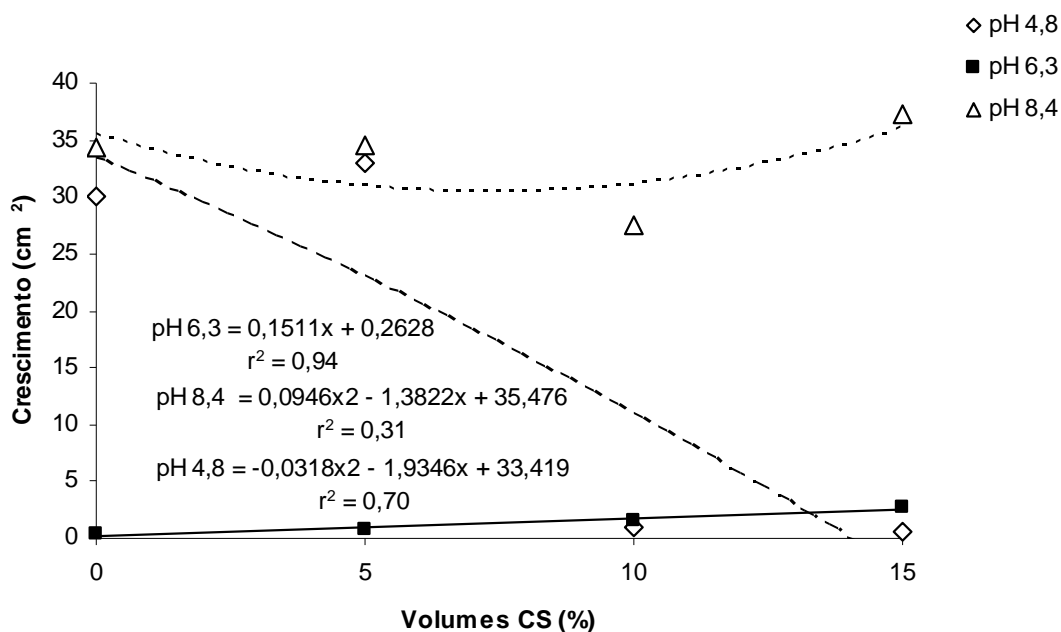


Figura 4 - Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 24 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por dois dias em atmosfera com níveis crescentes de chorume de suínos aplicado em solos com diferentes níveis de pH. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

No ensaio com três dias de incubação, houve interação dos fatores volume de CS e solo 24 e 48 horas após o plaqueamento dos discos miceliais (Figuras 6 e 7). Para o solo com pH 8,4 o desenvolvimento das colônias apresentou comportamento quadrático 24 e 48 horas após o plaqueamento dos discos miceliais. No entanto, 48 horas após o plaqueamento de 0 a 7,6% do CS aplicado, as colônias apresentaram um menor desenvolvimento. Para o solo pH 4,8, 24 horas após o plaqueamento, as colônias de *Pythium* sp. apresentaram um menor desenvolvimento até 10,26% de CS incubado ao solo. No solo pH 6,3, 24 horas após o plaqueamento, com o aumento dos volumes de CS aplicado, houve um menor desenvolvimento das colônias. No entanto, 48 horas após o plaqueamento, para os solos pH 4,8 e 6,3 as colônias atingiram toda a superfície das placas.

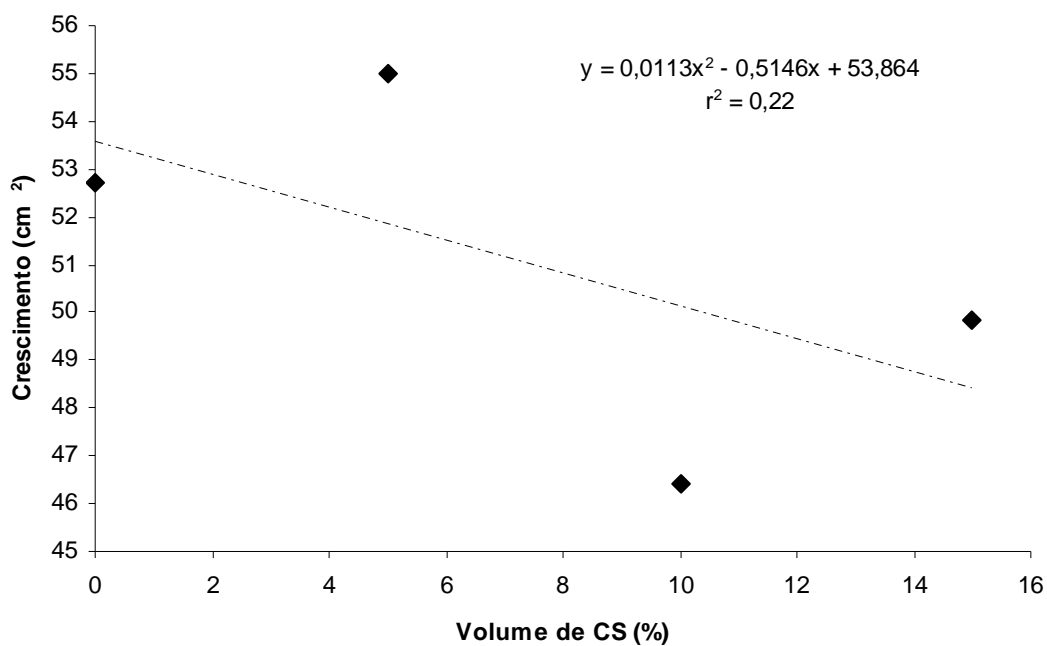


Figura 5 - Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 48 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por dois dias em atmosfera de níveis crescentes de chorume de suínos (média de três pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

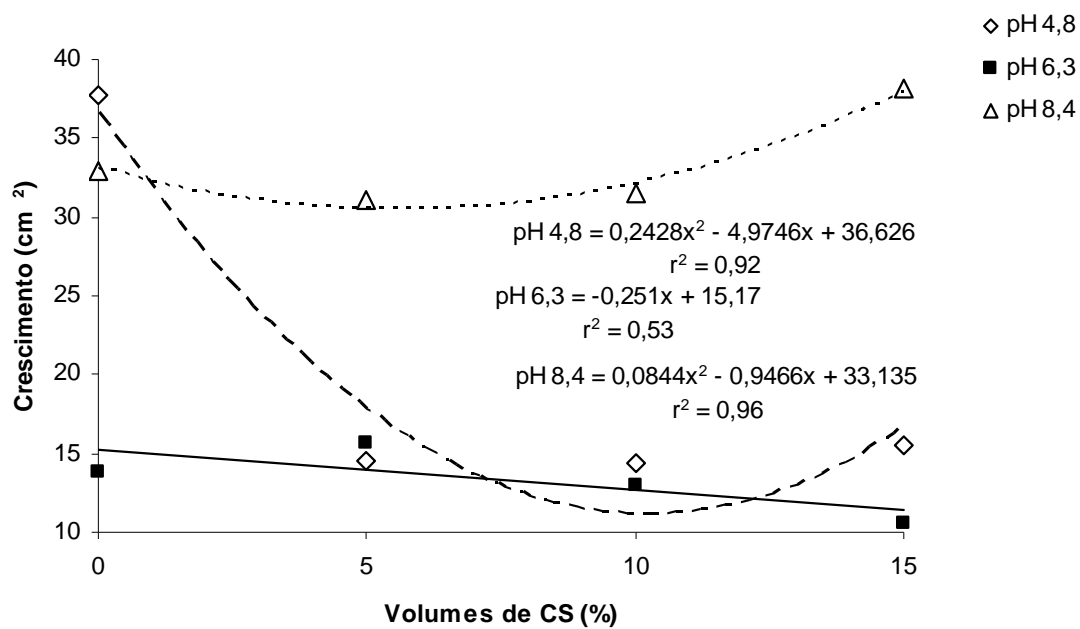


Figura 6 - Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 24 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por três dias em atmosfera de níveis crescentes de chorume de suínos, aplicado em solos com diferentes níveis de pH. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

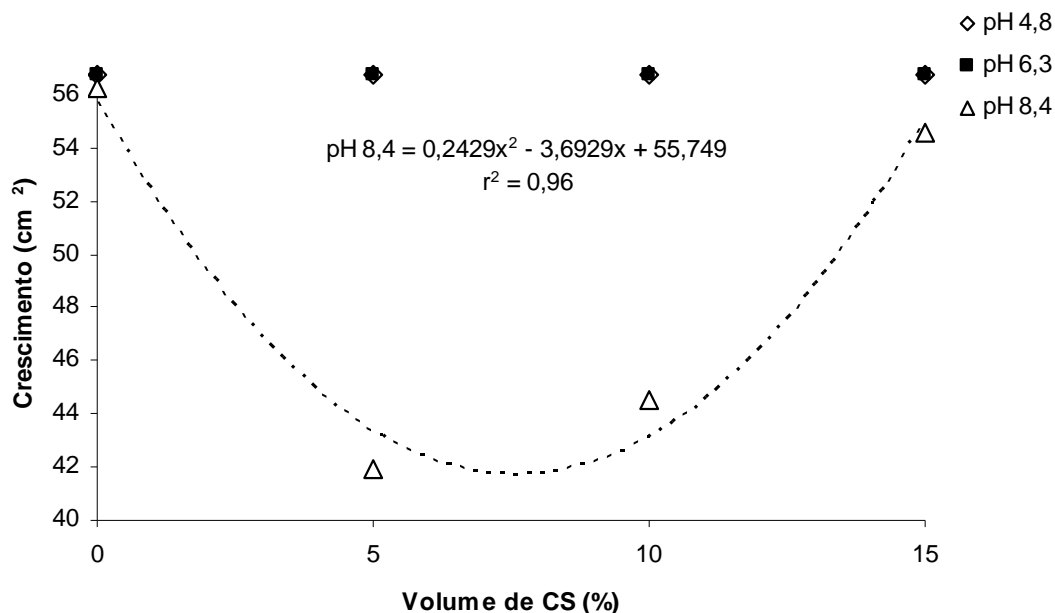


Figura 7 - Desenvolvimento de colônias de *Pythium* sp. em meio de cultura BSA, 48 horas após o plaqueamento de discos miceliais incubados por três dias em atmosfera de níveis crescentes de chorume de suínos, aplicado em solos com diferentes níveis de pH. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Em todos os ensaios, um, dois e três dias de incubação, para os solos com pH 4,8 e 6,3, independentemente do solo ou do volume de CS, nas primeiras 48 horas de plaqueamento, as colônias obtiveram menor desenvolvimento que as colônias do solo com pH 8,4. Este fato pode ter sido devido a atuação dos compostos nitrogenados liberados pelo CS quando aplicado nesta faixa de pH. Pois nas primeiras 48 horas de plaqueamento dos discos, estes poderiam ainda estar agindo sobre o fitopatógeno. Em pH ácido, há a formação de ácidos graxos voláteis e liberação de óxido nitroso (TENUTA; CONN; LAZAROVITS, 2005). Tsao e Oster (1981), obtiveram inibição de 100% da germinação de esporângios de *Phytophthora cinamomi* Rands e, 97,3% da germinação de clamidósporos de *Phytophthora parasitica* Dastur, a partir da exposição destes à ácido nitroso em solo com pH 6,0. Conn, Tenuta e Lazatovits (2002), com a aplicação de 10% de CS em solo com níveis de pH de 3 a 5,5, encontraram uma inibição de 80% na germinação de microesclerócios de *Verticillium dahliae* incubados sobre esta mistura. Estes autores ao medirem a quantidade de ácidos graxos voláteis, verificaram que até esta faixa de

pH há uma alta concentração destes gases, os quais são responsáveis pelo controle do deste fitopatógeno.

No entanto, para o *Pythium*, depois de 72 horas de plaqueamento todas as colônias cobriram totalmente as placas, o que pode ser efeito da volatilização destes compostos, fazendo com que estas retomassem seu crescimento normal no meio de cultura.

O menor desenvolvimento inicial das colônias de *Pythium* sp., quando aplicado o CS em solos com pH mais ácidos, pode justificar esta prática a campo. Neste caso, juntamente com a aplicação de CS em solos com pH mais ácidos, podem ser testadas outras técnicas alternativas de controle, como o uso de microrganismos antagonistas ou a solarização. Assim, pode ocorrer a potencialização dos efeitos destas técnicas, maximizando o controle deste fitopatógeno.

O maior crescimento micelial do *Pythium*, em solo pH 8,4, nas primeiras horas, mostra que pode ter havido um estímulo à produção de hifas pelos compostos nitrogenados liberados pelo CS. Nesta faixa de pH, há a liberação de amônia (TENUTA; LAZAROVITS, 2002). Contrariamente ao encontrado, em solo com pH 8,0, a liberação de amônia inibiu totalmente a germinação de esporângios em *P. cinamomi* em três das quatro concentrações testadas (TSAO; OSTER, 1981). Tenuta e Lazarovits (2002), em experimento realizado em tubos de ensaio, com diferentes concentrações cloreto de amônia em pH 8,6 e diferentes concentrações de nitrito de sódio em pH 5,0, revelaram que a exposição de microesclerócios de *V. dahliae* foi letal devido a formação de amônia e óxido nitroso.

O curto período de exposição dos discos miceliais aos tratamentos pode ter sido uma das causas de ausência de controle deste fitopatógeno. Tenuta e Lazarovits (2002), em ensaio, com microesclerócios de *V. dahliae* expostos a diferentes concentrações cloreto de amônia em pH 8,6 e diferentes concentrações de nitrito de sódio em pH 5,0 por diferentes períodos (8, 24 ou 96 horas), verificaram que tanto a amônia como o ácido nitroso, inibiram a germinação destas estruturas somente com quatro dias de incubação. Porém, novos estudos devem ser realizados com diferentes períodos de incubação para verificação dos resultados obtidos.

No entanto, a ausência de efeito dos tratamentos aplicados, em parte, também pode ser explicada pela maior resistência do *Pythium* sp. quando comparado a outros fitopatógenos. Santos (2001), trabalhando com lodo de esgoto

autoclavado, também verificou que volumes de até 25% deste composto não inibiram totalmente o crescimento micelial de *P. aphanidermatum*, chegando numa inibição máxima de 84% com 25% de lodo de esgoto aplicado. Para outros fitopatógenos como *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii* a inibição o crescimento micelial foi total para volume de lodo de esgotos de 5%, já para *Fusarium oxysporum* Schlecht. não foi sensível ao lodo de esgoto.

### 3.2 EFEITO DA APLICAÇÃO DO CHORUME DE SUÍNOS SOBRE O TOMBAMENTO DE PLÂNTULAS DE PEPINO CAUSADO POR *Pythium* sp.

#### 3.2.1 Efeito da Aplicação Superficial do Chorume de Suínos

No experimento com aplicação superficial, independentemente do volume de chorume de suínos (CS) e do pH do solo, a emergência de plântulas no primeiro cultivo não apresentou resultados significativos (Tabela 4). No segundo cultivo, houve interação entre os fatores volume de CS e pH do solo (Figura 8). Para os dois pH's do solo, equações quadráticas se ajustaram aos dados, no entanto, o coeficiente de determinação de ambos mostra uma baixa significância. Contudo, nos maiores volumes de CS aplicados ocorreram as menores porcentagens de emergência de plantas. A alta concentração de sais no CS pode ter sido a causa desta redução. No segundo cultivo, houve uma redução média de 19,5% de plantas emergidas, comparado com o primeiro cultivo. Este fato pode ser atribuído a um melhor estabelecimento do *Pythium* sp. no solo, uma vez que as plântulas tombadas no primeiro cultivo foram deixadas sobre o solo.

Tabela 4 - Tombamento de plântulas de pepino, causado por *Pythium* sp., cultivadas em solo com dois níveis de pH em água, com a aplicação superficial níveis crescentes de chorume de suínos (média de quatro volumes de chorume de suínos). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Solo	Cultivo 1		Cultivo 2	
	Tombamento (%)			
pH 4,8	34,49	b	25,65	b
pH 6,3	43,65	a	27,45	a
C.V. (%)	8,64		8,39	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. <sup>ns</sup> não significativo. C.V.= coeficiente de variação. Cultivo 1: 18 dias após a aplicação do chorume de suínos. Cultivo 2: 36 dias após a aplicação de chorume de suínos.

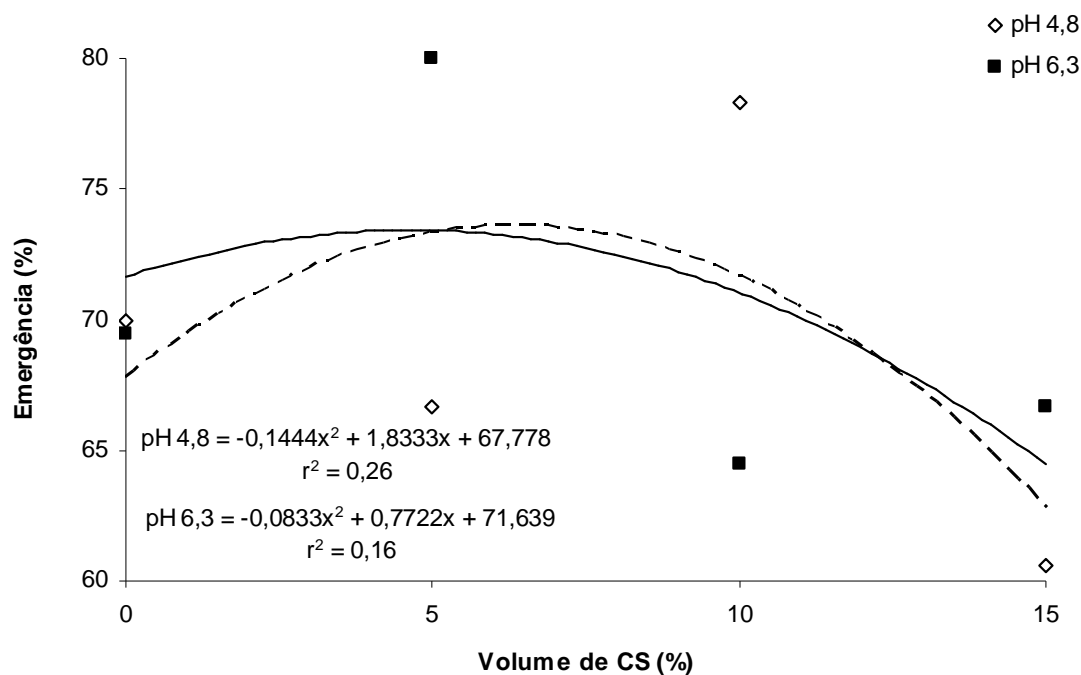


Figura 8 – Emergência de plântulas de pepino cultivadas em solo com diferentes níveis de pH em água, infestado com *Pythium* sp., 18 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Para a variável tombamento de plântulas, houve efeito isolado do fator pH do solo, no primeiro e no segundo cultivo (Tabela 4). O tombamento foi maior em solo com pH 6,3 independentemente do volume de CS aplicado. Este resultado ocorreu devido ao desfavorecimento do desenvolvimento de fitopatógenos dado pela acidez do solo (TENUTA; LAZAROVITS, 2002). Outro fator que pode ter reduzido o tombamento de plântulas no solo com pH 4,8, é formação de ácidos graxos voláteis dada a partir da aplicação de CS em solo com pH ácido. Conn, Tenuta e Lazarovits (2005), com a aplicação de 10% de CS em solo com faixas de pH de 3 a 9 encontraram que até a faixa de pH 5,5, maior formação de ácidos graxos voláteis coincidiu com a menor germinação de microesclerócios de *Verticillium dahliae*. Tenuta e Lazarovits (2002), com aplicação de substâncias que formam estes ácidos, encontraram redução significativa na germinação de microesclerócios de *V. dahliae* expostos a estes gases. No solo pH 6,3, a formação destes ácidos é praticamente nula, sendo que nesta faixa ainda não há a formação de amônia (CONN; TENUTA; LAZAROVITS, 2005), justificando a ausência de controle de *Pythium* sp.

Outro fato a ser destacado é que a semeadura do pepino ocorreu um dia após a aplicação do CS. No entanto, mesmo sendo curto o período de ação deste sobre o fitopatógeno, houve redução no tombamento de plântulas.

A respiração microbiana, avaliada ao final de cada cultivo, apresentou somente efeito isolado dos volumes de CS aplicados ao final do segundo cultivo (36 DAA) (Figura 9). Uma equação quadrática se ajustou aos dados ( $r^2=0,97$ ), sendo que inicialmente houve uma redução de  $\text{CO}_2$  desprendido, mas com o aumento dos volumes de CS, a atividade microbiana foi favorecida (Figura 9). Matos et al. (1997) também encontraram um aumento significativo da população microbiana do solo com aplicação de doses de até  $200\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  de CS. Estes autores justificam este resultado pela carga orgânica viva e nutrientes adicionados ao solo com o CS. A atividade microbiana é um dos fatores tidos como mais efetivos no controle ou supressão de fitopatógenos do solo quando há a aplicação de compostos orgânicos. Santos (2001), encontrou aumento da atividade microbiana com a aplicação de volumes crescentes de lodo de esgoto, o que foi responsável pela redução do tombamento de plântulas de pepino causado por *P. aphanidermatum*. A competição microbiana com a aplicação de doses de CS também foi responsável pelo menor tombamento de pepino por *P. ultimum* e *Rhizoctonia solani* (DIAB; HU; BENSON, 2003). Estes autores avaliaram o tempo de compostagem de CS, sendo que quanto maior a maturação deste composto maior foi a atividade microbiana. Relatam ainda, que este fator é determinante para patógenos do gênero *Pythium*, pois estes colonizam rapidamente ambientes, mas possuem baixa capacidade de concorrência nas relações microbianas possíveis de ocorrerem no solo. Morales, Santos e Danner (2007), encontraram relação entre a redução do tombamento de feijão causado por *Sclerothium rolfsii* e maior emergência de plantas com o aumento da atividade microbiana dada pela aplicação de doses crescentes de CS. Já, Forner (2009), não encontrou aumento na atividade microbiana em solo com a aplicação de diferentes doses de CS e diferentes períodos de solarização. No entanto, os valores de  $\text{CO}_2$  desprendidos encontrados por este autor são consideravelmente maiores que os encontrados neste experimento, sendo que este fato pode ter sido devido a aplicação superficial do CS.

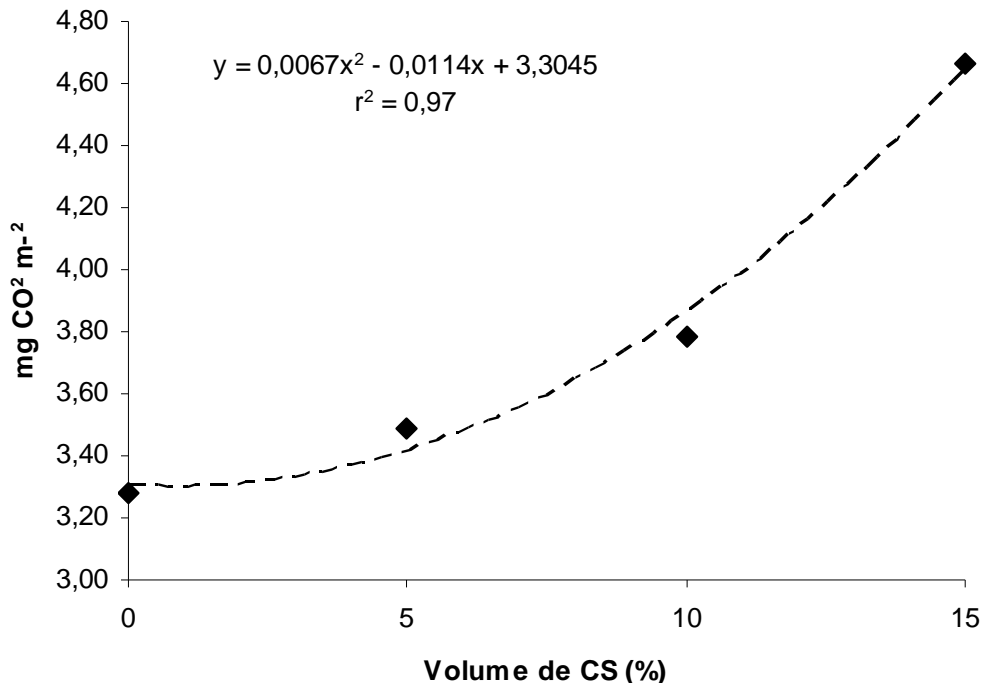


Figura 9 – Respiração microbiana do solo, aos 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Os atributos químicos do solo foram avaliados aos 36 DAA. Os valores de matéria orgânica (MO) do solo não sofreram influência dos volumes de CS e do pH do solo, apresentando 62,87 e 61,40g.dm<sup>-3</sup>, para o solo pH 4,8 e 6,3, respectivamente. Resultado semelhante encontraram Assmann et al. (2007), com a aplicação de doses de até 80m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de CS no consórcio aveia + azevém. Segundo Redoy et al. (1979), este resultado ocorreu devido aos compostos orgânicos encontrados no CS serem de fácil mineralização, oxidando-se em poucos dias. Este processo é favorecido pelo aumento da atividade microbiana, que coincidentemente aumentou com a aplicação dos diferentes volumes de CS (Figura 9).

Os teores de fósforo (P) encontrados no solo apresentaram interação significativa para os fatores pH do solo e volume de CS. Em solo com pH 4,8, os dados se ajustaram a uma equação quadrática ( $r^2=0,93$ ) sendo que o aumento do volume de CS aplicado, incrementou os teores de P no solo em 76%. Para o solo pH 6,3 houve uma resposta linear do acúmulo de P no solo com o aumento do volume de CS aplicado (Figura 10). Este aumento pode ser explicado pelo fato que o P é um



macronutriente abundante no CS. No entanto, somente dois terços do P encontrado neste composto é solúvel em água, sendo que o restante faz parte de estruturas orgânicas, o que faz com que haja maior residual e menor probabilidade de adsorção ao solo (SCHERER; AITA; BALDISSERA, 1996). Forner (2009), não encontrou aumento nos teores deste nutriente 15 dias após a aplicação de CS de  $120\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ .

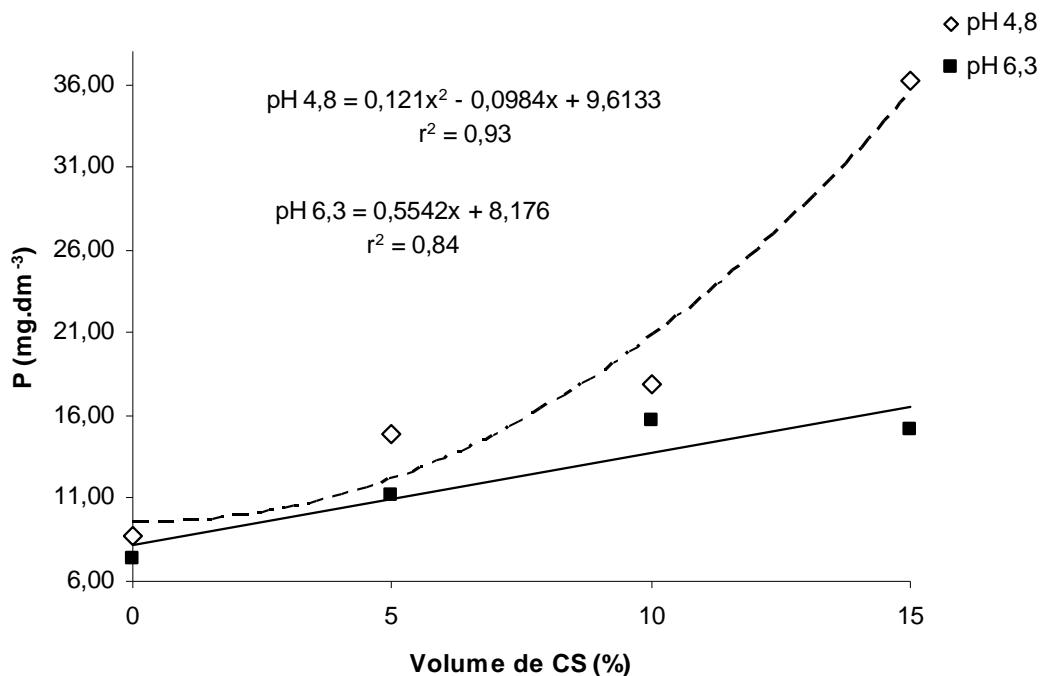


Figura 10 – Fósforo (P) em solo com dois níveis de pH, 36 dias após a aplicação superficial de diferentes níveis crescentes de chorume de suínos, cultivado com plantas de pepino. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Os teores de potássio (K) encontrados no solo apresentaram efeito isolado do fator volume de CS aplicado (Figura 11), respondendo linearmente a aplicação. Comparando ao valor inicial encontrado no solo (Tabela 2), houve um acréscimo de 19,5% nos teores deste nutriente, com a aplicação de 15% de CS. Assmam et al. (2007) encontraram incremento de  $0,98\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$  da dose 0 para  $80\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  de CS. Já, Forner (2009), não encontrou aumento significativo nos teores deste elemento após a aplicação de  $120\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  de CS, em solo com e sem solarização.

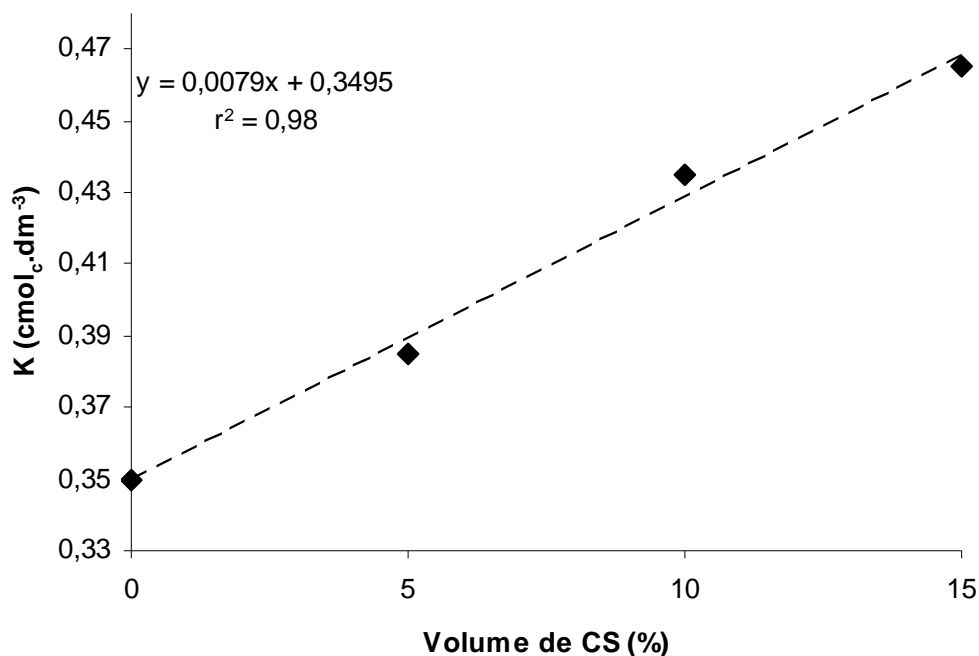


Figura 11 – Potássio (K) no solo 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos, cultivado com plantas de pepino (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Para os teores de cobre (Cu) e zinco (Zn), somente o fator volume de CS teve efeito significativo. Os teores de Cu se ajustaram a uma regressão quadrática ( $r^2=0,93$ ), mostrando um aumento dos teores deste elemento nos maiores volumes de CS (Figura 12). O Zn, até o volume de 11,89% de CS aplicado apresentou aumento dos seus teores no solo (Figura 13). Estes dois micronutrientes estão diretamente ligados ao controle de fitopatógenos, uma vez que possuem efeito fungicida. Morales, Santos e Danner (2007), encontraram incremento de até 350% de Zn e 5% de Cu com a aplicação de  $80\text{m}^3\text{ha}^{-1}$  de CS e afirmaram que estes elementos foram potenciais redutores do tombamento de feijão causado por *S. rolfsii*.

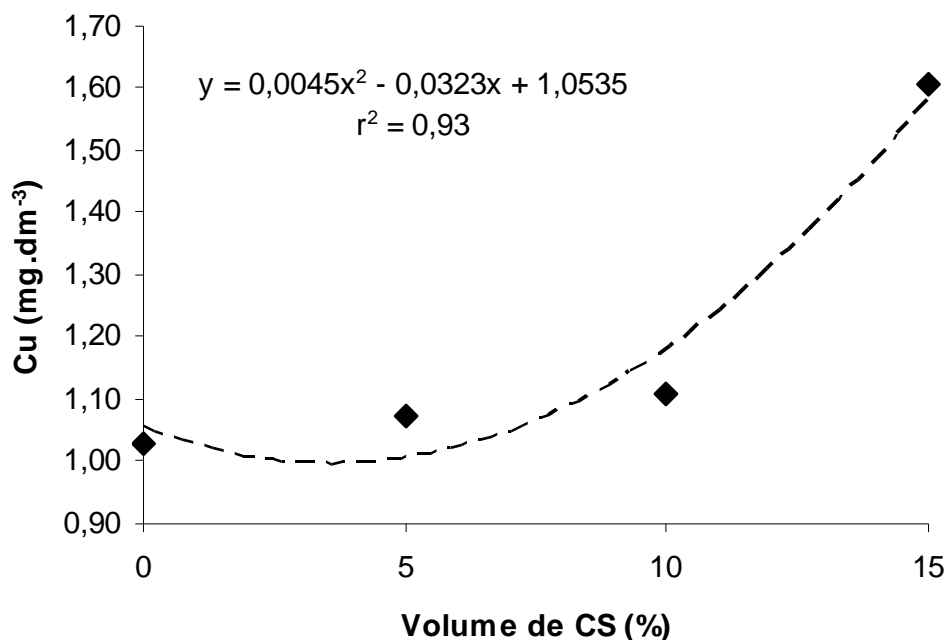


Figura 12 – Cobre (Cu) no solo, 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos cultivado com plantas de pepino (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

No entanto, neste experimento, o tombamento de plântulas de pepino sofreu influência somente do pH do solo e não dos volumes de CS aplicados. Portanto, o acúmulo destes nutrientes e dos demais nutrientes avaliados não pode ser relacionado com a variação do tombamento de plântulas de pepino ocorrida nos diferentes níveis de pH do solo.

Outro fato a ser considerado é que os teores dos nutrientes encontrados inicialmente no solo utilizado neste experimento (Tabela 02), já eram considerados altos para esta classe de solo (CQFS – RS/SC, 2004). Assim, se houvesse algum efeito nutricional dos volumes de CS sobre as plantas, subentende-se que este não teria relação com um menor tombamento de plântulas, ou seria baixo, uma vez que, as plantas de pepino, mesmo sem aplicação de CS estariam numa boa condição nutricional.

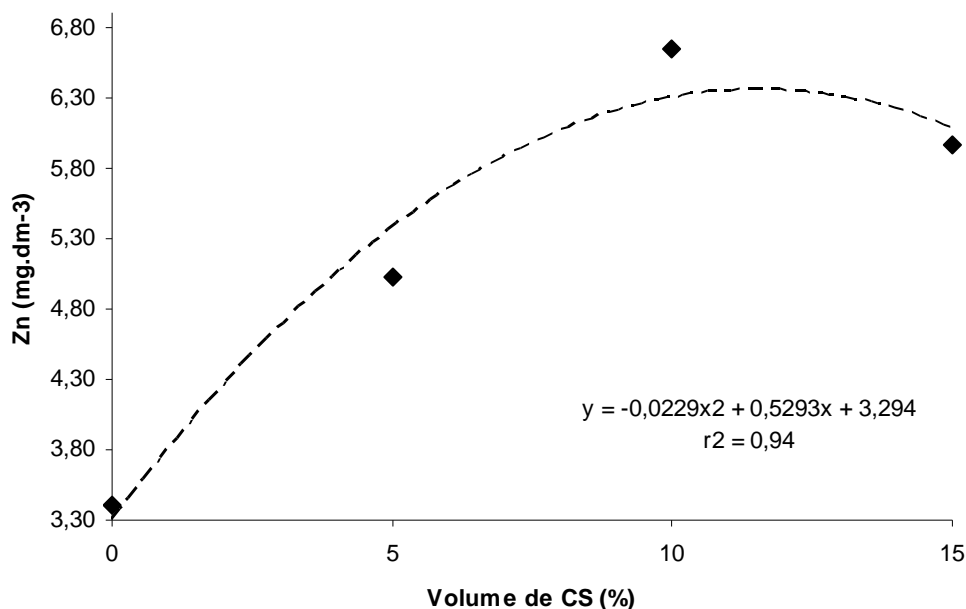


Figura 13 – Zinco (Zn) no solo 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos, cultivado com plantas de pepino (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Tabela 5 – pH do solo aos 36 dias após a aplicação superficial de níveis crescentes de chorume de suínos (média de quatro volumes de chorume de suínos). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Solo	pH CaCl <sub>2</sub>	
pH 4,8	4,38	a
pH 6,3	5,2	b
C.V (%)	1,08	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup> não significativo. C.V.= Coeficiente de variação.

O pH do solo aos 36 DAA, apresentou efeito isolado para o fator solo (Tabela 5). Para ambos os solos, os valores encontrados foram menores que os iniciais. Neste experimento, o pH do solo foi avaliado em CaCl<sub>2</sub>, o que confere sempre um valor menor que a avaliação em água (0,3 a 0,5), a qual foi utilizada para a avaliação inicial do pH. Sendo assim, o solo pH 4,8 (em água), teve aos 36 DAA uma redução de 4,45 para 4,38 (em CaCl<sub>2</sub>), o que não é uma diferença que indique um efeito de redução durante o período, porém, é significativamente menor que o do solo pH 6,3 (água). Para o solo pH 6,3, esta diferença encontrada entre as metodologias não interferiu nos resultados, mostrando uma redução significativa durante o período. Considerando uma diferença de 0,5 entre as metodologias o valor

inicial do pH deste solo seria 5,8, o que mostra uma redução de 0,6 aos 36 DAA, ou seja, uma redução significativa. Mesmo com uma pequena diferença de valores inicial para 36 DAA, este fator foi determinante na redução do tombamento de plantas da primeira para a segunda época nos dois solos, pois, a acidez do solo tem ação direta sobre os fitopatógenos (TENUTA; LAZAROVITS, 2002). Conn, Tenuta e Lazarovits (2005), deixam claro que com a redução do pH do solo, há uma maior formação de ácidos graxos voláteis, os quais agem no controle de fitopatógenos. Além de que, na faixa de pH 6,3 (5,8 CaCl<sub>2</sub>), a formação destes compostos fungitóxicos é muito baixa, assim, com a redução para pH 5,2, esta é aumentada, reduzindo o tombamento de plantas.

### 3.2.2 Efeito da Incorporação do Chorume de Suínos

No experimento com incorporação de CS ao solo, a emergência de plântulas apresentou efeito da interação entre volumes de CS e solo (Figura 14). No solo pH 4,8, em todos os volumes de CS, a emergência de plântulas manteve-se em maiores índices que no solo pH 6,3. No entanto, para ambos os solos, com a aplicação de maiores volumes de CS, houve uma redução no percentual de plântulas emergidas. O maior acúmulo de sais, dado pela aplicação do CS é o fator mais provável deste resultado.

Para a variável tombamento de plântulas, houve efeito isolado do fator pH do solo (Tabela 6) e dos volumes de CS (Figura 15). Novamente, o pH 4,8 teve um menor índice de plântulas tombadas. O efeito direto da acidez do solo e a formação de ácidos graxos voláteis tiveram um efeito conjunto sobre o controle do fitopatógeno (CONN; TENUTA; LAZAROVITS, 2005).

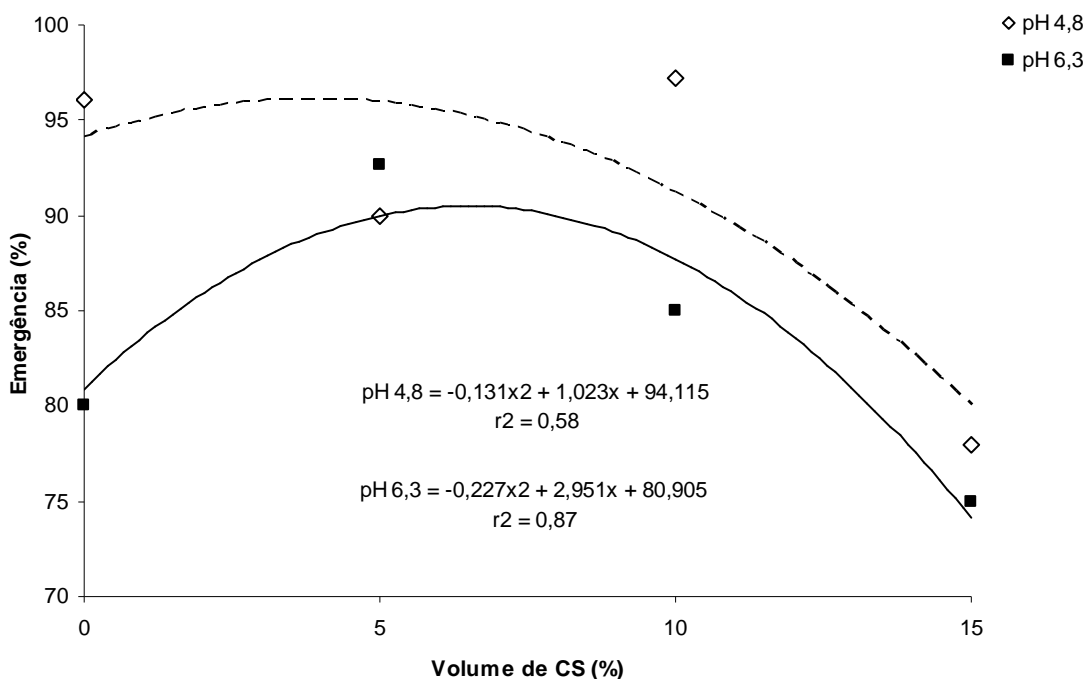


Figura 14 – Emergência de plântulas de pepino, cultivadas em solo com dois níveis de pH, infestado com *Pythium* sp., com a incorporação de níveis crescentes de chorume de suínos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Tabela 6 - Tombamento de plântulas de pepino, causado por *Pythium* sp., cultivadas em solo com dois níveis de pH, em função da incorporação de níveis crescentes de chorume de suínos (média de quatro volumes). UTFPR, Campus, Pato Branco, 2010.

Solo	Tombamento (%)	
pH 4,8	53,84	a
pH 6,3	73,03	b
C.V. (%)	10,80	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). C.V.= coeficiente de variação.

A respiração microbiana avaliada aos 18 DAA apresentou efeito isolado dos fatores volumes de CS (Figura 16) e pH do solo (Tabela 7). Havendo um aumento dos valores de  $\text{CO}_2$  desprendido em função do aumento dos volumes de CS aplicado. Os valores de  $\text{CO}_2$  desprendido foram maiores aos encontrados no experimento com a aplicação superficial do CS. Isto mostra que há uma maior uniformidade da ação deste composto no solo quando aplicado.

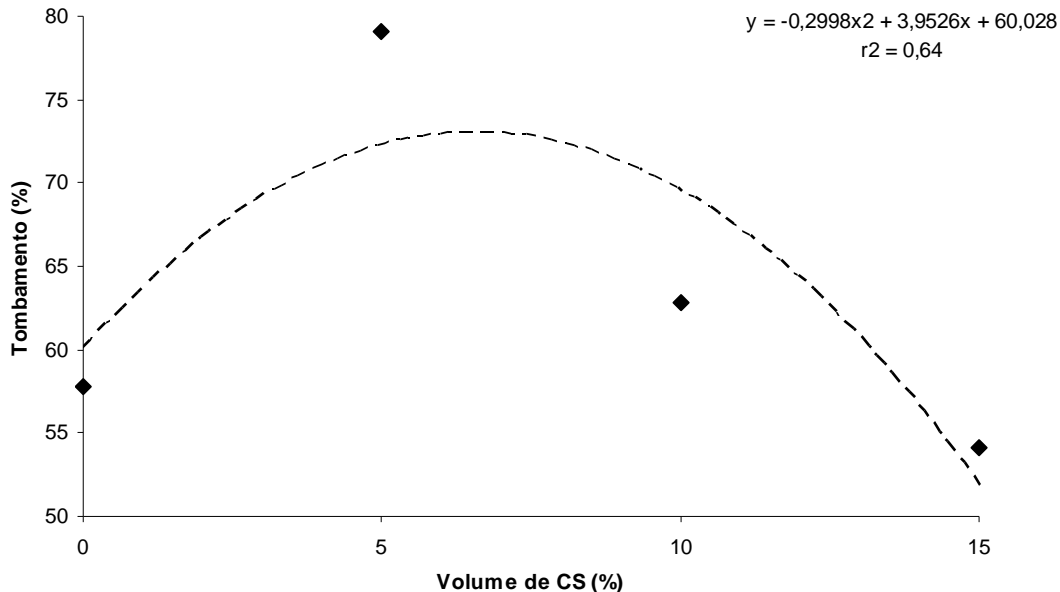


Figura 15 – Tombamento de plântulas de pepino, causado por *Pythium* sp., aos 18 dias, cultivadas em solo com incorporação de diferentes volumes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Para o fator solo, em pH 4,8 houve maior desprendimento de  $\text{CO}_2$ , o que significa uma maior taxa de microrganismos respirando no solo. Este fator, também foi determinante na menor taxa de plantas tombadas neste solo (Tabela 6), uma vez que as alterações microbianas são tidas como um dos principais fatores de controle de fitopatógenos (DIAB; HU; BESON, 2003; MORALES; SANTOS; DANNER, 2007).

Tabela 7 - Respiração microbiana de solo ( $\text{mgCO}_2\text{m}^{-2}$ ), infestado com *Pythium* sp., com dois diferentes níveis de pH, aos 18 dias após a incorporação de níveis crescentes de chorume de suínos (média de quatro volumes). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Solo	$\text{mg CO}_2\text{m}^{-2}$	
pH 4,8	5,97	a
pH 6,3	5,53	b
C.V. (%)	5,75	

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). C.V.= Coeficiente de variação.

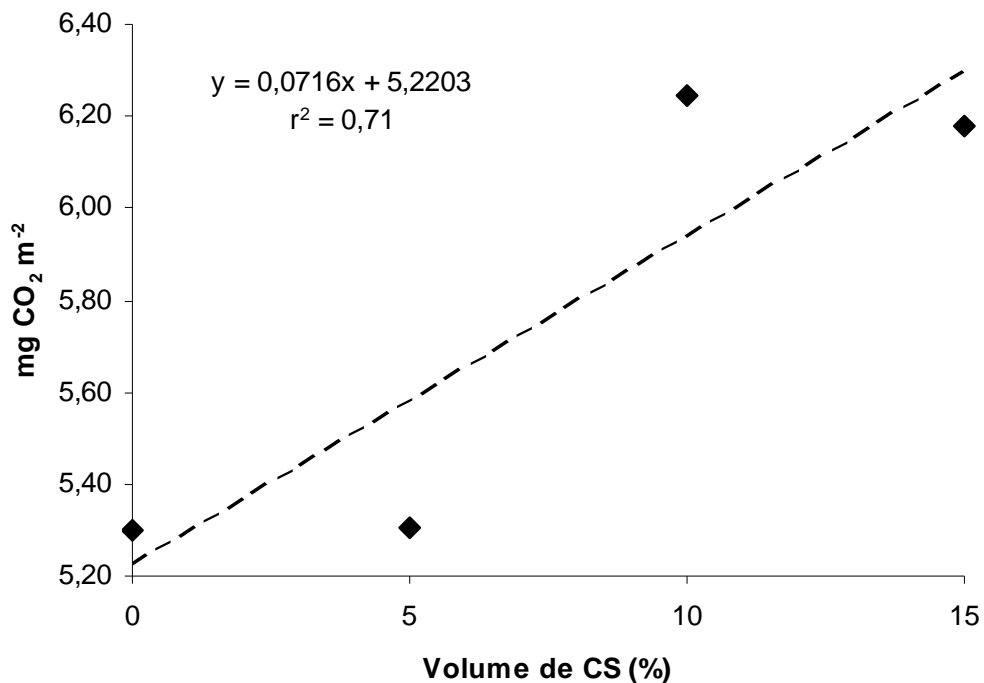


Figura 16 - Respiração microbiana do solo, infestado com *Pythium* sp, 18 dias após a incorporação de níveis crescentes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus, Pato Branco, 2010.

### 3.3 AVALIAÇÃO DO POSSÍVEL EFEITO DOS GASES DO CHORUME DE SUÍNOS NO CONTROLE DE *Pythium* sp

#### 3.3.1 Efeito em solo com dois níveis de pH

Independente do pH do solo e do volume de chorume de suínos (CS), a emergência de plântulas de pepino, no primeiro cultivo, foi de 100%. No segundo cultivo, 32 dias após a aplicação (DAA) de CS, 9 dias após o plantio, esta variável sofreu influência dos volumes de CS incubados (Figura 11). Até 4,66% de CS incubado, a emergência de plântulas aumentou, e a partir desta, com o aumento dos volumes de CS, houve redução na emergência, chegando a 78,27% de plantas emergidas, quando da incubação do maior volume de CS.



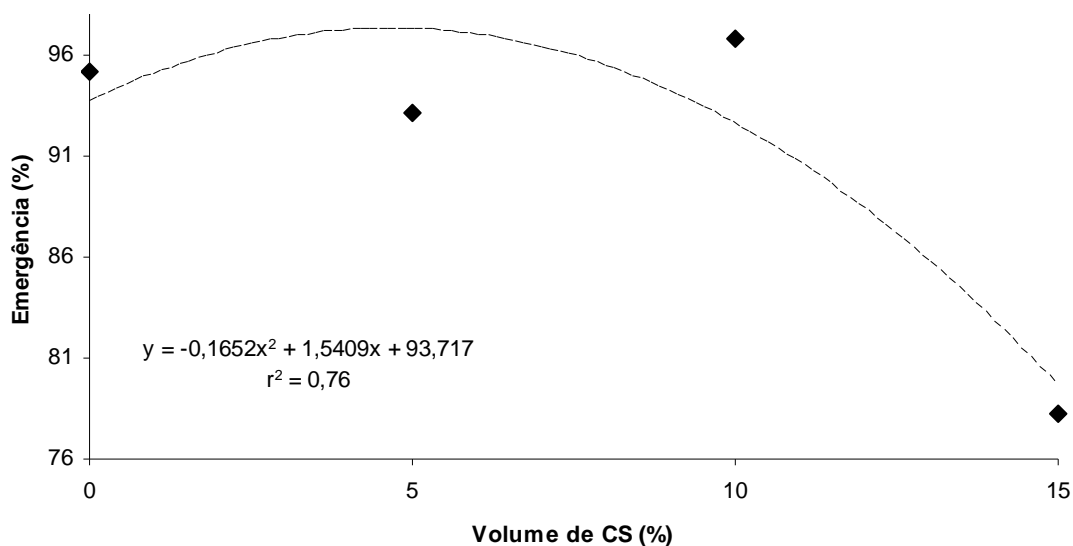


Figura 17 – Emergência de plântulas de pepino cultivadas em solos, infestado com *Pythium* sp., incubado hermeticamente por quatro dias com níveis crescentes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

A redução média da emergência de plântulas do primeiro para o segundo cultivo foi de 9,18%. Este fato, pode ter sido devido ao *Pythium* sp. ter se estabelecido melhor no solo, pois as plantas tombadas na primeira época foram deixadas nas bandejas, o que favoreceu a colonização das sementes por parte do patógeno. Outro efeito notório na redução na emergência nos maiores volumes de CS, ocorreu devido a presença de sais, encontradas nas maiores doses. O K no solo, inicialmente apresentava o valor de  $0,37 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ , classificado como alto para esta classe de solo, sendo neste caso recomendado para a cultura a aplicação de  $100 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (CQFS – RS/SC, 2004). Sendo a porcentagem de K na molécula de  $\text{K}_2\text{O}$ , haveria um excesso de 14 e  $71 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  para os volumes de 10% e 15%, respectivamente (Tabela 01).

Para o tombamento de plântulas, houve interação entre os fatores volume de CS e pH do solo no primeiro cultivo (Figura 18). A aplicação de CS, em solo com pH 4,8, aumentou linearmente o tombamento de plântulas de pepino. De acordo com a equação de regressão, para cada 10% de aumento nas doses de CS aplicadas corresponde um incremento de 7,17% no tombamento de plântulas de pepino. Por outro lado, em solo com pH 6,3, o CS reduziu o tombamento numa

resposta quadrática, sendo os menores valores encontrados quando da aplicação de 13,28% de CS.

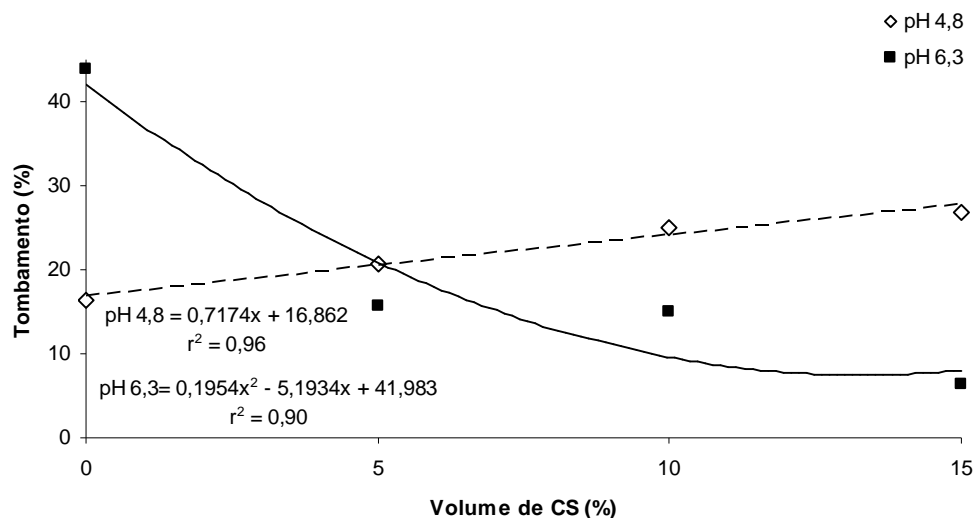


Figura 18 – Tombamento de plântulas de pepino, causado por *Pythium sp.*, aos 18 dias, cultivadas em solos com diferentes níveis de pH, incubados hermeticamente por quatro dias com níveis crescentes de chorume de suínos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Outro fato notável é o alto índice de tombamento de plântulas no solo pH 6,3, no volume 0 de CS (43,75%). Este efeito pode ser explicado devido a acidez do solo, possuir controle direto sobre alguns fitopatógenos (TENUTA; LAZAROVITS, 2002). Além de que, com a aplicação de CS, há o incremento de ácidos orgânicos e, conseqüente, redução do pH do solo, o que potencializa este efeito. Ponderando este fato para cultivos a campo, pode-se inferir que em casos de excesso de calagem do solo poderá haver o favorecimento de fitopatógenos como o *Pythium sp.*

No segundo cultivo houve efeito isolado dos volumes de CS incubados (Figura 19). Uma equação quadrática ( $r^2=0,78$ ) mostra aumento do tombamento de plântulas com a aplicação de até 4,9% de CS, e seqüente diminuição, com a aplicação de maiores volumes, chegando a 10,13% de plantas de pepino tombadas com 15% de CS incubado.

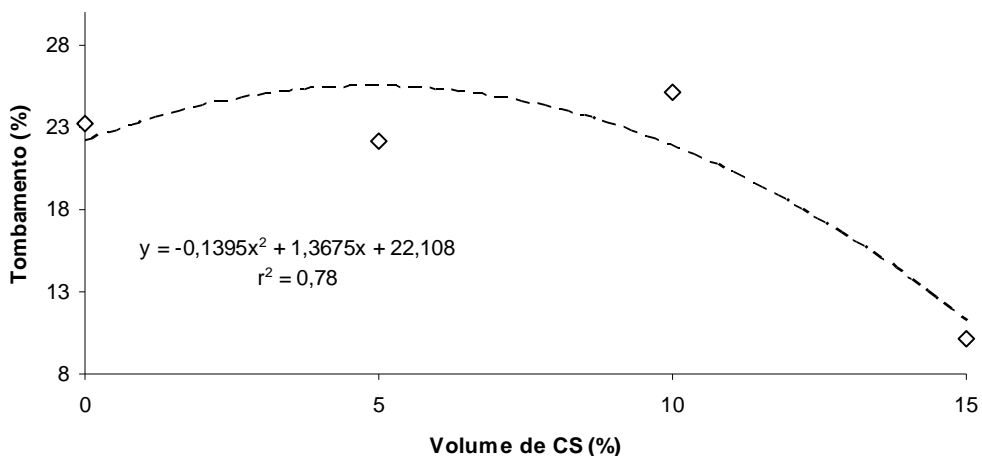


Figura 19 – Tombamento de plântulas de pepino, causado por *Pythium* sp., aos 36 dias, cultivadas em solo incubado hermeticamente por quatro dias com níveis crescentes de chorume de suínos (média de dois pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

O tempo de incubação das doses pode ter sido insuficiente para a formação de compostos nitrogenados tóxicos que controlariam o *Pythium* sp. Pois Tenuta e Lazarovits (2002), em experimento com diferentes períodos de exposição de microesclerócios de *V. dahliae* à substâncias químicas e orgânicas que produzem gases nitrogenados (amônia e óxido nitroso), obtiveram aumento nas concentrações de ácido nitroso e nitrito após 10 dias da aplicação destes. Notoriamente, as substâncias utilizadas naquele estudo, uréia e farinha de carne e osso, possuem composição química e decomposição diferenciada do CS. Sendo que a liberação dos compostos nitrogenados pelo CS neste estudo, pode não ter alcançado sua maior concentração, o que não efetivou o controle do *Pythium* sp. Em outro bioensaio, Conn, Tenuta e Lazarovits (2005), obtiveram inibição total da germinação de microesclerócios com a adição de CS em solos ácidos, somente a partir de seis semanas de incubação e na quantidade de 40% do volume do solo.

A utilização de maiores volumes de CS do que os estudados na tentativa de controle do *Pythium* sp., poderia ser uma alternativa. No entanto, a maior porcentagem estudada, 15% do volume do solo, representa a aplicação de  $300\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ , em uma única aplicação. Além de que, recomenda-se a aplicação de dejetos líquidos de suínos em área que disponha de cultura em pleno crescimento, por possuir um maior potencial de absorção, o que reduz os riscos de escoamento

superficial e a contaminação das águas superficiais (MATOS et al., 1997). A aplicação excessiva de CS, causa também, em alguns solos, a poluição das águas subterrâneas com nitrato, a salinização e a elevação da concentração de metais pesados no solo (MATOS et al., 1997). Portanto, tecnicamente, não seria admitido o aumento dos volumes além dos estudados. Porém, seria interessante a realização de um estudo a longo prazo à campo com a aplicação de maiores volumes, divididos em diversas aplicações, com monitoramento dos atributos químicos do solo.

### 3.3.2 Efeito em solo com três níveis de pH

A emergência de plântulas de pepino foi influenciada pelos fatores volume de CS (Figura 20) e pH do solo (Tabela 8) separadamente. Para o fator volumes de CS, os três solos tiveram seus dados ajustados à regressões quadráticas (Figura 20). Com a aplicação de até 6,58% de CS houve incremento na emergência, sendo que a partir da aplicação de maiores volumes, esta foi reduzida em até 10,54% com 15% de CS aplicado. Este fato, mostra a tendência de diminuição da emergência com o aumento dos volumes de CS aplicadas. O acúmulo de sais pela aplicação de CS, é a causa mais provável para este efeito. Para o fator solo, a maior emergência foi em pH 8,4, que apresentou em média 4,83% e 10,6% a mais de plântulas emergidas que os solos com pH 4,8 e 6,3, respectivamente (Tabela 8).

O tombamento de plântulas apresentou interação significativa entre os fatores volume de CS e pH do solo (Figura 21). No entanto, somente para o solo pH 8,4, o coeficiente de determinação ( $r^2=0,84$ ), mostrou ajuste significativo dos dados à curva de regressão linear, mostrando um aumento de plantas tombadas com incubação de maiores volumes de CS. Para os solos pH 4,8 e pH 6,3, apesar do baixo coeficiente de determinação, houve ajuste dos dados à equações quadráticas, mostrando que nos maiores volumes de CS incubado, houve redução do percentual de plantas de pepino tombadas. Este fato mostra, novamente, o possível efeito direto da acidez do solo e dos compostos nitrogenados formados com a aplicação do CS em solos com esta faixa de pH (TENUTA; LAZAROVITS, 2002; CONN; TENUTA; LAZAROVITS, 2005).

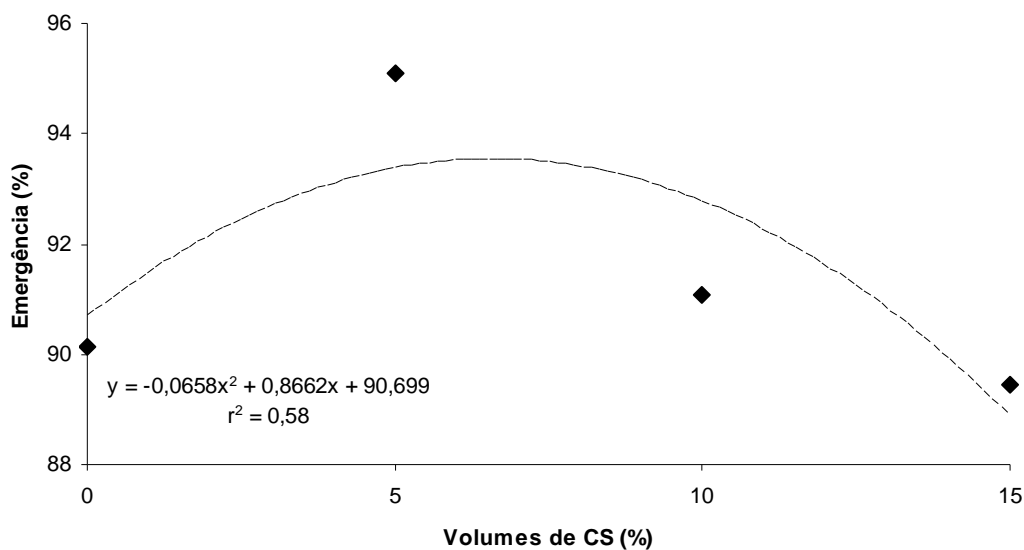


Figura 20 – Emergência de plântulas de pepino, cultivadas em solo infestado com *Pythium* sp., incubado hermeticamente por quatro dias com níveis crescentes de chorume de suínos (média de três pH's). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Tabela 8 – Emergência de plântulas de pepino cultivadas em solos com diferentes níveis de pH, infestado com *Pythium* sp., incubado hermeticamente por quatro dias com chorume de suínos (média de quatro volumes). UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

Solo	Emergência	
pH 4,8	91,64	b
pH 6,3	86,20	b
pH 8,4	96,47	a
C.V. (%)	5,19	

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste Tukey ( $p < 0,005$ ). C.V. = Coeficiente de variação.

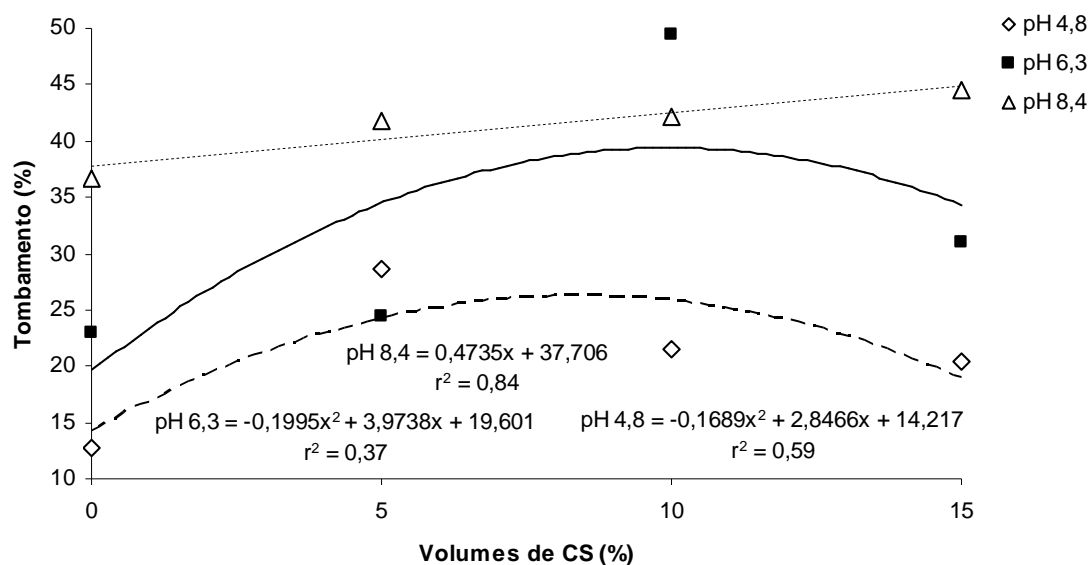


Figura 21 – Tombamento de plântulas de pepino causado por *Pythium* sp., aos 18 dias, cultivadas em solos com diferentes níveis de pH, incubado hermeticamente por quatro dias, com níveis crescentes de chorume de suínos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2010.

No solo pH 8,4 esperava-se um efeito contrário, pois a liberação de amônia é mais efetiva, nesta faixa de pH e este composto, tem se apresentado mais efetivo no controle de fitopatógenos. Este gás possui efeito mutagênico às células (TENUTA; LAZAROVITS, 2002) sendo que diversos autores citam seu efeito letal sobre estruturas de fitopatógenos (CONN; TENUTA; LAZAROVITS, 2005; TENUTA; LAZAROVITS, 2002; DIAB; BENSON; HU, 2003). Tenuta e lazarovits (2002), ao exporem microesclerócios de *V. dahliae* a níveis de pH 7,0, 7,6, 8,0 e 8,5 e concentrações de 0 à 200mM de amônia, verificaram que com o aumento do pH e da concentração de amônia a germinação destes foi reduzida. Porém, os níveis de amônia apresentaram os mesmos níveis de controle dos microesclerócios, em concentrações até duas vezes maiores comparada ao ácido nítrico. Assim, se a formação de óxido nítrico em faixas menores de pH apresentou controle parcial sobre o *Pythium* sp., dificilmente a amônia apresentaria. Além de que, a volatilização da amônia é mais rápida que os demais formados nestes casos, o que reduz ainda mais seu efeito. Tenuta e Lazarovits (2002), verificaram que ao haver a dissipação da amônia, a germinação de microesclerócios de *V. dahliae* aumentou de 0 para mais de 20%.

#### 4 CONCLUSÕES

A emergência de plantas de pepino foi reduzida com a aplicação de volumes de CS acima de 10%.

A maior acidez do solo e/ou liberação de compostos tóxicos, em pH 4,8, promoveu efeito supressivo ao *Pythium* sp., o que refletiu em menor tombamento de plantas.

A respiração microbiana e os teores de P, K, Cu e Zn aumentaram com a aplicação de CS.

O tombamento de plantas diminuiu em função do aumento dos volumes de CS incubados ao solo com pH 4,8 e 6,3.

No solo com pH 8,4 houve um percentual de plantas tombadas e maior desenvolvimento micelial das colônias de *Pythium* sp.

Na condição de saturação de gases, nos solos com pH 4,8 e 6,3, ocorreu menor desenvolvimento das colônias de *Pythium* sp. 24 e 48 horas após o plaqueamento dos discos miceliais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferentes situações, que testaram a ação do CS no controle da doença e do fitopatógeno, nos experimentos realizados, tiveram resultados em comum, os quais apontam o mesmo mecanismo de controle para todas. Assim, os menores índices de tombamento de plantas de pepino obtidos com a aplicação superficial, com a incorporação e com a incubação de diferentes volumes de CS em solo com níveis de pH mais ácido, bem como o menor crescimento micelial de *Pythium* sp., confirmam haver uma ação dos ácidos graxos voláteis, formados pela aplicação de CS nesta faixa de pH.

Em pH's mais elevados, onde ocorre a formação de amônia, pelo contrário, não apresentou efeito na redução do tombamento de plantas nem no crescimento micelial do *Pythium* sp.

Outros fatores como o maior acúmulo de nutrientes, o aumento da respiração microbiana e a redução de pH do solo, também mostraram efeito na redução do tombamento de plantas de pepino. Estes porém, não ocorreram de forma coerente em todos os experimentos, sendo portanto, auxiliares no controle deste fitopatógeno em cada caso específico.

As inferências feitas sobre a liberação e os efeitos dos gases no controle do *Pythium* nos trabalhos realizados tem embasamento científico comprovado. No entanto, se faz interessante e necessário a quantificação dos gases liberados nas condições experimentais e a quantificação dos componentes destes. Assim para posteriores experimentos, a utilização de metodologias que permitam estes detalhamentos seriam de grande valia.



## REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HUBNER, A. P. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1. 2007.

ASSMANN, A. P.; SANTOS, I. dos; ASSMANN, J. M.; BRAIDA, J. A.; MALAGI, G. Efeito de doses crescentes de esterco líquido de suínos na intensidade de antracnose e produtividade de soja. **Synergismus Scientifica**. UTFPR, Pato Branco, v. 1, p. 187-196, 2006.

ASSMANN, T. S.; A. J. M.; CASSOL, L. C.; DIEHL, R. C.; MANTELI, C.; MAGIERO, E. C. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1515-1523, 2007.

BEDENDO, I. P. Damping-off. In: In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia**. 3ª ed. São Paulo: Agronomica Ceres. 1995. p. 393-414.

BEN-YEPHET, Y.; NELSON, E. B. Differential suppression of damping-off caused by *Pythium aphanidermatum*, *P. irregulare*, and *P. myriotylum* in composts at different temperatures. **Plant Disease**. v. 83, p.356-360, 1999.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J. A. H. Solarização do solo para o controle de *Pythium* e plantas daninhas em culturas de crisântemo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 459-462, 1994.

BOLLEN, G. J. Lethal temperatures of soil fungi. In: PARKER, C. A.; ROVIRA, A. D.; MOORE, K. J.; WONG, P. T. W. (Ed.) Ecology and management of soilborne plant pathogens. St. Paul: **The American Phytopathological Society**, cap. 5, p. 191-193. 1985

CECÍLIA, É. G.; COSTA, F. G.; MELO, I. S.; SOARES, M. M. S. R. Controle biológico de *P. aphanidermatum* em pepino (*Cucumis sativus* L.) por meio de rizobactérias e actinomicetos endofíticos. Disponível em: [http://www.puc-campinas.edu.br/pesquisa/i\\_semana\\_cientifica/tcc\\_resumos/E9C8963E-C92C-46A6-8DA1-7F9452BE5.pdf](http://www.puc-campinas.edu.br/pesquisa/i_semana_cientifica/tcc_resumos/E9C8963E-C92C-46A6-8DA1-7F9452BE5.pdf). Acesso em: 28/01/2010.

CHUNG, Y. R.; HOITINK, H. A. J.; DICK, W. A. & HERR, L. J. Effects of organic matter decomposition level and cellulose amendment on the inoculum potencial of *Rhizoctonia solani* in hardwood bark media. **Phytopathology**, v. 78, n. 40, p. 836.

CHUNG, Y. R.; HOITINK, H. A. H.; LIPPS, P. E.. In: CAFÉ FILHO, A. C.; LOBO JUNIOR, M. Manejo de fatores físicos e culturais para o controle de patógenos do solo. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 8, p. 267-301. 2000.

CONN, K. L., TENUTA, M.; LAZAROVITS, G. Liquid swine manure can kill *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil by volatile fatty acid, nitrous acid, and ammonia toxicity. **Phytopathology**, v. 95, p. 28-35. 2005.

CONN, K. L.; LAZAROVITS, G. Impact of animal manures on *Verticillium* wilt, potato scab, and soil microbial populations. **Canadian Journal Plant Pathology**, v. 21, p. 81-92. 1999.

CONN, K. L.; LAZAROVITS, G. Soil factors influencing the efficacy of liquid swine manure added to soil to kill *Verticillium dahliae*. **Canadian Journal Plant Pathology**, v. 22, p. 400-406. 2000.

CQFS - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Comissão de Química e Fertilidade do Solo: 10 ed., 2004. 400 p.

DIAB, H. G.; HU, S.; BENSON, D. M. Suppression of *Rhizoctonia solani* on impatiens by enhanced microbial activity in composted swine waste-amended potting mixes. **Phytopathology**, v. 93, p. 1115-1123. 2003

DICK, M.W. Straminipilous Fungi. In: SUTTON, J.C.; SOPHER, C.R.; OWEN-GOING, T.N.; LIU, W.; GRODZINSKI, B.; HALL, J.C.; BENCHIMOL, R.L. Etiology and epidemiology of *Pythium* root rot in hydroponic crops: current knowledge and perspectives. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 4, p. 307-321, 2006.

DISSANAYAKE, N.; HOY, J. W. Organic material soil amendment effects on root rot and sugarcane growth and characterization of the materials. **Plant Disease**, v. 83, p. 1039-1046. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

FORNER, C. Associação entre chorume de suínos e solarização do solo no controle do tombamento e podridão do colo em beterraba e feijão. **Trabalho de Conclusão de Curso**. UTFPR. Pato Branco, 2009.

GHINI, R.; SCHOENMAKER, I. A. S.; BETTIOL, W. Solarização do solo e incorporação de fontes de matéria orgânica no controle de *Pythium* sp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 9, p.1253-1261. 2002.

HOITINK, H.A.J.; BOEHM, M.J. Interactions between organic matter decomposition level, biocontrol agents and plant pathogens in soil-borne disease. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 4., 1991, Campinas. **Anais**. Campinas: Emopi, 1991. p. 63-77.

HOITINK, H. A. J.; ZHANG, W; HAN, D. Y.; DICK, W. A. Making compost to suppress plant disease. **Biocycle**, v. 2, p. 38-40. 1997.

KRAFT, J. M.; ENDO, R.M.; ERWIN, D. C. Infection of primary roots of bentgrass by *Pythium aphanidermatum*. **Phytopathology**, Worcester, v. 57, n. 1, p. 86-90. 1967.

KIRK, P. M.; CANNON, P. F.; DAVID, J. C.; STALPERS, J.A. (ed) Dictionary of the Fungi. 9<sup>a</sup> ed. Surrey, UK: **CABI Bioscience**. 2001. 655p.

KRUGNER, T. L.; BACCHI, L. M. A. Fungos. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia**. 3ed. São Paulo: Agronomica Ceres. 1995. p. 393-414.

KUNZ, A. Tratamento de dejetos de suínos: desafios associados a complexidade da matriz. In: WORKSHO SOBRE TECNOLOGIAS PARA A REMOÇÃO DE NUTRIENTES DE DEJETOS DE ORIGEM ANIMAL. 2005, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: EMBRAPA – CNPSA, 2004.

LOURD, M.; ALVEZ, M. L. B.; BOUHOUT, D. Análise qualitativa e quantitativa de espécies de *Pythium* patogênicas dos solos no Município de Manaus. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 11, p. 479-485. 1986.

LUCON, C. M. M.; AKAMATSU, M. A.; HARAKAVA, R. Promoção de crescimento e controle de tombamento de plântulas de pepino por rizobactérias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 43, n. 6. 2008.

LUMSDEN, R.D., MILLNER, P.D.; LEWIS, J. A. Suppression of lettuce drop caused by *Sclerotinia minor* with composted sewage sludge. **Plant Disease**, v. 70, p. 197-201. 1986.

LUZ, W. C. da. Classificação dos seres vivos para o novo milênio. Parte II – classificação dos fungos. In: **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 9, Passo Fundo: 2000. p. 441.

MALAGI, G.; SANTOS, I. dos; FORNER, C.; MOCCELLIN, R.; SOUZA, A. C. de. Efeito do chorume de suínos sobre as doenças causadas por *Rhizoctonia solani*, em feijão e beterraba. XIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR. **Anais...** Pato Branco, 2008.

MATOS, A. T. de; SEDIYAMA, M. A. N.; FREITAS, S. de P.; VIDIGAL, S. M.; GARCIA, N. C. P. Características químicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Ceres**, Viçosa. v. 44, p. 399-410, 1997.

MILLNER, P. D., LUMSDEN, R. D.; LEWIS, J. A. Controlling plant disease with sludge compost. **Biocycle**, v. 23, p. 50-52. 1982.

MORALES, R. G. F.; SANTOS, I. dos; DANNER, M. A. Efeito do chorume líquido de suínos na podridão do colo e tombamento de plântulas de feijoeiro causadas por *Sclerotium rolfsii*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 5. 2007.

PATRÍCIO, F. R. A., KIMATI, H., TESSARIOLI NETO, J., PETENATTI, A.; BARROS, B.C. Efeito da solarização, associada à aplicação de *Trichoderma* sp. ou fungicidas, sobre o controle de *Pythium aphanidermatum* e de *Rhizoctonia solani* AG-4. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p. 142-146. 2007.

PAVAN, M. A.; MIYAZAWA, M. **Análises químicas de solo: parâmetros para interpretação**. Londrina, IAPAR, 1996. 48p. (Circular Técnica, 91).

PEREIRA, J. C. R.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; CHAVES, G. M. Compostos orgânicos no controle de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 4, p. 353-79. 1996.

REDOY, K. R.; KHALEEL, R.; OVERCASH, M. R.; WESTERMAN, P.W. A moipoint source model for land areas receiving animals wastes – I: Mineralization organic nitrogen. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.** v. 22, n. 63. 1979.

SANTOS, Idalmir dos. **Efeito do lodo de esgoto sobre a atividade microbiana e fitopatógenos habitantes do solo**. 2001. 82f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2001.

SANTOS, I. dos; BETTIOL, W. Efeito do lodo e esgoto no crescimento micelial de fitopatógenos habitantes do solo e na podridão de colo de plântulas de feijoeiro, causadas por *Sclerotium rolfsii*, em condições controladas. **Revista Ecossistema**, v. 26, n. 2, p. 159-161, 2003.

SCHERER, E. E.; **Utilização de esterco de suínos como fonte de nitrogênio: bases para adubação so sistemas milho/feijão e feijão/milho, em cultivos de sucessão**. Florianópolis, 99, 1998. 49p. (EPAGRI: Boletim técnico).

SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Florianópolis, 79, 1996. 46p. (EPAGRI: Boletim Técnico).

SINOBAS, J.; RODRÍGUEZ, E. Determinación de la patogeneidad de *Pythium* spp. sobre pepino (*Cucumis sativus* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) y judía (*Phaseolus vulgaris* L.). **Boletín Sanidad Vegetal de las Plagas**, v. 25, p. 279-287. 1999.

SUTTON, J.C.; SOPHER, C.R.; OWEN-GOING, T.N.; LIU, W.; GRODZINSKI, B.; HALL, J.C.; BENCHIMOL, R.L. Etiology and epidemiology of *Pythium* root rot in hydroponic crops: current knowledge and perspectives. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 4, p. 307-321. 2006.

TELLO, J. C.; GOMEZ, J.; CAMPOROTA, P.; LACASA, A.. Capacidades parasitarias de *Pythium aphanidermatum* spp. y de *Rhizoctonia solani* (Kohm), sobre pepino y melón. **Boletín Sanidad Vegetal de las Plagas**, v. 16, p. 733-741, 1990.

TENUTA, M., CONN, K. L.; LAZAROVITS, G. Volatile fatty acids in liquid swine manure can kill microsclerotia of *Verticillium dahliae*. **Phytopathology**, v. 92, p. 548-552. 2002.

TENUTA, M., LAZAROVITS, G. Ammonia and nitrous acid from nitrogenous amendments kill the microsclerotia of *Verticillium dahliae*. **Phytopathology**, v. 92, p. 255-264. 2002.

TIRELLI, L. A., SANGALETTI, E. ; SANTOS, I. dos. Efeito de solo submetido à criação de suínos ao ar livre sobre as doenças do pepino causadas por *Pythium aphanidermatum*. **Anais, Evento Científico SAEPE/JICC**, Pato Branco. 2003. p.189-192.

TSAO, P. H.; OSTER, J. J. Relation of ammonia and nitrous acid to suppression of *Phytophthora* in soils amended with nitrogenous organic substances. **Phytopathology**, v. 71, p. 53-59. 1981.

VALLANCE, J.; FLOCH, G. L.; DÉNIEL, F.; BARBIER, G.; LÉVESQUE, C. A.; REY, P. Influence of *Pythium oligandrum* Biocontrol on Fungal and Oomycete Population Dynamics in the Rhizosphere. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 75, n. 14, p. 4790-4800. 2009.

ZAMBOLIBN, L.; SANTOS, M. A.; BECKER, W. F.; CHAVES, G. M. Agro-waste soil amendments for the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. **Fitopatologia Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 250-253. 1996.