

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Tese

***Avaliação on farm* do uso de húmus de minhoca
no cultivo orgânico de morangueiro**

Volnei Knopp Zibetti

Pelotas, 2019

Volnei Knopp Zibetti

**Avaliação *on farm* do uso de húmus de minhoca
no cultivo orgânico de morangueiro**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Dr. Gustavo Schiedeck

Coorientadora: Dr^a. Gláucia de Figueiredo Nachtigal

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

Z64a Zibetti, Volnei Knopp

Avaliação on farm do uso de húmus de minhoca no cultivo orgânico de morangueiro / Volnei Knopp Zibetti ; Gustavo Schiedeck, orientador ; Glaucia de Figueiredo Nachtigal, Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli, coorientadoras. — Pelotas, 2019.

85 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. *Fragaria x ananassa*. 2. *Mycosphaerella fragariae*. 3. Adubação orgânica. 4. Supressividade. I. Schiedeck, Gustavo, orient. II. Nachtigal, Glaucia de Figueiredo, coorient. III. Morselli, Tânia Beatriz Gamboa Araújo, coorient. IV. Título.

CDD : 634.75

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Volnei Knopp Zibetti

Avaliação on farm do uso de húmus de minhoca
no cultivo orgânico de morangueiro

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 29 de novembro de 2019

Banca examinadora:

Dr. Gustavo Schiedeck (Orientador)
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Dr. José Ernani Schwengber
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso
Doutor em Zootenia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Márcio de Medeiros Gonçalves
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico aos meus pais (*in memoriam*) Diva e
Francisco, e minha irmã Loiva (*in memoriam*)

Agradecimentos

Agradeço à minha família pela motivação em concluir este trabalho. À minha esposa Rosiane, à minha filha Francesca, minhas enteadas Rafaela, Laura e Sofia, meus sobrinhos Daniela e Leonardo, meu sobrinho-neto Theo, minha irmã Leda, meus pais Diva e Francisco e irmã Loiva que não mais estão em nosso plano espiritual.

Agradeço à Família Rosa pelo carinho e receptividade. Ao Seu Ricardo, Dona Romilda, Marcos, João e André (*in memoriam*).

Agradeço ao meu orientador Gustavo e coorientadoras Glaucia e Tânia.

Agradeço aos meus colegas de SPAF e Embrapa Cascata. Ao Régis, Fábio Bagé, Willian, Louise, Gabriel, Patrícia e muitos tantos outros.

Agradeço com muita gratidão aos funcionários da Embrapa pela acolhida e por terem me auxiliado em momentos difíceis.

Agradeço à UFPel e ao PPG SPAF, bem como seus mestres que me auxiliaram nesta jornada.

Agradeço à CAPES pela concessão da bolsa de pesquisa.

Enfim, a todos que me estimularam para a conclusão deste trabalho, meu muito obrigado.

*“Não temos como ir contra as doenças,
temos que aprender a conviver com elas”.*

*“Seu” Ricardo Rosa, agricultor agroecológico e multiplicador de
saberes, sobre as doenças nos sistemas de cultivo.*

Resumo

ZIBETTI, Volnei Knopp. **Avaliação *on farm* do uso de húmus de minhoca no cultivo orgânico de morangueiro**. Orientador: Gustavo Schiedeck. 2019. 83f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

O cultivo orgânico de morangos requer estratégias de manejo que viabilizem a produtividade e sanidade das frutas. O uso do húmus de minhoca é uma das estratégias usadas pelos agricultores para a fertilização dos canteiros. O objetivo do trabalho foi avaliar a prática de uso do húmus de minhoca por um agricultor na produção orgânica de morangos sobre a produtividade, as unidades formadoras de colônias (UFC) de fungos, bactérias e actinomicetos no solo e sobre a incidência e severidade de *Mycosphaerella fragariae*. O trabalho foi desenvolvido na região de Pelotas, RS, utilizando a cv. Camino Real. Os tratamentos testados constaram de diferentes níveis de utilização de húmus de minhoca na cova no momento do transplante, sendo a aplicação habitual do agricultor (0,135kg por cova), o dobro da aplicação tradicional (0,270kg por cova) e a não utilização de húmus na cova. A prática habitual do agricultor aportou 33 vezes menos N ao cultivo do que o indicado pela recomendação oficial, porém a produtividade foi similar à média no Rio Grande do Sul. Os tratamentos não diferiram entre si para as UFC de bactérias e actinomicetos medidos no final do ciclo de cultivo, mas as UFC de fungos no tratamento com o dobro da quantidade de húmus aplicada na cova foi superior aos demais tratamentos. A severidade de *Mycosphaerella fragariae* tendeu a ser inferior nos tratamentos com húmus de minhoca e a incidência da doença foi maior nas plantas sem a utilização de húmus.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*. *Mycosphaerella fragariae*. Vermicomposto. Supressividade.

Abstract

ZIBETTI, Volnei Knopp. **On farm evaluation of the vermicompost use in organic strawberry cropping**. Advisor: Gustavo Schiedeck. 2019. 83f. Thesis (Doctoral in Agronomy) – Post Graduation Program in Agricultural Production Systems Family, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

The strawberry production under organic cropping systems requires management strategies that enable the productivity and sanity fruits. Vermicompost is one of the strategies used by farmers to fertilize the beds. The aim of this study was to evaluate the farmer practice concerning vermicompost use in strawberry organic production on the fruit productivity, the colony forming units (CFU) of fungi, bacteria and actinomycetes in the soil and on *Mycosphaerella fragariae* incidence and severity. The study took a place in region of Pelotas, RS, using cv. Camino Real. The assessed treatments was different levels of vermicompost used at the transplante, being the farmer's usual application (0,135kg per planting hole), twice the usual application (0,270kg per planting hole) and the non-use of vermicompost. The farmer's usual practice released 33 times less N to the crop than indicated by the official recommendation, but the yield was similar to the Rio Grande do Sul state average. The treatments didn't differ for the CFU of bacteria and actinomycetes measured at the end of cycle cultivate, but the fungus CFU in the treatment with twice vermicompost amount was higher than the others. The *Mycosphaerella fragariae* severity tended to be lower in vermicompost treatments and the disease incidence was higher in plants without vermicompost.

Key words: *Fragaria x ananassa*. *Mycosphaerella fragariae*. Earthworm compost. Suppressiveness.

Lista de Figuras

Figura 1	Propriedade da Família Rosa (destaque em azul) e local do experimento (destaque em vermelho). Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	29
Figura 2	Local escolhido para o cultivo de morangueiros, após a aração. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	31
Figura 3	Croqui dos locais de coleta de amostras de solo. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	32
Figura 4	Canteiros com adubação orgânica (esterco bovino curtido e cama de aviário) e adubação verde (milheto e labelabe). Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	36
Figura 5	Incorporação da massa verde ao solo e encanteiramento mecanizado em canteiros de morangueiros. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	36
Figura 6	Canteiros cobertos com mulching. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	37
Figura 7	Túneis instalados nos canteiros de morangueiros. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	37
Figura 8	Furação do mulching nos canteiros dos morangueiros para colocação das covas (A), agricultor abrindo as covas para efetuar os transplantes de mudas de morangueiros (B). Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	38
Figura 9	Mofo cinzento, causado pelo fungo <i>Botrytis cinerea</i> (A) e mancha de <i>Mycosphaerella</i> , causada pelo fungo <i>Mycosphaerella fragariae</i> (Tul.) Lin. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	39
Figura 10	Croqui com dimensões internas do minhocário. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	40
Figura 11	Croqui do local de cultivo do morangueiro, com as dimensões da área, tamanhos e disposições das parcelas experimentais. As linhas brancas correspondem aos canteiros enquanto que os retângulos correspondem às parcelas experimentais. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	43

Figura 12	Croqui do local de cultivo do morangueiro, com as dimensões da área, tamanhos e disposições das parcelas experimentais. As linhas brancas correspondem aos canteiros enquanto que os retângulos correspondem às parcelas experimentais. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	43
Figura 13	Evolução mensal da produtividade média de frutos comercializáveis de morangueiro cv. Camino Real cultivado sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. CH1 - uma dose de húmus de minhoca na cova; CH2 - duas doses de húmus de minhoca na cova; SH - sem húmus de minhoca na cova.....	53
Figura 14	Produção média mensal de frutos comercializáveis de morangueiro cv. Camino Real cultivado sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. As linhas sobre as barras indicam o desvio padrão da média. CH1 - uma dose de húmus de minhoca na cova; CH2 - duas doses de húmus de minhoca na cova; SH - sem húmus de minhoca na cova.....	54
Figura 15	Unidades formadoras de colônias ($\times 10^3$ UFC g ⁻¹) de fungos, bactérias e actinomicetos em solo para o cultivo de morangueiros cv. Camino Real e no húmus de minhoca utilizado na fertilização. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. As linhas sobre as barras indicam o desvio padrão da média.....	55
Figura 16	Taxa média de inibição do crescimento micelial de <i>Botrytis cinerea</i> após 120 horas por microrganismos antagonistas isolados de húmus de minhoca utilizado na fertilização de morangueiro cv. Camino Real. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. FG, fungos; TRC, trichoderma; AC, actinomicetos. ns, não significativo pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). As linhas sobre as colunas indicam o desvio padrão da média.....	58
Figura 17	Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência foliar (A) e severidade (B) de <i>Mycosphaerella fragariae</i> em plantas de morangueiro cv. Caminho Real, cultivados sob túnel baixo,	

submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. As linhas sobre os marcadores indicam o desvio padrão da média. CH1 - uma dose de húmus de minhoca na cova; CH2 - duas doses de húmus de minhoca na cova; SH - sem húmus de minhoca na cova..... 61

Lista de Tabelas

Tabela 1	Variáveis químicas do solo da área experimental, a partir de amostras compostas coletadas após a aração. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	33
Tabela 2	Variáveis físico-químicas de húmus de minhoca estocados da propriedade. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	42
Tabela 3	Parâmetros de produtividade de frutos comerciais de morangueiro cv. Camino Real cultivado sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	50
Tabela 4	Unidades formadoras de colônias ($\times 10^3$ UFC g ⁻¹) e taxa relativa de aumento (TxA) de fungos, bactérias e actinomicetos em canteiros de morangueiros cv. Camino Real, cultivados sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca, entre 30 de junho (Inicial) e 20 de janeiro (Final). Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	56
Tabela 5	Comparação de médias entre a taxa média de inibição (TxI) do crescimento micelial de <i>Botrytis cinerea</i> após 120 horas por microrganismos antagonistas isolados do húmus de minhoca utilizado na fertilização de morangueiro cv. Camino Real. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.....	59
Tabela 6	Análise de variância da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência foliar e severidade de <i>Mycosphaerella fragariae</i> em plantas de morangueiro cv. Caminho Real, cultivados sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. As linhas sobre os marcadores indicam o desvio padrão da média.....	62

Sumário

1 Introdução	15
2 Revisão de literatura.....	19
2.1 Agricultura orgânica.....	19
2.2 Produção de morangos orgânicos.....	22
2.3 Minhocultura e produção de húmus.....	23
2.4 Fitopatógenos em morangueiros.....	24
2.5 Supressão de fitopatógeno.....	26
3 Material e métodos.....	28
3.1 Área de estudo.....	28
3.1.1 Descrição do local de estudo.....	28
3.1.2 Caracterização da propriedade da Família Rosa: contextos sociais, econômicos e agroecológicos.....	29
3.1.3 Escolha e preparo da área.....	31
3.1.4 Coletas de amostras de solo após a aração.....	32
3.1.5 Avaliação microbiológica em amostras de solos.....	33
3.1.5.1 Quantificação da microbiota viável presente nos solos.....	33
3.1.5.2 Isolamento de microrganismos de amostras do solo.....	34
3.2 Sistema de cultivo do morangueiro.....	35
3.2.1 Preparo e manejo dos canteiros.....	35
3.2.2 Cultivar.....	38
3.2.3 Transplante das mudas e manejo do cultivo.....	38
3.2.4 Manejo fitossanitário.....	39
3.2.5 Colheita.....	40
3.3 Minhocário.....	40
3.3.1 Estrutura do minhocário.....	40
3.3.2 Variáveis físico-químicas do húmus de minhoca.....	41
3.3.3 Avaliação microbiológica em húmus.....	42
3.4 Parcelas experimentais.....	42
3.4.1 Avaliações.....	44
3.4.1.1 Frutas comercializáveis.....	44

3.4.1.2 Isolados de <i>Botrytis cinerea</i>	44
3.4.1.3 Pareamento de microrganismos presentes no húmus com <i>Botrytis cinerea</i>	45
3.4.1.4 Avaliações de incidência e severidade de mancha de <i>Mycosphaerella</i> (<i>Mycosphaerella fragariae</i> (Tul.) Lin.).....	47
3.4.1.5 Variáveis meteorológicas	48
3.5 Delineamento experimental e procedimento estatístico.....	48
4 Resultados e discussão.....	50
4.1 Produtividade do morangueiro.....	50
4.2 Características microbiológicas do solo.....	55
4.3 Potencial supressor de isolados de húmus de minhoca sobre <i>Botrytis cinerea</i>	58
4.4 Incidência foliar e severidade de <i>Mycosphaerella fragariae</i> em morangueiros.....	60
5 Considerações finais.....	64
Referências.....	65
Apêndices.....	76
Anexos.....	78

1 Introdução

O Estado do Rio Grande do Sul é um dos maiores produtores brasileiros de morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.), com destaque a três regiões distintas de produção segundo Fagherazzi et al. (2017), onde apontam cerca de 45% realizada em cultivos sem solo e outros 65% em cultivos tradicionais em canteiros sob túneis baixos de plástico. Concomitante à produção de morangos na forma convencional, cultivos de morangos orgânicos também tem crescido nas últimas décadas no estado gaúcho, motivado principalmente pela criação de associações de agricultores ecológicos.

Este cenário vem ocorrendo também na região de Pelotas, através de ações do CAPA – Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia – e da ARPA-SUL – Associação Regional de Produtores Agroecologistas da Região Sul – no auxílio aos agricultores ecológicos e em transição agroecológica, no que tange aos diferentes sistemas de cultivos orgânicos. Algumas estratégias adotadas por agricultores, como a escolha de cultivares mais resistentes (GU et al., 2017; TONIN et al., 2017), e práticas de manejo, tais como uso de túneis plásticos e cobertura dos canteiros, tem sido avaliadas para viabilizar a produção orgânica de qualidade (CABILOVSKI et al., 2014; PETRAN et al., 2016).

É de senso comum entre agricultores, técnicos e pesquisadores, que as práticas de manejo adotadas em propriedades de agricultura orgânica, dentre elas o uso de húmus de minhoca como adubo orgânico, potencializam estratégias de manejo que se assemelham aos processos naturais que tornam estes sistemas protegidos aos ataques de organismos ou microrganismos indesejáveis.

Embora a literatura científica apresente inúmeros trabalhos relacionados à presença de invertebrados – macro, meso e micro – como bioindicadores de qualidade de solos, o mesmo não se pode dizer quanto à biodiversidade de microrganismos.

Existem poucos estudos que correlacionam a presença de microrganismos específicos às condições dos sistemas de cultivos, especialmente aqueles que possibilitam o aumento e manutenção da resiliência do agroecossistema. Hofman et al. (2003) apontam sobre a importância dos microrganismos em estudos de qualidade do solo e Oyarzun et al. (1998) descrevem o papel de microrganismos na supressão de organismos nocivos aos sistemas de cultivo.

Os microrganismos edáficos estão envolvidos em vários processos de interesse agrônomo – particularmente no que se refere à agricultura orgânica –, citados por Andreola e Fernandes (2007): decomposição e síntese da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, transformações bioquímicas específicas (nitrificação, desnitrificação, oxidação e redução do enxofre), fixação biológica do nitrogênio, ação antagônica aos patógenos e produção de substâncias promotoras ou inibidoras de crescimento, entre outros.

A implementação de sistemas agrícolas diversificados, como policultivos, e de práticas de manejo como rotação de culturas, uso de compostos orgânicos, entre outras, favorecem a reciclagem de nutrientes, diminuindo assim a incidência de patógenos e insetos indesejáveis, além de aumentar a fertilidade do solo (PRIMAVESI, 1997). Um dos grandes desafios dos sistemas agrícolas orgânicos, especialmente para os agricultores familiares em transição do modelo convencional para o agroecológico, diz respeito às doenças dos cultivos.

Estas doenças geralmente são causadas por fitopatógenos habitantes do solo, que apresentam as seguintes características, segundo Hillocks e Waller (1997): maior parte de seu ciclo de vida no solo, infectam o sistema radicular e aéreo das plantas, alta capacidade de sobrevivência no solo por longos períodos na ausência de seus hospedeiros, alta capacidade de competição saprofítica e apresentam estádios de disseminação e sobrevivência confinados ao solo, embora alguns possam produzir esporos disseminados pelo ar ou água. Ghini e Nakamura (2001) citam o *Fusarium solani* e o *F. oxysporum* pela relevância agrônoma, por causarem podridão de raízes e murcha, respectivamente.

As bactérias, os nematoides e os fungos são exemplos de fitopatógenos, sendo os fungos o maior grupo de patógenos, com ampla ocorrência na agricultura e causadores de doenças das principais culturas agrícolas, podendo sobreviver por longos períodos de seca e temperaturas elevadas. Várias são as técnicas de manejo empregadas na agricultura familiar no controle de doenças, dentre elas a adubação

verde, rotação de cultura, uso de caldas, extratos vegetais, inseticidas biológicos, armadilhas, dentre outras.

Ao mesmo tempo que se preocupam com a fitossanidade, os agricultores ecologistas precisam e usam matéria orgânica para a fertilização dos seus cultivos. Essa matéria orgânica, principalmente esterco, compostos e húmus de minhoca, são adubos com elevada carga biológica e que, em última instância, aumentam e biodiversidade de microrganismos nas áreas cultivadas.

Sposito e Zabel (2003) entendem que a biodiversidade do solo está associada à sua qualidade, compreendendo ao equilíbrio entre os condicionantes geológicos, químicos, físicos e biológicos, influenciando o potencial de uso, produtividade e sustentabilidade dos agroecossistemas, demonstrando assim a relevância de seu estudo a fim de gerar informações necessárias sobre o manejo do solo.

Essa biodiversidade, ao contrário da edafofauna, ainda é pouco pesquisada, especialmente aqueles microrganismos com potencial de antagonismo a agentes patogênicos causadores de doenças de plantas. Microrganismos com potencial ação antagônica podem interferir tanto na inibição quanto destruição do patógeno, podendo essa ação ser avaliada primeiramente *in vitro* e depois *in vivo* (RUBINI et al., 2005). A grande biodiversidade microbiana da matéria orgânica associada a agentes antagonistas específicos – especialmente fungos dos gêneros *Trichoderma*, *Penicillium* e *Aspergillus* – é uma hipótese defendida por técnicos e pesquisadores que reforçam a ideia do porque os sistemas de agricultura orgânica serem mais resilientes que os sistemas convencionais de produção.

Para verificação do efeito antagonista de *Trichoderma spp.* sobre fitopatógenos, são realizados testes *in vitro* de pareamento de culturas e a detecção de metabólitos voláteis e não-voláteis (PATRICIO et al., 2001; ETHUR et al., 2005). Fungos do gênero *Trichoderma* atuam por diversos mecanismos de interação, como antibiose, competição e parasitismo. Em sistemas agrícolas heterogêneos e consequentemente com ampla biodiversidade estão presentes muitos fungos antagonistas, envolvidos na supressividade natural dos solos.

Dentro desse contexto, o húmus de minhoca passa a representar não apenas uma fonte de nutrientes para as plantas, mas uma estratégia de manejo de doenças. O húmus é um dos compostos orgânicos que apresenta inúmeras vantagens, não só pela facilidade de produção nas propriedades rurais (SCHIEDECK et al., 2014a), mas também pelos inúmeros estudos que vinculam as respostas agronômicas de

diferentes espécies ao seu uso como fertilizante (LIM et al., 2014; BLOUIN et al., 2019) e ao seu potencial de supressão de doenças (JOSHI et al., 2015). Entretanto, para potencializar essa estratégia, é necessário compreender as relações entre a matéria orgânica x antagonistas x patógenos, bem como a lógica de manejo do agroecossistema adotado por agricultores ecologistas.

O estudo teve por objetivo avaliar a prática de uso do húmus de minhoca por um agricultor na produção orgânica de morangos sobre a produtividade, as unidades formadoras de colônias (UFC) de fungos, bactérias e actinomicetos no solo e sobre a incidência e severidade de *Mycosphaerella fragariae*.

2 Revisão de literatura

Nesta seção estão elencados temas relevantes e atinentes ao objeto de estudo, como a agricultura orgânica, bem como a produção de morangos orgânicos. Também são abordados a produção de húmus, tanto na forma sólida quanto líquida, fitopatógenos presentes em sistemas de cultivos de morangueiros (*Fragaria x ananassa* Duch.), além da supressão de doenças em morangueiros.

2.1 Agricultura orgânica

A agricultura orgânica (AO) é um dos vários modelos de agriculturas sustentáveis alicerçadas nos princípios ensinados pela Agroecologia, como a agricultura de base ecológica, a biodinâmica e a permacultura, dentre outras. Por terem práticas muito parecidas, muitos consideram agricultura orgânica e agricultura de base ecológica como sinônimos, o que é um equívoco. Caporal (2003) ressalta a diferença entre estes dois modelos, onde a orgânica se limita em uma agricultura limpa sem uso de agrotóxicos, porém sem ações que evitem danos ao ambiente, e a agricultura de base ecológica, com cunho científico, busca promover a transição agroecológica, a estabilidade da produção, a sustentabilidade ambiental, bem como a inclusão social.

Porém, a substituição de insumos químicos por insumos ecológicos ou orgânicos não caracteriza uma agricultura ecológica em sentido amplo, podendo a substituição mal manejada de agroquímicos por adubos orgânicos ocasionar outros tipos de contaminações, tanto dos solos quanto de hortigranjeiros. Riechmann (2000) reforça ainda que existem estudos que põem em evidência que colheitas em sistemas

agrícolas ecológicos extraem do solo mais nutrientes que os aportados pelos adubos naturais. Mesmo pensamento defendido por Caporal e Costabeber (2004), alegando que mesmo sendo utilizadas técnicas de cultivo e manejo de pesticidas naturais até adubos orgânicos que não comprometam a natureza e o homem, o manejo inadequado destes, quando utilizados de forma excessiva ou insuficiente de nutrientes ou outros elementos, pode ocasionar mais danos à terra e aos alimentos.

Mazzoleni e Nogueira (2006) defendem a agricultura orgânica como oportunidade de formulação de políticas públicas, a partir da inclusão de agricultores familiares, marginalizados frente a um modelo de pacote agrícola que visa a produtividade em grande escala, aliada ao uso massivo de agroquímicos. Várias são as práticas de manejo adotadas dentro da AO, incorporando à propriedade agrícola características de ecossistemas naturais, como a reciclagem de nutrientes, através da adubação verde, manutenção das relações biológicas, conservação do solo, água e recursos biológicos, além do uso de materiais de origem natural – os adubos orgânicos –, de preferência do próprio local, evitando o aporte de insumos externos.

Finatto et al. (2013) apontam duas importantes fontes de adubos: resíduos de origem animal, como esterco, e de origem vegetal – a adubação verde. Diferentes produtos e processos podem ser produzidos oriundos destas fontes, como biofertilizantes, a compostagem e húmus de minhoca.

A partir da década de 1970, com a crescente preocupação com a degradação ambiental no planeta, como mudanças climáticas e intervenção humana sobre o ambiente, várias entidades promoveram discussões acerca de ações que viessem a reduzir danos ambientais, repercutindo também sobre a agricultura. Medaets e Fonseca (2005) lembram sobre a criação da Federação Internacional de Movimento pela Agricultura Orgânica ou International Federation of the Organic Agriculture Movement (IFOAM)¹, em 1972, entidade esta responsável por determinar as normas básicas para agricultura orgânica, além de articular e representar o movimento mundial agroecológico, mediando os vários setores da sociedade e da cadeia produtiva de orgânicos.

¹ A IFOAM é uma organização não governamental e está sediada em Bonn, na Alemanha, abrigando cerca de 770 organizações, inclusive certificadoras, processadores, distribuidores e pesquisadores.

Já em 1980, conforme a IFOAM², são compostas as primeiras normas internacionais, padrões estes estabelecidos por esta federação internacional, norteadora das ações da maioria das entidades certificadoras. A partir do documento 2092/91, o comércio internacional de produtos orgânicos – animal e vegetal – é regulado a partir de ações do Council Regulation da Comunidade Econômica Europeia (CEE), objeto de frequentes avanços no âmbito das boas práticas de produção, processamento e comercialização (ALVES et al., 2012).

Com a crescente produção de alimentos orgânicos aliados às exigências do mercado, a AO passa a ter amparo legal, através de instruções normativas, leis e planos nacionais, visando organizar e regulamentar os sistemas de produção primária, garantindo assim os produtos orgânicos nos mercados interno e externo. O marco legal de orgânicos efetivou-se no final da década de 1990, com a publicação da Instrução Normativa nº 7, de 17 de maio de 1999 (BRASIL, 1999), que dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Com a implantação da Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003), se consolida a AO legalmente no país.

Em agosto de 2010 é lançada a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, contemplando “sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articulação com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido”, previstos no art. 36, inciso V. Com isso, resíduos orgânicos transformados em fertilizantes podem ser enquadrados dentro do processo de reciclagem, não sendo considerados como rejeitos.

A regulamentação de produtos orgânicos, tanto animais quanto vegetais, passa a ocorrer a partir da vigência das Instruções Normativas nº 46, de 06 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011), e nº 17, de 18 de junho de 2014 (BRASIL, 2014), estabelecendo o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção, normatizando técnicas sobre substâncias e produtos orgânicos, como excrementos e vísceras de animais, acerca de suas utilizações adequadas na fertilização de solos.

Já em 2012 é instituída a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, através de decreto presidencial nº 7.794, de 20 de agosto de 2012 (BRASIL, 2012), política pública do Governo Federal criada para ampliar e efetivar ações para

² Normas da IFOAM para produção e processos de alimentos orgânicos, disponível em https://www.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/ifoam_norms_version_august_2012_with_cover.pdf

orientar o desenvolvimento rural sustentável. Tem por objetivo integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutoras da transição agroecológica e da produção orgânica e de base agroecológica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população, por meio do uso sustentável dos recursos naturais e da oferta e consumo de alimentos saudáveis.

2.2 Produção de morangos orgânicos

Em consonância ao aumento de áreas destinadas à AO, a produção de morangos orgânicos vem sentindo significativa expansão comercial nos últimos anos, em especial na forma *in natura*. Aspectos como boa aparência e sabor agradável aliados a exigência de um consumidor preocupado com sua saúde e com a preservação do ambiente têm favorecido que morangos orgânicos tenham atingido papel de destaque entre as pequenas frutas.

Madail et al. (2007) aponta pelo menos três diferenciados sistemas de produção de morangos – sistema convencional, sistema de produção integrado e sistema orgânico – onde este último visa

[...] o estabelecimento de sistemas agrícolas ecologicamente equilibrados e estáveis, economicamente produtivos em grande, média e pequena escalas, de elevada eficiência quanto à utilização dos recursos naturais de produção e socialmente bem estruturados, resultando em alimentos saudáveis, de elevado valor nutritivo e livres de resíduos tóxicos, e em outros produtos agrícolas de qualidade superior, produzidos em total harmonia com a natureza e com as reais necessidades da humanidade (MADAIL et al., 2007).

Souza (2006) aponta que em morangueiros orgânicos cultivados sob princípios agroecológicos são verificados um excelente vigor e desenvolvimento das plantas. Darolt (2003) quando comparou diferentes sistemas de produção – convencional e orgânico – concluiu que custos fixos do sistema orgânico são mais em conta, além do preço final pagos ao produtor serem maiores.

Reganold et al. (2010) também ao compararem as qualidades de morangos e solos entre agroecossistemas orgânicos e convencionais concluíram que frutos

orgânicos eram de melhor qualidade, bem como os solos destes sistemas apresentavam maior capacidade funcional microbiana e resiliência ao estresse.

Pereira e Souza (2010) avaliaram seis cultivares de morangos – Camarosa, Diamante, Aromas, Seascape, Ventana e Camino Real – visando aquelas com melhor desempenho ao sistema orgânico, sendo as cultivares Aromas e Camarosa as com maior produção total e maior produtividade.

Já Martins et al. (2011) avaliaram a influência da aplicação de caldas alternativas aliadas a outras práticas de manejo sobre os componentes de rendimento e a incidência de doenças em duas cultivares de morangueiro orgânico – Camarosa e Albion – em sistema de transição ecológica, concluindo que novos estudos são necessários para testar doses e frequências de caldas a base de cobre nesta cultura, frente a índices de fitotoxicidade da calda bordalesa apresentados.

2.3 Minhocultura e produção de húmus

A minhocultura é uma importante prática adotada por agricultores familiares, cuja atividade utiliza minhocas na transformação de resíduos orgânicos em húmus. A ação concomitante entre as minhocas e microrganismos presentes nestes resíduos acarretará um processo de bio-oxidação e posterior estabilização destes, visando a produção de húmus (AIRA; DOMÍNGUEZ, 2009). Como prática de manejo, estes agricultores adotam alguns cuidados básicos, como um resíduo de boa qualidade, como o esterco bovino, e um local apropriado, que irá proteger as minhocas de potenciais predadores – pássaros, sanguessugas e formigas – além de temperaturas excessivas, chuvas e radiações intensas.

Apesar de existirem milhares de minhocas na natureza, Schiedeck et al. (2014) recomendam a espécie *Eisenia andrei*, popularmente conhecida como californiana, pela facilidade em adaptação às condições de criação, alta capacidade na produção de húmus – cada indivíduo consome o equivalente ao seu peso diariamente, convertendo cerca de 60% em húmus – e altas taxas reprodutivas.

Para a construção de minhocários, sugere-se que os agricultores utilizem materiais de baixo custo, preferencialmente disponibilizados no próprio local, como o minhocário campeiro (SCHIEDECK et al., 2007a) e o minhocário em túnel baixo

(SCHIEDECK et al., 2007b). É independente do material a ser utilizado na construção de seu minhocário, recomenda-se que este seja construído em um local sombreado, evitando aquecimento dos resíduos e posterior desconforto às minhocas, e terreno com leve declive ou evitar áreas potencialmente alagáveis, evitando acúmulo de água de chuva, que ocasiona encharcamento do material a ser convertido em húmus.

Eckhardt et al. (2016) descrevem a importância da minhocultura como alternativa para o tratamento de resíduos orgânicos em propriedades rurais, elencando inúmeros benefícios, como a simplicidade do manejo, baixo custo, pouca mão-de-obra, venda do excedente auxiliando nas despesas, além das inúmeras melhorias obtidas nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo com a utilização do húmus de minhoca, resultando em crescimento saudável das plantas.

O húmus de minhoca é uma mistura resultante da interação entre minhocas e microrganismos durante a decomposição da matéria orgânica, rica em nutrientes e microbiologicamente ativa. Segundo Domínguez (2004), é um material estabilizado, do tipo turfa, com baixa relação C:N, com alta porosidade e alta capacidade de retenção de água, onde a maioria dos nutrientes presentes são prontamente absorvidos pelas plantas.

Lazcano e Domínguez (2011) consideram o húmus de minhoca uma favorável alternativa como fertilizante orgânico na agricultura, promovendo efeitos positivos no crescimento e saúde das plantas. A produção de húmus de minhoca vem ao encontro dos princípios da Agroecologia, através da conversão de resíduos orgânicos em insumos destinados como adubos nos sistemas produtivos.

2.4 Fitopatógenos em morangueiros

Baseado em observações empíricas e relatos de agricultores produtores de morangos da região sul do estado gaúcho, poucas cultivares de morangueiros adaptaram-se na região de Pelotas, dentre elas o Albion, Camarosa, Camino Real e San Andreas. Fatores como fotoperíodo, temperatura, flutuações de umidade do solo e do ar, condições do solo, adubação ou doenças (UENO, 2004) podem influenciar na produtividade dos morangos, além da adaptação de determinada cultivar às nossas condições ambientais regionais. É um dos principais entraves ao desenvolvimento

bem-sucedido de cultivos de morangueiros diz respeito às doenças associadas à essa cultura.

Agrios (2005) pondera que existem condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças no morangueiro, como um patógeno com capacidade de infectar a planta, cultivar suscetível ao patógeno e condições ambientais favoráveis à multiplicação e disseminação do patógeno. As principais doenças que acometem os morangueiros são ocasionadas por fitopatógenos, como fungos, bactérias, vírus e nematoides, que segundo Gubler e Converse (1993) 51 espécies de fungos, três de bactérias, 26 de vírus e oito de nematoides são agentes causais das principais doenças que ocorrem a planta.

As doenças ocorrem nas folhas, estolões, pecíolos e frutos, e as mais frequentes são a mancha-angular (*Xanthomonas fragariae*), a mancha de *Mycosphaerella* (*Mycosphaerella fragariae*), a mancha de Dendrofoma (*Phomopsis obscurans*), a flor-preta (*Colletotrichum acutatum*), o oídio (*Podosphaera aphanis*), o mofo-cinzeno (*Botrytis cinerea*), a antracnose (*Colletotrichum* spp.) e a podridão de *Rhizopus* ou podridão-mole (*Rhizopus stolonifer*). Nas colheitas de morangos, na propriedade em estudo, foram observadas as presenças de mancha de *Mycosphaerella* em folhas e de mofo-cinzeno em frutos.

A mancha de *Mycosphaerella* tem como agente causador o fungo *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau (anamorfo: *Ramularia brunnea* Peck, syn. *R. tulasnei* Sacc) – é catalogada como principal doença foliar em morangueiros, com incidência maior na fase inicial, após o transplântio e no final do cultivo, ou seja, suscetível em todos os estádios, responsável, conforme Costa e Ventura (2006a), por grande diminuição da produtividade das plantas. Segundo Tanaka et al. (2005), perdas entre 10 e 100% são provocadas pelas manchas devido à redução na área foliar fotossintetizante, variando quanto a suscetibilidade da variedade e das condições ambientais.

Os principais sintomas da mancha foliar, conforme Ueno e Costa (2016), são lesões nas folhas – a se estendendo ao cálice, pedúnculos, pecíolos e estolhos –, inicialmente pequenas, de cor púrpura-escuro, arredondadas e irregulares, variando entre 3 e 6mm de diâmetro. Gimenez et al. (2003) ressaltam que agricultores que adotam o cultivo de morangueiros em sistema protegido de túnel baixo têm percebido menos incidência da doença nas últimas safras, quando comparadas com as anteriores.

O mofo-cinza tem como agente causador o fungo *Botrytis cinerea* Pers. & Fr. [teleomorfo: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel] – é a doença de maior incidência em morangos no planeta, associada a umidade alta do ambiente (UENO; COSTA, 2016), atacando principalmente frutos em fase de maturação ou já maduros. Por apresentar excelente adaptação a diferentes ambientes, *B. cinerea* pode ser encontrado em diferentes regiões geográficas, dependendo das condições disponibilizadas pelo seu hospedeiro (JIN et al., 2017). Segundo dados da Agrofit (BRASIL, 2016), o *B. cinerea* ataca 48 diferentes culturas, entre flores (girassol, lírio e cravo), frutos (manga, maçã, uva e morango) além de alface, feijão e batata.

Quando o *B. cinerea* encontra-se em condições desfavoráveis, pode permanecer em formação micelial dormente, sobre restos ou partes mortas de culturas (GRABKE, 2014). A podridão mais recorrente em morangos se dá na região do cálice bem como em frutos que estejam em contato com frutos acometidos pela doença, sendo caracterizada pela presença de uma massa micelial acinzentada na superfície dos tecidos atingidos.

Costa et al. (2003) elencam como condições favoráveis ao aparecimento da doença o excesso de fertilização nitrogenada, a irrigação da cultura por aspersão, espaçamentos adensados e a não catação manual de frutos doentes. Zambolim e Costa (2006) alertam que mesmo frutos sadios já colhidos, ao manter contato com frutos doentes, podem apodrecer. As maiores perdas ocorrem em períodos de chuvas que antecedem a colheita, (COSTA; VENTURA, 2006b) períodos estes associados a elevadas taxas de umidade do ar, favorecendo a dispersão de conídios de *B. cinerea* (UENO; COSTA, 2016).

2.5 Supressão de fitopatógenos

Os fitopatógenos, em sua grande maioria, causam doenças em plantas a partir de seu metabolismo, onde são secretadas substâncias como toxinas, enzimas ou fitorreguladores. Existem também aqueles que absorvem nutrientes das plantas em proveito de seu próprio crescimento e metabolismo, ação conhecida como parasitismo.

Em resposta a estes microrganismos várias práticas de manejo são utilizadas na agricultura, principalmente aplicações de agrotóxicos, como os fungicidas químicos. Na agricultura orgânica usam-se meios alternativos, como o controle biológico, testado em *Mycosphaerella fragariae* (HELING et al., 2015), óleos essenciais, testados em *Botrytis cinerea* (LORENZETTI et al., 2011), compostos biodinâmicos em *Mycosphaerella fragariae* (BERTALOT et al., 2012) e compostos orgânicos, como húmus nas formas sólida e líquida.

A aplicação do húmus na forma líquida no solo traz alguns benefícios às plantas, como aumento da resistência a patógenos, aumento na fixação biológica de nitrogênio, aumento de carbono no solo, além de potencializar o aumento de carga microbiana, proporcionando um ambiente favorável ao desenvolvimento das plantas (ROMÁN et al., 2013). As interações promovidas pelo aporte de microrganismos na rizosfera é uma das inovações concebidas aos agroecossistemas na supressão de doenças (CHAVE et al., 2014).

Scheuerell e Mahaffee (2006) realizaram várias combinações de resíduos orgânicos para a produção de húmus líquido, testados com aplicações foliares, em gerânios infectados com *Botrytis cinerea*, alcançando bons resultados a partir da combinação de esterco aviário compostado. Amostras de húmus líquido aerado contendo cepas de *Trichoderma* sp. foram testadas em escleródios *Sclerotium rolfsii*, com bons efeitos de supressão ao fitopatógenos (ZIBETTI et al., 2015).

3 Material e métodos

3.1 Área de estudo

A área de estudo correspondeu à propriedade da Família Rosa, de 15,5ha, cuja cultura agrícola principal é o sistema de cultivo de morangueiros orgânicos, com detalhes a seguir.

3.1.1 Descrição do local de estudo

O experimento foi realizado em uma propriedade agrícola familiar, localizada no Assentamento da Palma (31°48'13" Sul e 52°28'59" Oeste), vizinho ao *campus* da Universidade Federal de Pelotas, município Capão do Leão, RS, distante cerca de 22km do município de Pelotas, entre os meses de março de 2015 e janeiro de 2016 (Figura 1).



Figura 1 – Propriedade da Família Rosa (destaque em azul) e local do experimento (destaque em vermelho). Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.
Fonte: Google Earth, 2015.

3.1.2 Caracterização da propriedade da Família Rosa: contextos sociais, econômicos e agroecológicos

A propriedade possui área de 15,5ha, com altitude média de 7m. Segundo dados meteorológicos da Embrapa Clima Temperado, a temperatura média anual oscila em 17,7°C e pluviosidade média oscilando entre 1.000 a 1.500mm anuais. Os maiores índices pluviométricos são registrados entre os meses de maio a agosto e de estiagem entre os meses de novembro a março. O solo do Assentamento é classificado como Planossolo Háplico (Hidromórfico) Eutrófico Solódico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (SANTOS et al., 2018).

Este assentamento foi implantado em meados de 1992, através da desapropriação de parte da Fazenda da Palma, pertencente à Universidade Federal de Pelotas. No princípio contava com 22 famílias assentadas, vindas do acampamento Pinheirinho em Cruz Alta/RS. Todas as famílias já receberam posse definitiva da terra, porém apenas oito famílias encontram-se instaladas, sendo a maioria usando o local apenas como moradia domiciliar. A propriedade localiza-se aproximadamente 1,6km da BR 116, km 537, em acesso de estrada de terra.

Na propriedade, além da moradia também há um galpão de madeira utilizado para armazenamento de materiais e ferramentas, junto a um pequeno galinheiro, bem como um açude usado para a irrigação das hortaliças e morangueiros. Este açude é

abastecido por bomba elétrica com água proveniente de um açude maior represado próximo do local.

A família desta propriedade é composta pelo pai, mãe e dois filhos, sendo os filhos desconsiderados como mão de obra efetiva por estudarem no ensino fundamental e superior. Logo após a sua instalação, a produção leiteira e de hortaliças folhosas eram suas principais atividades. Até a implantação do experimento, a produção de morangos sob túnel baixo era a principal cultura agrícola adotada, além do cultivo de algumas hortaliças em canteiros a céu aberto.

O cultivo do morangueiro teve início em 2005, sob sistema convencional, com produção destinada à uma indústria conserveira da região até meados de 2007. Devido à queda dos preços pagos pela indústria, passaram a produzir, sob o mesmo sistema, morangos *in natura* diretamente aos consumidores. A partir desta época novas técnicas foram implementadas ao sistema de cultivo, como a irrigação por gotejamento e o uso de cobertura do solo com filme plástico (mulching). Yuri et al. (2012) concluíram que o uso de filmes plásticos preto e prata promovem aumento de rendimento e maior desenvolvimento de frutos, quando instalados em pré-transplântio das mudas de morangueiro.

Em 2009, a partir de visitas técnicas à Embrapa Clima Temperado – Estação Experimental Cascata e dias de campo promovidos por esta instituição, surge o interesse em cultivar morangueiros sob manejo orgânico, que seria implantado na propriedade a partir de 2010. A aceitação pelo manejo ecológico partiu pela aceitação do mercado consumidor, valor agregado final e excelente visual do fruto. Outro fator deu-se à possibilidade de utilizar resíduos orgânicos oriundos do próprio local, como restos de culturas e esterco, transformados *a posteriori* em insumos orgânicos com fins de adubação nos sistemas de cultivo. Produtos desta natureza apresentam características positivas, como independência de insumos externos, baixo custo de produção e melhoria da produtividade. O produto originário deste processo seria a produção de húmus de minhoca.

Em 2013, após um manejo inadequado de aplicação de calda Bordalesa – o agricultor imaginava estar aplicando calda Bordalesa e na realidade aplicou dessecante – toda a plantação de morangueiros (3.000 mudas) foi perdida. Como a família dependia quase que da totalidade dos proventos oriundos desta colheita, fez-se necessário trabalhar em serviços temporários para complementar a renda familiar.

3.1.3 Escolha e preparo da área

Para o cultivo de morangueiros foram instalados canteiros em uma área específica da propriedade. Pelo fato do solo estar localizado em um terreno plano, parte deste encontra-se encharcado nos períodos com maiores índices de pluviosidade. Para tanto, os locais escolhidos para o sistema de cultivo de morangueiros são mais drenados e elevados quando comparados aos demais. Da área escolhida, três sub-áreas são rotacionadas: enquanto uma recebe as mudas de morangueiros, as outras duas são ocupadas com outras culturas, como milho e mandioca.

O local escolhido teve como manejo de solo lavração com tração animal (arado e cavalo), realizada no dia 7 de março de 2015 (Figura 2). No local existe uma barreira vegetal de quebra-ventos, sendo utilizado o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) como bordadura. No momento de instalação do experimento não foi realizada a calagem do solo.



Figura 2 – Local escolhido para o cultivo de morangueiros, após a aração. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

Fonte: acervo do autor, 2015.

3.1.4 Coletas de amostras de solo após a aração

Foram coletadas amostras compostas do solo após a aração, na área experimental de 15m x 43m, correspondendo a 645m², e ao final do ciclo. Na primeira coleta, a partir de um ponto inicial, foi traçado uma trajetória no terreno a cada 10m em ziguezague, sendo, a cada 5m, coletadas amostras de solo (Figura 3). Cada amostra correspondeu a uma média de 200mL de solo, coletada com auxílio de um trado esterilizado, em seguida acondicionada em um saco plástico que recebeu as demais amostras, somando 13 amostras, que homogeneizadas totalizaram uma amostra composta. Ao final do ciclo foram coletadas amostras de cada parcela, com uso de estrado esterilizado, correspondendo a uma porção aproximada de 200mL. Cada amostra foi armazenada em um saco plástico formando uma amostra composta com as demais. Os métodos de coletas de solos foram adaptados conforme metodologias sugeridas por Hungria e Araújo (1994) e Weaver et al. (1994), obedecendo aos critérios de sanidade aos utensílios usados, devidamente esterilizados e/ou desinfetados, como sacos plásticos, baldes, trados etc.

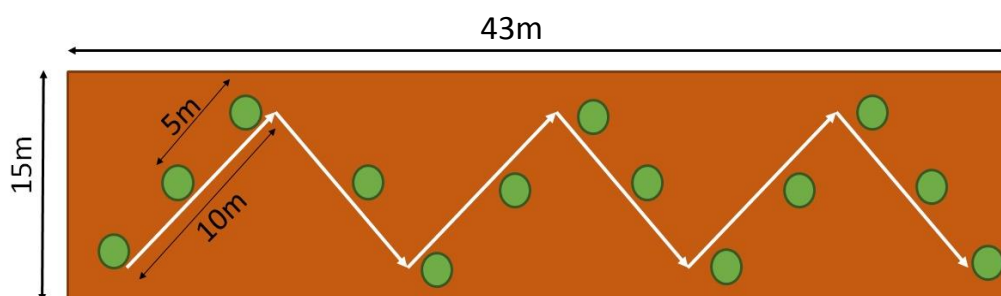


Figura 3 – Croqui dos locais de coleta de amostras de solo. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

Após coletadas, as amostras foram acondicionadas em uma caixa de isopor de 20L, com gelo, e encaminhadas ao Laboratório de Resíduos Orgânicos da Universidade Federal de Pelotas para análises de rotina de macronutrientes e micronutrientes (Tabela 1), e aos laboratórios da Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata, para análises de pH, condutividade elétrica (CE) e microbiológicas visando caracterizar aspectos químicos e possíveis patógenos inseridos nos agroecossistemas, bem como prováveis agentes antagonistas presentes no solo.

Tabela 1 – Variáveis químicas do solo da área experimental, a partir de amostras compostas coletadas após a aração. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

pH	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efetiva	Saturação (%)		SMP	MO
-----cmol _c dm ⁻³ -----						Al	Bases		%
5,8	4,7	1,9	0,1	2,0	6,9	1,4	77	6,7	1,38

P-Mehlich	K	CTC pH7	K	Na	Relações molares		
-----mgdm ⁻³ -----		-----cmol _c dm ⁻³ -----		Mgdm ⁻³	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
32,1	30	8,8	0,08	29	2,47	58,75	23,75

3.1.5 Avaliação microbiológica em amostras de solos

Nesta seção estão descritas as atividades relativas às avaliações microbiológicas sobre amostras de solos provenientes da propriedade da família Rosa, realizadas no laboratório da Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata.

3.1.5.1 Quantificação da microbiota viável presente nos solos

A partir de amostra composta de solo coletada após a aração, reservou-se uma parcela para posteriores análises microbiológicas. Em uma câmara de fluxo laminar previamente esterilizada, 1ml da amostra foi suspendida em 9mL de água peptonada, com diluições seriadas até 10⁻¹⁰. Alíquotas de 100µL das diluições foram espalhadas, com o auxílio de alça de Drigalski, na superfície de placas de Petri, contendo meios de cultivos específicos para a obtenção de colônias de fungos – meio de cultura BDA (Anexo A), actinomicetos – meio de cultura Solo Ágar (Anexo B) e bactérias – meio de cultura 523 (Anexo C). No BDA foi acrescido 50 mg de pentabiótico (penicilina G benzatina, 1.200.000 U; penicilina G procaína, 600.000 U; penicilina G potássica cristalina, 600.000 U; sulfato de diidroestreptomicina, 500 mg; sulfato de estreptomicina, 500 mg).

As placas de Petri preparadas com meio BDA foram incubadas por sete dias em câmara BOD a 25°C, com fotoperíodo de 12h, e placas contendo os meios 523 e Solo Ágar foram invertidas e incubadas por três dias, em câmara BOD a 28°C no escuro, com cinco repetições para cada meio de cultura. Após o período de incubação, procedeu-se a contagem do número de colônias dos microrganismos. Os dados foram expressos como o número de unidades formadoras de colônias por grama de amostra (UFC.g⁻¹), conforme a fórmula de Dubey e Maheshwari (2002)

$$\text{UFC.g}^{-1} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ colônias} \times \text{fator de diluição}}{\text{volume de amostra tomado}}$$

3.1.5.2 Isolamento de microrganismos de amostras do solo

Os microrganismos oriundos do plaqueamento dos diferentes meios de cultura foram isolados, empregando-se procedimentos distintos para cada categoria (fungos, bactérias, actinomicetos). Amostras de cada colônia bacteriana foram retiradas pelo toque de alça de platina esterilizada nas colônias, de acordo com a morfologia e coloração, e transferidas de forma individual para placas de Petri contendo meio de cultivo 523.

Procedeu-se semeio na placa de isolamento pelo método de estrias. As placas foram invertidas e incubadas em BOD, a 28°C no escuro. Após dois dias, as colônias visualmente distintas entre si quanto à forma, tamanho, cor, brilho, elevação, bordos e opacidade foram individualizadas e submetidas à purificação pelo semeio sucessivo em riscas para confirmação da pureza. As colônias isoladas foram interpretadas como originárias de uma única célula bacteriana e, portanto, mais homogêneas quanto a características genotípicas e fenotípicas da população. Aos dois dias de incubação, as cepas obtidas foram submetidas ao processo de pareamento com patógenos isolados no sistema de cultivo de morangueiros.

Colônias de actinomicetos foram retiradas pelo toque de alça de platina esterilizada, conforme a morfologia e coloração, sendo transferidas individualmente para placas de Petri contendo meio de cultura Solo Ágar, através de três riscas como semeadura. As placas foram invertidas e incubadas em BOD, a 28°C no escuro.

Após sete dias, as colônias visualmente distintas entre si quanto à forma, tamanho, cor, brilho e opacidade foram submetidas à purificação pelo semeio de três riscas para confirmação da pureza. As colônias isoladas foram interpretadas como originárias de uma única cepa. Aos sete dias de incubação, as cepas obtidas foram submetidas ao processo de pareamento com patógenos isolados no sistema de cultivo de morangueiros.

Discos de micélio fúngico de colônias visualmente distintas entre si quanto à forma, esporulação e cor, obtidos por meio de um calador estéril (5mm de diâmetro) foram dispostos em placas de Petri contendo BDA com pentabiótico. As placas foram mantidas por sete dias em BOD, a 25°C com fotoperíodo diário de 12h e, posteriormente, procedeu-se à repicagem dos fungos para tubos com BDA inclinado e armazenamento a 4°C até o momento de utilização.

3.2 Sistema de cultivo do morangueiro

3.2.1 Preparo e manejo dos canteiros

No ano de avaliação foram realizadas as seguintes práticas de manejo: lavração do local com tração animal (arado e cavalo); encanteiramento com auxílio de um encanteirador tratorizado; adubação orgânica – 200kg de esterco bovino curtido por canteiro (total de 1.400kg), correspondendo a 3kg m⁻², e 40kg de cama de aviário por canteiro (total de 280kg), correspondendo a 0,6kg m⁻²; adubação verde, sendo semeadas duas espécies de verão: 25kg de milheto (*Pennisetum glaucum*) e 25kg de labelabe (*Lab lab purpureus*), ambas no dia 12 de março (Figura 4). Após o final do ciclo (30 de abril), foram incorporadas ao solo com auxílio do encanteirador (Figura 5), ficando um espaço definitivo de 0,6m entre os canteiros. Como quebra-vento foi utilizado o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) em bordadura.



Figura 4 – Canteiros com adubação orgânica (esterco bovino curtido e cama de aviário) e adubação verde (milheto e labelabe). Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.
Fonte: acervo do autor, 2015.



Figura 5 – Incorporação da massa verde ao solo e encanteiramento mecanizado em canteiros de morangueiros. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.
Fonte: acervo do autor, 2015.

A área destinada ao cultivo do morangueiro correspondeu a 512m². Foram construídos sete canteiros, com dimensões de 43m de comprimento, 1,10m de largura e 0,20m de altura, e com passeios de 0,60m entre os mesmos. Após a incorporação da massa verde, através do encanteirador mecânico, os canteiros foram cobertos com filme de polietileno preto (mulching) com espessura de 30µm (Figura 6).



Figura 6 – Canteiros cobertos com mulching. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.
Fonte: acervo do autor, 2015.

O túnel baixo foi construído a partir de arcos de policloreto de vinila (PVC), na largura do canteiro e com altura de 0,80m, cobertos com filme de polietileno transparente de baixa densidade (PEBD) com espessura de 100 μ m, instalados após a colocação do mulching (Figura 7).



Figura 7 – Túneis instalados nos canteiros de morangueiros. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.
Fonte: acervo do autor, 2015.

3.2.2 Cultivar

Para a produção anual de morangueiros na propriedade, foram utilizadas 3.000 mudas de cultivar Camino Real, sensível ao fotoperíodo (dia curto), oriundos de viveiros chilenos, adquiridas em estabelecimento comercial agropecuário no município de Pelotas, ao custo de R\$ 0,90 cada, totalizando R\$ 2.700,00. As mudas permaneceram nas caixas, em local fresco e arejado. Antes do transplante foram retirados as folhas secas e o excesso de raízes.

3.2.3 Transplante das mudas e manejo do cultivo

O transplante das mudas foi realizado no dia 1º de maio de 2015, um dia após o recebimento. Para o transplante, orifícios de 100mm de diâmetro foram feitos no mulching, com auxílio de um cano de PVC 100mm, com cortes dentados em uma das extremidades (Figura 8A), adotando um espaçamento de 0,3x 0,3m entre as mudas. Após feitos os orifícios, com o auxílio de um galho de diâmetro 8mm covas foram construídas (Figura 8B) nesses mesmos orifícios.

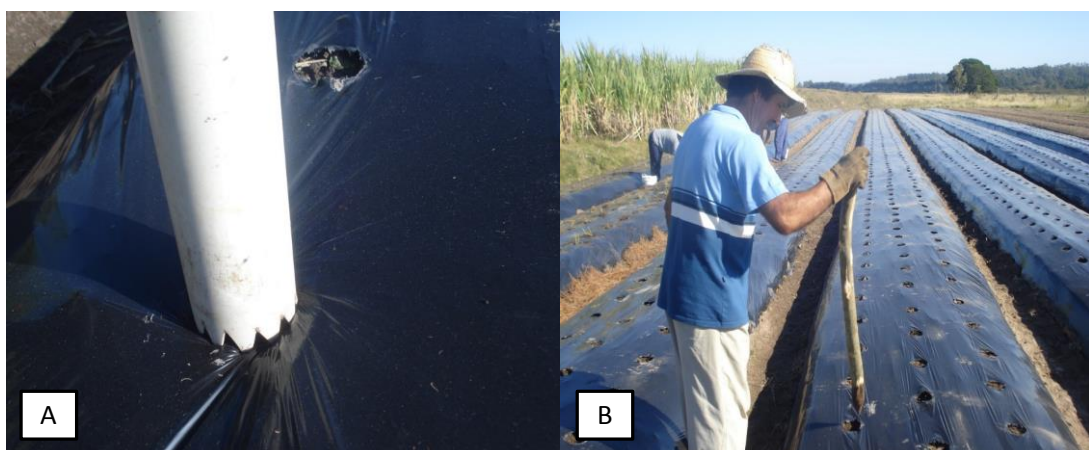


Figura 8 – Furação do mulching nos canteiros dos morangueiros para colocação das covas (A), agricultor abrindo as covas para efetuar os transplantes de mudas de morangueiros (B). Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

Fonte: acervo do autor, 2015.

Os túneis plásticos eram abertos parcialmente pela manhã (Figura 7) e fechados nos finais de tarde visando a manutenção da temperatura e renovação do ar. Em dias chuvosos estes eram mantidos parcial ou totalmente fechados, dependendo da intensidade das chuvas. Para a irrigação foi adotado o gotejamento, com três tubos gotejadores de polietileno flexível em cada canteiro, espaçados 0,30m entre si. A água era oriunda de um açude localizado ao lado da área de cultivo, sendo bombeada para os canteiros a partir de uma bomba hidráulica com potência de 2cv. Em períodos de breve estiagem, a irrigação era realizada duas vezes por semana, por aproximadamente duas horas.

3.2.4 Manejo fitossanitário

Folhas secas ou com sintomas de doenças bem como frutas com podridão foram removidos manualmente durante todo o ciclo de cultivo. As doenças que incidiram nas plantas foram o mofo cinzento (Figura 9.A), causado pelo fungo *Botrytis cinerea*, atacando os frutos principalmente no estágio de maturação do fruto, e a mancha de *Mycosphaerella* (Figura 9.B), doença foliar observada entre os meses de julho e outubro, causada pelo fungo *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lin.



Figura 9 – Mofo cinzento, causado pelo fungo *Botrytis cinerea* (A) e mancha de *Mycosphaerella*, causada pelo fungo *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lin. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

Fonte: acervo do autor, 2015.

Além das práticas de controle citadas, também se efetuou a abertura e fechamento dos túneis.

3.2.5 Colheita

A colheita foi realizada entre os meses de agosto de 2015 e janeiro de 2016. No primeiro mês de colheita bem como no final, as frutas eram colhidas geralmente a cada três dias. Nos demais meses as coletas passaram a ser em dias alternados (dia sim, dia não). Como critério de colheita, frutas com pelo menos $\frac{3}{4}$ de seu estágio de maturação eram colhidas manualmente, acondicionadas em caixas de plástico, medindo 35cm x 50cm x 10cm, forradas com jornais. Frutas sadias foram destinadas à comercialização, na forma *in natura*, e frutas danificadas por predadores ou fungos foram colhidas e descartadas em local a céu aberto, ao lado da área de cultivo.

Uma vez colhidas, as frutas foram pesadas em local fechado, em balança digital e acondicionadas em sacos plásticos de 1kg. As colheitas geralmente eram pelo turno da manhã, sendo o turno da tarde destinado à comercialização dos frutos.

3.3 Minhocário

3.3.1 Estrutura do minhocário

O minhocário que fornece o húmus para a adubação dos morangueiros foi construído em fevereiro de 2014, sob uma estrutura de túnel baixo, utilizando materiais disponíveis na propriedade, como bambus, arcos, sombrite e plástico transparente, sugeridos por Schiedeck et al. (2007a) na construção de minhocários campeiros. Possui área interna 0,80m de largura x 4,25m de comprimento e 0,27m de altura, com uma capacidade de armazenamento de 0,918m³ de material (Figura 10).

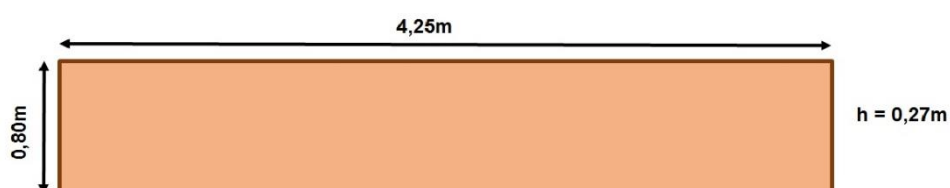


Figura 10 – Croqui com dimensões internas do minhocário. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

Esterco bovino recolhido durante a alimentação e ordenha de vacas leiteiras de uma leitaria instalada no próprio assentamento, pertencente à Embrapa Clima Temperado – Estação Terras Baixas é o principal resíduo orgânico utilizado na produção de húmus. O rebanho alimenta-se basicamente de pasto nativo do local. Cascas de frutas, descartes de restos vegetais provenientes dos cultivos de hortaliças, restos de legumes não utilizados na alimentação também são usados como resíduos orgânicos, acrescidos ao esterco.

Para a produção de húmus são utilizadas minhocas da espécie *Eisenia andrei* Bouché (1972). O minhocário é abastecido a cada 60 dias, com aproximadamente três caçambas de carrinho de mão cheias de esterco semicurtido, junto ao húmus já pronto. Essa prática facilita a migração de minhocas do húmus pronto para o material novo adicionado ao minhocário. Como critérios de finalização do processo de produção de húmus e posterior recolhimento deste, o agricultor utilizou como critérios físicos a textura (material solto), a cor (escuro) e odor (cheiro de terra molhada), bem como a quase ausência de minhocas no material observado. O local onde o minhocário está instalado é cercado com tela de arame, evitando assim a entrada de galinhas e bovinos.

3.3.2 Variáveis físico-químicas do húmus de minhoca

Foram coletadas amostras de húmus estocados pelo agricultor em sacos plásticos de 60L. Cada amostra correspondeu a um punhado, sendo este retirado manualmente com uso de luva descartável. Cada punhado apresentava em média 200mL. Foram coletadas cinco amostras de cada saco de armazenamento, em diferentes pontos, sendo colocadas em um saco plástico, formando uma amostra composta. Após coletadas, as amostras eram acondicionadas em uma caixa de isopor de 20L, com gelo, e encaminhadas aos laboratórios de Análise de Solos da Universidade Federal de Pelotas e da Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, para posteriores análises físico-químicas (Tabela 2) e microbiológicas. Foram usadas as mesmas amostras de húmus para análises de pH e CE (Tabela 2). Em um béquer de 50mL pesou-se 10g de amostra que foi diluída em 50mL de água destilada e agitada por 2min e após repouso de 10min. Em um condutivímetro de

marca Digimed® DM-32 e peagâmetro de marca Marconi® MA-552 foram realizadas análises de CE e pH respectivamente, do material sobrenadante, seguindo metodologias adaptadas de Tedesco et al. (1995).

Tabela 2 – Variáveis físico-químicas de húmus de minhoca estocados da propriedade. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

Umidade	pH	C org.	N total	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Ca (CaO)	Mg (MgO)	C/N	pH	CE
63,92%	6,14	27,27%	1,21%	1,43%	0,53%	0,89%	0,47%	22,54	5,44	493µS

Legenda: C org. - carbono orgânico, N total - nitrogênio total, P - fósforo, K - potássio, Ca - cálcio, Mg - magnésio, C/N - relação carbono/nitrogênio, pH - potencial hidrogeniônico, CE - condutividade elétrica.

3.3.3 Avaliação microbiológica em húmus

A partir de amostras de húmus de minhoca colhidas na propriedade foram realizadas avaliações microbiológicas, seguindo os mesmos métodos descritos no item 3.1.5, e subitens 3.1.5.1 e 3.5.1.2.

3.4 Parcelas experimentais

Cada parcela experimental compreendeu 24 plantas em uma área útil de 4,12m² e densidade de 5,83 plantas m², considerando para o cálculo a largura do canteiro e do passeio (1,7m). Foram avaliados quatro canteiros, que corresponderam a quatro repetições. Os canteiros foram identificados com placas plásticas brancas, de A até D, e as parcelas experimentais receberam placas de identificação de um até 12 (três tratamentos x quatro repetições). Cada canteiro recebeu os três tratamentos – cada tratamento medindo 1,10m de largura por 3,0m de comprimento. Para a delimitação do perímetro amostral foram usadas pequenas estacas de 20cm de comprimento, fincadas no solo nas extremidades de cada parcela. O traçado foi constituído com o uso de um fitilho branco. Cada tratamento foi devidamente

identificado com uma plaquinha de identificação (Figura 11). No total foram avaliadas 288 mudas de morangueiros.



Figura 11 – Tratamentos dispostos nos canteiros de morangueiros, medindo 1,10m x 3,0m cada parcela experimental. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.
Fonte: acervo do autor, 2015.

Os tratamentos foram construídos baseados no manejo do agricultor, a partir de sua prática habitual de adubação: um punhado ou porção (mão cheia) de húmus de minhoca em cada cova – correspondendo a um volume de 200mL ou 0,135kg – antes do transplante das mudas de morangueiros. A massa média dessa medida foi calculada em 135g a partir de cinco amostragens consecutivas. A partir desta lógica, sucederam-se os seguintes tratamentos: SH (sem húmus na cova), CH1 (0,135kg ou uma porção de húmus na cova) e CH2 (0,270kg ou duas porções de húmus na cova), com quatro repetições cada (Figura 12).

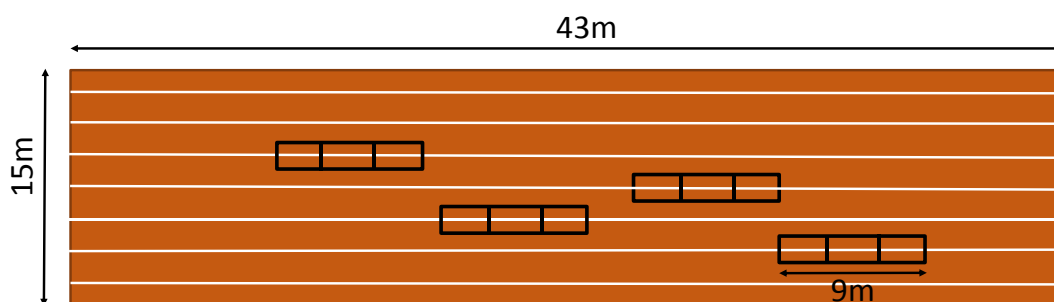


Figura 12 – Croqui do local de cultivo do morangueiro, com as dimensões da área, tamanhos e disposições das parcelas experimentais. As linhas brancas correspondem aos canteiros enquanto que os retângulos correspondem às parcelas experimentais. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

3.4.1 Avaliações

3.4.1.1 Frutas comercializáveis

O período de avaliação da produção de frutas compreendeu entre os dias 31 de agosto de 2015 e 20 de janeiro de 2016, correspondendo a 21 colheitas. Nas primeiras cinco avaliações o intervalo entre as colheitas foi maior, devido à baixa produtividade, o mesmo ocorrendo nas três últimas. Nas demais avaliações as leituras foram semanais.

Para cada parcela experimental foi destinada uma bacia/bandeja a fim de colocar as frutas sadias, identificadas com os números correspondentes às respectivas parcelas e com seus respectivos pesos tarados e registrados.

As frutas comercializáveis colhidas em cada parcela experimental eram depositadas em suas respectivas bacias/bandejas. Todo material era então conduzido a um local fechado para pesagem, em balança digital marca Hidromel, com precisão de 0,001kg.

Foram avaliados a biomassa e número total de frutas comercializáveis, dividindo pelo número de plantas vivas de cada parcela experimental. A massa total de frutas por m² bem como o número total de frutas por m² foi obtida a partir dos valores obtidos em área de 4,12m².

3.4.1.2 Isolados de *Botrytis cinerea*

Frutas com mofo-cinzento foram coletadas no cultivo de morangueiros, dentro da primeira observação da incidência da doença, acondicionadas em sacos plásticos e dispostas em caixa de isopor de 5L com gelo, e posteriormente encaminhadas ao laboratório da Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata para que fossem isolados, identificados e armazenados junto à coleção do laboratório para a realização de posteriores testes com microrganismos antagônicos. Frutas com presença do mofo cinzento não foram avaliadas neste experimento. O isolamento

desse fungo teve como propósito ser testado seu efeito sob ação de potenciais organismos antagonísticos, isolados em amostras de húmus de minhoca.

Em uma câmara de fluxo laminar previamente esterilizada, amostras de *Botrytis cinerea* foram coletadas a partir dos frutos infectados, com auxílio de uma alça de platina esterilizada. Após o toque na estrutura fúngica, efetuou-se riscas em seis placas de Petri contendo meio BDA, em seguida incubadas por sete dias em câmara BOD a 25°C, com fotoperíodo de 12h.

Após a incubação efetuou-se a purificação das cepas. Com auxílio de um furador esterilizado, discos de 5mm de micélio foram retirados destas placas e colocados em placas de Petri com meio BDA, levadas a câmara BOD a 25°C, com fotoperíodo de 12h, por sete dias. Passado este período, as placas foram armazenadas junto à coleção de microrganismos do laboratório da Estação Experimental Cascata – Embrapa Clima Temperado. Também realizou-se pareamento com microrganismos isolados a partir do húmus da propriedade.

3.4.1.3 Pareamento de microrganismos presente nos húmus com *Botrytis cinerea*

O antagonismo dos isolados encontrados nas amostras coletadas a potenciais fitopatógenos foi avaliado utilizando-se a técnica de cultivo pareado (CAMPANILE et al., 2007), com adoção de metodologias específicas para cada colônia de isolados. Quando potenciais antagonistas de isolados fúngicos, discos de micélio (5mm de diâmetro) de *Botrytis cinerea* foram dispostos em meio de cultivo BDA, contido em placas de Petri de 9cm de diâmetro, em posição diametralmente oposta a disco de micélio (5mm de diâmetro) do isolado fúngico. Cada um dos discos de micélio foi colocado a 20mm da borda periférica da placa. As placas foram levadas à câmara BOD, com temperatura de 25°C, fotoperíodo de 12h, em três repetições.

Quando potenciais antagonistas ao *B. cinerea* eram provenientes de cepas bacterianas e de actinomicetos, em uma das extremidades da placa de Petri em meio de cultivo BDA efetuou-se semeadura destas pelo método de risca em três estrias paralelas na placa, obtidas de colônias previamente purificadas, efetuadas com o auxílio de alça de platina esterilizada. Na extremidade oposta diametralmente foi disposto disco de micélio de *B. cinerea*. Tanto as estrias quanto os discos foram

colocados a 20mm da borda periférica da placa. As placas foram levadas à câmara BOD, com temperatura de 25°C, fotoperíodo de 12h, em três repetições.

Todos os microrganismos que apresentarem efeito antagônico aos fitopatógenos foram isolados, purificados e encaminhados à coleção de microrganismos do laboratório da Estação Experimental Cascata – Embrapa Clima Temperado.

Como tratamento controle (testemunhas), discos (5mm de diâmetro) com micélio de *B. cinerea* foram pareados com disco de BDA (5mm de diâmetro), representando as placas com presença de colônias fúngicas, e estrias sem os microrganismos potencialmente antagônicos, representando as colônias bacterianas, todos posicionados a 20mm da borda periférica da placa. Todas as placas foram incubadas em BOD, a 25°C, com fotoperíodo diário de 12h.

As avaliações foram realizadas em intervalos de 24h, a partir da medição do crescimento micelial ortogonal formado pelo *B. cinerea* e antagonistas em potencial, por meio de régua milimetrada, até que as placas contendo as testemunhas atingiram o crescimento máximo, alcançando a extremidade das bordas das placas de Petri.

Para avaliação do efeito antagonista de colônias de actinomicetos, bactérias e fungos sobre o agente *B. cinerea* foi realizada medição durante cinco dias (120h) de incubação, do crescimento micelial de *B. cinerea*, período no qual o crescimento micelial da testemunha cobriu toda a superfície do meio seletivo na placa. Ao término do período de avaliação foram determinados o crescimento micelial e o percentual de inibição de crescimento micelial (I). Este foi calculado utilizando a fórmula descrita por Datta et al. (2004).

$$I (\%) = \frac{(C - T) \times 100}{C}$$

onde I refere-se ao percentual de inibição do crescimento micelial do patógeno por antagonistas, C ao crescimento radial do controle (testemunha) e T ao crescimento radial do tratamento.

Os dados acumulados durante as 120h de avaliação dos tratamentos foram comparados quanto às taxas diárias de crescimento micelial. Os valores obtidos por meio dessa taxa possibilita observar o crescimento médio do micélio ao longo de determinado tempo. A observação da taxa de crescimento sugeriu um comportamento

linear e, conseqüentemente, um modelo de regressão linear para cada tratamento, que pode ser estimada através da equação

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 t + e_{(ij)k}$$

onde Y_{ijk} equivale ao valor da taxa diária de crescimento micelial, β_0 ao intersepto do valor da reta que cruza o eixo y, β_1 ao coeficiente angular (crescimento em mm para cada unidade de tempo), t ao período de avaliação e $e_{(ij)k}$ ao erro associado ao i -ésimo nível do fator húmus, j -ésimo nível do fator período e k -ésima observação.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com sete tratamentos para teste em actinomicetos (testemunha + seis cepas de actinomicetos), 12 para teste em fungos (testemunha + 11 colônias fúngicas) e 2 para teste com *Trichoderma* sp. (testemunha + 1 colônia de *Trichoderma* sp.), todos com três repetições. Considerou-se cada isolado de fungo ou actinomiceto como um tratamento.

3.4.1.4 Avaliações de incidência e severidade de mancha de *Mycosphaerella* (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lin.)

Manchas de *Mycosphaerella* foram percebidas nas plantas a partir de 20 de julho, desde então os canteiros passaram a ser monitorados até o dia 12 de outubro, período em que a doença já havia estabilizado e regredido. A partir da última leitura o agricultor realizou limpeza dos canteiros, retirando as folhas velhas, secas e com presença de manchas de *Mycosphaerella*. A incidência da doença foi calculada pela proporção de folhas com sintomas da doença em relação ao número total de folhas de cada planta da unidade experimental. Para o cálculo da severidade da doença foi utilizada a escala diagramática proposta por Mazaro et al. (2006) – (Anexo D). Os valores incidiram sobre 0,11; 0,51; 2,4; 10,2; 34,9 – correspondendo ao percentual da

área foliar com sintomas. Com os valores da incidência e da severidade da doença, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), utilizando a regra trapezoidal (SIMKO; PIEPHO, 2012) e os valores acumulados utilizados na construção dos gráficos ao longo do período de amostragem.

A partir da observação de plantas com a incidência da doença, utilizou-se a escala citada, mapeando as plantas atingidas usando como referência o croqui dos tratamentos. Folíolos das plantas com a doença eram marcadas com uma fita, a fim de facilitar a próxima leitura. A partir de cinco observações visuais entre 20 de julho e 12 de outubro foram avaliados o total de plantas, o número de plantas afetadas pela doença, o total de folhas da planta, o número de folhas afetadas, o percentual de folhas afetadas na planta e o percentual de folhas afetadas na parcela.

3.4.1.5 Variáveis meteorológicas

Foram utilizados dados meteorológicos da Estação Agrometeorológica de Pelotas (Anexo E), localizada na Universidade Federal de Pelotas – Câmpus Capão do Leão, de abril de 2015 a janeiro de 2016, obtidos no sítio eletrônico da Embrapa Clima Temperado (Laboratório de Agrometeorologia)³ para correlacionar eventos climáticos com o ciclo da cultura avaliada.

3.5 Delineamento experimental e procedimento estatístico

O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os dados foram testados para a normalidade da variância através de Bartlett e do gráfico QQ-plot. A homogeneidade das variâncias foi testada pelo gráfico dos resíduos padronizados x valores ajustados e a independência dos dados testada pelo gráfico dos resíduos x ordem de coleta. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey à

³ O sítio eletrônico com dados meteorológicos da região do município do Capão do Leão está disponível no endereço <http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/boletim.php>

5% de probabilidade. O tamanho do efeito para a massa de frutos e número de frutos entre os tratamentos, considerando o tratamento CH1 como o padrão de comparação, foi medida por meio do teste d de Cohen (KOTRLIK et al., 2011).

4 Resultados e discussão

4.1 Produtividade do morangueiro

As médias em relação à biomassa e ao número de frutos comercializáveis não apresentaram diferenças entre as plantas nos tratamentos avaliados, porém nota-se que plantas com dosagens de húmus na cova – CH1 e CH2 – apresentaram biomassa superiores em média de 15% em relação à biomassa dos frutos produzidos sem húmus na cova – SH – (Tabela 4). O mesmo percebe-se na quantidade de frutos por planta. Plantas com húmus na cova (CH1 e CH2) promoveram um acréscimo superior a 15% quando comparados às plantas sem húmus (Tabela 3). Quando comparadas as duas variáveis (massa e número de frutos) entre as plantas com húmus na cova, percebe-se que àquelas contendo apenas uma porção apresentaram índices melhores que as plantas contendo duas porções de húmus na cova.

Tabela 3 – Parâmetros de produtividade de frutos comerciais de morangueiro cv. Camino Real cultivado sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

Tratamentos	Massa de frutos (kg)		Número de frutos		Massa por fruto
	m ²	planta ⁻¹	m ²	planta ⁻¹	g
CH1	4,27 (±0,17)	1,04 (±0,04)	292,83 (±13,88)	71,13 (±3,37)	14,61 (±0,26)
CH2	4,37 (±0,09)	1,06 (±0,02)	296,33 (±7,13)	71,98 (±1,73)	14,75 (±0,25)
SH	3,72 (±0,41)	0,90 (±0,10)	254,94 (±26,87)	61,93 (±6,53)	14,59 (±0,43)
GL	2		2		2
F	1,79		1,65		0,08
p-valor	0,22		0,24		0,92
d _(CH1-CH2)	0,37		0,16		0,29
d _(CH1-SH)	-0,87		-0,89		-0,03

Legenda: CH1, uma dose de húmus de minhoca na cova. CH2, duas doses de húmus de minhoca na cova; SH, sem húmus de minhoca na cova; os números entre parênteses representam o desvio padrão da média; ns, não significativo à $p < 0,05$.

Apesar de não haver diferença estatística significativa ($p < 0,05$) nas variáveis analisadas, ao considerar o tratamento CH1 como a referência técnica do cultivo do morango na propriedade, uma vez que é a prática usual do agricultor, é possível perceber que a não utilização de húmus de minhoca produziu um efeito negativo considerado grande ($d > 0,80$) segundo a escala de Cohen, tanto para a massa quanto para o número de frutos. De acordo com Kotrlik et al. (2011), esse valor revela um significado prático para o processo de fertilização nas covas do morangueiro adotado pelo agricultor.

Trabalhando com a cv. San Andreas em um sistema convencional de cultivo no Paraná, Cordeiro et al. (2019) conseguiram uma produtividade média de 902g de morangos comerciais por planta, com 57 frutos comerciais por planta e massa média de 15,7g por fruto. Em Santa Catarina, também em cultivo convencional, a maior produtividade conseguida por Zanin et al. (2019) foi com a cv. Camino Real, de dias curtos, com 35,8t ha⁻¹ de frutos comerciais, enquanto com a cv. Albion, de dias neutros, a produtividade foi de apenas 18,6t ha⁻¹ de frutos comerciais. Já em sistemas orgânicos, nos Estados Unidos, a cv. San Andreas conduzida sob túnel baixo de plástico produziu em média 0,42kg por planta ao longo do ciclo, o que representa cerca de 19,73t ha⁻¹ (PETRAN et al., 2016). Na Califórnia, Lloyd et al. (2016) aplicaram 11,2t ha⁻¹ de húmus de minhoca, aportando o equivalente 269kg ha⁻¹ de N total, mas o que representou apenas 5,6kg ha⁻¹ de N na forma nitrato. Conforme o local de experimentação, a produtividade de frutos comerciais variou entre 600 e 700g por planta para a cv. Albion e entre 500 e 600g para a cv. Chandler, ambas de dia neutro.

A produtividade média estimada dos tratamentos foi de 41,21tha⁻¹ enquanto a produtividade real do agricultor foi de 38,23tha⁻¹. Conforme a recomendação oficial para adubação do morangueiro no Estado do Rio Grande do Sul é indicado um aporte de 180kg de N ha⁻¹, parcelados em três ou quatro aplicações ao longo do ciclo, quando a produtividade desejada é entre 20 e 40t ha⁻¹ (SOCIEDADE..., 2016). A quantidade de N adicionada pelos tratamentos CH1 e CH2, descontando a umidade e considerando uma taxa de mineralização do N de aproximadamente 22% (CABILOVSKI et al., 2014), foi de 5,44 e 10,89kg ha⁻¹, respectivamente. Apesar desses valores serem entre 33 e 17 vezes menores aos preconizados na recomendação oficial, a produtividade obtida no experimento foi próxima à média obtida no Rio Grande do Sul, que é de 37t ha⁻¹ (FAGHERAZZI et al., 2017), independente do sistema de cultivo, região produtora e cultivar.

Esses dados corroboram a ideia de que o fator nutricional do húmus de minhoca não explica completamente as respostas produtivas das plantas, sugerindo que outros fatores, tais como compostos húmicos e hormônios vegetais, possam estar envolvidos (LIM et al., 2014) além de efeitos bioestimulantes promovidos pelo aumento da taxa fotossintética e atividades enzimáticas (ZUO et al., 2018). Outra possibilidade que pode auxiliar explicar as respostas positivas mediante a baixa disponibilidade de N são as interações com microrganismos (DOMÍNGUEZ et al., 2019; PUGA-FREITAS; BLOUIN, 2015).

Beck et al. (2016) sugerem que adições de húmus de minhoca ao solo podem ser importantes estratégias sustentáveis de manejo do solo para a produção orgânica e transitória de morango orgânico, podendo fornecer N considerável ao solo, reduzindo as necessidades de fertilizantes. Broz et al. (2017) complementam que o uso de húmus no solo como método para reduzir as perdas de nitrogênio (N) na produção agrícola. Coulibali et al. (2018) indicam que a utilização de húmus de minhoca melhora o rendimento e a qualidade nutricional das plantas, sendo recomendado aos agricultores pelo aumento da produtividade. Petran et al. (2016) avaliaram seis cultivares de morangueiros, porém de dias neutros, conduzidas em túneis baixos e em sistemas orgânicos, e concluíram que este sistema de manejo reflete em um alto rendimento de produtividade e alta qualidade nutricional dos frutos. Lim et al. (2014) destacam que além da nutrição da planta a partir de húmus de minhoca outros fatores devem ser considerados, como os compostos húmicos e hormônios vegetais.

Arancon et al. (2006) avaliando o desenvolvimento de flores e frutos de pimentão perceberam que ácidos húmicos extraídos de húmus de minhoca influenciaram o crescimento das plantas. Zuo et al. (2018) destacam ainda os efeitos bioestimulantes e atividades enzimáticas a partir de húmus de minhoca, contribuindo para o aumento da taxa fotossintética da planta. Pelo fato destas substâncias ainda não serem totalmente conhecidas quanto à ação direta no desenvolvimento das plantas, recomenda-se que não sejam aplicadas concentrações excessivas de húmus de minhoca, pois estas podem comprometer o crescimento das plantas, como sugerem Lim et al. (2014).

Quando avaliada a evolução mensal da média de produtividade de morangos (kg m^{-2}) não há diferença de produtividade entre os tratamentos (Figura 13). Porém plantas em tratamentos contendo húmus de minhoca (CH1 e CH2) demonstraram

rendimentos superiores em relação àquelas sem adição de húmus (SH), nos meses de novembro e dezembro, quando são registrados os maiores índices de colheita do fruto.

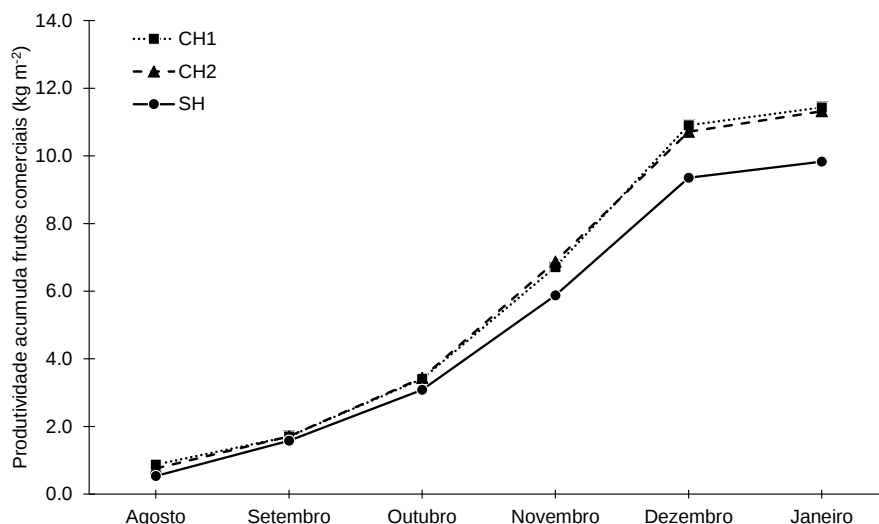


Figura 13 – Evolução mensal da produtividade média de frutos comercializáveis de morangueiro cv. Camino Real cultivado sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. CH1 - uma dose de húmus de minhoca na cova; CH2 - duas doses de húmus de minhoca na cova; SH - sem húmus de minhoca na cova.

Kumar et al. (2015) testaram diferentes compostos orgânicos em morangos de cv. Chandler, e perceberam que combinações de húmus de minhoca com esterco apresentaram maior altura da planta, primeira floração, ramos primários, primeira frutificação e frutos por planta, quando comparado aos demais tratamentos. Arancon et al. (2004) ao avaliarem a influência de aplicações de húmus de minhoca em morangueiros perceberam aumentos quanto ao crescimento e a produtividade destes, incluindo aumento de até 37% da área foliar, 37% na biomassa da parte aérea das plantas, 40% no número de flores e 35% nos pesos de frutos comercializáveis. O aporte de húmus de minhoca na cova demonstrou eficácia, contudo apenas uma dosagem – a mesma prática adotada pelo agricultor – já é o suficiente, sendo desnecessária a aplicação dobrada do adubo orgânico.

O excesso de aplicações de húmus, além de comprometer a produtividade das plantas pelas concentrações excessivas de substâncias, também fica evidente a perda de húmus de minhoca desnecessariamente. Outro fator preponderante refere-se à posição ergonômica do agricultor durante a aplicação do húmus de minhoca nas covas – se for aplicar duas doses ficará mais tempo curvado. Costa et al. (2011)

desenvolveram estudo em agricultores que desempenhavam movimentos repetitivos e adoção de posturas forçadas e observaram que a recorrência ocasiona alto risco de lesão ou doenças ocupacionais, principalmente na região cervical (pescoço) e membros superiores, devido a exigência da musculatura envolvida para manter a postura forçada e realizar movimentos repetitivos. Valenga e Ribaski (2017) em outro estudo, avaliaram a postura ergonômica comparando cultivo de morangueiros em solo e em estufa, constatando que os riscos ergonômicos da produção convencional possuem uma escala de dor e/ou desconforto muito mais significativo do que na produção semi-hidropônica.

Quanto a produção média mensal de frutos comercializáveis, com exceção do mês de setembro, nos demais meses a produtividade de morangos foi superior em tratamentos contendo húmus de minhoca (CH1 e CH2), comparados ao tratamento sem adição de húmus (SH) na cova (Figura 14).

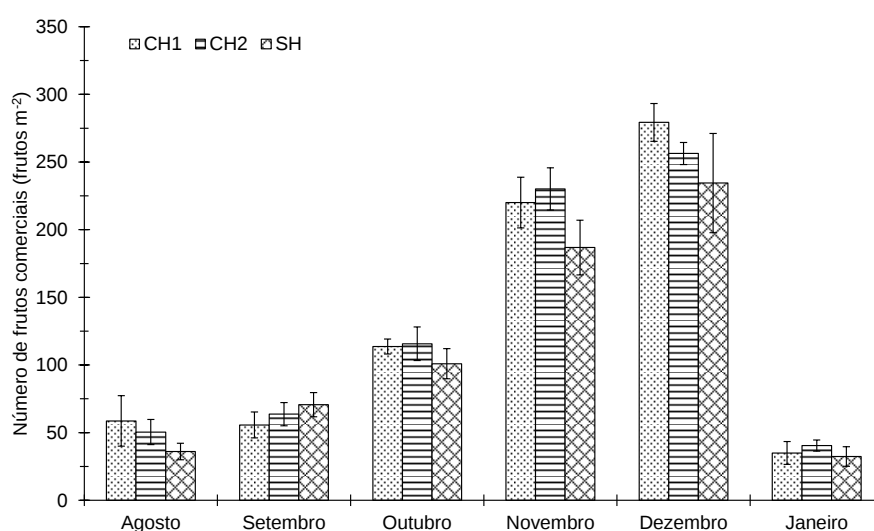


Figura 14 – Produção média mensal de frutos comercializáveis de morangueiro cv. Camino Real cultivado sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. As linhas sobre as barras indicam o desvio padrão da média. CH1 - uma dose de húmus de minhoca na cova; CH2 - duas doses de húmus de minhoca na cova; SH - sem húmus de minhoca na cova.

Contrariando dados de Azevedo Filho e Tivelli (2017), que apontam que ambientes de altitudes abaixo de 500m não são recomendadas para o plantio de morangueiros, o sistema de cultivo da propriedade em estudo apresentou uma boa média de produção de morangos, a exemplo de produções locais.

4.2 Características microbiológicas do solo

Húmus de minhoca produzido na propriedade apresentou índices de UFC superiores aos valores originais do solo (Figura 15). A população de fungos chega a ser cinco vezes maior no húmus do que no solo, o mesmo ocorrendo com bactérias, registrados teores sete vezes maior em amostras de húmus, enquanto que de actinomicetos chega a ser mais de dez vezes maior em húmus, ambos também comparados às respectivas populações no solo.

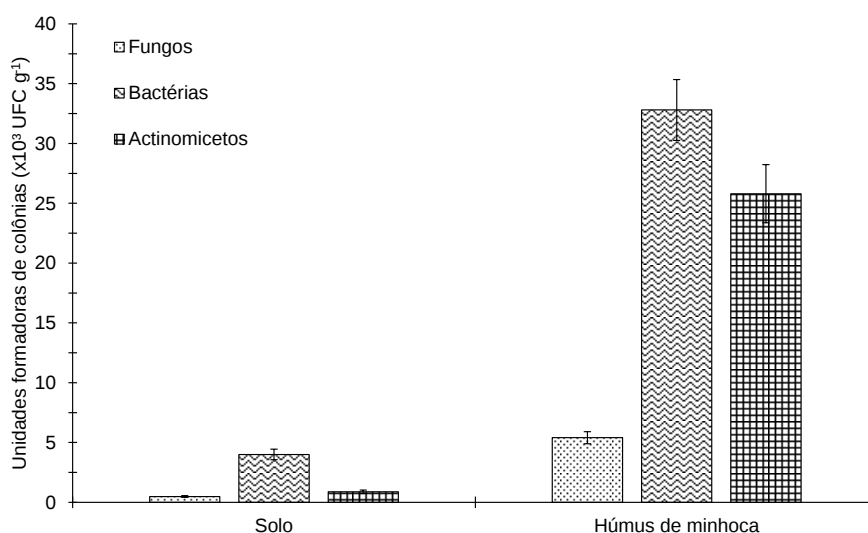


Figura 15 – Unidades formadoras de colônias ($\times 10^3$ UFC g^{-1}) de fungos, bactérias e actinomicetos em solo para o cultivo de morangueiros cv. Camino Real e no húmus de minhoca utilizado na fertilização. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. As linhas sobre as barras indicam o desvio padrão da média.

Passagem de alimento através do intestino da minhoca favorece populações microbianas ativas no material excretado, ou seja, o húmus; o incremento destas comunidades microbianas tem demonstrado modificar o nível de atividade e a diversidade funcional das populações microbianas nos sistemas de produção de húmus (GOMEZ-BRANDÓN; DOMÍNGUEZ, 2014).

Mesmo com elevadas populações de fungos, bactérias e actinomicetos presentes no húmus produzido no local, estas não promoveram um acréscimo significativo no solo, na fase inicial do ciclo (Tabela 4). O mesmo quadro manteve-se no final do ciclo para populações de actinomicetos, que se estabilizaram ou mesmo diminuíram nos tratamentos testados, enquanto populações de fungos e bactérias em média triplicaram de valor em todos os tratamentos, inclusive sem adição de húmus

de minhoca na cova. Cabe salientar que além da adição de húmus nas covas os canteiros receberam aportes de outras fontes de materiais orgânicos, como esterco e adubação verde, incorporados aos canteiros no início do ciclo.

Tabela 4 – Unidades formadoras de colônias ($\times 10^3$ UFC g^{-1}) e taxa relativa de aumento (TxA) de fungos, bactérias e actinomicetos em canteiros de morangueiros cv. Camino Real, cultivados sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca, entre 30 de junho (Inicial) e 20 de janeiro (Final). Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

		Inicial	Final	TxA	GL	F	p-valor
Fungos	CH1	1,20 ($\pm 0,12$)	3,80 ($\pm 0,66$)	3,33 ($\pm 0,62$)	b		
	CH2	0,98 ($\pm 0,09$)	5,60 ($\pm 0,60$)	5,83 ($\pm 0,63$)	a	2	5,77
	SH	1,48 ($\pm 0,10$)	5,20 ($\pm 0,37$)	3,61 ($\pm 0,44$)	b		0,02
	(CH1+CH2):solo	2,27	9,79				
Bactérias	CH1	6,38 ($\pm 0,35$)	21,40 ($\pm 2,56$)	3,35 ($\pm 0,40$)			
	CH2	7,40 ($\pm 0,27$)	24,80 ($\pm 3,01$)	3,35 ($\pm 0,50$)	ns	2	0,34
	SH	6,26 ($\pm 0,36$)	23,80 ($\pm 2,31$)	3,80 ($\pm 0,43$)			0,72
	(CH1+CH2):solo	1,72	5,78				
Actinomicetos	CH1	0,46 ($\pm 0,07$)	0,48 ($\pm 0,07$)	1,04 ($\pm 0,24$)			
	CH2	0,80 ($\pm 0,08$)	0,56 ($\pm 0,06$)	0,70 ($\pm 0,13$)	ns	2	1,78
	SH	0,64 ($\pm 0,05$)	0,52 ($\pm 0,04$)	0,81 ($\pm 0,08$)			0,21
	(CH1+CH2):solo	0,72	0,59				

Legenda: CH1, uma dose de húmus de minhoca na cova; CH2, duas doses de húmus de minhoca na cova; SH, sem húmus de minhoca na cova; valores entre parênteses representam o desvio padrão da média; TxA, taxa relativa de aumento entre a análise inicial e final. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O efeito das interações interespecíficas entre diversos grupos ecológicos (fitopatógenos, micorrízicos e saprofíticos) afetam a comunidade microbiológica do solo e no controle de doenças, a partir da composição, dimensão e funcionamento desta comunidade edáfica, repercutindo no crescimento das plantas e consequentemente contribuindo para uma agricultura sustentável e produtiva (BAPTISTA et al., 2011). Dominguez et al. (2019) em estudo sobre composição das comunidades bacterianas em húmus de minhoca perceberam aumento na diversidade taxonômica da comunidade bacteriana, incluindo capacidade metabólica, síntese de estreptomicina e ácido salicílico e nitrificação.

Lloyd et al. (2016) avaliaram quatro diferentes compostos orgânicos, dentre eles húmus de minhoca, sobre produtividade de morango e o solo, e constataram que a mesma abundância de fungos e bactérias não se refletiu no solo, sete meses após o cultivo. Já Muñoz et al. (2017) colheram amostras de solo em canteiros protegidos por mulching e canteiros protegidos por palhada, constatando que a cobertura de plástico reduziu populações de fungos e bactérias, inferindo que o ambiente é pouco favorável a determinados microrganismos. Silva et al. (2009) observaram que diferentes sistemas de produção, tipos de cobertura do solo e estágio de

desenvolvimento do morangueiro afetaram a dinâmica populacional dos fungos benéficos em solos de cerrado, na região de Gama/DF.

Junier et al. (2009) atribuem o aumento de bactérias no sistema de cultivo devido à formação de microhabitats mais favoráveis ao crescimento saprofítico dessas bactérias. Reardon et al. (2014) atribuem outros fatores como determinantes na variação da estrutura de comunidades microbiológicas, como tipos de planta, uso de fertilizantes, nitrogênio total, carbono orgânico total e pH do solo.

Melhorias no crescimento das plantas e os aumentos na produção de frutos podem ser devidos parcialmente a grandes aumentos na biomassa microbiana do solo após aplicações de húmus de minhoca, levando à produção de hormônios ou humatos, e agindo como reguladores de crescimento de plantas, independentemente do suprimento de nutrientes (ARANCON et al., 2003). Bowles et al. (2014) afirmam que se limitar em quantificar a biomassa microbiológica não são indicativos acerca dos níveis de atividade microbiana no solo, sendo necessário também avaliações quanto a outros parâmetros que estimem esta atividade, como a respiração microbiana e atividades enzimáticas.

Estudos sugerem que ácidos húmicos, bactérias promotoras de crescimento de plantas e húmus de minhoca podem ser usados para uma agricultura sustentável, desencorajando o uso de fertilizantes químicos (JOSHI et al., 2015). Em uma análise mais minuciosa, através de identificações de gêneros ou até mesmo a nível de espécie, é possível quantificar categorias de microrganismos com atribuições específicas quanto a dinâmica da matéria orgânica do solo. Fungos micorrízicos melhoram significativamente a produção e parâmetros fisiológicos de morangos, podendo ser utilizado como estratégia para reduzir o uso de fertilizantes e aumentar a sustentabilidade do agroecossistema (CORDEIRO et al., 2019).

4.3 Potencial supressor de isolados de húmus de minhoca sobre *Botrytis cinerea*

Microrganismos isolados de húmus de minhoca, ao serem pareados com isolados de *B. cinerea*, demonstraram inibição frente aos fitopatógenos, em especial a seis cepas de fungos, com capacidade de inibição superior a 50% contra *B. cinerea* (Figura 16), sendo que uma cepa de fungo (FG1) alcançou inibição superior a 90% seguido por uma cepa do gênero *Trichoderma* e uma cepa de fungo (FG3), ambos alcançando inibição próxima aos 75% frente ao fitopatógeno.

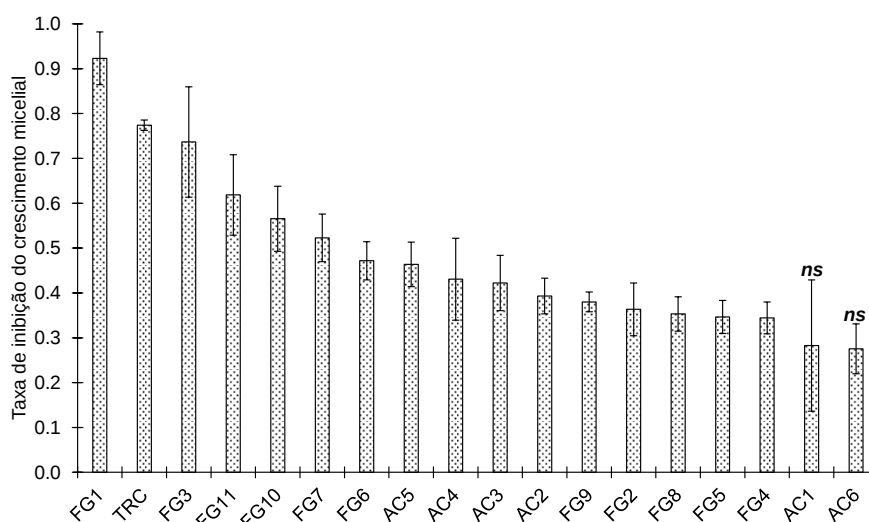


Figura 16 – Taxa média de inibição do crescimento micelial de *Botrytis cinerea* após 120 horas por microrganismos antagonistas isolados de húmus de minhoca utilizado na fertilização de morangueiro cv. Camino Real. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. FG, fungos; TRC, trichoderma; AC, actinomicetos. ns, não significativo pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$). As linhas sobre as colunas indicam o desvio padrão da média.

Embora sejam testes realizados em condições controladas, microrganismos presentes em húmus de minhoca podem se somar a outras práticas de manejo já existentes na diminuição de incidência da doença, como aberturas do túnel e catação de frutos doentes. Morandi et al. (2003) afirmam que a alta eficácia de agentes de biocontrole percebidos a partir dos resultados de laboratório não podem ser comparadas às condições externas ou ambientais, pelo fato dos sistemas de produção não apresentarem condições controladas, influenciando assim a sobrevivência, estabelecimento e atividade dos agentes de biocontrole, consequentemente reduzindo eficácia do controle biológico.

Singh et al. (2008) testaram húmus de minhoca em morangueiros, indicando a redução drástica de incidências de distúrbios fisiológicos, malformação de frutas e *B. Cinerea*. Não só a forma sólida de húmus de minhocas, mas também a forma líquida tem apresentado resultados promissores de supressão de fitopatógenos.

Em testes de Nakasone et al. (1999) com húmus líquido, perceberam potencial ação inibitória do extrato aquoso quanto ao crescimento micelial de *B. cinerea*, além de outros fitopatógenos. St. Martin (2014) afirma que mesmo com estudos comprovando que compostos aquosos, dentre eles o húmus líquido, têm grande potencial de supressão de fitopatógenos e doenças de plantas, o uso destes tem apresentado alguns impedimentos, como níveis menos desejáveis e inconsistentes de supressão de doenças das plantas, influenciados pelos fatores de produção e aplicação dos compostos líquidos, incluindo fonte e maturidade destes, tempo e aeração da mistura, taxa de aeração, diluição e taxa de aplicação e frequência de aplicação. Quando comparadas as taxas médias de inibição do crescimento micelial de *B. cinerea* com microrganismos antagonistas, percebe-se diferença significativa entre os microrganismos pareados (Tabela 5), com taxas superiores a 70% de inibição para três cepas das 18 testadas.

Tabela 5 – Comparação de médias entre a taxa média de inibição (TxI) do crescimento micelial de *Botrytis cinerea* após 120 horas por microrganismos antagonistas isolados do húmus de minhoca utilizado na fertilização de morangueiro cv. Camino Real. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

Isolados	TxI	(dp)	Agrupamento
FG1	0.92	(±0.06)	a
TRC	0.77	(±0.01)	ab
FG3	0.74	(±0.12)	abc
FG11	0.62	(±0.09)	abcd
FG10	0.57	(±0.07)	abcd
FG7	0.52	(±0.05)	bcd
FG6	0.47	(±0.04)	bcd
AC5	0.46	(±0.05)	bcd
AC4	0.43	(±0.09)	bcd
AC3	0.42	(±0.06)	bcd
AC2	0.39	(±0.04)	cd
FG9	0.38	(±0.02)	cd
FG2	0.36	(±0.06)	d
FG8	0.35	(±0.04)	d
FG5	0.35	(±0.04)	d
FG4	0.34	(±0.04)	d
AC1	0.28	(±0.15)	d
AC6	0.28	(±0.06)	d
GL	17		
F	6,7881		
p-valor	7,67e ⁻⁰⁷		

Legenda: FG - fungos; TRC - trichoderma; AC - actinomicetos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não só o húmus de minhoca, mas também outros compostos orgânicos apresentam potencial de supressão a fitopatógenos, em substituição a fungicidas químicos. Cayuela et al. (2008) ao testarem compostos líquidos aerados a partir resíduos de azeitona, perceberam inibição significativa do crescimento de *B. cinerea*, concluindo que a inibição estava associada a fenômenos microbiológicos.

4.4 Incidência foliar e severidade de *Mycosphaerella fragariae* em morangueiros

Plantas desenvolvidas nos tratamentos contendo húmus de minhoca (CH1 e CH2), avaliadas de julho a outubro, apresentaram índices menores tanto em relação a incidência foliar quanto a severidade de *Mycosphaerella fragariae*, comparadas àquelas instaladas nos tratamentos sem húmus na cova (Figura 17). Ao longo do período de avaliação da doença houve diferença estatística entre as parcelas avaliadas, quanto a incidência de manchas de *Mycosphaerella*, porém quanto à severidade nos diferentes tratamentos não foram percebidas diferenças significativas.

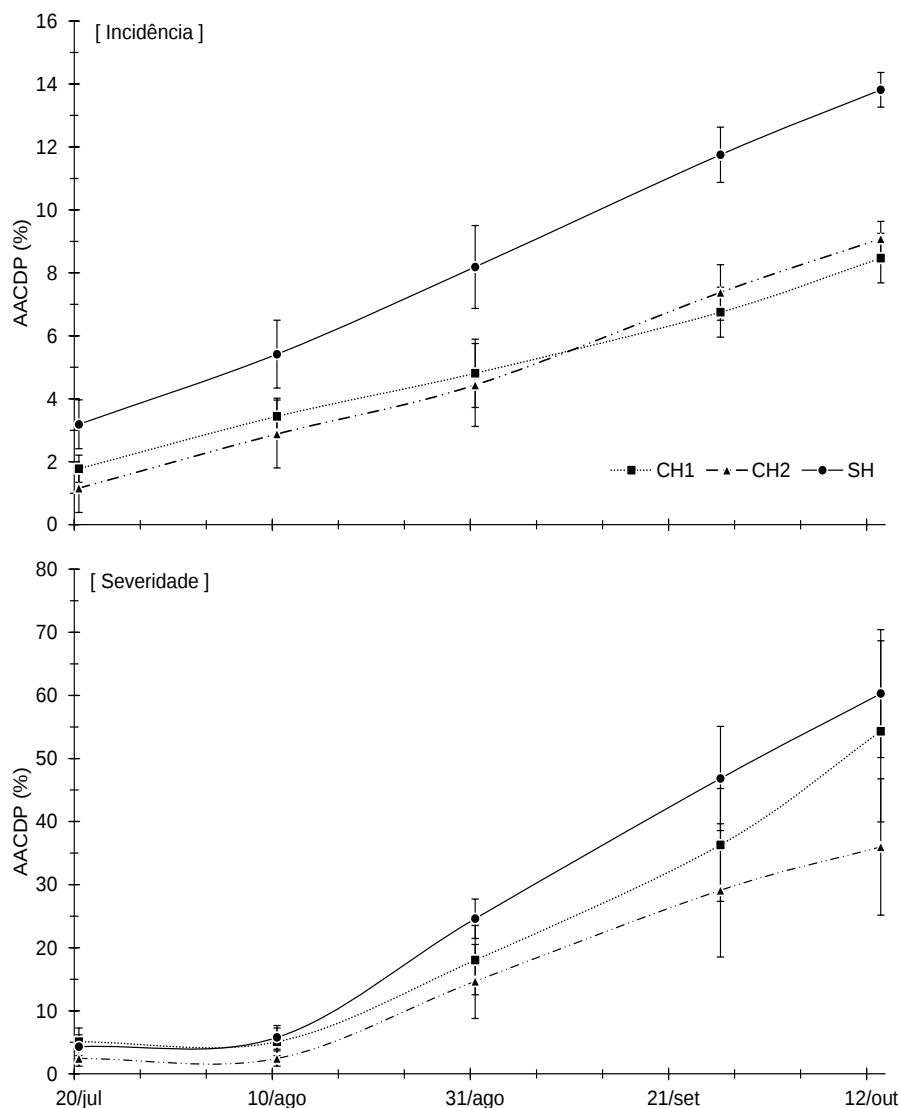


Figura 17 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência foliar (A) e severidade (B) de *Mycosphaerella fragariae* em plantas de morangueiro cv. Caminho Real, cultivados sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. As linhas sobre os marcadores indicam o desvio padrão da média. CH1 - uma dose de húmus de minhoca na cova; CH2 - duas doses de húmus de minhoca na cova; SH - sem húmus de minhoca na cova.

Manchas de *Mycosphaerella* podem ocorrer durante todo o ciclo do morangueiro, com conídios produzidos em temperatura variando entre 15°C a 25°C, com maiores incidências entre a faixa de 20°C a 25°C (DIAS et al., 2007), corroborando com dados coletados junto a Estação Agrometeorológica de Pelotas (Anexo E), quando foram registradas temperaturas que oscilaram entre mínimas de 8,4°C e 25,1°C entre julho e outubro, segundo dados meteorológicos da Estação Agrometeorológica de Pelotas/UFPel.

Na última avaliação acerca de incidência foliar e severidade de *M. fragariae* não houve diferença quanto a severidade da doença em morangueiros dos diferentes tratamentos, porém plantas com húmus de minhoca na cova (CH1 e CH2) foram mais resistentes a doença em relação as plantas sem húmus na base (Tabela 6). Em relação a incidência da doença, plantas instaladas em tratamentos contendo húmus na cova diferiram daquelas sem húmus na cova, sendo estas mais suscetíveis a mancha de *Mycosphaerella*.

Tabela 6 – Análise de variância da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para incidência foliar e severidade de *Mycosphaerella fragariae* em plantas de morangueiro cv. Caminho Real, cultivados sob túnel baixo, submetidos a diferentes tratamentos à base de húmus de minhoca. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016. As linhas sobre os marcadores indicam o desvio padrão da média.

Tratamentos	AACPD Incidência			AACPD Severidade		
	(%)	dp		(%)	dp	
CH1	8,47	(±0,79)	a	54,30	(±14,35)	ns
CH2	9,08	(±1,17)	a	35,98	(±10,81)	
SH	13,81	(±0,55)	b	60,28	(±10,14)	
GL	2			2		
F	8,86			0,84		
<i>p-valor</i>	0,02			0,48		

Legenda: AACPD - Análise de variância da área abaixo da curva de progresso da doença; CH1 - uma dose de húmus de minhoca na cova; CH2 - duas doses de húmus de minhoca na cova; SH - sem húmus de minhoca na cova; dp - desvio padrão; ns - não significativo à $p < 0,05$.

Brugnara e Colli (2014) avaliando a incidência foliar e a severidade de manchas de *Mycosphaerella* em cultivo de morangueiros orgânicos da cv. San Andreas encontraram médias da AACPD em torno de 11% e 3%, respectivamente. A exemplo de plantas avaliadas quanto a produtividade, o mesmo percebeu-se nas plantas com incidências de *M. fragariae* – aquelas contendo uma porção de húmus na cova apresentaram menores percentuais de incidência da doença, sendo assim uma única porção de húmus na cova torna-se o suficiente para controlar a doença.

Conforme já mencionado, comunidades microbianas presentes em húmus de minhoca têm importante papel no controle de doenças. Assim como o húmus de minhoca, existem outros compostos orgânicos com papel de controle biológico aos fitopatógenos. Bertalot et al. (2012) testaram vários compostos orgânicos como manejo ecológico em cultura de morangueiros no controle de manchas de *Mycosphaerella*, obtendo excelentes resultados quanto ao controle da doença. Já Heling et al. (2015),

também utilizando meios alternativos, testaram diferentes aplicações de *Saccharomyces cerevisiae* e *Bacillus cereus* em morangueiros, obtendo controle no desenvolvimento de *M. fragariae* semelhante às aplicações de fungicidas.

Mehta et al. (2014) acenam a possibilidade de diversos mecanismos de ação quanto a supressão de doenças em plantas pelo uso de compostos orgânicos, desde fatores bióticos como a competição entre populações de microrganismos, hiperparasitismo e antibiose, até fatores abióticos, como as próprias características físico-químicas do material utilizado. Portanto diferentes patossistemas têm a possibilidade de serem afetados pelo uso do húmus de minhoca (Mu et al., 2017; Joshi et al., 2015), indicando a possibilidade da correlação entre o uso do húmus com a menor incidência e severidade de *Mycosphaerella fragariae*.

5 Considerações finais

Morangueiros cultivados em tratamentos contendo uma porção de húmus de minhoca na cova (CH1), prática já adotada pelo agricultor no momento de transplântio de mudas, apresentaram médias superiores a 15% em relação à biomassa dos frutos produzidos sem húmus na cova (SH). Índices aproximados foram percebidos quanto a quantidade de frutos por planta, também favorável aos tratamentos CH1.

A aplicação do húmus de minhoca no cultivo orgânico de morangos da forma usualmente adotada pelo agricultor proporcionou produtividade próxima à média apesar do aporte de N ter sido inferior ao indicado pela recomendação oficial.

Baseado no manejo do agricultor quanto ao uso de húmus na cova, optou-se em testar a dose dobrada (CH2), ou seja, duas porções de húmus de minhoca, quando comparadas às duas variáveis (massa e número de frutos) entre as plantas instaladas em tratamentos CH1 com CH2 observou-se que aquelas contendo apenas uma porção apresentaram índices melhores que as plantas contendo duas porções de húmus na cova. Com isso percebe-se que a prática adotada pelo agricultor já é o suficiente, sendo desnecessária a aplicação dobrada do adubo orgânico, economizando assim húmus de minhoca e excessos em relação à má postura durante o transplântio.

Plantas com aplicação de uma dose de húmus foi suficiente para reduzir a incidência *Mycosphaerella fragariae*, apresentando índices menores comparadas às aquelas instaladas nos tratamentos sem húmus na cova, sendo assim uma única porção de húmus na cova o suficiente para controlar a doença.

Referências

AGRIOS, G. **Plant pathology**. 5th ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2005. 952p.

AIRA, M.; DOMÍNGUEZ, J. Microbial and nutrient stabilization of two animal manures after the transit through the gut of the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). **The Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 161, p. 1234-1238, 2009.

ALVES, A. C. de O.; SANTOS, A. L. de S. dos; AZEVEDO, R. M. M. C. de. Agricultura orgânica no Brasil: sua trajetória para a certificação compulsória. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 19-27, 2012.

ANDREOLA, F.; FERNANDES, S. A. P. A microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas. In: DA SILVEIRA, A.P.A.; FREITAS, S. dos S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. cap.2, p.21-37.

ARANCON, N. Q.; EDWARDS, C. A.; BIERMAN, P.; METZGER, J. D.; LEE, S.; WELCH, C. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. **Pedobiologia**, v. 47, p. 731-735, 2003.

ARANCON, N. Q.; EDWARDS, C. A.; BIERMAN, P.; WELCH, C.; METZGER, J. D. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. **Bioresource Technology**, v. 93, p. 145-153, 2004.

ARANCON, N. Q.; EDWARDS, C. A.; LEE, S.; BYRNE, R. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. 65-69, 2006.

AZEVEDO FILHO, J. A.; TIVELLI, S. W. **Como produzir morango orgânico**. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, 2017. 56p.

BAPTISTA, P.; PEREIRA, E.; TAVARES, R.; LINO-NETO, T. A importância das interações entre fungos do solo em agroecologia. **Actas "Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável"**, p. 159-174, 2011.

BECK, J. E.; SCHROEDER-MORENO, M. S.; FERNANDEZ, G. E.; GROSMAN, J. M.; CREAMER, N. G. Effects of Cover Crops, Compost, and Vermicompost on Strawberry Yields and Nitrogen Availability in North Carolina. **HortTechnology**, v. 26, n. 5, p. 604-613, 2016.

BERTALOT, M. J. A.; CARVALHO-PUPATTO, J. G.; FURTADO, E. L.; MENDOZA, E. MENDES, R. D.; BUSO, D. R. Controle alternativo de *Mycosphaerella fragariae* na cultura de morango orgânico (*Fragaria vesca*). **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 170-177, 2012.

BLOUIN, M.; BARRERE, J.; MEYER, N.; LARTIGUE, S.; BAROT, S.; MATHIEU, J. Vermicompost significantly affects plant growth. A meta-analysis. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 39, p. 34, 2019.

BOWLES, T. M.; ACOSTA-MARTÍNEZ, V.; CALDERÓN, F.; JACKSON, L. E. Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agroecosystems across an intensively-managed agricultural landscape. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 68, p. 252-262, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa n. 7, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 maio 1999. Seção 1, p.11-14, 1999.

BRASIL. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003, Seção 1, p.8.

BRASIL. **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.

BRASIL. Instrução normativa n. 46, de 06 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 08 Outubro de 2011. Seção 1, p.8.

BRASIL. **Decreto n. 7.794**, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2012.

BRASIL. Instrução normativa n. 17, de 18 de junho 2014. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 Junho de 2014. Seção 1, p.22.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT**. Consulta de praga. 2016. Disponível em: < http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 21 outubro 2019.

BROZ, A.; VERMA, P.; APPEL, C.; YOST, J.; STUBLER, C.; HURLEY, S. Nitrogen Dynamics of Strawberry Cultivation in Vermicompost-Amended Systems. **Compost Science & Utilization**, v. 25, n. 3, p. 194-205, 2017.

BRUGNARA, E. C.; COLLI, M. P. Leaf spot and leaflet removal in day-neutral strawberry cultivars under different cultivation conditions, in organic management. **Idesia**, v. 32, n. 1, p. 89-92, 2014.

CABILOVSKI, R.; MANOJLOVIC, M.; BOGDANOVIV, D.; MAGAZIN, N.; KESEROVIC, Z.; SITAUULA, B. K. Mulch type and application of manure and composts in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) production: impact on soil fertility and yield. **Zemdirbyste-Agriculture**, v. 101, p. 67-74, 2014.

CAIXETA, L. S.; NEVES, R. A.; LIMA, C. E. P.; ZANDONADI, D. B. Vermicompost Biostimulants: Nutrients And Auxin For Root Growth - **XVI World Fertilizer Congress Of CIEC - Technological Innovation For A Sustainable Tropical Agriculture**. Rio de Janeiro, 2014.

CAMPANILE, G.; RUSCELLI, A.; LUISI, N.; Antagonistic activity of endophytic fungi towards *Diplodia corticola* assessed by *in vitro* and *in planta* test. **Eur. J. of Plant Pathol.**, v. 117, p. 237-246, 2007.

CAPORAL, F. R. Bases para uma nova Ater pública. **Rev. Extensão Rural**, Ano X, p. 85-117, 2003.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

CAYUELA, M.; MILLNER, P.; MEYER, S.; ROIG, A. Potential of olive mill waste and compost as biobased pesticides against weeds, fungi, and nematodes. **Science of the Total Environment**, v. 399, p. 11-18, 2008.

CHAVE, M.; TCHAMITCHIAN, M.; OZIER-LAFONTAINE, H. Agroecological engineering to biocontrol soil pests for crop health. **Sustainable Agriculture Reviews**, v. 14, p. 269-297, 2014.

CORDEIRO, E. C.; RESENDE, J. T. V.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; NASCIMENTO, D. A.; ZEIST, A. R.; FAVARO, R.; CÓRDOVA, K. R. V.; GABRIEL, A. Physiology of the production of strawberries inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, suplemento 3, p. 3333-3344, 2019.

COSTA, C. K. L.; LUCENA, N. M. G.; TOMAZ, A. F.; MÁSCULO, F. S. Avaliação ergonômica do trabalhador rural: enfoque nos riscos laborais associados à carga física. **GEPROS**, v. 6, n. 2, p. 101-112, 2011.

COSTA, H.; VENTURA, J. A.; Manejo integrado de doenças do morangueiro. In: Simpósio nacional do morango, Pelotas, 2006. **Anais...Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2006a. p. 17-28.

COSTA, H.; VENTURA, J. A. Manejo integrado de doenças do morangueiro. In: Simpósio Nacional do Morango, 3.; Encontro sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, 2., 2006, Pelotas. **Palestras...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006b. p. 17-27. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 171).

COSTA, H.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Manejo integrado das doenças do morangueiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado das doenças e pragas: produção integrada de fruteiras tropicais**. Viçosa: Ed. UFV, 2003. p. 131-164.

COULIBALY, S. S.; EDOUKOU, F. E.; KOUASSI, K. I.; BARSAN, N.; NEDEFF, V.; BIZORO, I. A. Vermicompost utilization: A way to food security in rural area. **Heliyon**, v. 4, n. 12, p. 1-24, 2018.

DAROLT, M. R. Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional. In: STRIGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. 1.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.289-312, 2003.

DATTA, B. S.; DAS, A. K.; GHOSH, S. N. Fungal antagonists of some plant pathogens. **Mycopathology**, v. 1, p. 15-17, 2004.

DIAS, M. S. C.; COSTA, H.; CANUTO, R. S. Manejo de doenças do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 236, p. 64-77, 2007.

DOMÍNGUEZ, J. State of the art and new perspectives on vermicomposting research. In: EDWARDS, C. A. (Ed.). **Earthworm Ecology**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2004. p.401-424.

DOMÍNGUEZ, J.; AIRA, M.; KOLBE, A. R.; GÓMEZ-BRANDÓN, M.; PÉREZ-LOSADA, M. Changes in the composition and function of bacterial communities during vermicomposting may explain beneficial properties of vermicompost. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 9657, 2019.

DUBEY, R. C.; MAHESHWARI, D. K. **Practical microbiology**, 2.ed., New Delhi: S. Chand and Company Ltd., 2002.

ECKHARDT, D. P.; ANTONIOLLI, Z. I.; SCHIEDECK, G.; SANTANA, N. A.; REDIN, M.; DOMÍNGUEZ, J.; JACQUES, R. J. S. Vermicompostagem como alternativa para o tratamento de resíduos nas propriedades rurais do sul do Brasil. In: **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais do sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. TIECHER, T. (Org.). Porto Alegre: UFRGS, 2016. 186p.

EL-HADDAD, M. E.; ZAYED, M. S.; EL-SAYED, G. A. M.; HASSANEIN, M. K.; ELSATAR, A. M. Evaluation of compost, vermicompost and their teas produced from rice straw as affected by addition of different supplements. **Annals of Agricultural Science**, v. 59, n. 2, p. 243-251, 2014.

ETHUR, L. Z.; BLUME, E.; MUNIZ, M.; SILVA, A. C. F. da; STEFANELO, D.R.; ROCHA, E.K. da. Fungos antagonistas a *Sclerotinia sclerotiorum* em pepineiro cultivado em estufa. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 127-133, 2005.

FAGHERAZZI, A. E.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A. A.; MOLINA, A. R.; GONÇALVES, M. A.; ANTUNES, L. E. C.; BARUZZI, G.; RUFATO, L. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1156, p. 937-940, 2017.

FINATTTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M. C.; RODRIGUES, M.; BASSO, V.; HOEHNE, L. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 5, n. 4, p. 85-93, 2013.

GHINI, R.; NAKAMURA, D. Seleção de antagonistas e nutrientes que induzem supressividade de solos a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em microcosmos e *in vivo*. **Summa Phytopathologica**, v. 27, n. 3, p. 318-322, 2001.

GIMENEZ, G.; PAULLIER, J.; MAESO, D. **Identificación y manejo de las principales enfermedades y plagas em el cultivo de la frutilla**. Montevideo: INIA, 2003. 55 p. (INIA. Boletín de Divulgación, 82).

GOMEZ-BRANDÓN, M.; DOMÍNGUEZ, J. Recycling of solid organic wastes through vermicomposting: microbial community changes throughout the process and use of vermicompost as a soil amendment. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 44, p. 1289-1312, 2014.

GRABKE, A. **Fungicide resistance in *Botrytis cinerea* from strawberry**: molecular mechanisms and management. 2014, 106f. Tese (Doutorado em Ciências Agrônômicas e de Cultivos Comuns, Biologia Comum e Patologias farmacêuticas). Universidade de Clemson, Carolina do Sul, 2014.

GU, S.; GUAN, W.; BECK, J. E. Strawberry cultivar evaluation under high-tunnel and organic management in North Carolina. **HortTechnology**, v. 27, p. 84-92, 2017.

GUBLER, W. D.; CONVERSE, R. H. Diseases of strawberry. In: **Common names of plant diseases**. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1993. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/publications/commonnames/Pages/Strawberry.aspx>>. Acesso em: 21 out. 2019.

HELING, A. L.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R. Controle biológico de *Mycosphaerella fragariae* na cultura do morangueiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 4, p. 221-228, 2015.

HERRERA, J. O.; PRADO M. O. R. **Manual El compostaje y su utilización en agricultura dirigido a pequeños productores pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina**. Santiago, Chile, Fundación para la Innovación Agraria-Universidad de Las Américas, 2007.

HILLOCKS, R. J.; WALLER, J. M. Soilborne diseases and their importance in tropical agriculture. In: HILLOCKS, R.J.; WALLER, J.M. (Eds.) **Soilborne diseases of tropical crops**. Wallingford: CAB International, 1997. p.448.

HOFMAN, J.; BEZCHLEBOVÁ, J.; DUSEK, L.; DOLEZAL, L.; HOLOUBEK, I.; AND-L, P.; ANSORGOVÁ, A.; ALY, S. Novel approach to monitoring of the soil biological quality. **Environment International**, v. 28, n. 8, p. 771-778, 2003.

HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA-CNPAP, 1994. 642 p.

JIN, P.; WANG, H.; ZHANG, Y.; HUANG, Y.; WANG, L.; ZHENG, Y. UV-C enhances resistance against gray mold decay caused by *Botrytis cinerea* in strawberry fruit. **Scientia Horticulturae**, v.225, p. 106-111, 2017.

JOSHI, R.; SINGH, J.; VIG, A. P. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, v. 14, n. 1, p. 137-159, 2015.

JUNIER, P.; JUNIER, T.; WITZEL, K. P. Composition of diazotrophic bacterial assemblages in bean-planted soil compared to unplanted soil. **European Journal of Soil Biology**, v. 45, n. 2, p. 153-162, 2009.

KADO, C. I.; HESKETT, M. G. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, v. 60, n. 6, p. 969-976, 1970.

KALINOWSKI, P.; FIDLER, F. Interpreting Significance: The Differences Between Statistical Significance, Effect Size, and Practical Importance. **Newborn and Infant Nursing Reviews**, v. 10, n. 1, p. 50-54, mar. 2010.

KOTRLIK, J.; WILLIAMS, H.; JABOR, K. Reporting and Interpreting Effect Size in Quantitative Agricultural Education Research. **Journal of Agricultural Education**, v. 52, p. 132-142, 2011.

KUMAR, N.; SINGH, H. K. Singh; MISHRA, P. K. Impact of Organic Manures and Biofertilizers on Growth and Quality Parameters of *Strawberry cv. Chandler*. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 8, n. 15, p. 1-6, 2015.

LAZCANO, C.; DOMÍNGUEZ, J. The use of vermicompost in sustainable agriculture: impact on plant growth and soil fertility. In: Miransari, M. (Ed.). **Soil Nutrients**. Nova York: Nova Science Publishers, 2011. p.1-23.

LIM, S. L.; WU, T. Y.; LIM, P. N.; SHAK, K. P. The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, p. 1143-1156, 2014.

LLOYD, M.; KLUEPFEL, D.; GORDON, T. Evaluation of four commercial composts on strawberry plant productivity and soil characteristics in California. **International Journal of Fruit Science**, v. 16, n. sup1, p. 84-107, 2016.

LORENZETTI, E. R.; MONTEIRO, F. P.; SOUZA, P. E.; SOUZA, R. J.; SCALICE, H. K.; DIOGO JR, R.; PIRES, M. S. O. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, especial, p. 619-627, 2011.

MADAIL, J. C. M.; ANTUNES, L. E.; BELARMINO, L. C.; DA SILVA, B. A.; GARDIN, J. A. **Avaliação econômica dos sistemas de produção de morango:** convencional, integrado e orgânico. EMBRAPA, Pelotas RS Comunicado Técnico 181, 2007.

MARTÍNEZ-ABRAÍN, A. Statistical significance and biological relevance: A call for a more cautious interpretation of results in ecology. **Acta Oecologica**, v.34, n.1, p.9-11, jul. 2008.

MARTINS, D. de S.; SCHWENGBER, J. E.; STRASSBURGER, A. S.; SILVA, J. B. O cultivo do morangueiro em sistema de transição ecológica: componentes do rendimento e incidência de doenças. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 117-126, 2011.

MAZARO, S. M.; DE GOUVEA, A.; DE MIO, L. L.; DESCHAMPS, C.; BIASI, L. A.; CITADIN, I. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-micosferela em morangueiro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 648-652, 2006.

MAZZOLENI, E. M.; NOGUEIRA, J. M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. **Rev. Econ. Sociol. Rural** [online], v. 44, n. 2, p. 263-293, 2006.

MEDAETS, J. P.; FONSECA, M. F. de A. C. **Produção orgânica:** regulamentação nacional e internacional – Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário: NEAD, 2005.

MELLIS, C. Lies, damned lies and statistics: Clinical importance versus statistical significance in research. **Paediatric Respiratory Reviews**, v. 25, p. 88-93, 2018.

METHTA, C. M.; PALNI, U.; FRANKE-WHITTLE, I. H.; SHARMA, A. K. Compost: its role, mechanism and impact on reducing soil-borne plant diseases. **Waste Management**, v. 34, n. 3, p. 607-622, 2014.

MORANDI, M. A. B.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G.; ALFENAS, A. C.; BARBOSA, J. G. Suppression of *Botrytis cinerea* sporulation by *Clonostachys rosea* on rose debris: a valuable component in *Botrytis* blight management in commercial greenhouses. **Biological Control**, v. 26, p. 311-317, 2003.

MUÑOZ, K.; BUCHMANN, C.; MEYER, M.; SCHMIDT-HEYDT, M.; STEINMETZ, Z.; DIEHL, D.; THIELE-BRUHN, S.; SCHAUMANN, G. E. Physicochemical and microbial soil quality indicators as affected by the agricultural management system in strawberry cultivation using straw or black polyethylene mulching. **Applied Soil Ecology**, v. 113, p. 36-44, 2017.

MU, J.; LI, X.; JIAO, J.; JI, G.; WU, J.; HU, F.; LI, H. Biocontrol potential of vermicompost through antifungal volatiles produced by indigenous bacteria. **Biological Control**, v. 112, n. may, p. 49-54, 2017.

NAKASONE, A. K.; BETTIOL, W.; DE SOUZA, R. M. The effect of water extracts of organic matter on plant pathogens. **Summa Phytopathol**, v. 25, p. 330-335, 1999.

OYARZUM, P. J.; GERLAUGH, M.; ZADOKS, J. C. Factors associated with soil receptivity to some fungal root rot pathogens of peas. **Applied Soil Ecology**, v.1 0, p. 151-169, 1998.

PATRICIO, F. R. A.; KIMATI, H.; BARROS, B. C. Seleção de isolados de *Trichoderma spp.* antagonicos a *Pythium aphanidermatum* e *Rhizoctonia solani*. **Summa Phytopathologica**, v. 27, p. 223-229, 2001.

PEETERS, M. J. Practical significance: Moving beyond statistical significance. **Currents in Pharmacy Teaching and Learning**, v. 8, n. 1, p. 83-89, 2016.

PEREIRA, V. A; SOUZA J. L. Avaliação de cultivares de morangueiro em cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, (suplemento - CD Rom), p.S2860-S2865, 2010.

PETRAN, A.; HOOVER, E.; HAYES, L.; POPPE, S. Yield and quality characteristics of day-neutral strawberry in the United States Upper Midwest using organic practices. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 33, n. 2, p. 73-88, 2016.

PRIMAVESI, A. **Agroecologia**: ecosfera, tecnosfera e agricultura. São Paulo: Nobel, 1997. 199p.

PUGA-FREITAS, R.; BLOUIN, M. A review of the effects of soil organisms on plant hormone signalling pathways. **Environmental and Experimental Botany**, v. 114, p. 104-116, 2015.

REARDON, C. L.; GOLLANY, H. T.; WUEST. S. B. Diazotrophic community structure abundance in wheat-fallow and wheat-pea crop rotations. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 69, p. 406-412, 2014.

REGANOLD, J. P.; ANDREWS, P. K.; REEVE, J. R.; CARPENTER-BOGGS, L.; SCHADT, C. W.; ALLDREDGE, J. R.; ROSS, C. F.; DAVIES, N. M.; ZHOU, J. Fruit and Soil Quality of Organic and Conventional Strawberry Agroecosystems. **Plos One**, v. 5, n. 9, p. 1-27, 2010.

RIECHMANN, J. **Agricultura ecológica y rendimientos agrícolas**: aportación a un debate inconcluso. Documento de Trabajo 2/2000. Madrid: Fundación 1º de Mayo, 2000.

ROMÁN, P.; MARTÍNEZ, M. M.; PANTOJA, A. **Manual de Compostaje Del Agricultor**: Experiencias en América Latina - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, 2013. 108p.

RUBINI, M. R.; SILVA-RIBEIRO, R. T.; POMELLA, A. W. V.; MAKI, C. S.; ARAÚJO, W. L.; SANTOS, D. R.; AZEVEDO, J. L. Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis perniciosus*, causal agent of Witches' Broom Disease. **International Journal Biology Science**, v. 1, p. 24-33, 2005.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; DE OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; DE ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; DE OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 5.ed. revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHEUERELL, S. J.; MAHAFFEE, W. F. Variability associated with suppression of gray mold (*Botrytis cinerea*) on geranium by foliar applications of nonaerated and aerated compost tea. **Plant Disease**, v. 90, p. 1201-1208, 2006.

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; GONÇALVES, M. de M.; SCHIAVON, G. de A.; CARDOSO, J. H. **Minhocário campeiro de baixo custo para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa, 2007a. 4p. (Comunicado Técnico 171).

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; GONÇALVES, M. de M.; SCHIAVON, G. de A.; WOLFF, L. F. **Minhocário em túnel baixo**: alternativa barata para a produção de húmus. Pelotas: Embrapa, 2007b. 5p. (Comunicado técnico 171).

SCHIEDECK, G.; JAHNKE, D. S.; ZIBETTI, V. K. Minhocultura como estratégia tecnológica para a agricultura familiar: a contribuição do Congresso Brasileiro de Agroecologia. In: FERNÁNDEZ, X. S.; RODRÍGUEZ, D. C. Ed. Propostas agroecológicas ao industrialismo: recursos compartilhados e respostas colectivas. **Anais...**, Vigo, 2014a.

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; SCHIAVON, G. de A.; GONÇALVES, M. de M. **Minhocultura**: produção de húmus. 2.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2014b. 56p. (ABC da Agricultura Familiar, 38).

SILVA, K. F. A. DE S.; MICHEREFF FILHO, M.; DA SILVA, J. B. T.; MARTINS, I.; ISAIAS, C. O.; RESENDE, F. V.; DE LIZ, R. S.; BARBOZA, E. A.; DE MELLO, S. C. M. **Dinâmica Populacional de Fungos Benéficos em Solos nos Sistemas de Cultivo Convencional e Orgânico de Morangueiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009.

SIMKO, I.; PIEPHO, H. P. The Area Under the Disease Progress Stairs: Calculation, Advantage, and Application. **Phytopathology**, v. 102, p. 381-389, 2012.

SINGH, R.; SHARMA, R. R.; KUMAR, S.; GUPTA, R. K.; PATIL, R. T. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Bioresource Technology**, v. 99, p. 8507-8511, 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016.

SOUZA, J. L. Produção orgânica de morango. In: CARVALHO, S. P. **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, v. 114, n. 3-4, p. 143-144, 2003.

ST. MARTIN, C. C. G. Potential of compost tea for suppressing plant diseases. **CAB Reviews**, v. 9, n. 32, p. 1-10, 2014.

TANAKA, M. A. S.; BETTI, J. A.; KIMATI, H. Doenças do Morangueiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas Cultivadas**. 4.ed, volume 2. São Paulo: Agronômica Ceres, p.489-500, 2005.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 1995. 174p.

TONIN, J.; MACHADO, J. T. M.; BENATI, J. A.; ROHRIG, B.; SOBUCKI, L.; CHASSOT, T.; SCHNEIDER, E. P. Yield and quality of fruits of strawberry cultivars in an organic production system. **Científica**, v. 45, p. 271, 2017.

UENO, B. Manejo integrado de doenças do morango. In: Simpósio Nacional do Morango, 2.; Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, 1., 2004, Pelotas. **Palestras...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 70-78. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

UENO, B.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos e bactérias. In: ANTUNES, L. E. C. A.; REISSER JÚNIOR, C.; SCWENGBER, J. E. (Orgs.) **Morangueiro**. Brasília, DF : Embrapa, 2016. p.413-480. cap.17.

VALENGA, F.; RIBASKI, N. G. Desenvolvimento regional: uma avaliação da ergonomia e da renda com a conversão do cultivo de morango no solo para semi-hidropônico. **R. bras. Planej. Desenv.**, v. 6, n. 3, p. 469-483, 2017.

VAN RIJN, M. H. C.; BECH, A.; BOUYER, J.; VAN DEN BRAND, J. A. G. J. Statistical significance versus clinical relevance. **Nephrology Dialysis Transplantation**, v. 32, n. July, p. gfw385, 2017.

WEAVER, R. W.; ANGLE, J. S.; BOTTOMLEY, P. S. **Methods of soil analysis**. Part 2 -Microbiological and biochemical properties. Madison, Wisconsin, SSSA, 1994. 1121p.

YURI, J. E.; DE RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H.. Cultivo de morangueiro sob diferentes tipos de mulching. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 424-427, 2012.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H. Manejo integrado de doenças do morangueiro. In: CARVALHO, S. P. (Coord.). **Boletim do morango**: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 55-80.

ZANIN, D. S.; FAGHERAZZI, A. F.; SANTOS, A. M. DOS; MARTINS, R.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Agronomic performance of cultivars and advanced selections of strawberry in the South Plateau of Santa Catarina State. **Revista Ceres**, v. 66, p. 159-167, 2019.

ZIBETTI, V. K.; NACHTIGAL, G. DE F.; DE LIMA, D. L.; SCHIEDECK, G. Crescimento e reprodução de minhocas em misturas de resíduos orgânicos e efeitos nas propriedades químicas e microbiológicas do húmus. **Interciência**, v. 40, n. 1, p. 57-62, 2015.

ZUO, Y.; ZHANG, J.; ZHAO, R.; DAI, H.; ZHANG, Z. Application of vermicompost improves strawberry growth and quality through increased photosynthesis rate, free radical scavenging and soil enzymatic activity. **Scientia Horticulturae**, v. 233, n. January, p. 132-140, 2018.

Apêndices

Apêndice A – Estatísticas para a taxa média de inibição (TxI) do crescimento micelial de *Botrytis cinerea* após 120 horas

Estatísticas para a taxa média de inibição (TxI) do crescimento micelial de *Botrytis cinerea* após 120 horas, por microrganismos antagonistas isolados do húmus de minhoca utilizado na fertilização de morangueiro cv. San Andrés. Pelotas, RS. Mar/2015 a Jan/2016.

Isolado	LI	TxI	LS	<i>p</i> -valor	
FG1	0,63	0,91	1,20	$4,43e^{-11}$	
TRC	0,48	0,77	1,05	$4,92e^{-09}$	
FG3	0,44	0,73	1,02	$2,22e^{-08}$	
FG11	0,32	0,61	0,90	$2,97e^{-06}$	
FG10	0,27	0,56	0,84	$2,12e^{-05}$	
FG7	0,23	0,51	0,80	$6,88e^{-05}$	
FG6	0,18	0,46	0,75	0,0003	
AC5	0,17	0,45	0,74	0,0004	
AC4	0,13	0,42	0,71	0,0011	
AC3	0,13	0,41	0,70	0,0013	
AC2	0,10	0,38	0,67	0,0034	
FG9	0,08	0,37	0,66	0,0050	
FG2	0,07	0,35	0,64	0,0082	
FG8	0,06	0,34	0,63	0,0110	
FG5	0,05	0,34	0,63	0,0132	
FG4	0,05	0,34	0,62	0,0141	
AC1	-0,01	0,27	0,56	0,0696	ns
AC6	-0,02	0,27	0,55	0,0829	ns

Legenda: FG, fungos; TRC, trichoderma; AC, actinomicetos; LI, limite inferior; LS, limite superior; ns, não significativo pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Anexos

Anexo A – Meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar)

Ingredientes:

Ágar.....	15g.L ⁻¹
Dextrose ou sacarose.....	20g.L ⁻¹
Batatas descascadas.....	200g.L ⁻¹

Modo de preparo:

Para seu preparo, ferva 200g de batatas descascadas em 500mL de água até que a batata fique macia, o caldo é filtrado com auxílio de um coador coberto por gaze, em uma proveta de 1.000mL. Funda juntamente o ágar e a dextrose em 500mL de água e complete o volume para 1.000mL com água destilada. Distribua a solução em três erlenmeyers de 500mL, que serão tamponados com bucha de algodão e cobertos com papel alumínio, após levados para autolavagem, a 121°C, por 15min. Quando terminar este processo, identifique com data e nome da solução.

Anexo B – Meio de cultura Solo Ágar

Ingredientes:

Extrato de solo.....	100mL.L ⁻¹
K ₂ HPO ₄	0,5g.L ⁻¹
KNO ₃	0,1g.L ⁻¹
Glicose.....	1g.L ⁻¹
Ágar.....	15g.L ⁻¹

Modo de preparo:

200g de solo em 1L água. Decantar por 15 minutos e filtrar. Em um balão volumétrico de 1.000mL acrescentar o filtrado aos demais ingredientes, distribua a solução em três erlenmeyers de 500mL, que serão tamponados com bucha de algodão e cobertos com papel alumínio, após levados para autolavagem, a 121°C, por 15min. Quando terminar este processo, identifique com data e nome da solução.

Anexo C – Meio de cultura 523 (KADO; HESKET, 1970)

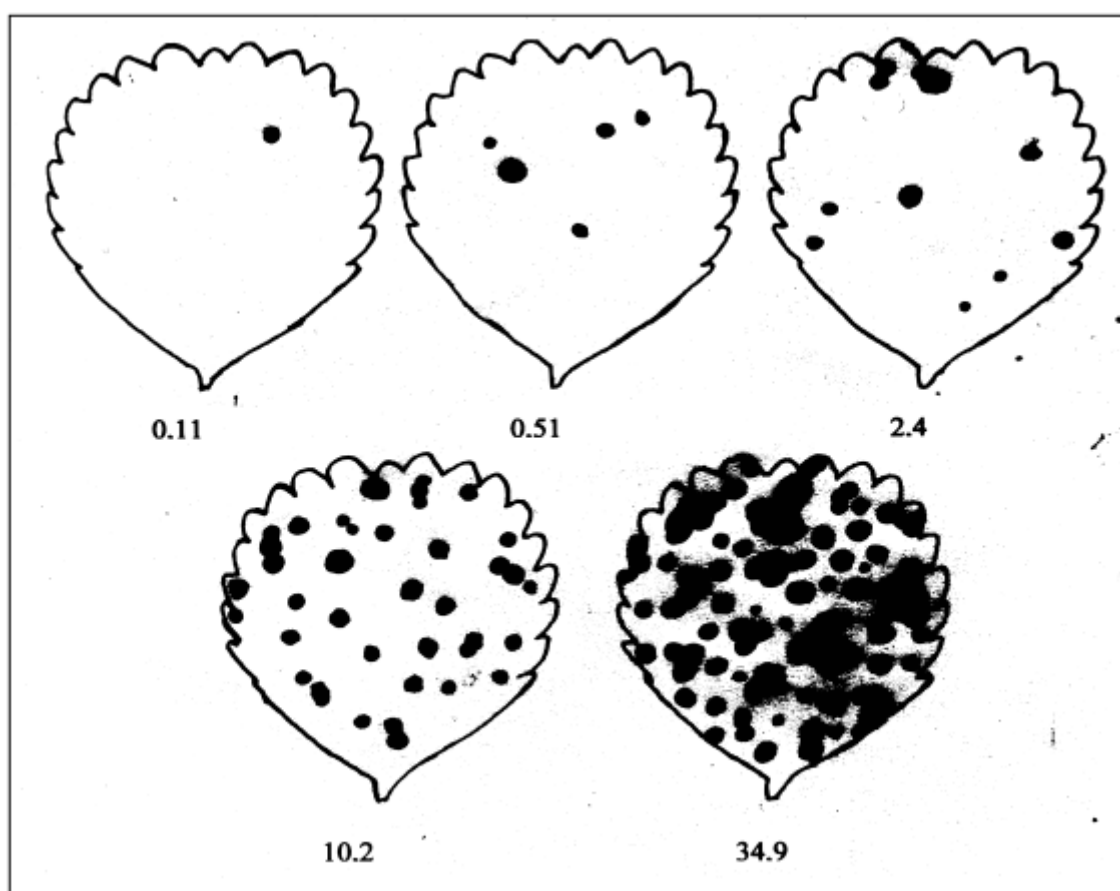
Ingredientes:

MgSO ₄ .7H ₂ O.....	0,3g.L ⁻¹
Sacarose.....	10g.L ⁻¹
Extrato de levedura.....	4g.L ⁻¹
Caseína ácida hidrolisada.....	8g.L ⁻¹
K ₂ HPO ₄ (anidro).....	2g.L ⁻¹
Ágar.....	15g.L ⁻¹

Modo de preparo:

Dissolva o sulfato de magnésio (MgSO₄.7H₂O), separadamente, em 50mL de água e, em seguida, misture a sacarose, o extrato de levedura, a caseína ácida hidrolisada e K₂HPO₄ (anidro), em um balão volumétrico de 1.000mL. Dissolva o ágar em 500mL de água, acrescente a mistura dos componentes citados e complete o volume para 1.000mL com água destilada. Distribua a solução em três erlenmeyers de 500mL, que serão tamponados com bucha de algodão e cobertos com papel alumínio, após levados para autolavagem, a 121°C, por 15min. Quando terminar este processo, identifique com data e nome da solução.

Anexo D – Escala diagramática para avaliação da severidade
da mancha de *Mycosphaerella*



Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha de *Mycosphaerella* em morangueiro causada por *Mycosphaerella fragariae*. Valores em porcentagem da área foliar com sintomas.

Anexo E – Variáveis meteorológicas: Maio de 2015 a Janeiro de 2016

Variáveis meteorológicas correspondentes entre os meses de maio de 2015 e janeiro de 2016. Pelotas, RS. Ago/2015 a Jan/2016.

Decêndio	Período	UR'm (%)	NDP't (dias)	PP't (mm)	EV't	RS'm (cal cm ⁻² dia ⁻¹)	Ins'm (horas)	Tmáx'm (°C)	Tmín'm (°C)	Amp'm	Tméd'm	VM'm (m s ⁻¹)
1	02/mai-11/mai	83.5	3	77.6	25.3	241.2	5.9	20.6	9.4	11.2	14.1	2.0
2	12/mai-21/mai	88.8	1	1.3	24.9	248.7	6.3	24.6	15.0	9.7	18.6	1.9
3	22/mai-31/mai	88.6	5	65.7	20.0	268.8	7.2	20.8	13.4	7.1	16.1	2.7
4	01/jun-10/jun	89.9	5	128.6	17.4	260.6	7.0	22.0	12.9	9.1	16.8	1.5
5	11/jun-20/jun	77.2	0	0.0	23.0	245.7	6.5	16.1	5.7	10.5	9.9	2.3
6	21/jun-30/jun	87.1	3	12.1	17.3	235.0	6.1	20.2	9.2	11.0	13.6	1.9
7	1/jul-10/jul	87.3	3	17.3	15.2	235.4	6.2	17.5	8.4	9.1	12.2	2.5
8	11/jul-20/jul	92.2	5	208.2	19.1	226.0	5.9	16.9	10.2	6.7	13.3	2.3
9	21/jul-30/jul	90.3	3	1.4	15.7	231.0	6.2	19.7	10.8	8.9	14.5	1.9
10	31/jul-9/ago	84.7	3	52.1	33.2	245.5	6.8	25.1	15.4	9.7	19.2	3.1
11	10/ago-19/ago	90.8	7	37.9	15.9	245.0	6.9	21.0	14.9	6.1	17.6	2.5
12	20/ago-29/ago	77.3	1	15.7	34.9	254.1	7.4	20.6	11.3	9.4	15.8	3.7
13	30/ago-8/set	83.7	6	37.0	30.2	232.4	6.4	20.9	12.0	8.9	15.6	2.4
14	9/set-18/set	74.8	3	33.4	39.1	218.0	5.8	20.0	8.9	11.1	13.9	3.3
15	19/set-28/set	88.9	8	182.2	32.5	208.3	5.4	20.7	14.8	5.9	17.4	2.9
16	29/set-8/out	83.5	3	35.1	36.3	198.0	5.0	20.3	12.2	8.1	16.1	3.2
17	9/out-18/out	84.0	6	113.7	36.2	176.7	4.1	19.1	11.8	7.3	15.1	4.2
18	19/out-28/out	87.5	4	44.0	30.9	171.2	3.8	21.2	15.2	6.0	17.8	3.7
19	29/out-7/nov	82.6	7	13.8	40.7	154.8	3.1	21.2	14.9	6.3	17.8	3.5
20	8/nov-17/nov	85.5	3	79.6	47.1	155.2	3.2	24.4	17.1	7.3	20.4	3.7
21	18/nov-27/nov	81.0	4	71.1	53.4	156.4	3.3	23.0	16.5	6.5	19.3	3.3
22	28/nov-7/dez	77.4	4	50.5	70.4	158.3	3.5	24.3	16.0	8.3	19.8	3.2
23	8/dez-17/dez	78.2	5	35.9	70.9	176.4	4.4	28.9	18.2	10.6	23.2	3.1
24	18/dez-27/dez	85.3	5	55.6	43.9	187.2	4.9	25.6	19.6	6.0	22.2	2.8
25	28/dez-6/jan	84.7	5	58.1	55.0	198.0	5.4	27.8	22.0	5.9	24.4	3.7
26	7/jan-16/jan	79.7	1	0.9	70.1	194.8	5.3	28.4	18.7	9.6	23.3	2.5
27	17/jan-26/jan	75.5	2	10.4	80.3	209.5	6.0	31.1	19.9	11.2	24.8	3.0
28	27/jan-31/jan	82.5	3	14.8	25.6	207.7	6.0	28.5	19.4	9.1	23.3	3.1
Valores absolutos diários	Mínima	53.8						13.2	1.8	2.0	6.8	0.4
	Média	84.1				298.8	5.4	22.4	13.9	8.4	17.6	2.8
	Máxima	97.8		117.2	11.1	670.0	12.8	36.0	24.9	20.0	27.4	7.0
	Total		109	1454.2	1026.7							

Legenda: UR, umidade relativa do ar (%); NDP, número de dias com precipitação (dias); PP, precipitação pluviométrica (mm); EV, evaporação no Tanque Tipo Classe "A" (mm); RS, radiação solar (cal cm⁻² dia⁻¹); Ins, insolação (horas e décimos); Tmáx, temperatura máxima do ar (°C); Tmín, temperatura mínima do ar (°C); Amp, amplitude térmica (°C); VM, velocidade média do vento à 7 metros de altura (m s⁻¹); 'm, média do decêndio; 't, total no decêndio.