



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
MESTRADO EM FITOTECNIA

GISELLYA DE ARAÚJO CRUZ

**MATÉRIAS ORGÂNICAS E PRODUTOS COMERCIAIS ASSOCIADOS AO
MULCH DE POLIETILENO PARA O MANEJO DE *Macrophomina phaseolina*
EM MELOEIRO**

MOSSORÓ

2020

GISELLYA DE ARAÚJO CRUZ

**MATÉRIAS ORGÂNICAS E PRODUTOS COMERCIAIS ASSOCIADOS AO
MULCH DE POLIETILENO PARA O MANEJO DE *Macrophomina phaseolina*
EM MELOEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Fitopatologia

Orientadora: Prof. Dra. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio

MOSSORÓ

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C957m Cruz, Gisellya de Araújo.
Matérias orgânicas e produtos comerciais associados ao mulch de polietileno para o manejo de *Macrophomina phaseolina* no meloeiro / Gisellya de Araújo Cruz. - 2020.
50 f. : il.

Orientadora: Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2020.

1. Cucumis melo L.. 2. controle alternativo.
3. patógenos habitantes do solo. 4. podridão cinzenta do caule. I. Ambrósio, Márcia Michelle de Queiroz, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

GISELLYA DE ARAÚJO CRUZ

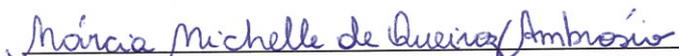
**MATÉRIAS ORGÂNICAS E PRODUTOS COMERCIAIS ASSOCIADOS AO
MULCH DE POLIETILENO PARA O MANEJO DE *Macrophomina phaseolina*
EM MELOEIRO**

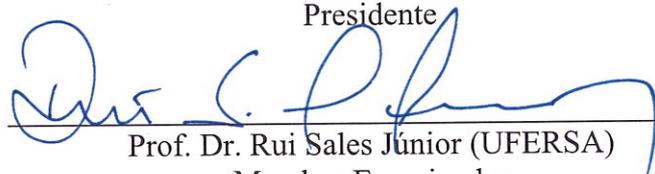
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Fitopatologia

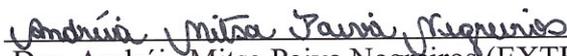
Aprovada em: 20 / 02 / 2020.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dra. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio (UFERSA)
Presidente


Prof. Dr. Rui Sales Júnior (UFERSA)
Membro Examinador


Dr. Rosemberg Ferreira Senhor (EXTERNO)
Membro Examinador


Dra. Andréia Mitsa Paiva Negreiros (EXTERNO)
Membro Examinador

Dedico

À Deus, por me conceder o dom da vida.

À minha mãe, Francisca de Araújo Cruz, que sonhou meus sonhos comigo e me apoiou em tudo que eu quis realizar, uma mulher de fibra que não mediu esforços para me ajudar sempre. Amo incondicionalmente!

Ao meu querido avô Sandoval Pereira da Cruz (in memoriam), que dedicou seus dias para cuidar da família e doou seu sangue e suor, em forma de amor e trabalho por nós. Homem forte, me ensinou, que mesmo diante das dificuldades, temos que lutar para alcançar nossos sonhos.

Também dedico este ao meu tio José de Araújo Cruz (in memoriam). O qual permanece vivo em minha memória pelos ensinamentos a mim passados.

Aos meus irmãos, Karollayne, Matheus, e Fellipy, que sempre me apoiaram.

Aos meus amigos Tatiane Severo, Ana Beatriz, Wallysson Lima e Taliane Teófilo, que sempre estiveram presente me apoiando e me incentivando em minha vida acadêmica.

VOCÊS SÃO ESSENCIAIS!

AGRADECIMENTOS

Agradeço essencialmente a Deus pela vida e pelas bênçãos alcançadas, por permitir a realização de mais um sonho.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Semi-Árido por me permitir realizar a Pós-Graduação e pela estrutura concedida para realização deste projeto.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela oportunidade de cursar o mestrado.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos e financiamento do projeto.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo a pesquisa.

Aos meus avós Sandoval Pereira da Cruz e Maria de Araújo Cruz que dedicaram a vida a minha criação.

A minha mãe Francisca de Araújo Cruz pela sua dedicação e amor, à toda a minha família que é meu alicerce, em especial a minha tia Sandra de Araújo Cruz, pelo seu cuidado e companheirismo.

A minha orientadora Dra. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, pelo empenho dedicado a execução deste trabalho, pela divisão de conhecimento e pela paciência.

A empresa Alltech[®], na pessoa de Michellangelo, que deu suporte na realização deste trabalho.

A minha amiga Tatiane Severo, que me deu total apoio e ajuda sempre que precisei, à qual tenho um carinho muito grande, pessoa que foi fundamental no desenvolvimento desse projeto.

Aos meus amigos de curso Taliane Teófilo, Matheus Freitas e Bruno Caio companheiros de trabalho e irmãos na amizade, que me ajudam sempre que preciso. Agradeço aos companheiros do Grupo de Pesquisa em Fitopatologia, pela ajuda para a realização deste trabalho, especialmente, Darlan Borges, Luan Vítor e Louise Medeiros. Muito obrigada pela ajuda, vocês foram peças fundamentais para a conclusão desta pesquisa!

Agradeço aos membros da Banca Examinadora pelas contribuições dadas para melhoria deste trabalho.

RESUMO

Macrophomina phaseolina Tassi (Goid.) é o agente causal da podridão cinzenta do caule, que causa perdas significativas de produtividade no meloeiro (*Cucumis melo* L.) no Brasil. Sua capacidade de sobreviver em condições áridas e ausência de fungicidas registrados para condições de campo, estimularam os esforços científicos por caminhos alternativos para controlar este fitopatógeno. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação de matérias orgânicas (feijão de porco e composto orgânico comercial Ecofértil®) e produtos comerciais (Compost-Aid®, Soil-Set™ e Soil-Plex® Active), associados ao *mulch* de polietileno (MP), nas comunidades (fúngicas e bacterianas) do solo e no manejo da podridão cinzenta do caule causada por *M. phaseolina* no meloeiro. Foram conduzidos dois experimentos idênticos em casa de vegetação. O inóculo do fungo (18 g.L⁻¹ de solo) foi adicionado na camada de 0 - 10 cm de profundidade do solo contido nos vasos de 14 litros. A incorporação das matérias orgânicas e a cobertura com MP foi realizada 17 dias antes do transplântio das mudas de melão amarelo “Goldex”. O MP permaneceu fechado por 15 dias, sendo em seguida furado para implantação das mudas de melão (dois dias após o furo do MP). Os produtos comerciais (Compost-Aid®, Soil-Set™ e Soil-Plex® Active) foram aplicados no solo em aos três, 10 e 17 dias após o transplântio das mudas de melão. Foram registradas as temperaturas do solo e ambiente e umidade relativa do ar, durante a condução dos experimentos. Avaliou-se a incidência e severidade da podridão no sistema radicular do meloeiro, ocorrência de patógenos e comunidades microbiana do solo (bactérias e fungos totais). A incorporação de feijão de porco associado ao MP (FP) e o feijão de porco com MP e produtos comerciais Compost-Aid® e Soil-Set™ (FP + CA + SS) reduziram significativamente a incidência, severidade da doença e ocorrência dos patógenos. Os dados da correlação mostraram que a incidência da doença está correlacionada positivamente com a severidade da doença e ocorrência de *Macrophomina* sp. e correlacionada negativamente com o número de bactérias totais. A utilização da técnica do MP, associado ao uso de feijão de porco e produtos comerciais (Compost-Aid®, Soil-Set™ e Soil-Plex® Active) são práticas agrícolas sustentáveis que reduzem a incidência e a severidade da podridão radicular do meloeiro.

Palavras-chaves: *Cucumis melo* L., controle alternativo, patógenos habitantes do solo, podridão cinzenta do caule.

ABSTRACT

Macrophomina phaseolina Tassi (Goid.) is the causal agent of gray stem rot, which causes significant productivity losses in melon (*Cucumis melo* L.) in Brazil. Its ability to survive in arid conditions and the absence of fungicides registered for field conditions stimulated scientific efforts in alternative ways to control this phytopathogen. Therefore, the present study aimed to evaluate the effect of the incorporation of organic materials (pork beans and commercial organic compound Ecofértil®) and commercial products (Compost-Aid®, Soil-Set™ and Soil-Plex® Active), associated with polyethylene mulch (MP), in the soil (fungal and bacterial) communities and in the management of gray stem rot caused by *M. phaseolina* in melon. Two identical experiments were conducted in a greenhouse. The fungus inoculum (18 g.L-1 of soil) was added to the 0 - 10 cm layer of soil contained in the 14-liter pots. The incorporation of organic materials and the coverage with MP was carried out 17 days before the transplant of the yellow Goldex melon seedlings. The MP remained closed for 15 days and then drilled to implant the melon seedlings (two days after the MP hole). The commercial products (Compost-Aid®, Soil-Set™ and Soil-Plex® Active) were applied to the soil at three, 10 and 17 days after transplanting the melon seedlings. Soil and ambient temperatures and relative humidity were recorded during the conduction of the experiments. The incidence and severity of rot in the melon root system, occurrence of pathogens and soil microbial communities (total bacteria and fungi) were evaluated. The incorporation of pig beans associated with PM (FP) and pork beans with PM and commercial products Compost-Aid® and Soil-Set™ (FP + CA + SS) significantly reduced the incidence, severity of the disease and occurrence of pathogens. The correlation data showed that the incidence of the disease is positively correlated with the severity of the disease and the occurrence of *Macrophomina* sp. and correlated negatively with the number of total bacteria. The use of the MP technique as well as the use of pork beans and commercial products (Compost-Aid®, Soil-Set™ and Soil-Plex® Active) are sustainable agricultural practices that reduce the incidence and severity of melon root rot.

Keywords: Alternative control, *Cucumis melo* L., gray stem rot, soil-dwelling pathogens.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Temperaturas máximas, e umidade relativa do ar. (A) experimento 1 e (B) experimento 2. AF: adubação de fundação, CO: Composto orgânico Ecofértil[®], FP: feijão de porco, CA: Compost-aid[®], SS: Soil-Set[™], AC: Soil-Plex[®] Active[®] 31
- Figura 2.** Incidência de podridão radicular do meloeiro em diferentes tratamentos. (A) experimento 1 e (B) experimento 2. A significância estatística foi determinada com base no teste de Kruskal-Wallys. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de post-hoc de Dunnet, $P \leq 0,05$. AF: adubação de fundação, CO: Composto orgânico Ecofértil[®], FP: feijão de porco, CA: Compost-aid[®], SS: Soil-Set[™], AC: Soil-Plex[®] Active 33
- Figura 3.** Severidade da doença. (A) experimento 1 e (B) experimento 2. A significância estatística foi determinada com base no teste de Kruskal-Wallys. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de post-hoc de Dunnet, $P \leq 0,05$. As barras correspondem às médias não-transformadas e os intervalos de confiança superior e inferior a 95% da média são mostrados como barras de erro. AF: adubação de fundação, CO: Composto orgânico Ecofértil[®], FP: feijão de porco, CA: Compost-aid[®], SS: Soil-Set[™], AC: Soil-Plex[®] Active. 36
- Figura 4.** Ocorrência de patógenos. (A) experimento 1 e (B) experimento 2. A significância estatística foi determinada com base no teste de Kruskal-Wallys. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de post-hoc de Dunnet, $P \leq 0,05$. As barras correspondem às médias não-transformadas e os intervalos de confiança superior e inferior a 95% da média são mostrados como barras de erro. AF: adubação de fundação, CO: Composto orgânico Ecofértil[®], FP: feijão de porco, CA: Compost-aid[®], SS: Soil-Set[™], AC: Soil-Plex[®] Active. 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do Composto Orgânico Ecofertil®	27
Tabela 2. Composição dos produtos comerciais utilizados no estudo.	28
Tabela 3. Média do número de unidades formadoras de colônias de comunidades de fungos e bactérias.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Actinomicetos
BDA	Batata, dextrose e ágar
BOD	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>
BT	Bactérias Totais
FT	Fungos totais
HT	Hortaliças
IBD	Instituto de Biodinâmica
K ₂ HPO ₄	Fosfato de Potássio dibásico
<i>M. phaseolina</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>
MgSO ₄ .7H ₂ O	Sulfato de Magnésio
MM	Maria Menezes
MO	Matéria orgânica
MP	<i>Mulch</i> de polietileno
PHS	Patógenos habitantes do solo
UFCs g ⁻¹	Unidades formadoras de colônia por grama de solo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Aspectos Gerais da Cultura do Meloeiro	17
2.2 Patógenos Habitantes do solo - PHS	18
2.3 <i>Macrophomina phaseolina</i>	19
2.4 Fontes de Matéria Orgânica	21
2.4.1 Feijão de Porco (<i>Canavalia ensiformes</i> DC.)	22
2.4.2 Composto Orgânico	23
2.5 Mulch de polietileno (MP)	23
2.6 Uso de produtos comerciais no manejo de fitopatógenos	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Dados gerais dos experimentos	26
3.2 Produção do Inóculo	26
3.3 Incorporação de matéria orgânica e cobertura com MP	27
3.4 Produção e transplântio das mudas	27
3.5 Aplicação dos produtos comerciais	28
3.6 Tratos culturais	29
3.7 Aferições de temperaturas e umidades do ar	29
3.8 Análises microbiológicas	29
3.9 Incidência e severidade da doença e ocorrência de patógenos	30
3.10 Análise de dados	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Temperatura do solo	30
4.2 Incidência da doença	33
4.3 Severidade da Doença	35
4.4 Ocorrência de patógenos	37
4.5 Unidades Formadoras de Colônias (UFC)	38
4.6 Correlação entre temperatura do solo, incidência, severidade da doença, ocorrência de fungos (<i>Fusarium</i> sp. e <i>Macrophomina</i> sp.) e comunidades microbianas	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) assim como outras cucurbitáceas é amplamente explorada na região Nordeste, devido às condições edafoclimáticas serem favoráveis ao desenvolvimento desta cultura, como clima quente e seco (AZEVEDO et al. 2014). Estas condições aliadas a um manejo adequado garantem a produção de frutos de maior qualidade.

No cenário nacional, o estado do Rio Grande do Norte é o maior produtor de melão com cerca de 642,30 mil toneladas, seguido do Ceará com produção estimada de 104,98 mil toneladas. No Rio Grande do Norte, a produção está concentrada nas cidades de Mossoró, Tibau, Baraúna, Apodi, Galinhos, Upanema, Macau, Governador Dix-Sept Rosado, Afonso Bezerra e Açú (IBGE, 2018). O Brasil possui uma área plantada de melão de 23.166 ha, sendo o 11º produtor mundial, com 589.900 mil toneladas, se destacando entre os maiores produtores mundiais desta olerícola (FAO, 2018).

A prática intensiva do monocultivo do meloeiro na região semiárida favorece o aumento de doenças causadas por patógenos habitantes do solo (PHS), acarretando grandes perdas econômicas aos produtores (MAIA et al. 2013).

Os solos brasileiros apresentam alta ocorrência de PHS, um dos principais entraves para produção agrícola, uma vez que a ocorrência de doenças causadas por estes microrganismos é comum e causam elevado dano econômico, além de serem de difícil controle. Os principais PHS que causam doenças no sistema radicular de plantas, em sua maioria são fungos do gênero: *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Thielaviopsis* e *Verticillium* (CORREIA; MICHEREFF, 2018). No melão, a podridão cinzenta do caule ou podridão do colo causada por *M. phaseolina*, tem provocado sérios problemas no desenvolvimento desta cultura, sendo uma das doenças mais importantes em termos econômicos, tendo em vista que prejudica a formação dos frutos.

Os PHS são de difícil controle por possuírem estruturas de resistências que lhes permitem permanecer por vários anos no solo, esta característica aliada ao fato de serem fungos polípagos dificulta o manejo destes fitopatógenos (PORTO et al. 2016). O controle de *M. phaseolina* é ainda mais difícil, pois não existe no mercado defensivos químicos registrados para este fungo, então se faz necessário a busca por formas de controles alternativos que diminuam a incidência e a severidade da doença provocada por este patógeno no meloeiro, diminuindo as perdas na produção.

Segundo Hasna et al. (2007), a adição de matéria orgânica (provenientes de adubação verde ou compostos orgânicos) tem efeitos positivos sobre o manejo de doenças radiculares, pois diminui a população de patógenos presentes no solo de maneira que não causem doenças ou diminuam a incidência. A matéria orgânica pode tornar o solo supressivo em relação à doença, em decorrência do aumento da atividade microbiana, favorecendo o desenvolvimento de agentes antagonistas, além de reduzir o potencial de inóculo dos fitopatógenos, pois durante a decomposição da matéria orgânica são liberados compostos que podem ter efeitos fungitóxicos (SILVA et al. 2013).

A aplicação de plástico transparente na solarização, tem sido utilizado para controlar PHS (GARCIA et al. 2018), porém, para utilização no meloeiro, aumenta bastante os custos de produção, o que leva a dificuldade da adoção desta prática por parte dos produtores, porém, o uso *mulch* (filme de polietileno) em canteiros, é uma prática comum nas áreas de produção de melão no Brasil, visto que permite maior controle de plantas daninhas, menor incidência de doenças, mantém o solo úmido, favorece a otimização da irrigação, impede que o fruto tenha contato direto com o solo, todos estes fatores favorecem a produção de frutos com maior qualidade (PEREIRA et al. 2017).

Visando estabelecer uma forma alternativa de manejo de *M. phaseolina* em áreas de produção de melão, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação de matérias orgânicas (feijão de porco e composto orgânico comercial Ecofértil®) e produtos comerciais (Compost-Aid®, Soil-Set™ e Soil-Plex® Active), associados ao *mulch* de polietileno, no manejo da podridão cinzenta do caule em meloeiro e na microbiota do solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Gerais da Cultura do Meloeiro

O meloeiro é uma planta herbácea, anual, diplóide, de crescimento rasteiro, com inúmeras ramificações. Ele pertence à família Cucurbitaceae e tem como centro primário de origem as regiões tropicais do continente africano. Foi posteriormente introduzido na Ásia tropical e foi estabelecido como centro secundário de origem a Índia, Irã, sul da antiga União Soviética e China (FONTES; PUIATTI, 2005). Atualmente, seu cultivo está concentrado principalmente nas regiões de clima quente (MALLEK-AYADI et al. 2018).

A região semiárida brasileira apresenta condições climáticas ideais para o cultivo do meloeiro, como alto nível de radiação solar, temperaturas elevadas (acima de 30 °C) e

baixa pluviosidade anual (700 a 800 mm), concentradas em quatro meses do ano. Todos estes fatores contribuem para que o melão seja um produto competitivo, devido a maior qualidade dos frutos produzidos, além da redução do ciclo da cultura (em torno de 60 dias), que facilita o aproveitamento da produção anual, uma vez que pode ser cultivado até 3 ciclos por ano, diferente de outros países como França e Espanha, que possuem ciclos mais longos (em torno de 120 dias), diminuindo a sazonalidade do melão. Em virtude disto muitos países importam melões brasileiros para abastecer os mercados internos (FIGUEIREDO et al. 2017).

A produção de melão é uma das atividades de maior importância econômica no Nordeste brasileiro. A intensificação do cultivo desta olerícola nos últimos 20 anos, tornou a região Nordeste responsável por 95% da produção do país. Atualmente os estados maiores produtores são Rio Grande do Norte e Ceará. No ano de 2017, as exportações referentes a esta cultura subiram 200% em relação ao ano de 2016, demonstrando a sua importância para a economia do estado. Sozinho, o Rio Grande do Norte representa 90% da renda desta fruta ao que concerne ao setor de exportações (ZEBALOS, 2017).

2.2 Patógenos Habitantes do solo - PHS

O cultivo contínuo, associado ao monocultivo, práticas comuns no Nordeste brasileiro acarretam o aumento de doenças no meloeiro, em decorrência da elevação de comunidades de microrganismos patogênicos a esta cultura, principalmente aqueles que têm o solo como seu *habitat* natural (NASCIMENTO et al. 2018). Estes fitopatógenos podem causar tombamentos e podridões nas raízes, colos e sistemas vasculares das plantas.

Cultivos que sofrem com essas doenças, tendem a reduzir a quantidade e qualidade de seus frutos, dificultando assim a produção e manutenção da lavoura (LIMA; COSTA, 2001). Normalmente, os fitopatógenos podem aparecer de forma isolada ou em associação com outros. Em áreas produtoras do Rio Grande do Norte e Ceará, o fungo *Fusarium* sp. é o microrganismo que ocorre em maior frequência nos isolamentos das plantas sintomáticas e, pode ocorrer em associação com outros patógenos como: *Fusarium solani* (Mart.), *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Grif. e Maubl, *M. phaseolina* (Tassi) Goid., *Myrothecium roridum* Tode, *Monosporascus cannonballus* Pollack e Uecker e *Rhizoctonia solani* Kühn (ANDRADE et al. 2005; PORTO et al. 2016).

Os PHS são difíceis de controlar, sendo muitas vezes necessário o uso de fumigantes químicos, que não oferecem garantia de controle efetivo, podendo muitas vezes destruir a microbiota não alvo, por isso técnicas alternativas de controle de PHS têm se tornado uma opção viável na redução de doenças causadas por estes microrganismos (KUMAR et al. 2012).

O controle alternativo assim como o biológico, além de diminuir o uso de defensivos agrícolas, também pode mitigar a capacidade desses patógenos em adquirir resistência. Um dos fatores que explicam a dificuldade de manejo *M. phaseolina* se deve ao fato de que eles produzem estruturas de resistência (escleródios), possibilitando que permaneçam viáveis no solo por longo período, até que apareçam hospedeiros e condições favoráveis ao seu desenvolvimento (NASCIMENTO et al. 2016).

2.3 *Macrophomina phaseolina*

M. phaseolina é um fungo pertencente à família Botryosphaeriaceae, classe Dothideomycetes (SARR et al. 2014). Este fungo possui microescleródios (estruturas de resistência), esféricos, pretos e oblongos. No entanto, há uma grande variação em sua forma e tamanho (KHAN et al. 2007). Este fungo sobrevive saprofiticamente em restos culturais por mais de 12 anos, através dos microescleródios, se desenvolve em temperaturas entre 25 e 35°C (SHARMA; KATOCH e RANA, 2016) e pode resistir a condições edáficas adversas, como baixa umidade, fertilidade, solos compactados e mal drenados (BIANCHINI; MARINGONI; CARNEIRO, 2005). Algumas destas condições climáticas e edáficas são semelhantes as encontradas na região semiárida do nordeste brasileiro o que favorece a ocorrência deste fitopatógeno.

Macrophomina phaseolina é um dos principais patógenos habitantes do solo, que afeta mais de 500 culturas (VIEJOBUEÑO 2017), inclusive as de grande interesse econômico como algodão, soja, milho, feijão e meloeiro, além disto possui ampla distribuição geográfica (GUPTA et al. 2012). Na cultura do meloeiro, a infecção por *M. phaseolina* se dá por meio dos microescleródios que são fontes primárias de inóculo que se encontram no solo ou por meio de sementes infectadas (PEREIRA et al., 2012).

Os sintomas mais comuns de doenças causadas por *M. phaseolina*, são: queima das mudas, *damping off* em pré e pós-emergência, clareamento e extravasamento de exsudato gomoso das hastas, as áreas branqueadas adquirem aspecto seco, podridão dos caules e raízes, queima das folhas, murcha e morte da planta. Nos campos, a infecção no meloeiro ocorre após o plantio, no entanto os sintomas mais severos são perceptíveis no

final do ciclo da cultura (WATSON; NAPIER 2009). Assim como outros patógenos habitantes do solo, o manejo de *M. phaseolina* é difícil pois o mesmo produz estruturas de resistência (NASCIMENTO et al. 2016), tem ampla gama de hospedeiros (dificulta a rotação de culturas) e sobrevive saprofiticamente em restos culturais de hospedeiros. Geralmente, as plantas cultivadas apresentam baixa ou nenhuma resistência a *M. phaseolina* (NORONHA et al. 2010) e não há no Brasil fungicida registrado para este patógeno, apenas para tratamento de sementes (MAPA 2020).

Algumas formas de manejo alternativo estão sendo estudadas para minimizar a incidência da doença e reduzir as perdas econômicas causadas por este fitopatógeno, principalmente após a proibição do brometo de metila, fumigante biocida não seletivo, utilizado para desinfestação do solo (CHAMORRO et al. 2015), que foi banido no Brasil em 2007, pela assinatura do Protocolo de Montreal (DUNIWAY, 2002; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018).

Uma alternativa considerada viável e eficiente no controle de doenças radiculares é a adição de matéria orgânica ao solo (adubos verdes) (BONANOMI et al. 2010), podendo esta ser proveniente de leguminosas ou gramíneas, de maneira isolada ou associada aos plásticos. Esta prática pode reduzir as comunidades de fitopatógenos. A incorporação de material vegetal pode tornar o solo supressivo em relação às doenças, por que estimula a atividade dos microrganismos que usam a matéria orgânica como substrato para o seu metabolismo, influenciando também no aumento de microrganismos benéficos que atuam como biocontroladores e reduzem o potencial de inóculo dos fungos fitopatogênicos, pois durante a decomposição da matéria orgânica são liberadas substâncias antagonicas ao desenvolvimento dos fungos em questão (LINHARES et al. 2018).

De acordo com Rocha e Carneiro (2016), o principal método de controle para os PHS era o químico, sendo usados fungicidas erradicantes fumigantes. Porém, com a proibição do uso do brometo de metila, e a conscientização e busca dos consumidores por produtos que prejudicam menos o meio ambiente e que não apresentem resíduos de agrotóxicos, passou-se a utilizar vários métodos de controle alternativo como controle biológico e uso de microrganismos promotores de crescimento (MARTINS et al. 2015), controle através da radiação solar (GHINI et al. 2002) por meio da solarização. No entanto, o alto custo dos plásticos transparentes, inviabilizava a aplicação desta técnica nas grandes áreas produtoras. Assim, o *mulch* de polietileno se apresenta como uma

proposta de solarização economicamente viável, tendo em vista que este material é amplamente utilizado no cultivo do meloeiro no nordeste brasileiro.

Alguns patógenos apresentam temperatura letal acima da atingida pela solarização, mas, se realizada concomitantemente a incorporação do material orgânico esta temperatura do solo pode elevar, aumentando as chances de controle dos PHS (AMBRÓSIO et al. 2008; WONG et al. 2011). Este método de controle pode ser muito eficiente na desinfestação do solo, visto que certas regiões do Brasil apresentam altas temperaturas e elevada incidência de radiação solar, principalmente no período de estiagem (ROCHA; CARNEIRO, 2016). Logo, se faz notar que todas as técnicas podem ser usadas de forma isolada ou não. Podendo de certa forma aumentar sua eficiência, se utilizada associada a uma outra técnica, no controle de diversos patógenos (KIMATI, 2011).

Segundo Andrade et al. (2005) mesmo sabendo da importância das doenças no meloeiro, ainda é escasso o conhecimento destas no Nordeste brasileiro, sobre a relação entre as características dos solos e a ocorrência destes fitopatógenos. O que é de extrema importância para que seja possível o desenvolvimento e a aplicação de novas estratégias de manejo.

2.4 Fontes de Matéria Orgânica

A matéria orgânica funciona como um condicionador de solo, agregando as partículas minerais, conferindo ao solo condições favoráveis de porosidade e friabilidade. Além disso, aumenta a retenção de água no solo e é responsável, em grande parte, pela capacidade de troca catiônica (CTC) no solo. A CTC da matéria orgânica é muito elevada, com valores que variam de 200 a 400 $\text{cmol}_c/\text{dcm}^3$ de material. Elevados teores de matéria orgânica favorece a estabilização do pH (GAMA, 2015).

O uso de nutrientes orgânicos para fertilização dos solos, representa uma importante forma de reduzir a demanda da agricultura brasileira por nutrientes minerais considerados não renováveis, cerca de 75 % do nitrogênio, 48 % do fósforo, 82 % do enxofre e 92 % do potássio utilizados no Brasil, são importados, gerando um alto custo na sua obtenção (RODRIGUES et al, 2010).

A adição de matéria orgânica, através da utilização de esterco animal, restos de cultura, adubação verde e de outros resíduos orgânicos, além de melhorar os atributos físico-químicos do solo, também atua no manejo de doenças causadas por PHS, conferindo ao solo características de supressão à doenças (LIU et al. 2016).

2.4.1 Feijão de Porco (*Canavalia ensiformes* DC.)

O uso de adubos verdes proporciona uma redução de efeitos negativos da ação direta das chuvas e dos ventos, bem como a diminuição da lixiviação de nutrientes presentes no solo, manutenção de temperatura e umidade favoráveis à atividade biológica e à conservação da matéria orgânica. Além disso, promove a melhoria da fertilidade do solo, diminuição de custos com adubação química e controle de plantas daninhas, melhora as condições físicas, químicas e biológicas dos solos (ALVARENGA et al. 2001; PADOVAN et al. 2006).

As plantas mais utilizadas como adubo verde são as leguminosas, pois, além de fixarem nitrogênio atmosférico quando associadas aos rizóbios, promovem, ainda, a quebra do ciclo vegetativo das várias espécies que compõem a vegetação espontânea (BARRADAS, 2010). Nesse contexto, o feijão-de-porco tem sido utilizado como adubo verde em diversas regiões do país, pois possui grande rusticidade, boa resistência à seca, adapta-se bem a solos ácidos, salinos, mal drenados e de baixa fertilidade (PADOVAN et al. 2006).

A adubação verde atua no manejo dos patógenos por meio da liberação de substâncias voláteis tóxicas para microrganismos presentes massa vegetal, que podem inibir ou matar o patógeno. Como evidencia o trabalho de (POSTAL et al. 2012), que avaliando o efeito de substâncias tóxicas presentes no feijão de porco, observaram que o peptídeo jaburetox tem efeito fungitóxico para leveduras e fungos filamentosos inclusive para PHS.

Diversos estudos comprovam o efeito fungitóxico das leguminosas, (CRUZ et al. 2013) avaliaram a incorporação das leguminosas no solo: leucena (*Leucaena leucocephala* Wiltt.), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov.), feijão de porco e feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) para supressão da fusariose do tomateiro, observaram que todas as leguminosas utilizadas proporcionaram redução da murcha de fusário em todas as concentrações testadas.

A redução da ocorrência de PHS também foi avaliada por (SALES JUNIOR et al. 2017), utilizando os seguintes adubos verdes: crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth), feijão-de-porco, feijão guandu-forrageiro, lablab (*Dolichos lablab* L.) e mucuna-preta (*Stilozobium aterrimum* Piper & Tracy) no declínio de *Monosporascus* em solo naturalmente infestado no meloeiro. Obtiveram como resultados redução na severidade da doença ao fim do quarto ciclo quando a cultura foi intercalada com feijão-de-porco

(*Canavalia ensiformis*) em casa de vegetação. Em campo a mucuna-preta proporcionou, menor severidade do declínio de *M. cannonballus* e maior número de frutos.

São escassas as informações sobre a incorporação de materiais vegetais associados à cobertura do solo com *mulch* de polietileno, nas comunidades microbianas do solo e, no manejo de patógenos que causam danos no sistema radicular do meloeiro.

2.4.2 Composto Orgânico

O composto orgânico é um adubo de uso rotineiro nas propriedades orgânicas, especialmente nas de pequeno porte. Apresenta-se como excelente forma de aproveitamento dos restos vegetais e animais oriundos da atividade agropecuária. Pode ser elaborado apenas com resíduos vegetais ou, em mistura com resíduos animais. Entretanto, para obtenção de um composto de qualidade, é necessário combinar resíduos ricos em carbono, como os capins, com outros materiais ricos em nitrogênio, como palhada de feijão ou esterco animais (SAMINEZ et al. 2007).

Mecanismos envolvidos na promoção de saúde de plantas via adição de composto, incluem o estímulo da atividade antagonista local, ou adicionada pelo composto, a indução de resistência e o efeito trófico na planta (HOITINK 1986; ZHANG et al. 1996; RAUPP, 1999). McQuilken et al. (1994) quando estudaram a ação do extrato aquoso de esterco de gado com palha na atividade de *Botrytis cinerea* em alface, observaram redução da severidade desta doença, sugerindo estarem envolvidos neste processo mecanismos de antibiose e indução de resistência (BOFF et al. 2005).

Ainda são poucos os trabalhos que relatem o efeito do composto orgânico, sobre o manejo de doenças, porém sabe-se que a adição de matéria orgânica pode tornar o solo supressivo, ou seja, o solo torna-se desfavorável ao desenvolvimento de determinadas doenças.

2.5 *Mulch* de polietileno (MP)

O *mulch* é uma cobertura do solo com plásticos de polietileno de diversas cores, preto-branco, preto-prata e preto-preto (a parte superior de uma cor e inferior de outra cor), sendo escolhido a depender da época do ano e das condições climáticas do local, mesmo que seja uma prática utilizada há muitos anos no país, tem-se ainda pouco conhecimento para aplicar o *mulch* e controlar as irrigações durante o ciclo da cultura (LAMBERT et al. 2017).

Anteriormente esta prática era utilizada nas culturas de morango e abacaxi, porém, atualmente é utilizada em outras culturas, como melão e melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai.). Segundo Lima Junior e Lopes (2009), o emprego do *mulch* causa aumento na produtividade e na qualidade dos frutos, evita a evaporação da água e, conseqüentemente diminui as irrigações e os gastos com o manejo de doenças, uma vez que, melhora o microclima do solo, devido alterar a incidência da radiação solar na superfície (TEÓFILO et al. 2012).

O uso do *mulch* também proporciona um maior número de internódios por planta, conseqüentemente, maior número de frutos, quando comparado ao cultivo sem cobertura (SILVA et al. 2014). Experimentos realizados com diferentes tipos de *mulch* demonstraram uma maior produtividade nos tratamentos em que utilizaram o *mulch* de polietileno em relação aqueles que não utilizavam (SERAFIM et al. 2015; LAMBERT et al. 2017).

A utilização do *mulch* como cobertura de solo reduz as perdas de umidade por evaporação, aumentando a eficiência da utilização da água (ZHANG et al. 2011); elevação na temperatura na camada superficial do solo, o que pode favorecer a atividade radicular (DÍAZ PEREZ, 2009). A elevação da temperatura com a utilização do *mulch* favorece a atividade decompositora dos microrganismos, e pode alcançar patamares indesejáveis ao patógeno *M. phaseolina*.

O uso do *mulch*, isoladamente, não é suficiente para controlar patógenos habitantes do solo, devido à pouca variação de temperatura, obtida em solos cobertos com o mesmo. Esta afirmação foi verificada por (COELHO et al. 2013) quando trabalharam com pimentão. Estes pesquisadores verificaram que a temperatura máxima diária, durante o ciclo da cultura, em solo coberto com o filme de polietileno preto, oscila entre 39 e 42 °C, já o tratamento mantido no limpo, com capinas regulares durante todo o ciclo do pimentão, são observadas temperaturas máximas entre 38 e 41 °C, mostrando pouca variação de um para o outro.

2.6 Uso de produtos comerciais no manejo de fitopatógenos

Diversos produtos à base de microrganismos benéficos têm sido utilizados, para o manejo de doenças causadas por PHS. O controle biológico tem se mostrado como uma alternativa eficiente, pois utiliza organismos vivos para reduzir os impactos negativos causados por outros organismos, que inviabilizam o rendimento e o desenvolvimento das plantas. O fungo *Trichoderma* spp., bem como espécies bacterianas pertencentes ao

gênero *Bacillus*, destaca-se entre os agentes de controle biológico de uso em larga escala com potencial para controlar com êxito PHS (MIAMOTO et al. 2017).

Produtos comerciais contendo microrganismos antagonísticos, já estão disponíveis no mercado (BETTIOL et al. 2012) e são amplamente utilizados pelos produtores de melão no Rio Grande do Norte. A maioria deles são aplicados via fertirrigação e atuam no manejo de PHS, por meio da melhoria da nutrição das plantas, principalmente por conta da absorção de fósforo, por meio da solubilização de fosfatos, síntese de fitohormônios, tal como o ácido indol acético (AIA) (VESSEY, 2003). Bem como pelo controle dos efeitos deletérios de patógenos pela produção de substâncias inibitórias produzidas, excluindo os das raízes pela concorrência ou por indução de resistência sistêmica (COMPANT et al. 2010).

Alguns produtos comerciais têm sido analisados quanto a sua eficácia no manejo de fitopatógenos, dentre eles o produto Compost Aid[®], que segundo a empresa fabricante Alltech Crop Science[®], é um produto comercializado como fertilizante, mas que possui em sua composição um mix de enzimas e bactérias (*Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis* e *Enterococcus faecium*), consideradas antagonísticas, e que aceleram o processo de compostagem, de forma natural, convertendo materiais orgânicos em um composto com baixa relação C:N, favorecendo a diminuição da severidade de doenças, pela competição entre os microrganismos benéficos e os patógenos habitantes do solo (BELLOTTE, 2006).

Alguns estudos têm evidenciado a eficiência da utilização de biofertilizantes, no manejo de doenças de plantas (RODRIGUES et al. 2016) relataram que o produto comercial Soil-Set[™] reduziu a severidade da mancha bacteriana (*Xanthomonas* sp.) do tomateiro em casa de vegetação, assim como (FERREIRA; TEBALDI, 2019) observaram que Soil-Set[™] na diluição 10⁻¹ em água, inibiu o crescimento de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* em experimento realizado *in vitro*. Ainda são escassos os trabalhos com Soil-Set[™], no manejo de fungos habitantes do solo.

De acordo com estes trabalhos, os produtos comerciais com agentes de controle biológico e nutrientes para as plantas, apresentam potencial de uso na agricultura, podendo ser recomendados para o manejo de doenças.

Segundo a empresa fabricante, os produtos Soil-plex[®] Active promove a multiplicação microbiana, favorece o desenvolvimento do sistema radicular e aumenta o pegamento de frutos; Compost aid[®] acelera a decomposição dos materiais orgânicos, promove a ativação microbiológica, melhora o equilíbrio da microbiota, além de ser um

insumo Aprovado pelo Instituto de Biodinâmica (IBD) e o Soil-Set™ promove um maior equilíbrio nutricional, dificulta o aparecimento de efeitos provocados por estresses ambientais e também é um insumo aprovado pelo IBD. Assim, de acordo com as pesquisas já realizadas acerca de produtos comerciais, no manejo de PHS e das informações concedidas pela empresa sobre os benefícios dos referidos produtos, estes podem ser úteis no manejo de doenças radiculares em associação com matéria orgânica (fonte de alimento para a microbiota), e utilização de MP.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Dados gerais dos experimentos

Dois experimentos idênticos foram conduzidos em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido-Mossoró/RN, Brasil. Ambos foram realizados em blocos casualizados, com oito tratamentos e seis repetições. Sendo estes: 1- Controle (Mulch de polietileno), 2- Composto orgânico Ecofértil® (CO), 3- Composto orgânico Ecofértil® + Compost-Aid® + Soil-Set™ (CO + CA + SS), 4- Composto orgânico Ecofértil® + Compost-Aid® + Soil-Set™ + Soil-Plex® Active (CO + CA + SS + A), 5- Feijão de Porco (FP), 6- Feijão de Porco + Compost-Aid® + Soil-Set™ (FP + CA + SS), 7- Feijão de Porco + Compost-Aid® + Soil-Set™ + Soil-Plex® Active (FP + CA + SS + A), 8- Adubação de fundação (AF).

O solo utilizado nestes experimentos foi coletado de uma propriedade produtora de melão em Pau Branco/Mossoró, RN, com histórico de incidência de podridão radicular. Apresentando as seguintes propriedades físico-químicas: pH (água) = 7,25; matéria orgânica = 11,49 g kg⁻¹; P, K e Na = 224,71; 23,07 e 29,09 mg dm⁻³; Ca, Mg, Al, H+Al e CTC efetiva = 1,76; 0,67; 0,00; 0,00 e 2,62 cmol_c dm⁻³ respectivamente.

3.2 Produção do Inóculo

Foi utilizado o isolado de *M. phaseolina* (CMM 1531), obtido de raízes de meloeiro, exibindo sintomas de podridão radicular, atualmente depositado na Coleção de Culturas Dra. Maria Menezes, na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Para o preparo do inóculo, o fungo foi cultivado em frascos contendo substrato arenorgânico (LEFÉVRE; SOUZA, 1993) composto de três partes de esterco curtido, uma parte de areia lavada e 2% de aveia (v/p), onde foram adicionados 20 ml de água destilada para cada 100 ml de substrato. Este foi autoclavado três vezes, em intervalos de 24 horas, durante uma hora por dia, a 120 °C. Posteriormente, em câmara de fluxo

laminar, foram transferidos dez discos de 5 mm de diâmetros retirados das margens de cultura pura cultivada em placas de Petri contendo meio BDA + tetraciclina (0,05 g/L), para frascos contendo o substrato arenorgânico, que foram mantidos em estufa incubadora tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand) a 28 ± 2 °C, por 10 dias. O inóculo foi incorporado ao solo, na camada de 0 - 10 cm de profundidade, na dosagem de 18 g.L⁻¹ de solo (NASCIMENTO, 2018).

3.3 Incorporação de matéria orgânica e cobertura com MP

O composto orgânico Ecofértil® (Tabela 1) e o feijão de porco foram incorporados em solo umedecido 10 horas antes (até a capacidade de campo), na camada de 0-10 cm de profundidade. O feijão de porco foi incorporado na dosagem de 320 g/vaso, equivalente a 4 kg/m² (BONANOMI et al. 2010) e o composto orgânico em uma dosagem de 70 g/vaso, equivalente a 5 t/ha, conforme a quantidade utilizada pelos produtores de melão do Rio Grande do Norte. Em seguida foi aplicado aos vasos, o MP (preto/branco), em toda a superfície do solo e as bordas destes, ficando preso nas laterais dos vasos. O *mulch* ficou totalmente fechado por 15 dias (solarização do solo). Após este período foi realizada uma abertura no centro do *mulch* (8 cm de diâmetro) para volatilização dos possíveis gases tóxicos e redução da temperatura do solo. O transplântio das mudas foi realizado dois dias depois da abertura do MP.

Tabela 1. Composição química do Composto Orgânico Ecofértil®

Produto	pH	Ca	Mg	Al	K	Na	P	N	C	MO	CE	
	H ₂ O	cmol _c dm ⁻³					(mg dm ⁻³)	(g kg ⁻¹)		C/N	dS m ⁻¹	
Composto orgânico* Ecofértil®	4,7	21,7	8,9	0,1	3,3	0,3	3.668,0	0,11	13,2	22,8	83,1	2,5

*Composição química fornecida pela empresa fabricante Eco fértil®.

3.4 Produção e transplântio das mudas

Sementes híbridas de meloeiro amarelo ‘Goldex’ (Topseed™) foram semeadas em bandeja de polietileno contendo substrato comercial Topstrato - HT Hortaliças®. As bandejas foram irrigadas de forma manual duas vezes ao dia. O transplântio das mudas foi realizado 10 dias após a semeadura, quando as mesmas estavam com uma folha definitiva, foi transplantada uma muda por vaso (capacidade 14 L).

3.5 Aplicação dos produtos comerciais

Foram realizadas três aplicações dos produtos Compost-Aid[®], o Soil-Set[™] e Soil-Plex[®] Active (tabela 2), nos tratamentos (CO + M + CA + SS); (CO + M + CA + SS + A); (FP + M + CA + SS) e (FP + M + CA + SS + A), aos três, 10 e 17 dias após o transplântio, conforme recomendação do fabricante. Na primeira aplicação utilizou-se as dosagens 3 kg ha⁻¹ (Compost-Aid[®]), 2 L ha⁻¹ (Soil-Set[™]) e 1 L ha⁻¹ (Soil-Plex[®] Active). Na segunda e terceira aplicação utilizaram-se doses ajustadas (para o volume do vaso ou planta ou área) de 2 kg ha⁻¹ (Compost-Aid[®]), 1,5 L ha⁻¹ (Soil-Set[™]) e 1 L ha⁻¹ (Soil-Plex[®] Active). As aplicações foram realizadas através da diluição dos produtos em água, e a quantidade aplicada em cada vaso, foi correspondente a lâmina de irrigação.

Tabela 2. Composição dos produtos comerciais utilizados no estudo.

Compost-Aid[®]		
Microrganismos	UFC g⁻¹	Enzimas
<i>Lactobacillus plantarum</i>	1,25 x 10 ⁸	Protease
<i>Bacillus subtilis</i>	1,25 x 10 ⁸	Celulase
<i>Enterococcus faecium</i>	1,25 x 10 ⁸	Xilanase
Soil-Set[™]		
Minerais	%	g L⁻¹
Enxofre	3,75	46.12
Zinco	3,20	39.36
Cobre	2,00	24.60
Ferro	1,60	19.68
Manganês	0,80	9.84
Aminoácidos	5,00	61,5
Soil-Plex[®] Active		
Minerais	%	g L⁻¹
Nitrogênio	2,00	2,70
Fósforo	2,00	2,70
Potássio	3,56	4,30
Carbono Orgânico	16,00	19,33
Ácido Bórico	*	*
Extrato de leveduras	*	*

Composição química e biológica fornecida pela empresa fabricante Alltech Crop Science[®]

*Não informado.

3.6 Tratos culturais

Todos os tratamentos culturais foram feitos em similaridade ao realizado pelos produtores de melão do Rio Grande do Norte, bem como adubação de fundação, controle de pragas e doenças causadas por patógenos de parte aérea. As irrigações foram realizadas por gotejo durante todo o experimento, e as adubações realizadas conforme a análise de solo, atendendo as necessidades nutricionais da cultura.

3.7 Aferições de temperaturas e umidades do ar

Durante a implantação e execução dos experimentos as temperaturas do solo foram aferidas às 13h:00min (diariamente), com termômetro químico (Promo lab, França) numa profundidade de 10 cm, em um vaso de cada tratamento. A temperatura e umidade do ar foram aferidas utilizando um termohigrômetro digital (J Prolab, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil). Durante o período de solarização, após cada aferição o MP era fechado com fita adesiva.

3.8 Análises microbiológicas

Foi realizada no final do experimento uma coleta de solo, com três amostras simples de cada vaso, na profundidade de 0-10 cm. As amostras simples foram homogeneizadas para formação de uma amostra composta de aproximadamente 300 g. Logo após, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos transparentes e acondicionadas sob temperatura de 10 °C, para realização das análises das comunidades microbianas (fungos totais, bactérias totais).

Para realizar a quantificação das comunidades microbianas, foi utilizado o método da contagem em placa, a partir de uma diluição seriada, onde utilizou-se meio de cultura específico para cada grupo de microrganismos. Para a contagem de fungos totais foi utilizado o meio de Martin (1 g K_2HPO_4 ; 0,5 g de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 5 g de peptona; 10 g de dextrose; 0,03 g de rosa-bengala; 16 g de ágar; 1.000 ml de água destilada) (MARTIN, 1950), acrescido de 0,05 g L^{-1} de tetraciclina. Para bactérias totais, foi utilizado o meio nutriente ágar (ágar nutriente - 23,0 g; água destilada – 1.000 ml).

Foram utilizadas três placas por diluição, e após a contagem, os valores foram convertidos em unidades formadoras de colônia por grama de solo (UFCs g^{-1}). Apenas as diluições que apresentaram de 25 a 250 colônias por placa foram consideradas para os cálculos, pois com grandes quantidades de colônias pode ocorrer saturação, inibindo o crescimento de outras colônias e subestimando o resultado (TORTORA, 2006). Após o

havendo posteriormente pequenas oscilações nas temperaturas nos diferentes tratamentos (Figuras 1A e 1B).

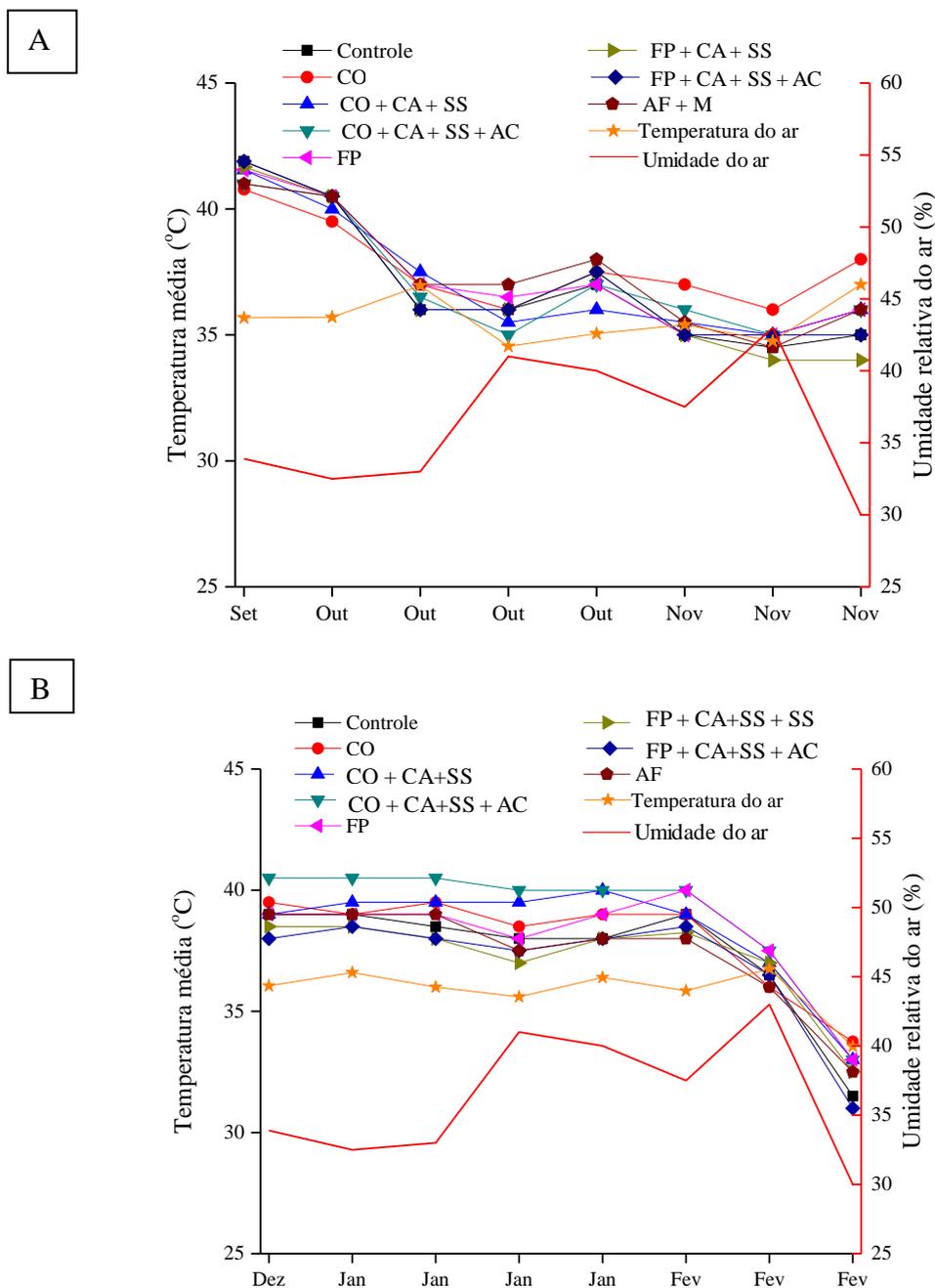


Figura 1. Temperaturas máximas, e umidade relativa do ar. (A) experimento 1 e (B) experimento 2. AF: adubação de fundação, CO: Composto orgânico Ecofétil[®], FP: feijão de porco, CA: Compost-aid[®], SS: Soil-Set[™], AC: Soil-Plex[®] Active[®].

Poucas variações foram observadas entre os tratamentos em relação ao aumento de temperatura, porém foi possível constatar que aqueles que apresentaram matéria orgânica, durante a acelerada decomposição destes materiais (quando o MP permaneceu fechado), a temperatura foi mais alta (Figura 1A e B). Certamente devido a intensa

atividade decompositora dos microrganismos e da quantidade de material disponível para ser decomposto, uma vez que durante o processo de decomposição, é liberada uma quantidade significativa de calor proveniente do metabolismo microbiano, e conforme a matéria orgânica vai sendo decomposta, ocorre a estabilização da mesma, e consequente esfriamento, em decorrência da redução da atividade decompositora dos microrganismos.

A incorporação de feijão de porco e compostos orgânicos ao solo pode proporcionar elevação da temperatura quando associado ao MP durante a solarização. O MP aprisiona os gases, como o dióxido de carbono e o calor que é liberado pela atividade metabólica dos microrganismos durante o processo de decomposição, isso pode atuar no manejo de *M. phaseolina*, visto que os PHS são afetados por compostos que são liberados durante a decomposição de materiais orgânicos, como enzimas, glicoproteínas, polipeptídeos e compostos provenientes do metabolismo de aminoácidos (SILVA LOPÉZ, 2012).

Os patógenos possuem temperatura ótima para o seu crescimento, e temperaturas diferentes da ideal prejudicam o seu desenvolvimento. A temperatura desempenha um papel importante na infecção e desenvolvimento de doenças. *M. phaseolina* é considerado um fungo termotolerante, pois se desenvolve bem sob temperaturas de 25 a 35 °C (PARMAR et al. 2018).

Segundo Lodha e Mawar (2020) há relatos da presença de *M. phaseolina*, em solos secos com temperatura de 55 °C. Lodha et al. (1991) obtiveram inativação de *M. phaseolina* (redução de 57-81% dos escleródios) em solo úmido, à 58 °C a 15 cm de profundidade, quando realizaram a solarização do solo. Assim como Ahmad et al. (1996) conseguiram aproximadamente 100 % de controle de doença causada por *M. phaseolina* em milho, quando diante de temperaturas semelhantes. Lodha et al. (2003), quando estudaram o efeito do aquecimento sub-letal (45-55 °C) do solo infestado por *M. phaseolina*, verificaram que estas temperaturas reduziram os propágulos viáveis em apenas 12,8 %, em um período de 90 dias. Estes trabalhos evidenciam que este patógeno sobrevive em temperaturas muito elevadas e inclusive sob períodos de solarização de 90 dias, temperaturas e tempo de solarização acima das relatadas no presente estudo, onde a temperatura máxima atingida foi de 42 °C, durante 15 dias de solarização.

O tempo de solarização associada a materiais orgânicos é um fator determinante para o manejo de PHS, o efeito fungicida dos compostos tóxicos liberados durante a decomposição do material orgânico e da temperatura, tendem a ser mais efetivos quanto maior for o período em que o patógeno permanece exposto a estas condições. Portanto, a

incorporação de material orgânico ao solo daria possibilidade de um efeito aditivo ao processo de solarização utilizando o MP. Basseto et al. (2011) observaram que o efeito fungicida na solarização, para os fungos *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 e *R. solani* AG-4 HGI foi obtido aos 21 dias e para *S. rolfsii* 28 dias.

4.2 Incidência da doença

Em ambos os experimentos, os tratamentos FP e FP + CA + SS, diferiram estatisticamente dos demais tratamentos e proporcionaram menores incidências de podridões radiculares, havendo variações apenas nas porcentagens de incidências. No experimento 1, a incidência da podridão radicular (IPR) foi de 25 % nos tratamentos FP e FP + CA + SS. Já no segundo experimento foi de 18 e 30 % respectivamente. Os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa (Figura 2A e B).

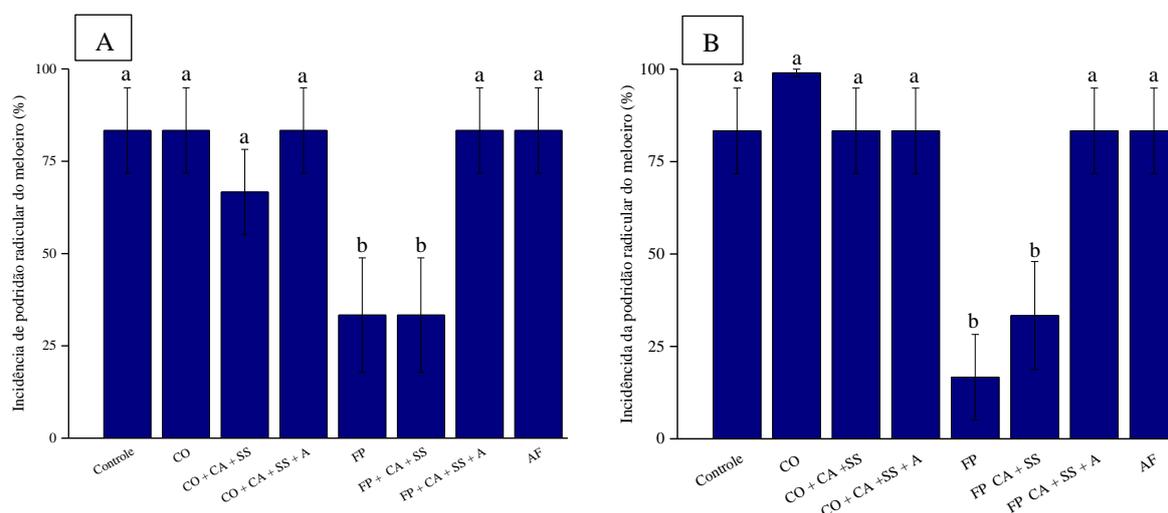


Figura 2. Incidência de podridão radicular do meloeiro em diferentes tratamentos. (A) experimento 1 e (B) experimento 2. A significância estatística foi determinada com base no teste de Kruskal-Wallis. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de post-hoc de Dunnet, $P \leq 0,05$. AF: adubação de fundação, CO: Composto orgânico Ecofértil[®], FP: feijão de porco, CA: Compost-aid[®], SS: Soil-Set[™], AC: Soil-Plex[®] Active.

Menor incidência da doença foi observada na maioria dos tratamentos que apresentaram feijão de porco associado ao *mulch*, com exceção do tratamento (FP + CA + SS + A), que teve adição do Soil-Plex[®] Active, produto utilizado para multiplicação de microrganismos benéficos. Este proporciona o crescimento de microrganismos, comportando-se como um substrato para o cultivo destes, pois foi desenvolvido a partir

de extratos fermentados de leveduras, fontes de carboidratos. Por este motivo, acredita-se que nesse tratamento não ocorreu redução na incidência da doença. Fontes de nutrientes prontamente assimiláveis pelos microrganismos podem favorecer o desenvolvimento de diversos microrganismos, inclusive os patogênicos, diminuindo a eficácia de produtos que contenham estas fontes, no manejo de PHS. Isso esclarece que a utilização de produtos comerciais com fontes de carboidratos em um solo com alta infestação de patógenos, pode acarretar aumento da doença.

Além disso, os produtos comerciais não foram eficientes na redução da doença, nos tratamentos em que não houve incorporação do feijão de porco, este resultado sugere que para reduzir a incidência da doença é necessário que haja matéria orgânica no solo, em quantidade suficiente para favorecer a microbiota benéfica e desfavorecer os fitopatógenos, pois nos tratamentos com composto que foi aplicado em menor dose do que o feijão de porco, tanto associado ao *mulch* quanto associado ao composto orgânico Ecofértil[®], a incidência não diferiu do controle. Neste caso, o material orgânico que foi mais promissor para utilização no manejo da podridão radicular causada por *M. phaseolina*, foi o material vegetal.

Segundo Rossi (2002), o controle de fitopatógenos pela incorporação de leguminosas é promovido pela escassez de alimento para o patógeno (quando este não for hospedeiro do mesmo), pela liberação de substâncias tóxicas durante a decomposição da massa verde, que inibem o crescimento ou matam os patógenos, e pelo aumento de populações antagônicas que encontram no material decomposto um ambiente propício ao seu crescimento e reprodução.

A utilização de feijão de porco no manejo de doenças causadas por PHS têm se mostrado eficiente. Conforme os resultados relatados por Porto et al. (2016), onde o feijão de porco, em cobertura no solo, associado ao MP (com orifício aberto) reduziu a incidência de podridão radicular em 25 % e quando incorporado ao solo e coberto com MP reduziu 50 % a incidência da doença. É importante salientar que estes pesquisadores usaram o MP conforme é utilizado pelos maiores produtores de melão do Brasil, com objetivo de reduzir a evaporação da água e as capinas, não foi utilizado para tratamento do solo, com intuito de desinfestação do solo, por isso, certamente o efeito foi menor. O MP aberto não ocasionou o aprisionamento de gases tóxicos.

De acordo com os resultados obtidos por Cruz et al. (2013), o feijão de porco (*C. ensiformes*), leucena (*Leucaena leucocephala* Wiltt.), feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov.), foram eficientes no controle de fusariose

no tomateiro, quando incorporados ao solo, com 73,3 % de redução da incidência da doença, nas dosagens de 60 g L⁻¹, 40 g L⁻¹ e 80 g L⁻¹, respectivamente.

O efeito positivo de materiais vegetais incorporados ao solo foi observado também por Dantas et al. (2013), quando estudaram as podridões radiculares causadas por *F. solani*, *M. phaseolina*, *Monosporascus cannonballus*, e *Rhizoctonia solani*, no meloeiro, quando utilizaram Crotalária (*Crotalaria juncea*), Mamona (*Ricinus communis* L.), Mandioca, (*Manihot esculenta* Crantz) e Neem (*Azadirachta indica*), verificaram menor incidência da doença: 39%, 31, 51, e 48 %, respectivamente.

A eficácia da incorporação de matéria orgânica ao solo varia também, conforme o patossistema (planta-patógeno) a ser controlado (CRUZ, 2013). Uma determinada fonte de MO pode ser eficiente ou não em relação ao manejo da doença.

A redução da doença nos tratamentos FP + M e FP + M + CA + SS pode também estar associado ao fato de que *M. phaseolina* tem fraca capacidade saprofítica competitiva no solo (DHINGRA; TENNE; SINCLAIR, 1976). Seu micélio não sobrevive no solo por mais de 7 dias (MEYER et al. 1973), e os escleródios são sensíveis à fungistase (AYANRU; GREEN, 1974). Além do que o crescimento de *M. phaseolina* é inibido por vários antagonistas dentre eles os do gênero *Bacillus* (LODHA; MAWAR, 2020), e metabólitos bacterianos e enzimas benéficas ao sistema radicular presente no produto Compost-aid[®], além do enxofre presente no produto Soil-Set[®] que pode ter efeito fungicida.

4.3 Severidade da Doença

Em ambos os experimentos, a severidade da podridão radicular também foi menor nos tratamentos FP e FP + CA + SS, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, conforme observado na incidência da podridão radicular. Os tratamentos CO; CO + CA + SS; CO + CA + SS + A; FP + CA + SS + A e AF causaram maiores severidades nas plantas, e não diferiram do controle (Figuras 3 A e B).

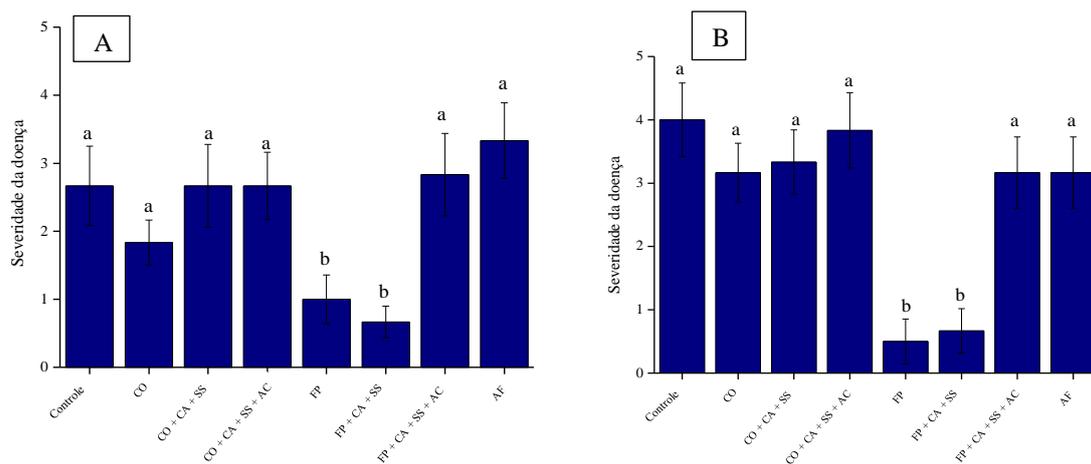


Figura 3. Severidade da doença. (A) experimento 1 e (B) experimento 2. A significância estatística foi determinada com base no teste de Kruskal-Wallis. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de post-hoc de Dunnett, $P \leq 0,05$. As barras correspondem às médias não-transformadas e os intervalos de confiança superior e inferior a 95% da média são mostrados como barras de erro. AF: adubação de fundação, CO: Composto orgânico Ecofértil[®], FP: feijão de porco, CA: Compost-aid[®], SS: Soil-Set[™], AC: Soil-Plex[®] Active.

A redução da severidade de podridão radicular pelos tratamentos FP + M e FP + CA + SS evidenciam a importância da utilização de material vegetal para o manejo de PHS, pois proporcionam melhoria na estrutura física, química e biológica do solo e liberam compostos tóxicos aos patógenos (AMBRÓSIO, 2016). Além disso, a aplicação de produtos comerciais à base de microrganismos antagonistas também auxilia no manejo desses fitopatógenos.

Segundo Orr e Nelson (2018), a severidade da doença tem relação com os fatores bióticos e abióticos do solo, estes interagem com a planta e com a microbiota do solo, porém como se dá esta interação é algo que ainda não foi totalmente esclarecido, mas ainda assim os atributos que podem ser manipulados, como: o pH, o conteúdo de matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes no solo, se mostram como alternativas promissoras para diminuir a severidade da doença.

Portanto, a menor severidade nesses tratamentos pode ser atribuída à associação da elevação da temperatura, ocasionada pela aplicação do MP, ao aumento da comunidade microbiana decompositora estimulada pela presença de materiais vegetais incorporados ao solo (CRUZ et al. 2006; de NOBILLI et al. 2001; LODHA et al. 1997); atmosfera anaeróbica (WYLLIE et al. 1984); e compostos voláteis resultantes da

decomposição dos materiais vegetais (MATTHIESSEN et al. 2005) que contribuíram para redução de inóculo dos PHS (LODHA et al. 1997; SOUZA; BUENO, 2003).

4.4 Ocorrência de patógenos

Nos experimentos 1 e 2, apenas os tratamentos FP + M e FP + M + CA + SS apresentaram diferença significativa dos demais tratamentos com menores médias de ocorrência de *Macrophomina* sp. (Figuras 4A e B). No experimento 1, a ocorrência de *Fusarium* sp. foi alta, com médias iguais ou superiores a de *Macrophomina* sp. em todos os tratamentos (Figura 2A). A maior ocorrência de *Fusarium* sp. foi observada no tratamento FP + CA + SS, com média de 80 % (Figura 4A). No experimento 2, os tratamentos FP e FP + CA + SS apresentaram a menor ocorrência de *Fusarium* sp., quando comparado aos demais tratamentos (Figura 4B).

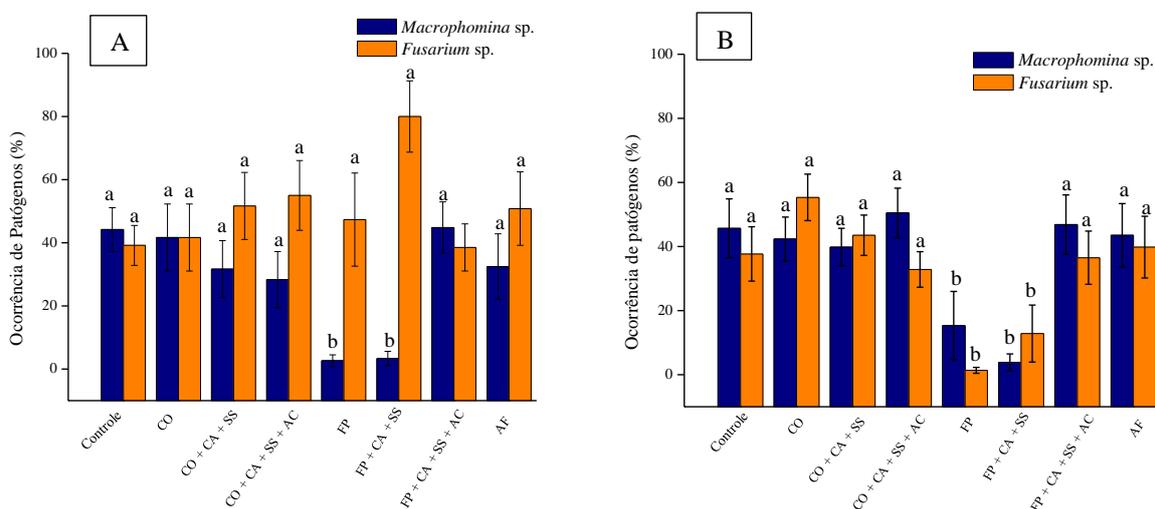


Figura 4. Ocorrência de patógenos. (A) experimento 1 e (B) experimento 2A. Significância estatística foi determinada com base no teste de Kruskal-Wallis. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de post-hoc de Dunnett, $P \leq 0,05$. As barras correspondem às médias não-transformadas e os intervalos de confiança superior e inferior a 95% da média são mostrados como barras de erro. AF: adubação de fundação, CO: Composto orgânico Ecofértil®, FP: feijão de porco, CA: Compost-aid®, SS: Soil-Set™, AC: Soil-Plex® Active.

Em ambos os experimentos, embora o solo não tenha sido infestado artificialmente com *Fusarium*, este apresentou maior ocorrência em relação ao fungo *Macrophomina*, que foi o inserido ao solo, e foco do presente estudo (Figuras 4A e B). A

alta ocorrência de *Fusarium* sp. no solo dos experimentos é explicado devido o mesmo ter sido coletado em área com histórico de doenças causadas por PHS.

O solo coletado não foi autoclavado, uma vez que, o objetivo era simular as condições naturais de infestação que ocorrem no campo, verificar o efeito das fontes de matéria orgânica, associados a produtos comerciais, em uma condição onde haja presença de outros microrganismos, benéficos e patogênicos. *Fusarium* sp. tem ampla ocorrência nos campos de cultivo brasileiros, assim como evidencia este trabalho. Andrade et al. (2005) também observaram a grande frequência de *Fusarium* sp., que na maioria das vezes ocorre em associação com outros patógenos.

Observou-se no primeiro experimento que não houve diferença entre os tratamentos na ocorrência de *Fusarium* sp., todavia, no experimento 2 houve redução da ocorrência deste patógeno nos tratamentos FP e FP + CA + SS (Figura 4A). Este fato pode estar associado às maiores temperaturas observadas nestes tratamentos e maior prolongamento destas. Possivelmente a combinação de mais altas temperaturas, associada ao feijão de porco tenha dificultado o desenvolvimento de *Fusarium* sp.

Materiais orgânicos quando incorporados ao solo, seguido da aplicação de MP podem favorecer ou desfavorecer o patógeno, isso depende de vários fatores, como a quantidade de material, a quantidade de calor e umidade obtidos pelo processo, além dos compostos tóxicos que são liberados (CRUZ et al. 2013). A resposta fisiológica do patógeno as substâncias liberadas podem ser positivas ou negativas, não há como prever se determinado composto volátil vai estimular ou inibir o desenvolvimento do patógeno, pois ainda não se sabe o comportamento da resposta biológica do patógeno frente aos compostos voláteis liberados pelos materiais orgânicos.

4.5 Unidades Formadoras de Colônias (UFC)

No experimento 1, o número de UFCs de bactérias totais, no tratamento FP + CA + SS foi superior aos demais tratamentos (Tabela 3). O tratamento CO + CA + SS + AC proporcionou a menor média de UFC de bactérias totais, diferindo dos tratamentos FP + CA + SS; FP + CA + SS + AC; AF; CO + CA + SS e do controle (Tabela 3).

O feijão de porco e os produtos comerciais Compost-aid[®] e Soil-set[™] presentes no tratamento FP + CA + SS, provavelmente influenciaram no aumento da população de bactérias totais. O produto comercial Compost-aid[®] possui em sua composição bactérias como as do gênero *Bacillus*. Com a adição de bactérias e com a incorporação do feijão de porco a multiplicação bacteriana foi favorecida, visto que o material vegetal serviu como

fonte de alimento para os microrganismos. A utilização de espécies vegetais como adubos verdes, influencia a microbiota do solo em relação à quantidade, diversidade e ao seu desenvolvimento (HIMMELSTEIN, J. et al. 2016).

Os tratamentos CO + CA + SS; CO e FP + CA + SS + AC propiciaram ao solo maiores valores de UFCs de fungos totais e diferiram do controle (Tabela 3). Na maioria dos tratamentos onde incorporou-se feijão de porco, foi verificado que o número de UFCs de fungos foi igual ao controle, exceto no tratamento FP + CA + SS + AC. O feijão de porco tem propriedades fungitóxicas, que afetam diretamente a multiplicação e desenvolvimento de fungos, assim pode atuar também no manejo de patógenos fúngicos, reduzindo a ocorrência e, conseqüentemente, a incidência de doenças causadas por estes microrganismos (Porto et al. 2016). No entanto, o tratamento FP + CA + SS + AC também apresentou maior número de fungos totais, isso pode ser atribuído a presença do produto Soil-Plex[®] Active, que funciona como um meio de cultura, extrato utilizado para cultivar microrganismos e pode ter aumentado a comunidade de fungos totais.

No experimento 2, os tratamentos FP e FP + CA + SS proporcionaram maior número de bactérias totais, diferindo estatisticamente do controle e dos demais tratamentos (Tabela 3). O número de fungos totais foi menor nos tratamentos CO; CO + CA + SS e FP + CA + SS quando comparados ao controle, e os demais tratamentos não diferiram entre si (Tabela 3). O tratamento controle continha apenas o MP, o que provavelmente não foi capaz de inibir o crescimento dos fungos. Embora o tratamento FP não tenha diferido do controle nesta comunidade microbiana, ele reduziu a incidência e severidade da doença, e a ocorrência de patógenos, portanto ele teve efeito fungistático, em que o patógeno não morre mas tem suas atividades patogênicas paralisadas impedindo o desenvolvimento da doença (BASSETO et al. 2011).

Tabela 3. Média do número de unidades formadoras de colônias de comunidades de fungos e bactérias.

Experimento 1 (UFC.g de solo⁻¹)				
Tratamento	BT (x 10 ⁵)	Desvio Padrão	FT (x 10 ²)	Desvio Padrão
Controle	5,5 c	± 1,2x10 ⁵	8,8 c	± 2,3x10 ²
CO	4,6 cd	± 1,4x10 ⁵	9,9 ab	± 3,4x10 ²
CO + CA + SS	5,6 c	± 4,0x10 ⁵	11,5 a	± 2,7x10 ²
CO + CA + SS + AC	3,9 d	± 7,2x10 ⁴	9,0 b	± 2,2x10 ²
FP	4,9 c	± 2,0x10 ⁵	7,1 cd	± 2,6x10 ²
FP + CA + SS	9,4 a	± 5,0x10 ⁵	7,3 bc	± 1,5x10 ²
FP + CA + SS + AC	8,7 bc	± 2,0x10 ⁴	10,0 ab	± 2,3x10 ²
AF	6,6 bc	± 1,5x10 ⁵	8,9 bc	± 1,6x10 ²
Experimento 2 (UFC.g de solo⁻¹)				
Tratamento	BT (x 10 ⁵)	Desvio Padrão	FT (x 10 ²)	Desvio Padrão
Controle	5,8 b	± 2,3x10 ⁵	7,9 a	± 9,2x10 ¹
CO	4,9 b	± 1,1x10 ⁵	5,5 b	± 1,1x10 ²
CO + CA + SS	5,4 b	± 1,0x10 ⁵	5,2 b	± 1,5x10 ²
CO + CA + SS + AC	5,6 b	± 1,5x10 ⁵	6,5 ab	± 1,4x10 ²
FP	9,6 a	± 1,5x10 ⁵	6,7 ab	± 1,1x10 ²
FP + CA + SS	9,7 a	± 2,2x10 ⁵	5,4 b	± 1,4x10 ¹
FP + CA + SS + AC	5,6 b	± 1,3x10 ⁵	7,3 ab	± 1,0x10 ²
AF	5,9 b	± 1,4x10 ⁵	6,3 ab	± 1,3x10 ²

A significância estatística foi determinada com base no teste de Kruskal-Wallis. Valores são representados pela média ± desvio padrão da média ($n = 6$). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de post-hoc de Dunnett, $P \leq 0,05$. BT: bactérias totais, FT: fungos totais, AF: adubação de fundação, CO: Composto orgânico Ecofértil[®], FP: feijão de porco, CA: Compost-aid[®], SS: Soil-Set[™], AC: Soil-Plex[®] Active.

4.6 Correlação entre temperatura do solo, incidência, severidade da doença, ocorrência de fungos (*Fusarium* sp. e *Macrophomina* sp.) e comunidades microbianas

No experimento 1, a ocorrência de *Macrophomina* sp. apresentou correlação negativa com *Fusarium* sp. ($r = -0,72$, $p \leq 0,05$), forte correlação positiva com a incidência da doença ($r = 0,94$, $p \leq 0,05$) e correlação positiva com a severidade da doença ($r = 0,79$, $p \leq 0,05$) (Figura 5A). A alta correlação negativa entre a ocorrência de *Macrophomina* sp. e *Fusarium* sp. pode estar relacionada a alta habilidade de competição saprofítica de *Fusarium* sp. (MICHEREFF et al. 2005), que é um patógeno oportunista e abundante em

solos. A incidência da doença se correlacionou positivamente ($r = 0,82$, $p \leq 0.05$) com a severidade da doença ($r = 0,87$, $p \leq 0.05$) (Figura 5A).

No experimento 2, a ocorrência de *Macrophomina* sp. apresentou correlação positiva com a de *Fusarium* sp. ($r = 0,79$, $p \leq 0.05$), incidência ($r = 0,90$, $p \leq 0.05$) e com a severidade da doença ($r = 0,96$, $p \leq 0.05$). Estas correlações positivas observadas podem ser devido as interações sinérgicas entre estes fungos antes e após a infecção no meloeiro. Naseri; Mousavi, (2013) quando realizaram isolamentos em raízes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) com sintomas de podridão radicular, também encontraram correlação positiva entre a ocorrência de *M. phaseolina* e diversas espécies de fungos do complexo *Fusarium*.

A ocorrência de *Macrophomina* sp. mostrou correlação negativa com o número de UFC de bactérias totais ($r = -0,61$, $p \leq 0.05$) (Figura 5B). Em solos agrícolas com alta diversidade microbiana à supressão de doenças causadas por PHS têm sido associados a competição geral ou antagonismo, que pode ser inespecífico e ativo contra uma ampla gama de PHS (VAN BRUGGEN et al. 2006). Perez-Brandán et al. (2012), quando estudaram o efeito do preparo do solo na incidência da podridão de carvão, na cultura da soja também encontraram correlação negativa entre *M. phaseolina* e o número de UFC de bactérias e de fungos totais. A ocorrência de *Fusarium* sp. mostrou correlação positiva ($r = 0,79$, $p \leq 0.05$), com a severidade da doença, e negativa com número de UFC de bactérias totais ($r = -0,85$, $p \leq 0.05$) (Figura 5B).

A incidência da doença mostrou forte correlação positiva ($r = 0,93$, $p \leq 0.05$) com a severidade e negativa com o número de UFC de bactérias totais ($r = -0,85$, $p \leq 0.05$) (Figura 5 B). A severidade da doença apresentou correlação negativa ($r = -0,73$, $p \leq 0.05$) com o número de UFC de bactérias totais (Figura 5 B) que podem ter influenciado na redução da severidade da doença. Bactérias do gênero *Bacillus* e *Lactobacillus*, presentes em alguns produtos utilizados, podem atuar como biocontroladoras, capazes de reduzir o desenvolvimento e a reprodução de patógenos (AMIN et al. 2014; SEO et al. 2012).

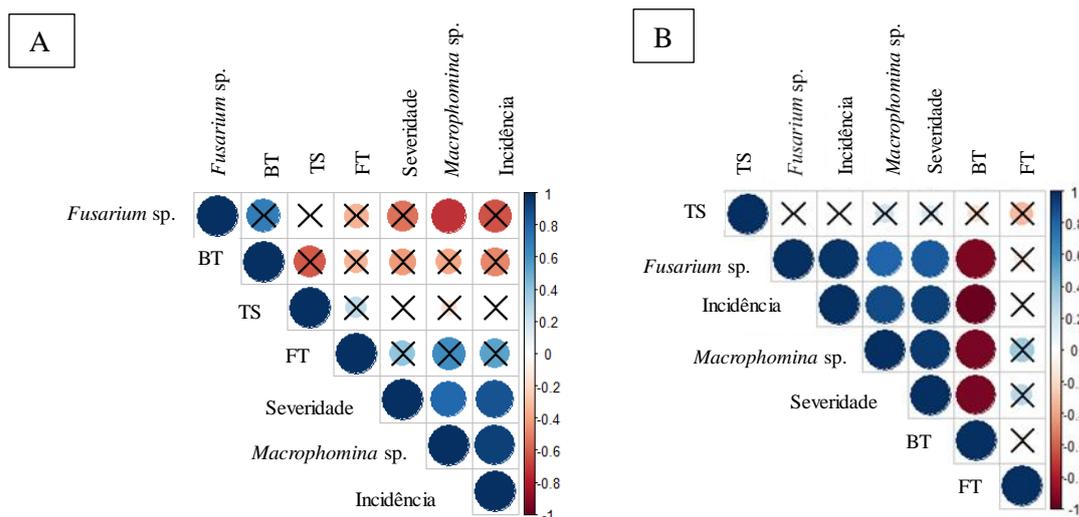


Figura 5. Correlação dos parâmetros (temperatura do solo, incidência, severidade, ocorrência de *Macrophomina sp.*, *Fusarium sp.*, bactérias totais e fungos totais) avaliados pelo teste não-paramétrico de Kendall, para avaliar a relação entre cada experimento. Experimento 1 (A) experimento 2 (B). As correlações positivas são expressas pelos círculos azuis e as negativas em vermelho. O tamanho dos círculos corresponde aos coeficientes de correlação. TS: temperatura do solo, BT: bactérias totais, FT: fungos totais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, o composto orgânico Ecofértil[®], feijão de porco e produtos comerciais (Compost-Aid[®], Soil-Set[™] e Soil-Plex[®] Active) associados ao *mulch* de polietileno foram testados como alternativas para o manejo da podridão radicular causada por *Macrophomina sp.* em meloeiro. Os resultados são extremamente valiosos, com tratamentos capazes de reduzir a incidência e a severidade da doença. A incorporação de feijão de porco associado ao *mulch* de polietileno (FP) e o feijão de porco com *mulch* de polietileno e os produtos comerciais Compost-Aid[®] e Soil-Set[™] FP + CA + SS) apresentaram maior potencial para o manejo de *M. phaseolina*, e devem ser indicados para uso em áreas de produção de melão, devido à redução da doença quando comparados aos demais tratamentos estudados.

No geral, o estudo indica que a utilização da técnica do *mulch* de polietileno, associado a adubo verde (feijão de porco) e aos produtos comerciais (Compost-Aid[®], Soil-Set[™] e Soil-Plex[®] Active) são práticas agrícolas sustentáveis que reduzem a incidência, severidade da doença e a ocorrência de *Macrophomina sp.* em meloeiro. Adicionalmente, estudos em campos são encorajados para confirmar a eficiência dos

tratamentos em áreas de produção de melão, com histórico de alta concentração de inóculo, com problemas comprovados.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, Y.; HAMEED, A.; ASLAM, M. Effect of soil solarization on corn stalk rot. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 79, p. 17-24, 1996.
- ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- AMBRÓSIO, M. M. Q. et al. Efeito de adubos verdes sobre a podridão radicular de Fusarium em meloeiro (*Cucumis melo* L.). **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v. 59, n. 1, p. 39-46, 2016.
- AMBRÓSIO, M. M. Q. et al. Screening a variable germplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to *Macrophomina phaseolina*. **Euphytica**, Holanda, v. 206, n. 2, p. 287-300, 2015.
- AMBRÓSIO, M.M.Q. et al. Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados a solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 4, p. 354-358, 2008.
- AMIN, A. W. et al. Evaluation of rhizobacteria as resistance inducers or bio-control agents for the control of *Meloidogyne incognita* in tomato. **Pakistan Journal of Nematology**, Karachi, v. 32, n. 2, p. 211–221, 2014.
- ANDRADE, D. E. G. T. et al. Frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro e relação com características físicas, químicas e microbiológicas dos solos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n. 4, p. 326-331, 2005.
- AYANRU, D. K. G.; GREEN, R. JR. Alternation of germination patterns of sclerotia of *Macrophomina phaseolina* on soil surface. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 64, n. 3, p. 595– 601, 1974.
- AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; DE ARAÚJO VIANA, T. V. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 36, n.1, p.9- 15, 2014.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minnesota: The American Phytopathological Society, 1998. 234 p.
- BARRADAS, C. A. A. **Uso da adubação verde**. Programa Rio Rural. Manual Técnico, Niterói, p. 10, 2010.
- BASSETO, M. A. et al. Efeitos da simulação da solarização do solo com materiais vegetais sobre o crescimento micelial de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 3, p. 116–120, 2011.
- BELLOTTE, J. A. M. **Controle da mancha preta dos frutos cítricos mediante manejo cultura**. 2006. 63p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,

Jaboticabal < <http://javali.fcav.unesp.br/sgcd/Home/download/pgtrabs/pv/m/2790.pdf>>.
Acesso em: 28 out. 2019.

BETTIOL, W. et al. **Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 188 p.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Eds). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 4ª Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 66

BOFF, PEDRO et al. Qualidade e sanidade de mudas de cebola em função da adição de composto termófilo. **Horticultura brasileira**, Brasília v. 23, n. 4, p. 875-880, 2005.

BONANOMI, G.V. et al. Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 42, n. 2, p. 136–144, 2010.

CHAMORRO, M. et al. Evaluation of biosolarization for the control of charcoal rot disease (*Macrophomina phaseolina*) in strawberry. **Crop Protection**, Lincoln, v. 67, n. 3, p. 279-286, 2015.

COELHO, M.E.H. et al. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 369-378, 2013.

COMPANT, S.; CLÉMENT, C.; SESSITSCH, A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo and endosphere of plants: Their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 42, n. 5, p. 669-678, 2010.

CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Fundamentos e desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos. In: LOPES, U.P.; MICHEREFF, S.J. (Eds). **Desafios do Manejo de Doenças Radiculares Causadas por Fungos**. 1ª Ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 208.

CRUZ, J. C. S. et al. Aspectos microbiológicos do solo e a técnica de solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, n. 1, p. 72-81, 2006.

CRUZ, S. M. C.; et al. Supressividade por incorporação de resíduo de leguminosas no controle da Fusariose do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.39, n.3, p.180-185, 2013.

DANTAS, A. M. M. et al. Incorporation of plant materials in the control of root pathogens in muskmelon. **revista agro@mbiente on-line**, Boa Vista, v.7, n.3, p. 338-344, 2013.

DE NOBILLI, M. et al. Soil microbial biomass in triggered into activity by trace amounts of substrate. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v.33, n. 9, p. 1161-1170, 2001.

- DHINGRA, O. D.; TENNE, F. D.; SINCLAIR, J. B. Method for the determination of competitive saprophytic colonization of soil fungi. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v. 66, n. 3, p. 447-456, 1976.
- DÍAZ-PEREZ, J.C. Root zone temperature, plant growth and yield of broccoli [*Brassica oleracea* (Plenck) var. *italica*] as affected by plastic film mulches. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 123, n. 2, p. 156-163, 2009.
- DUNIWAY, J. M. Status of Chemical Alternatives to Methyl Bromide for Pre-Plant Fumigation of Soil. **Phytopathology**, Minnesota, v. 92, n. 12, p. 1337-1343, 2002.
- DUNIWAY, J. M. Status of Chemical Alternatives to Methyl Bromide for Pre-Plant Fumigation of Soil. **Phytopathology**, Minnesota, v. 92, n. 12, p. 1337-1343, 2002.
- FERREIRA, P. S.F.; TEBALDI, N. D. Métodos de inoculação de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* em maracujazeiro e biofertilizantes na inibição do crescimento bacteriano *in vitro*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 45, n. 2, p. 207-209, 2019.
- FIGUEIREDO M. C. B.; GONDIM R. S.; ARAGÃO, F. A. S. (Eds.). **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília: Embrapa, 2017. 302 p.
- FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R. **Olericultura: teoria e prática**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2005. p. 407-428.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **FAOSTAT - Food and agriculture data**. Roma, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 01 Out. 2019.
- GAMA, R.N.F.; BEZERRA, V.L.A.R. **Fertilidade do Solo, Características e Interpretações Técnicas**. São Luís: EDUEMA, 2015. 121 p.
- GARCIA, A. B. et al. Solarisation Piles and their Impact on the Removal of Pathogenic Microorganisms. **Agrotechnology**, Bruxelas, v. 7, n. 176, p. 2, 2018.
- GHINI, R. et al. Solarização do solo e incorporação de fontes de materiais orgânicos sem controle de *Pythium* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 9, p. 1253-1261, 2002.
- GUPTA, G. K.; SHARMA, S. K.; RAMTEKE, R. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Journal of Phytopathology**, London, v.160, n.4, p.167-180, 2012.
- HASNA, M. K. et al. Use of compost to manage corky root disease in organic tomato production. **Annals of Applied Biology**, Wellesbourne, v. 151, n. 3, p. 381-390, 2007.
- HIMMELSTEIN, J. et al. Factors associated with leguminous green manure incorporation and *fusarium* wilt suppression in watermelon. **Plant disease**, Saint Paul, v. 100, n. 9, p. 1910-1920, 2016.

HOITINK, H.A.J.; FAHY, P.C. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.24, n.1, p.93-114, 1986.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura>. Acesso em: 30 Out.2018.

KHAN, A. N. et al. Molecular identification and genetic characterization of *Macrophomina phaseolina* strains causing pathogenicity on sunflower and chickpea. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 8, n. 5, p. 1309, 2017.

KIMATI, H. Controle químico. In: AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. (Ed). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 4 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2011. p. 343-365.

KUMAR, K. et al. Isolation and Characterization of *Trichoderma* spp. for Antagonistic Activity Against Root Rot and Foliar Pathogens. **Indian Journal of Microbiology**, New Delhi, v. 52, n. 2, p. 137-144, 2012.

LAMBERT, R.A. et al. Mulching é uma opção para o aumento de produtividade da melancia. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 1, p. 53-57, 2017.

LEFÈVRE, A.F.; SOUZA, N.L. Determinação da temperatura letal para *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfii* e efeito da solarização sobre a temperatura do solo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.19, n.2, p.107-112, 1993.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The Fusarium laboratory manual**. 1. ed. USA: Blackwell Publishing, 2008. 388 p.

LIMA JÚNIOR, J.A.; LOPES, P.R.A. Avaliação da cobertura do solo e métodos de irrigação na produção de melancia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 315-322, 2009.

LIMA, M. F.; COSTA, N. D. Doenças detectadas em cucurbitáceas no Submédio do Vale São Francisco no período de 1998 a 2000. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. **Horticultura Brasileira**, Brasília: jul. 2001, n. 2, v. 19.

LINHARES, C. M. S. et al. Effect of soil cover on charcoal rot in *Vigna unguiculata*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 44, n. 2, p. 148-155, 2018.

LIU, L. et al. Relationships of decomposability and C/N ratio in different types of organic matter with suppression of *Fusarium oxysporum* and microbial communities during reductive soil disinfestation. **Biological Control**, Dordrecht, v. 101, n. 3, p. 103-113, 2016.

LODHA, S.; MAWAR, R. Population dynamics of *Macrophomina phaseolina* in relation to disease management: A review. **Journal of Phytopathology**, London, v. 168, n. 1, p. 1-17, 2020.

LODHA, S.; SHARMA, S. K.; AGGARWAL, R. K. Solarization and natural heating of irrigated soil amended with cruciferous residues for improved control of *Macrophomina phaseolina*. **Plant Pathology**, Sutton Bonington, v. 46, n. 2, p. 186-190, 1997

- LODHA, S.; SINGH, M.; SHARMA, B. M. Solarization Brings Down Soil-borne Pathogens in Arid Lands. **Indian Farming**, New Delhi, v. 40, n. 10, p. 12-13, 1991.
- LODHA, Satish et al. Integrating sub-lethal heating with Brassica amendments and summer irrigation for control of *Macrophomina phaseolina*. **Plant and soil**, v. Dordrecht, v. 256, n. 2, p. 423-430, 2003.
- MAIA, L.K.R.; LIMA, R.E.M.; LIMA, J.S. Importância do meloeiro e aspectos relacionados à resistência a *Rhizoctonia solani*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.17; p. 1609-1622, 2013.
- MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU, N. Chemical composition and bio Soil-Plex® Active compounds of *Cucumis melo* L. seeds: Potential source for new trends of plant oils. **Process Safety and Environment Protection**, United Kingdom, v. 113, n. 1, p. 68–77, 2018.
- MARTIN, J.P. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil science**, Dordrecht, v. 69, n. 3, p. 215-232, 1950.
- MARTINS, S.J. et al. Common bean growth and health promoted by rhizobacteria and the contribution of magnesium to the observed responses. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.87, n. 1, p.49-55, 2015.
- MATTHIESSEN, J. N.; SHACKLETON, M. Biofumigation: environmental impacts on the biological activity of diverse pure and plant-derived isothiocyanates. **Pest Management Science**, Wembley, v. 61, n. 11, p. 1043-1051, 2005.
- MCQUILKEN, M.P.; WHIPPS, J.M.; LYNCH, J.M. Effects of water extracts of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 20-26, 1994.
- MEYER, W. A., SINCLAIR, J. B.; KHARE, M. N. Biology of *Macrophomina phaseolina* in soil studied with selective media. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 63, n. 5, p. 613– 620, 1973.
- MIAMOTO, A. et al. Alternative products for *Pratylenchus brachyurus* and *Meloidogyne javanica* management in soya bean plants. **Journal of Phytopathology**, London, v. 165, n. 10, p. 635-640, 2017.
- MICHEREFF, Sami J.; ABDRADE, D.; PERUCH, L.A.M. Inóculo de patógenos radiculares. In: MICHEREFF, S.J.; ABDRADE, D.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, 2005. p. 93-124.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal**. Brasília: MMA, 2018. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/substancias-controladas-pelo-protocolo-de-montreal>>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- NASCIMENTO, P. M. L. et al. Incidence of root rot of muskmelon in different soil management practices. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 152, n. 2, p. 433- 446, 2018.

NASCIMENTO, L.V. **Potencial de inóculo para patogenicidade de *Macrophomina Phaseolina* (tassi) goid. em meloeiro.** 2018. 35 p. TCC (Agronomia)- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018. Disponível em: <[file:///C:/Users/gisel/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunications_apps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/3/Attachments/Monografia_Luan%20Nascimento\[199\].pdf](file:///C:/Users/gisel/AppData/Local/Packages/microsoft.windowscommunications_apps_8wekyb3d8bbwe/LocalState/Files/S0/3/Attachments/Monografia_Luan%20Nascimento[199].pdf)>. Acesso em: 20 out. 2019.

NASCIMENTO, S. R. C. et al. Sobrevivência de estrutura de resistência de *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em solo tratado biologicamente. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 1, p. 50-56, 2016.

NASERI, B. Epidemics of *Rhizoctonia* root rot in association with biological and physicochemical properties of field soil in bean crops. **Journal of Phytopathology**, London, v. 161, n. 6, p.397-404, 2013.

ORR, R.; NELSON, P. N. Impacts of soil abiotic attributes on *Fusarium wilt*, focusing on bananas. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 132, n. 3, p. 20-33, 2018.

PADOVAN, M. P. et al. O papel estratégico da adubação verde no manejo agroecológico do solo. In: PADOVAN, M. P. (ed.). **Conversão de Sistemas de Produção Convencionais para Agroecológicos: Novos Rumos à Agricultura Familiar**. Dourados: Edição do Autor, 2006. p. 69-82.

PARMAR, H. et al. Effect of media and temperature on the growth and sclerotial formation of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid causing Root Rot of Castor. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, Kancheepuram, v. 7, n. 2, p. 671-675, 2018.

PEREZ-BRANDÁN, C. et al. Long-term effect of tillage systems on soil microbiological, chemical and physical parameters and the incidence of charcoal rot by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid in soybean. **Crop protection**, Lincoln, v. 40, n. 3, p. 73-82, 2012.

PORTO, M. A. F. et al. Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no controle da podridão radicular do meloeiro causada por associação de patógenos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 42, n. 4, p. 327-332, 2016.

POSTAL, M. et al. Antifungal properties of *Canavalia ensiformis* urease and derived peptides. **Peptides**, New York, v. 38, n. 1, p. 22-32, 2012.

R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. RYCKEBOER, Jaak et al. Microbiological aspects of biowaste during composting in a monitored compost bin. **Journal of Applied microbiology**, Oxford, v. 94, n. 1, p. 127-137, 2003.

RAUPP, J. **Fertilization systems in organic farming based on long-term experiments (EU report, project. AIR3- CT94-1940)**. Darmstadt: Institute for Biodynamic Research, 1999. 62 p.

ROCHA, G.A.; CARNEIRO, L.C. Solarização do solo associada à incorporação de material orgânico na redução da viabilidade de escleródios. **Revista de ciências agroambientais**, Alta Floresta, v. 14, n. 1, p. 10-17, 2016.

- RODRIGUES, A. F. S. et al. Agrominerais: recursos e reservas. In: FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. (Eds.). **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM, 2010. P. 350-356.
- RODRIGUES, V.W.B.; BUENO, T.V.; TEBALDI, N.D. Biofertilizantes no controle da mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.42, n.1, p.94-96, 2016.
- ROSSI, C.E. Adubação verde no controle de nematóides. **Agroecologia hoje**, Botucatu, v. 2, n. 14, p. 26-27, 2002.
- SALES JÚNIOR, R. et al. Influência da adubação verde no declínio de monosporascus em solo naturalmente infestado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.135-140, 2017.
- SAMINEZ, T. C. O. et al. **Composto orgânico da Embrapa Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 8 p.
- SARR, M. P. et al. Diversidade genética em *Macrophomina phaseolina*, agente causal da podridão do carvão vegetal. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v.23, n. 2, p. 250-268, 2014.
- SEO, B. J., et al. Bacterial mixture from greenhouse soil as a biocontrol agent against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on oriental melon. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, Udaipur, v. 22, n. 1, p. 114–117, 2012.
- SERAFIM, E.C.S. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em melancia cultivada sob proteção de agrotêxtil. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 136-144, 2015.
- SHARMA, A.; KATOCH, V.; RANA, C. Important diseases of cucurbitaceous crops and their management. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of cucurbits: Growth, cultural practices, and physiology**. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 574.
- SILVA LÓPEZ, R.E. *Canavalia ensiformis* (L.) DC (Fabaceae). **Revista Fitos**, Jacarepaguá, v.7, n.3, p.146-154, 2012.
- SILVA, D.R.M.; CUNHA, C.S. M.; FELIPE, E.A. Aspectos vegetativos e reprodutivos para a cultura da melancia sob diferentes coberturas de solo e níveis de irrigação em Teresina – PI. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 96-103, 2014.
- SILVA, M.S. et al. Brazilian cerrado soil actinobacteria ecology. **BioMed Research International**, London, v. 73, n. 6, p.1-10, 2013.
- SOUZA, N. L.; BUENO, C. J. Sobrevivência de clamidósporos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 e *Sclerotium rolfsii* em solo solarizado incorporado com matéria orgânica. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 29, n. 2, p. 153-160, 2003.

TEÓFILO, TM da S. et al. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 547-556, 2012.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 8.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 894 p.

VAN BRUGGEN, A. H. C. et al. Relation between soil health, wave-like fluctuations in microbial populations, and soil-borne plant disease management. **European Journal Plant Pathology**, Dordrecht, v. 115, n. 1, p. 105-122, 2006.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and soil**, Dordrecht, v. 255, n. 2, p. 571-586, 2003.

VIEJOBUENO, J. et al. Caracterización morfológica, cultural y molecular de aislamientos de *Macrophomina phaseolina*. **Agrotecnia**, Madrid, v. 45, n. 25, p. 24, 2017.

WATSON, A.; NAPIER, T. Diseases of cucurbit vegetables. **Primefact**, Australia, v. 832, n. 45, p. 1-6, 2009.

WONG, L.C.; AMBRÓSIO, M.M.Q.; SOUZA, N.L. de. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 submetido a técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 1, 2011.

WYLLIE, T. D. et al. Germination and production of *Macrophomina phaseolina* microsclerotia as affected by oxygen and carbon dioxide concentration. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 81, n. 2, p. 195-201, 1984.

ZEBALOS, C. H. et al. Calagem e adubação na cultura do meloeiro. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, Ariquemes v. 8, n. 2, p. 91-102, 2017.

ZHANG, S. et al. Effects of tillage and plastic mulch on soil water, growth and yield of spring-sown maize. **Soil and Tillage Research**, Dresden, v. 112, n. 1, p. 92-97, 2011.

ZHANG, W.; DICK, W.A.; HOITINK, H.A.J. Compost-induced acquired resistance in cucumber to *Pythium* root rot and anthracnose. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, n. 10, p.1066-1070, 1996.