



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

ISADORA NAYARA BANDEIRA MEDEIROS DE MOURA

**INCORPORAÇÃO DE MATERIAIS VEGETAIS ASSOCIADOS À  
SIMULAÇÃO DA SOLARIZAÇÃO E PRODUTOS COMERCIAIS NA  
SOBREVIVÊNCIA DE *Macrophomina phaseolina*, NO CRESCIMENTO DO  
MELOEIRO E ATRIBUTOS DO SOLO**

MOSSORÓ

2019

ISADORA NAYARA BANDEIRA MEDEIROS DE MOURA

**INCORPORAÇÃO DE MATERIAIS VEGETAIS ASSOCIADOS À  
SIMULAÇÃO DA SOLARIZAÇÃO E PRODUTOS COMERCIAIS NA  
SOBREVIVÊNCIA DE *Macrophomina phaseolina*, NO CRESCIMENTO DO  
MELOEIRO E ATRIBUTOS DO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de plantas

Orientadora: Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio

Coorientadora: Carolina Malala Martins Souza

MOSSORÓ

2019

© 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 nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra torna-se 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.

M929i

Moura, Isadora Nayara Bandeira Medeiros. Incorporação de materiais vegetais associados à simulação da solarização e produtos comerciais na sobrevivência de *Macrophomina phaseolina*, no crescimento do meloeiro e atributos do solo / Isadora Nayara Bandeira Medeiros Moura. - 2019.  
77 f. : il.

Orientadora: Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio.

Coorientadora: Carolina Malala Martins Souza.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2019.

1. Cucumis melo L. 2. Patógenos habitantes do solo. 3. Manejo alternativo. I. Ambrósio, Márcia Michelle de Queiroz, orient. II. Souza, Carolina Malala Martins, co-orient. III. 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.

**ISADORA NAYARA BANDEIRA MEDEIROS DE MOURA**

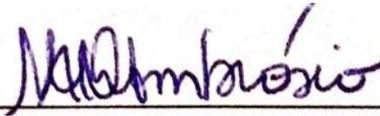
**INCORPORAÇÃO DE MATERIAIS VEGETAIS ASSOCIADOS À  
SIMULAÇÃO DA SOLARIZAÇÃO E PRODUTOS COMERCIAIS NA  
SOBREVIVÊNCIA DE *Macrophomina phaseolina*, NO CRESCIMENTO DO  
MELOEIRO E ATRIBUTOS DO SOLO**

**Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia da  
Universidade Federal Rural do Semi-  
Árido, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em  
Fitotecnia.**

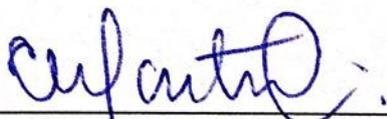
**Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas**

**Defendida em: 26 / 02 / 2019.**

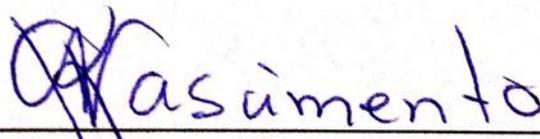
**BANCA EXAMINADORA**



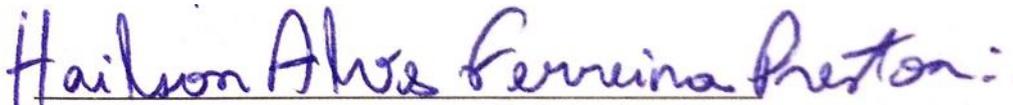
**Profa. D. Sc. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio (UFERSA)  
Presidente**



**Profa. D. Sc. Carolina Malala Martins Souza (UFERSA)  
Coorientadora**



**Profa. D. Sc. Selma Rogéria Carvalho Nascimento (UFERSA)  
Membro Examinador**



**Prof. D. Sc. Hailson Alves Ferreira Preston (UAECA-UFRN)  
Membro Examinador**

*À minha família, aos meus amados pais,  
**Tereza Medeiros e José Nilson Bandeira,**  
por todo amor, apoio e incentivo a minha  
vida acadêmica e profissional. Sem vocês  
não teria sido possível e, foi por vocês que  
cheguei até aqui!*

### **Ofereço e Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Senhor Deus, por ter me guiado, protegido, dado conhecimento, sabedoria e forças para concluir mais uma etapa da minha vida acadêmica.

A toda a minha família, em especial minha à avó Francisca Saraiva de Moura, meus pais, José Nilson e Tereza Medeiros, e aos meus irmãos, Nilson Filho e Danyelle Medeiros, por todo o amor, apoio, incentivo, conselhos e por entenderem minha ausência.

Aos meus familiares, especialmente minhas primas Katarine Moura e Preci Moura, que foram minhas conselheiras diárias e sempre acreditaram no meu potencial.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela oportunidade de ensino e por toda a estrutura disponibilizada para a realização dos experimentos, possibilitando concluir meu trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Márcia Michelle, e coorientadora, Prof<sup>a</sup> Carolina Malala, por me ensinarem a ser uma profissional responsável e dedicada. Agradeço pelos conselhos, apoio, confiança, paciência e disponibilidade em ajudar.

Aos membros da Banca Examinadora, pelas críticas e sugestões para melhoria do meu trabalho de dissertação.

A João Paulo F. Fernandes, por todo o carinho e compreensão. Agradeço por ter estado ao meu lado esses dois anos, pela ajuda e apoio nos momentos difíceis.

Agradeço aos meus amigos e colegas do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, Bruna Medeiros, Louise Medeiros, Jéscika Alves, Jarlan Lucas, Sávio Santos, Rayane Paula, Karol Alves, Luan Nascimento, Uilma, Ianca Dias, Geovane Nogueira, Darlan, Gisselya, pela ajuda incondicional em todas as etapas do meu trabalho.

Aos meus amigos e colegas do Laboratório de Química e Mineralogia, em especial Lunara Gleika, Alice, Gilson Dias. Vocês foram muito importantes durante todas as análises. Muito obrigada!

Aos meus amigos Ana Carla Rodrigues, Fiana Tavares, Karolina Morais, Rebeca Lima, Laiza Gomes, Henrique Campos, que sempre me incentivaram e estiverem comigo nos momentos bons e difíceis. Mesmo distantes, nunca estiveram ausentes da minha vida. Obrigada!

A todos que direta e indiretamente contribuíram para esta realização e que, acima de tudo, acreditaram na minha capacidade de superar as dificuldades e de alcançar mais esta etapa acadêmica, que sempre foi um sonho. Está vitória não é apenas minha, é nossa, pois sem vocês não teria sido possível.

**A todos vocês, o meu muito obrigada!**

*“Porque o Senhor dá a sabedoria;  
da sua boca é que vem o  
conhecimento e o entendimento”.*

Provérbios 2:6

## RESUMO

MOURA, Isadora Nayara Bandeira Medeiros. **Incorporação de materiais vegetais associados à simulação da solarização e produtos comerciais na sobrevivência de *Macrophomina phaseolina*, no crescimento do meloeiro e atributos do solo.** 2019. 77f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2019.

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma das hortaliças mais cultivadas na região Nordeste devido principalmente à sua adaptação às condições edafoclimáticas. As doenças do sistema radicular, ocasionadas por patógenos habitantes do solo, vêm aumentando as perdas nesta cultura e ocasionando abandono de áreas. O fungo *Macrophomina phaseolina*, causador da podridão cinzenta do caule, é de difícil controle, na medida em que possui ampla gama de hospedeiros e estruturas de resistência, permitindo sua sobrevivência por longos períodos no solo. Desta forma, é crescente a busca por medidas alternativas que conciliem diversos métodos de manejo, que sejam eficientes na produção do melão. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da incorporação de materiais vegetais (repolho e mandioca), associados à simulação da solarização do solo e uso de produtos comerciais na sobrevivência de *M. phaseolina*, no crescimento do meloeiro e nos atributos químicos do solo. Foram realizados dois experimentos idênticos, em casa de vegetação (UFERSA-RN), sendo o primeiro no período de março a maio, e o segundo de junho a agosto de 2018. Os experimentos foram do tipo DIC, com nove tratamentos e cinco repetições. Os vasos com capacidade de 5 L foram preenchidos com solo (CAMBISSOLO HÁPLICO) e substrato comercial, na proporção de 1:1, recebendo a incorporação de material vegetal (repolho e mandioca). Os tratamentos foram: incorporação de repolho associado à simulação da solarização (RSS), incorporação de mandioca associada à simulação da solarização (MSS), simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup> (SSI), simulação da solarização e adição dos produtos Soil set<sup>®</sup> e Compost Aid<sup>®</sup> (SSSC), incorporação de repolho associado à simulação da solarização e produto IFT-18<sup>®</sup> (RSSI), incorporação de repolho associado à simulação da solarização e produtos Soil set<sup>®</sup> e Compost Aid<sup>®</sup> (RSSSC), incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e produto IFT-18<sup>®</sup> (MSSI), incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e produto Soil set<sup>®</sup> e Compost Aid<sup>®</sup> (MSSSC); somente o solo (CONTROLE). Em ambos os experimentos, foram enterradas a 10 cm de profundidade, em cada vaso, duas bolsas de tecido nylon, com 10 g de inóculo de *M. phaseolina*. A simulação da solarização foi realizada por 20 dias. Após esse período, as mudas de meloeiro (Goldex) com 10 dias foram transplantadas. As análises de sobrevivência do fungo foram realizadas no final dos experimentos, aos 50 dias; as de crescimento das plantas foram realizadas aos 10, 20 e 30 dias após o transplante e a análise dos atributos químicos do solo ocorreu na implantação e no final da condução dos experimentos. Nos tratamentos onde se incorporou materiais vegetais (mandioca e repolho), ocorreu inativação do fungo e observou-se melhor desenvolvimento das plantas, em condições de casa de vegetação.

A simulação da solarização do solo e uso de produtos comerciais sem adição de material vegetal não inativaram *M. phaseolina* em condições controladas, proporcionando menor desenvolvimento de plantas. Houve aumento no teor de fósforo disponível, de carbono orgânico total e dos atributos Mg e Nanos tratamentos onde foram incorporados materiais vegetais. Os atributos químicos do solo mais sensíveis na distinção dos tratamentos avaliados foram pH, Mg, Na, K, P, COT, SB, V. É possível relacionar os tratamentos com maior eficiência no controle de *M. phaseolina* às suas características edáficas semelhantes.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L., Patógenos habitantes do solo, Manejo alternativo.

## ABSTRACT

MOURA, Isadora Nayara Bandeira Medeiros. **Incorporation of plant materials associated to the simulation of solarization and commercial products on the survival of *Macrophomina phaseolina*, on melon growth and soil attributes.** 2019. 77p. Dissertation (Master in Agronomy: Phytotechnology) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2019.

The melon (*Cucumis melo* L.) is one of the most cultivated vegetables in the Northeast especially mainly to its adaptation to edaphoclimatic conditions. The diseases of the root system, caused by soil-dwelling pathogens, has been increasing the losses in this crop and causing abandonment of areas. The fungus *Macrophomina phaseolina*, which causes gray stem rot, is difficult to control, because it has a wide range of hosts and resistance structures, allowing its survival for long periods in the soil. Thus, the search for alternative methods is increasing and it reconciles several methods of management, which are efficient in the production of melon. The objective of this work was to evaluate the effect of the incorporation of plant materials (cabbage and cassava), associated to the simulation of soil solarization and commercial products use in *M. phaseolina* survival, melon growth and soil chemical attributes. Two identical experiments were carried out in a greenhouse (UFERSA-RN), the first in the period from March to May, and the second from June to August, 2018. The experiments were of the DIC type, with nine treatments and five replicates. The pots had a capacity of 5 L were filled with soil (CAMBISSOLO HÁPLICO) and commercial substratum, in the proportion of 1: 1, and received the incorporation of plant material (cabbage and cassava). The treatments were cabbage incorporation associated with solarization simulation (SSR), incorporation of manioc associated with solarization simulation (MSS), simulation of solarization and addition of IFT-18<sup>®</sup> product (SSI), simulation of solarization and addition of Soil set<sup>®</sup> product and Compost Aid<sup>®</sup> (SSSC), cabbage incorporation associated with simulation of solarization and IFT-18<sup>®</sup> product (RSSI), cabbage incorporation associated with solarization simulation and Soil set<sup>®</sup> and Compost Aid<sup>®</sup> product (RSSSC), incorporation of cassava associated with simulation of solarization and IFT-18<sup>®</sup> product (MSSI), incorporation of manioc associated to simulation of solarization and Soil set<sup>®</sup> and Compost Aid<sup>®</sup> (MSSSC), soil only (CONTROL). In both experiments, 2 bags of nylon tissue were buried at 10 cm from the depth of each vessel, with 10 g of *M. phaseolina* inoculum. The solarization simulation was performed during 20 days. After this period, the seedlings of melon (Goldex) with 10 days were transplanted. The fungus survival analysis were performed at the end of the experiments, at 50 days, plant growth at 10, 20 and 30 days after transplanting, and the chemical attributes of the soil at the implantation and at the end of the conduction of the experiments. In the treatments where plant materials (cassava and cabbage) were incorporated, fungus inactivation occurred and plant development was observed under greenhouse conditions. Simulation of soil solarization and use of commercial products without addition of plant material did not inactivate *M. phaseolina*

under controlled conditions and provided lower plant development. There was an increase in available phosphorus content, total organic carbon and Mg and Na attributes in treatments where plant materials were incorporated. The most sensitive chemical attributes of the evaluated treatments were pH, Mg, Na, K, P, COT, SB, V. It is possible to relate the treatments with greater efficiency in the control of *M. phaseolina* to their similar edaphic characteristics.

**Keywords:** *Cucumis melo* L., Soil pathogens, Alternative management.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Teste de patogenicidade do isolado Me 248 em meloeiro, utilizando metodologia de inoculação por meio do palito de madeira. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....33
- Figura 2 – Frascos com substrato areno-orgânico contendo o fungo *Macrophomina phaseolina* em crescimento. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....33
- Figura 3 – Bolsas de tecido de nylon contendo o inóculo do fungo *Macrophomina phaseolina* (A); Bolsas sendo enterradas a 10 cm de profundidade do solo nos vasos (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....34
- Figura 4 – Simulação da solarização do solo (A); Retirada dos plásticos após o período de solarização (B), no primeiro experimento em casa de vegetação. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....35
- Figura 5 – Temperaturas médias diárias às 14h00min durante período da simulação da solarização (A) e após o período da simulação da solarização (B), nos experimentos em casa de vegetação. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....40
- Figura 6 – Detalhe do crescimento de *Macrophomina phaseolina* em volta das porções de inóculo plaqueadas em meio RB modificado nos diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018 .....46
- Figura 7 – Diagrama de ordenação dos componentes principais para os diferentes tratamentos estudados em ambos os experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....61
- Figura 8 – Diagrama de projeção dos vetores dos atributos do solo dos diferentes tratamentos estudados em ambos os experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Descrição dos tratamentos aplicados em dois experimentos sucessivos de meloeiro. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	31
Tabela 2	– Sobrevivência ( <i>rank</i> ) de <i>Macrophomina phaseolina</i> em solo submetido à incorporação de materiais vegetais associado à simulação da solarização e adição de produtos comerciais em dois experimentos sucessivos de melão. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	42
Tabela 3	– Resumo da análise de variância de variáveis de crescimento de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	47
Tabela 4	– Médias de altura (m) de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	47
Tabela 5	– Médias do diâmetro do caule (mm) de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	50
Tabela 6	– Médias do número de folhas de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	51
Tabela 7	– Médias do peso fresco e seco da parte aérea de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	52
Tabela 8	– Atributos químicos da amostra de solo coletado na fazenda Bom Jesus, na região de Baraúna-RN. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.....	59
Tabela 9	– Atributos químicos do solo do primeiro experimento avaliados sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	59
Tabela 10	– Atributos químicos do solo do segundo experimento avaliados sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	60
Tabela 11	– Coeficientes de correlação dos componentes principais (Fatores 1 e 2) para os atributos do solo dos diferentes tratamentos estudados. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	63

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1	Cultura do Melão ( <i>Cucumis melo</i> L.) .....	18
2.2	Patógenos habitantes do solo .....	19
2.2.1	<i>Macrophomina phaseolina</i> .....	20
2.2.2	Podridão cinzenta do caule .....	22
2.2.3	Controle da Podridão cinzenta do caule .....	22
2.3	Solarização do Solo .....	24
2.4	Incorporação de materiais vegetais associados à solarização .....	25
2.5	Uso de produtos comerciais .....	28
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
3.1	Caracterização da área experimental .....	31
3.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	31
3.3	Crescimento do patógeno.....	32
3.4	Incorporação de materiais vegetais ao solo .....	33
3.5	Infestação do solo com patógeno.....	34
3.6	Simulação da solarização e monitoramento da temperatura do solo .....	34
3.7	Aplicação dos produtos comerciais .....	35
3.8	Avaliação da sobrevivência de <i>Macrophomina phaseolina</i> .....	36
3.9	Análise de crescimento e desenvolvimento do meloeiro .....	36
3.10	Análise dos atributos químicos do solo.....	36
3.11	Análise dos dados.....	38
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
4.1	Efeito da simulação da solarização nos experimentos.....	39
4.2	Sobrevivência do fungo <i>M. phaseolina</i> após o período da simulação da solarização em ambos os experimentos.....	41
4.3	Avaliação de crescimento e desenvolvimento de plantas de meloeiro .....	46

4.4	Caracterização dos atributos químicos do solo.....	52
4.5	Análise multivariada .....	60
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça muito popular no Brasil e no mundo, e seu consumo vem aumentando nos últimos anos. O Brasil é considerado mundialmente um dos países mais produtores da fruta, sendo autossuficiente para suprir o mercado interno, e destinar a maior parte da produção, cerca de 60%, para exportação (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

A região Nordeste é a principal produtora de melão do Brasil. Os estados do Ceará e Rio Grande do Norte juntos garantem aproximadamente 90% da produção nacional, centralizada principalmente na Chapada do Apodi, entre os dois estados (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017).

Apesar da boa adaptabilidade e expansão da área agricultável do meloeiro na região, a cultura vem enfrentando sérios problemas fitossanitários, ocasionados por fungos, bactérias, nematoides e vírus, que vêm provocando grandes perdas na produtividade e na qualidade dos frutos. As práticas de monocultivo, associadas ao uso indiscriminado de agrotóxicos, contribuem para o aumento destes problemas. Como principais doenças na cultura do meloeiro, destacamos as causadas por patógenos habitantes do solo (PHS), que apresentam alta incidência nas áreas produtoras do Nordeste, podendo ocasionar o abandono das áreas. Inúmeros gêneros de fungos e suas associações podem causar podridões no sistema radicular do meloeiro, dentre eles os mais isolados de plantas sintomáticas são *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goide *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. (DANTAS et al., 2013; AMBRÓSIO et al., 2015; NASCIMENTO, 2015).

A podridão cinzenta do caule, causada por *M. phaseolina*, é uma doença de difícil controle, devido principalmente às características do fungo, que possuem estruturas de resistência, proporcionando longos períodos de sobrevivência no solo e ampla gama de hospedeiros. De acordo com o portal de informações sobre agrotóxicos do Ministério da Agricultura (AGROFIT, 2018), não existe produto registrado para o controle de *M. phaseolina* na cultura do meloeiro, sendo indispensável o manejo integrado de controle de doenças, que associa medidas alternativas de controle que desfavorecem o desenvolvimento do patógeno. Tais práticas vão desde a rotação de culturas, adubação verde, controle da irrigação, solarização, controle biológico até o uso

de cultivares mais tolerantes ou resistentes (BEDENDO, 2018; NASCIMENTO et al., 2018).

A incorporação de materiais vegetais contribui para o aumento da matéria orgânica do solo (MOS), melhorando as características químicas, físicas, mineralógicas e biológicas do solo. Nos últimos anos, esta prática vem sendo bastante utilizada como alternativa para melhorar a fertilidade e para o controle de doenças ocasionadas por microrganismos habitantes do solo. Outra técnica bastante utilizada é a solarização do solo, a qual, associada à incorporação de materiais vegetais, tem proporcionado excelentes resultados no controle de patógenos radiculares (WONG, et al., 2011; GILARDI, et al., 2014; ROCHA; CARNEIRO, 2016).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação de materiais vegetais (repolho e mandioca), associados à simulação da solarização do solo e uso de produtos comerciais na sobrevivência de *M. phaseolina*, no controle da podridão cinzenta do caule, no crescimento e desenvolvimento do meloeiro e nos atributos químicos do solo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do Melão (*Cucumis melo* L.)

A cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) pertence à família botânica das Cucurbitáceas, sendo originário da África e Ásia. Do ponto de vista econômico, é considerada uma das famílias mais importantes, estando atrás apenas das Solanáceas (YUSTE-LISBONA et al., 2011). É uma planta herbácea e de ciclo anual, que demonstra ótimo desenvolvimento em ambientes de clima tropical, baixa umidade relativa, temperaturas mais elevadas e com alta incidência de raios solares (FERNANDES et al., 2010), como a região Nordeste. O clima predominante nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, com temperaturas médias entre 25 e 32°C, é o ideal para a cultura do meloeiro (CRUZ et al., 2016).

Os principais países produtores são China, Turquia e Irã. O Brasil é o décimo maior produtor de melão do mundo e o segundo maior da América Latina, onde a região Nordeste é responsável por 92% da produção brasileira. O estado do Rio Grande do Norte lidera na produção brasileira, com 354.793 toneladas de fruto produzidas no ano de 2017, seguido pelo estado do Ceará, com 98.533 toneladas, e a Bahia, com 63.149. Dentre os principais municípios produtores da região Nordeste, destacam-se Mossoró (RN), Tibau (RN), Apodi (RN) e Limoeiro do Norte (CE) (IBGE, 2018).

O cultivo do meloeiro é de suma importância para a economia do Nordeste brasileiro, onde são adotadas várias práticas culturais intensivas ligadas ao monocultivo (SALES JÚNIOR et al., 2017), gerando aumento direto e indireto de empregos em virtude do aumento das áreas de produção nos últimos anos (PEREIRA et al., 2012).

Apesar de a cultura do meloeiro apresentar bom desempenho nas condições climáticas da região Nordeste, é possível observar sérios problemas, principalmente a ocorrência de doenças causadas por PHS. Dentre os problemas enfrentados pelos produtores de melão na região Nordeste, destacam-se as doenças do sistema radicular (podridão de raízes, colos e colapso das ramas), ocasionadas por PHS que, em geral, são consideradas de difícil controle devido principalmente à ampla gama de hospedeiros e à capacidade de produzir estruturas de resistência que permitem a sobrevivência destes por vários anos no solo, na ausência do hospedeiro e/ou em condições ambientais desfavoráveis.

Medeiros et al. (2015) afirmam que os cultivos sucessivos e a monocultura do meloeiro nas principais regiões produtoras têm colaborado para o aumento na incidência e severidade de diversas doenças, como as causadas por PHS, causando danos e perdas para os produtores da região. Estes patógenos se tornaram grande ameaça ao cultivo de meloeiro em várias regiões produtoras do mundo (ZHAO et al., 2011).

Um importante fator de destaque é o uso indiscriminado de agrotóxicos no manejo destes patógenos, causando danos ao meio ambiente (LIMA et al., 2005). Além disso, existem poucos produtos registrados para o controle de PHS na cultura do meloeiro, não havendo registro de nenhum produto para *M. phaseolina*. Estes fatores promovem o aumento da população de PHS (NASCIMENTO et al., 2016) e consequente acréscimo da incidência e severidade das doenças radiculares, influenciando no abandono de áreas de cultivo e na redução do lucro dos produtores. Por isso, os produtores têm demonstrado crescente preocupação com o aumento da incidência e severidade de doenças radiculares causadas por esses microrganismos (PORTO, 2015), buscando métodos alternativos de manejo, eficientes e viáveis, tais como a utilização de microrganismos antagonistas, solarização do solo e o controle cultural, a partir da incorporação de material vegetal no solo (NASCIMENTO et al., 2018).

## **2.2 Patógenos habitantes do solo**

Os microrganismos fitopatogênicos habitantes do solo são responsáveis por causar doenças em plantas nas quais os inóculos (esporo, esclerócios, micélios, etc.) são capazes de infectar o hospedeiro, estando presentes no solo. Estes organismos são causadores de diversas doenças e ocasionam perdas expressivas, reduções no estande de plantas no campo e na produção da cultura. As principais doenças ocasionadas pelos PHS são: Podridão cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina* Tassi Gold.), Crestamento gomoso (*Didymella bryoniae*(Auersw) Rehn), Podridão radicular (*Fusarium solani*(Mart.) Sacc; *Rhizoctonia solani*Kuhn), Murcha-de-fusário (*Fusarium oxysporum* f. sp.*conglutinans* (Woll.) Snyder & Hans. e Declínio-de-monosporascus (*Monosporascus cannonballus* Pollack & Uecker), patógenos que afetam e causam doenças em diversas culturas importantes, tais como cereais, hortaliças e frutíferas (MIHAJLOVIC et al., 2017).

Em cucurbitáceas, destacam-se *Diaporthe melonis* Beraha & O'Brien, *Fusarium oxysporum*, *M. phaseolina*, *Myrothecium roridum* Tode ex Fr., *Phytophthora* spp. e *R. solani* (PAVAN; REZENDE; KRAUSE-SAKATE, 2016). Vários patógenos termófilos se adaptam bem às condições climáticas (altas temperaturas) das regiões áridas e semiáridas, sendo o semiárido nordestino um ambiente ótimo para o desenvolvimento destes patógenos (SALES JÚNIOR, et al., 2007).

A permanência destes microrganismos no solo está ligada à produção de estruturas de sobrevivência, como clamidósporos (*Fusarium*) e esclerócios (*Macrophomina*, *Rhizoctonia* e *Sclerotium*), permitindo a sobrevivência dos patógenos radiculares por longos períodos, mesmo na ausência de hospedeiros e condições favoráveis (NASCIMENTO, 2015), inviabilizando as áreas de cultivo (LOPES et al., 2005). Estes patógenos também mostram alta capacidade saprofítica, conseguindo sobreviver a partir do aproveitamento de nutrientes resultantes da decomposição da matéria orgânica de restos culturais (BEDENDO, 2018). Além disso, a maior parte dos PHS apresenta vasta gama de hospedeiros, dificultando o manejo por meio da rotação de culturas.

### **2.2.1 *Macrophomina phaseolina***

O fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. pertence ao filo Ascomycota e à classe Ascomycetes. Foi relatado pela primeira vez no Brasil no ano de 1935, na cultura do feijão comum, no município de Campinas-SP, por Bittancourt (1935). É caracterizado pela formação de picnídios de coloração marrom-escuro, medindo aproximadamente de 100 a 200 µm de diâmetro, apresentando conídios elípticos, alongados, unicelulares com membrana densa. A espécie caracteriza-se por possuir micélio aéreo cinza-escuro, cotonoso e abundante (SARR et al., 2014). Segundo Nascimento et al. (2016), a principal fonte de inóculo do fungo são os microesclerócios, produzidos em alta quantidade, causando o tombamento de mudas e a podridão do sistema radicular em espécies cultivadas e não cultivadas. Condições de estresse hídrico e elevadas temperaturas (30°C) favorecem a ocorrência da doença (BIANCHINI; MARINGONI; CARNEIRO, 2005). O fungo permanece no solo e em restos vegetais por um período de 3 a 12 anos na forma de microesclerócios (SHARMA; KATOCH e RANA, 2016).

*M. phaseolina* possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrado principalmente em regiões de clima tropical e subtropical, com clima árido ou semiárido da África, Américas do Norte e Sul, Ásia e Europa (ISLAM et al., 2012). O fungo apresenta vasta gama de hospedeiros, sendo patogênico a mais de 680 espécies botânicas (FARR; ROSSMAN, 2018). As principais culturas afetadas são feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*L.), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*L. Walp.), milho (*Zea mays*L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.), gergelim (*Sesamum indicum*L.), soja (*Glycine max* L.), dentre outras, limitando sua eficiência de controle por meio da rotação de culturas.

Sales Júnior et al. (2012) também avaliaram a presença do fungo *M. phaseolina* em 16 espécies de plantas daninhas provenientes de áreas produtoras de melão nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, verificando a presença do fungo em 13 espécies, pertencentes a 10 famílias botânicas. Porto (2015), estudando a associação de *M. phaseolina* com *F. solani* e *R. solani* no meloeiro, verificou prevalência de *M. phaseolina*, certamente devido à sua alta capacidade de competição, aliada à presença de condições climáticas favoráveis.

Em 2014, foi relatada uma nova espécie do gênero *Macrophomina*, causadora da podridão cinzenta do caule. A nova espécie foi descrita por Sarr et al. (2014) e chamada *M. pseudophaseolina*, tendo sido encontrada em Senegal, isolada de Feijão-caupi, Hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.), Quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.), Moench) e Amendoim. Estes autores propuseram inicialmente que a espécie teria ocorrido restritamente em Senegal, contudo a teoria foi descartada quando Machado et al. (2018), estudando isolados de espécies oleaginosas de diversos estados do Brasil (Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte e Minas Gerais), relataram a *M. pseudophaseolina* causando a podridão cinzenta nas culturas do Amendoim (*Arachis hypogaea*), Algodão (*G. hirsutum*) e Mamona (*Ricinus communis* L.).

Na cultura do meloeiro, até então, só foi relatado *M. phaseolina* causando podridão cinzenta do caule. A principal forma de infecção é por meio dos escleródios que permanecem no solo e em restos vegetais, podendo ser transmitidos via sementes contaminadas (PEREIRA et al., 2012).

### **2.2.2 Podridão cinzenta do caule**

As doenças radiculares, causadas por PHS, como a podridão cinzenta do caule ou podridão radicular, que também pode ocasionar o colapso do meloeiro, vêm contribuindo para perdas significativas na cultura do meloeiro, limitando a produção, causada pelo abandono de áreas nas principais regiões produtoras do mundo (GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000).

A podridão cinzenta do caule é considerada, dentre as doenças causadas por PHS, uma das mais destrutivas da cultura do meloeiro em todo o mundo (CHILOSI et al., 2008). O colapso é decorrente do desequilíbrio hídrico entre o sistema radicular e a parte aérea da planta, principalmente no estágio próximo à colheita, devido ao apodrecimento do sistema radicular (GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000). Altas temperaturas (30 a 35 °C) e déficit hídrico favorecem o desenvolvimento da doença. Segundo Broetto et al. (2014), o patógeno ataca a planta durante todas as fases da cultura, causando debilitação progressiva e podendo reduzir a produtividade e a qualidade das sementes. Plantas infectadas com esse patógeno apresentam sintomas de podridão de sementes, morte de plântulas, podridão de raízes, cancro nos talos, tendo como consequência a morte prematura da planta e/ou a redução da produtividade (MEDEIROS et al., 2015).

Vários agentes patogênicos podem causar o colapso das ramas, atuando de forma isolada ou em conjunto (MARTÍNEZ, 2006). Os principais gêneros que causam doenças no sistema radicular são *Fusarium*, *Macrophomina*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Sclerotinia* e *Verticilium* (CORREIA; MICHEREFF, 2018). Nas áreas cultivadas de meloeiro dos estados do Rio Grande do Norte e do Ceará, os fungos mais isolados de plantas com sintomas da podridão cinzenta do caule e podridão radicular são *M. phaseolina* e *F. solani* (PORTO, 2015).

### **2.2.3 Controle da Podridão cinzenta do caule**

O uso de agrotóxicos no controle de PHS, na maioria das vezes, torna-se inviável do ponto de vista técnico e econômico, além de ser muito agressivo ao meio ambiente (LIMA et al., 2005). Segundo Ritzinger; Rocha (2010), os agrotóxicos, principalmente os de amplo espectro de ação, podem prejudicar a população de

microrganismos benéficos, diminuindo a qualidade das características físicas, química e mineralógicas do solo e, conseqüentemente, as vantagens de crescimento e desenvolvimento das plantas. Até aproximadamente o início da década de 90, todo o mundo utilizava no controle de PHS o brometo de metila, gás altamente tóxico, de efeito biocida, que promove a esterilização química do solo, eliminando qualquer forma de vida. Apesar de comprovada sua alta eficiência, a preocupação da sociedade com as contaminações dos alimentos e os impactos causados por este pesticida resultaram na proibição do uso do brometo de metila no Brasil desde 2007, em virtude do protocolo de Montreal (DUNIWAY, 2002; BRASIL, 2018). A exigência do mercado consumidor por produtos de qualidade e sem risco de contaminação por produtos químicos (RITZINGER; ROCHA, 2010) favoreceu ainda mais a pesquisa por métodos alternativos de controle.

Até então, sabe-se que não existe nenhum produto registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de *M. phaseolina* na cultura do meloeiro. Desta forma, é necessário o conhecimento de formas de manejo alternativas para a podridão cinzenta do caule. Diversas técnicas vêm sendo estudadas para o manejo de PHS, tais como a incorporação de materiais orgânicos, solarização, uso de produtos comerciais, dentre outras. No entanto, são poucos os trabalhos que tratam da associação de métodos.

A incorporação de materiais vegetais ao solo proporciona maior desempenho às culturas, pois melhora a fertilidade do solo, por meio da ciclagem de nutrientes, e cria um ambiente favorável às plantas e desfavorável aos patógenos, induzindo as plantas a produzir substâncias com ação antagônica aos PHS (CRUZ, 2013), reduzindo as populações de patógenos e/ou atividades patogênicas no solo (PORTO, 2015).

Dantas et al. (2013) descreveram a eficiência da incorporação de materiais vegetais no manejo de PHS na cultura do meloeiro, observando menor incidência de plantas com podridão radicular em praticamente todos os tratamentos onde se incorporou materiais vegetais, sendo que a incorporação de crotalária ao solo proporcionou menor incidência de podridão radicular. Neto et al. (2016), também usando a incorporação de *Crotalaria juncea*, reduziram a sobrevivência de *F. solani* na cultura do meloeiro. De acordo com Moccellini (2011), a incorporação de repolho ao solo também permitiu o controle de *P. aphanidermathum* na cultura do pepino, reduzindo o número de plantas com sintomas de tombamento.

### 2.3 Solarização do Solo

A solarização é um método desenvolvido por Katan et al. (1976), que consiste em, antes do plantio, cobrir o solo úmido com um filme plástico transparente por um determinado período de tempo. Este método baseia-se no controle físico de PHS, com uso da energia oriunda da radiação solar. É muito usado em todo o mundo, sendo indicado para o controle de diversas pragas, doenças e plantas invasoras em culturas de alto valor econômico como Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (BAPTISTA, 2007), Melão (FREITAS et al., 2010), Morango (*Fragaria ananassa* Duch.) (COSTA, 2012).

Durante o processo de solarização, ocorre o aquecimento sobre o plástico através da radiação solar, atingindo as camadas mais superficiais do solo, com consequente inativação dos patógenos por meio de efeitos diretos, causados pelas altas temperaturas, e indiretos, favorecendo o controle biológico e a supressividade do solo (BARROS et al., 2004). Quando bem aplicada, a solarização permite o aquecimento de até 52 °C das camadas superficiais do solo. Camadas mais profundas (20 cm) atingem, em média, 44 a 45°C. Estas temperaturas estão cerca de 8 a 12°C acima das observadas em solos não coberto pelo plástico (BEDENDO, 2018).

A solarização do solo, quando comparada a outros métodos de desinfestação (uso de vapor ou químico), apresenta vantagens como método seletivo de desinfestação, eliminando principalmente os PHS, permitindo a sobrevivência dos microrganismos benéficos tolerantes a altas temperaturas, além de não deixar resíduos tóxicos, não apresentar perigo para o agricultor e apresentar efeitos duradouros, podendo ser prolongado a duas ou até três safras (VISCONTI et al., 2016), demonstrando vantagem em comparação ao uso de fungicidas e herbicidas.

Porém, conforme alguns autores, o uso deste método isoladamente não controla efetivamente alguns PHS, como *M. phaseolina*, *F. oxysporum* e *Plasmodiophora brassicae*. Outra medida alternativa de manejo que vem sendo usada em associação a este método potencializando e minimizando o tempo de tratamento é a incorporação de materiais vegetais de culturas específicas ao solo (AMBRÓSIO et al., 2009; WONG et al., 2011; BASSETO et al., 2011; ROCHA; CARNEIRO, 2016).

No Brasil, a técnica da solarização do solo vem apresentando ótimos resultados, quando associada à incorporação de matéria orgânica. De acordo com Basseto et al. (2012), este procedimento de associação de métodos provoca efeito aditivo, permitindo

a inativação de PHS, além de reduzir o período de tratamento. Diversos autores (PATRÍCIO et al., 2007; BAPTISTA et al., 2007, WONG et al., 2011; GILARDI et al., 2014) obtiveram sucesso na desinfestação do solo com a combinação destas técnicas. Esta associação tem indicado resultados satisfatórios para o controle de patógenos, como *Ralstonia solanacearum*, *Verticillium dahliae*, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 (ROCHA; CARNEIRO, 2016).

A simulação da solarização consiste na associação de duas medidas alternativas de manejo, sendo a incorporação prévia de materiais vegetais aliada à solarização do solo, em condições controladas (casa de vegetação e/ou microcosmo). Esta prática resulta na decomposição acelerada dos materiais vegetais, promovendo a produção e liberação de substâncias e gases tóxicos e, conseqüentemente, o aumento da temperatura, além de implicar diminuição drástica do tempo de controle, pois, em condições controladas, é possível reduzir o período de imobilização da área (BASSETO et al., 2012). A simulação da solarização permite ainda um resultado preliminar da potencialidade de controle dos materiais vegetais analisados, sendo testada posteriormente em condições de campo. Facilita também o trabalho com grandes números de tratamentos, visto que necessita de pequenas quantidades dos materiais a serem testados.

Pesquisadores como Ambrósio et al. (2009), Basseto et al. (2011), Rocha; Carneiro (2016), estudando o efeito da incorporação de materiais vegetais associado à simulação da solarização sobre o crescimento micelial de PHS, verificaram redução na sobrevivência destes microrganismos, provavelmente devido ao aprisionamento de gases fungitóxicos provenientes da decomposição acelerada dos materiais vegetais, conferindo efeito complementar à solarização (AMBRÓSIO et al., 2004). Tais autores afirmam que a técnica da simulação da solarização, associada à incorporação de materiais vegetais, prova os benefícios da solarização, prevendo qual o melhor material vegetal a ser incorporado e o tempo necessário de tratamento do solo para o controle dos PHS.

#### **2.4 Incorporação de materiais vegetais associados à solarização**

Os resíduos vegetais são as principais fontes de matéria orgânica para o solo. O material orgânico promove o aumento da microbiota existente no solo, o qual abriga

inúmeras espécies de microrganismos que naturalmente realizam atividades antagônicas ao patógeno. Desta forma, a prática de incorporar materiais orgânicos ao solo visa à redução da população de agentes patogênicos. Na medida em que ocorre a multiplicação de microrganismos, a biomassa microbiana aumenta, sendo responsável por até um sexto da matéria orgânica presente no solo, promovendo intensa atividade microbiana (BRADY; WEIL, 2013).

Ainda que o próprio patógeno também utilize esta matéria orgânica como fonte de alimento (substrato), fica sujeito à competição com outros microrganismos, provocando diminuição da população patogênica. A combinação de incorporação de materiais vegetais ao solo com a técnica da solarização, com o intuito de promover a biofumigação, pode potencializar os efeitos benéficos destas técnicas, mostrando ótimos resultados na desinfestação de áreas em campo aberto, cultivo protegido e substratos (CRUZ, 2013).

De acordo com Bedendo et al. (2018), a incorporação de restos de cultura e adubação verde, por exemplo, além de melhorar as propriedades físicas e químicas do solo, favorece a atividade microbiana das espécies presentes neste ambiente, interferindo negativamente na população de PHS. No Brasil (BEDENDO, 2018), a solarização vem sendo realizada em associação à incorporação de determinados resíduos vegetais ao solo, demonstrando eficiência e rapidez no processo de controle dos PHS, pela liberação de gases fungitóxicos. Portanto, este procedimento de associação propicia efeito aditivo à solarização do solo, permitindo a inativação de fitopatógenos e reduzindo o período de tratamento.

Espécies de brássicas, como o repolho, possuem capacidade supressora de várias doenças causadas por PHS, uma vez que liberam, em sua decomposição, voláteis como enxofre, ácidos orgânicos, aldeídos, dentre outros (SMOLINSKA; HORBOWICK, 2000). Moccellini (2011), quando avaliou espécies de brássicas no controle de PHS, comprovou a redução do tombamento de plântulas de pepino atacadas por *Pythium aphanidermathum*, com a incorporação de repolho ao solo. Ambrósio (2004), quando estudou o efeito da solarização aliado a incorporação de brócolos ao solo, observou controle de *M. phaseolina*, após 14 dias de solarização, em condições de campo.

Além das brássicas, existem outros materiais que apresentam potencial para uso em associação no controle de fitopatógenos (BASSETO et al., 2011). Culturas como mandioca (*Manihot esculenta* L.), mamona (*Ricinus communis* L.) e diversas espécies

de eucalipto (*Eucalyptus glubulus* L.) possuem em sua composição compostos como óleos essenciais, aldeídos, terpenos, alcaloides, saponinas, flavonoides, taninos, glicosídeos cianogênicos que são relatados como inibidores de PHS (RIBEIRO; BEDENDO, 1999; AMBRÓSIO et al., 2008). Segundo Ambrósio et al. (2009), resíduos de mandioca brava, brócolis, mamona e eucalipto mostraram boa ação no controle de *M. phaseolina*, *F. oxysporum*, *R. solani* e *S. rolfsii*.

Ambrósio (2006) usou a parte aérea de eucalipto, mamona e mandioca brava, associados à solarização, em condições de laboratório (microcosmo) e em campo. Observou no referido trabalho resultados positivos no controle de PHS com materiais vegetais associados à solarização, constatando que a incorporação de mandioca seguida de solarização erradicou significativamente todos os patógenos estudados (*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 2; *M. phaseolina*; *R. solani* GA-4 HGI e *S. rolfsii*) aos sete dias da instalação do experimento, sendo esse material vegetal tão ou mais eficiente do que as brássicas na erradicação dos fitopatógenos estudados.

Quando avaliaram a sobrevivência de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 submetido à técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca, Wong et al. (2011) confirmaram que a incorporação de mandioca brava e mansa seguida da solarização do solo inativou *F. oxysporum* f.sp.*lycopersici* Raça 2 até o 7º dia de experimento, mostrando que os dois materiais orgânicos apresentaram o mesmo potencial para erradicação do fungo estudado.

Quando utilizaram a incorporação de diferentes materiais vegetais (Crotalaria, Mamona, Mandioca e Nim) no controle de patógenos radiculares no meloeiro (*F. solani*, *M. phaseolina*, *M. cannonballus*, *R. solani*), Dantas et al. (2013) observaram que a incorporação destes materiais proporcionou redução na incidência da podridão radicular no meloeiro, após 28 dias de incorporação no solo.

A decomposição de material vegetal no solo proporciona aumento da matéria orgânica do solo (MOS), devido principalmente à liberação de ácidos orgânicos (AO) originários de plantas. A adição de materiais vegetais no solo resulta em rápido aumento da concentração de AO (PIVANATO; ROSOLEM, 2008). Conforme sugestão de Guppy et al. (2005), os compostos orgânicos solúveis oriundos da decomposição da MOS podem agir na oferta de fósforo (P) no solo, a qual depende ainda do pH do solo, do teor de óxidos e de outros fatores que alterem o equilíbrio de P no solo.

## 2.5 Uso de produtos comerciais

As doenças causadas por PHS estão entre os principais fatores que afetam diretamente a produtividade de culturas agrícolas, ocasionando prejuízos severos, com perdas significativas na produtividade. Desta forma, o uso de produtos comerciais à base de microrganismos benéficos pode ser uma alternativa ambientalmente saudável para aumentar a produtividade das culturas e ajudar na redução da incidência e severidade das doenças. Os microrganismos são responsáveis ainda por diversas transformações químicas envolvidas no processo de ciclagem de nutrientes para as plantas (BRAGA JUNIOR, 2015).

O uso destes produtos no manejo de PHS está sendo estudado quanto à eficácia (BETTIOL; MORANDI, 2009), apresentando-se como uma opção inteligente e viável para a redução ou até mesmo a eliminação do uso de agrotóxicos no controle de PHS. A diversidade de microrganismos, assim como suas relações antagônicas, surge como importante recurso para o controle biológico aplicado (LANNA FILHO et al., 2010).

Os microrganismos podem atuar de diferentes formas no solo, desenvolvendo mecanismos de biocontrole que se caracterizam pelas interações antagônicas, onde os microrganismos benéficos expressam oposição aos PHS, reduzindo a ocorrência e/ou intensidade da doença (COELHO et al., 2018). Os mecanismos básicos de ação antagônica são: Antibiose, onde o antagonista, por meio da secretação de um ou mais metabólitos, atua inibindo o crescimento do patógeno (BEDENDO, 2011). Competição, por meio de estratégias de sobrevivência. Indução de resistência por meio da ativação de mecanismos de defesa do hospedeiro após a exposição a um microrganismo indutor (COELHO et al., 2018). Parasitismo consiste em um mecanismo que envolve a interação nutricional entre organismos, onde o microrganismo parasita alimenta-se a partir de outro organismo, considerado hospedeiro (BEDENDO, 2011). A predação ocorre por meio da interação ecológica na qual um organismo predador digere outro organismo. A promoção de crescimento é promovida pela liberação de substâncias promotoras de crescimento de plantas, e até liberando substâncias tóxicas para os patógenos (COELHO et al., 2018). As rizobactérias promotoras de crescimento de planta (RPCPs) são bactérias que vivem e colonizam a rizosfera, promovendo crescimento das plantas associadas numa relação não simbiótica (SOTTERO, 2013). Desta forma, as rizobactérias podem estimular mecanismos favoráveis aos cultivos,

como a absorção de nutrientes, fixação biológica de N, dentre outras (SAHARAN; NEHRA, 2011).

Vários microrganismos importantes para o solo e para as culturas estão sendo estudados. Um dos gêneros de rizobactérias com poder antagonista de maior importância é o *Bacillus* sp., que forma endósporos resistentes a condições adversas e apresenta multiplicidade de mecanismos antagônicos, possibilitando, dessa forma, sua longa manutenção e sobrevivência em diversos nichos ecológicos, com grande versatilidade nos mecanismos de ação para driblar e inibir as defesas dos fitopatógenos. A espécie *B. subtilis* tem grande potencial como biocontrolador devido a múltiplos mecanismos, entre eles a antibiose (LANNA FILHO et al., 2010), sendo efetivo na prevenção e controle de doenças causadas por inúmeros patógenos, devido principalmente aos seus efeitos, que consistem na produção de quitinase, efetiva na degradação da parede celular de patógenos que têm quitina na composição da sua parede celular (DEVKOTA et al., 2011).

Produtos comerciais (fertilizantes foliares) contendo microrganismos são usados nos últimos anos para o biocontrole de doenças de plantas, tanto no tratamento de sementes quanto via foliar, em várias culturas. Estes podem causar melhorias no solo e promover efeitos benéficos nas plantas, como a absorção de nutrientes, principalmente o fósforo, por meio da solubilização de fosfatos, síntese de fitohormônios, tal como o ácido indol acético (AIA) (VESSEY, 2003), assim como o 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).

Além do mais, conforme relatos na literatura, espécie de *B. subtilis* demonstrou potencial de ação na germinação e emergência de plântulas, crescimento radicular e aéreo, na produtividade e na superação dos problemas abióticos pelas plantas (LIMA et al., 2011). Estudos realizados por Kurozawa et al. (2005) com *B. subtilis* mostraram que a bactéria reduziu a severidade da podridão em raízes e colo em cucurbitáceas. Singh et al. (2008) investigaram a ação de *B. subtilis* sobre *M. phaseolina*, concluindo inibição do crescimento micelial deste fungo *in vitro* e acréscimo na biomassa e redução nos sintomas de podridão radicular em plântulas de *Pinus roxburghii*, em casa de vegetação.

Espécies não-patogênicas de *Bacillus* sp. presentes no solo oferecem diversas vantagens sobre outros organismos, pois, como formam endósporos, podem tolerar

condições adversas de pH, temperatura e condições osmóticas. Algumas espécies de *Bacillus* colonizam a superfície das raízes, proporcionando aumento no crescimento das plantas e causando a morte de micélio fúngico (PODILE; PRAKASH, 1996).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

Foram realizados dois experimentos em períodos distintos, sendo o primeiro de março a maio, e o segundo de junho a agosto de 2018, em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus Leste do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais, no município de Mossoró-RN, com as coordenadas geográficas de 5°11'31"S de latitude sul e 37°20'40"W de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m. Com base na classificação climática de Köppen, o clima da cidade é do tipo BSw<sup>h</sup>, muito quente e com estação chuvosa no verão, temperatura média anual de 27,4°C, precipitação pluviométrica anual muito irregular, com média de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9% (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995; SILVA, 2014).

#### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi do tipo DIC (inteiramente casualizado), com nove tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram descritos na tabela (Tabela 1) abaixo.

Tabela 1 Descrição dos tratamentos aplicados em dois experimentos sucessivos de meloeiro. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS
RSS	Incorporação de repolho ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> ) associada à simulação da solarização
MSS	Incorporação de mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> ) associada à simulação da solarização
SSI	Simulação da solarização associada à adição do produto IFT-18 <sup>®</sup> (Grupo Fertiliza Chemical)
SSSC	Simulação da solarização associada à adição do produto Soil set <sup>®</sup> + Compost Aid <sup>®</sup> (Grupo Alltech)
RSSI	Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18 <sup>®</sup>
RSSSC	Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set <sup>®</sup> + Compost Aid <sup>®</sup>
MSSI	Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18 <sup>®</sup>

MSSSC	Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set® + Compost-Aid
CONTROLE	Solo sem nenhum tratamento

---

A unidade experimental foi constituída de uma planta de melão híbrido (Goldex) por vaso, com capacidade para 5 L de solo. O solo utilizado foi classificado como Cambissolo Háptico, apresentando horizonte B incipiente (Bi) subjacente ao horizonte A moderado (SANTOS et al., 2018). O solo foi coletado de 0-20 cm de profundidade, na fazenda agrícola Bom Jesus, localizada no município de Baraúna-RN. Todo o volume coletado foi passado em peneira de 4,0 mm, umedecido e autoclavado (duas vezes, em intervalos de 24 horas, durante uma hora por dia a 120° C).

### 3.3 Crescimento do patógeno

O isolado de *M. phaseolina* utilizado (Me 248) foi obtido de plantas de meloeiro com sintomas de podridão no sistema radicular no município de Mossoró e mantido preservado pelo método de Castellani, na coleção micológica do laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Este isolado foi escolhido para este trabalho devido à sua elevada agressividade na cultura do meloeiro, sendo também utilizado em outros trabalhos (AMBRÓSIO et al., 2015; MEDEIROS et al., 2015; PORTO et al., 2016).

Antes de iniciar os experimentos, foi testada a patogenicidade do isolado em plantas de meloeiro, utilizando o método do palito de madeira infestado com estruturas do fungo (Figura 1). O fungo foi cultivado em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) + oxitetraciclina (0,05 g/L) e mantido em estufa tipo B.O.D a  $28 \pm 1$  °C, durante cinco dias.

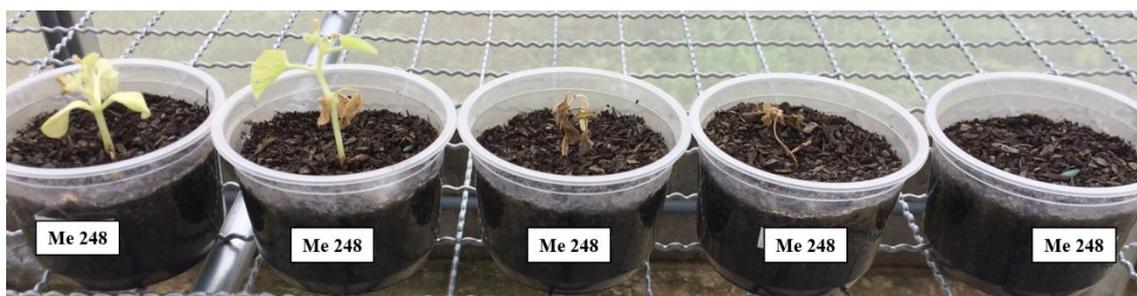


Figura 1. Teste de patogenicidade do isolado Me 248 em meloeiro, utilizando metodologia de inoculação por meio do palito de madeira. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Posteriormente, em câmara asséptica, foram transferidos sete discos (7 mm de diâmetro) retirados dos bordos das colônias crescidas, para frascos contendo substrato areno-orgânico composto de três partes de esterco curtido, uma parte de areia lavada e 2% de aveia (v/p) (MEDEIROS et al., 2015), onde foram adicionados 20 mL de água destilada esterilizada para cada 100 mL de substrato, conforme metodologia descrita por Lefèvre; Souza (1993).

O substrato foi autoclavado duas vezes, sendo uma hora por dia, em intervalo de 24 horas, a 120°C. Os frascos (1500 mL) contendo o inóculo foram mantidos em estufa tipo B.O.D a  $28 \pm 1$  °C, por vinte dias, sendo regularmente homogeneizados, acelerando o processo de infestação do substrato. Foi realizado, antes da infestação do solo, o plaqueamento do inóculo para testar sua a viabilidade. Foi mantido ainda, um frasco com o substrato areno-orgânico sem o fungo, nas mesmas condições dos frascos com o micélio, utilizado como testemunha.

### **3.4 Incorporação de materiais vegetais ao solo**

Foram incorporados resíduos vegetais frescos de mandioca e repolho. A proporção dos materiais utilizados foi de 6 % peso/volume (inóculo/solo) de material fresco, correspondente à quantidade de 300,0 g/vaso, (CRUZ et al., 2016). A mandioca pertencente à família das Euphorbiaceae foi proveniente da coleção didática de germoplasmas de mandioca da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, sendo usadas três cultivares (Jari, Macaxeira Seu Antônio 1 e Sempre verde) de mandioca mansa, obtidas na horta didática do campus leste em Mossoró-RN. O material foi colhido e triturado em triturador do tipo forrageiro e distribuído na superfície do solo

nos vasos pré-determinados, sendo em seguida incorporado a 10 cm de profundidade, proporcionando, assim, uma distribuição homogênea do material no solo. O repolho pertence à família Brassicaceae e foi originário da feira livre (COBAL) de Mossoró-RN. O material foi manualmente picado e incorporado a mesma profundidade citada anteriormente.

### 3.5 Infestação do solo com patógeno

Foram feitas bolsas de tecido de nylon contendo cada uma 10 mL de inóculo do fungo (substrato areno-orgânico infestado com estruturas do fungo) (Figura 2), sendo amarradas com fitilho de polipropileno, que ficou à mostra na superfície do solo, facilitando a localização e a retirada. Foram enterradas a 10 cm de profundidade duas bolsas por vaso.

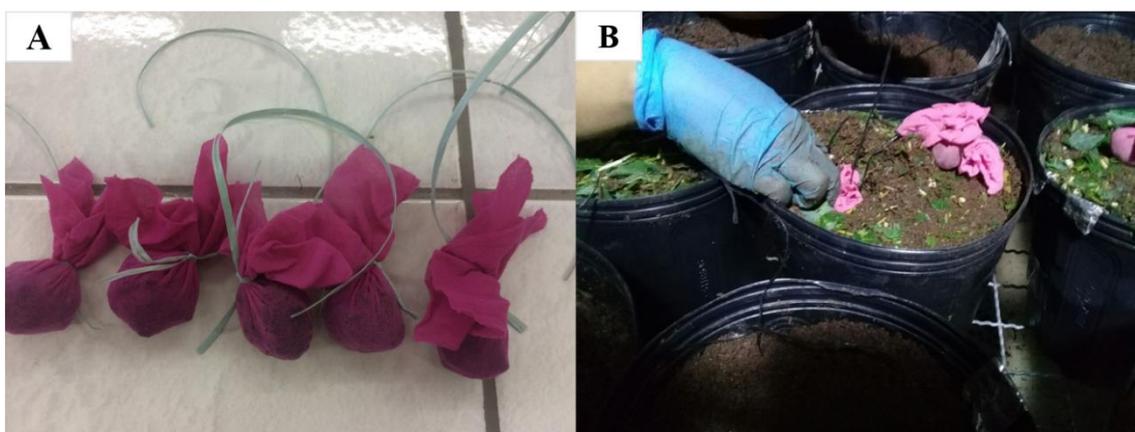


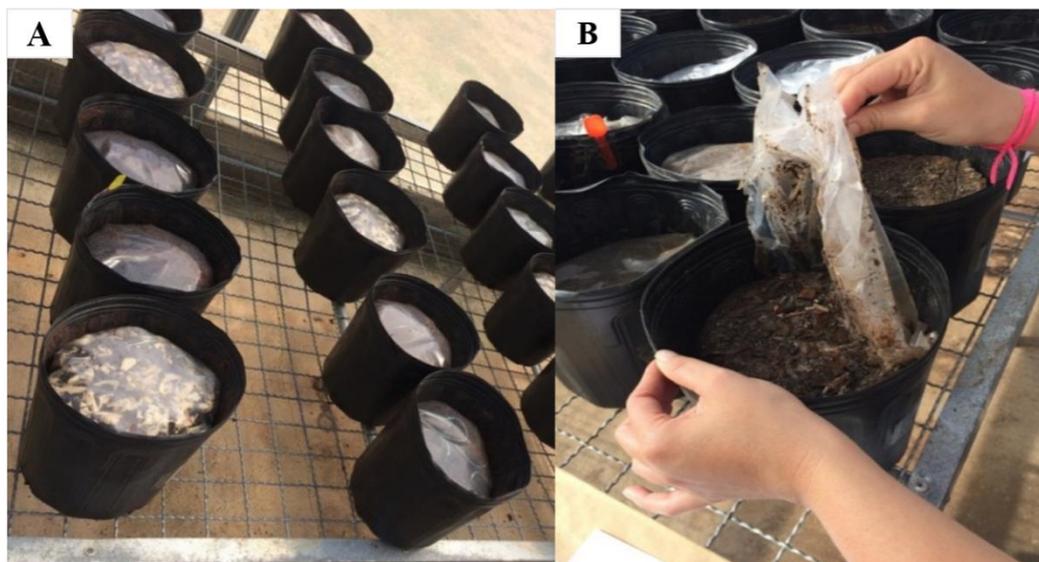
Figura 2. Bolsas de tecido de nylon contendo o inóculo do fungo *Macrophomina phaseolina* (A); Bolsas sendo enterradas a 10 cm de profundidade do solo nos vasos (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

### 3.6 Simulação da solarização e monitoramento da temperatura do solo

A simulação da solarização do solo foi realizada por um período de 20 dias. Após a incorporação dos materiais vegetais e umedecimento do solo, pedaços de plástico transparente de 100  $\mu$ m foram colocados sobre a superfície do solo e enterrados as suas bordas até uma profundidade de 10 cm (Figura 3a). Depois de 20 dias do processo de simulação da solarização, os plásticos foram retirados para a volatilização dos gases (Figura 3b), e 24 horas depois foram transplantadas as mudas de meloeiro. A

temperatura do solo foi monitorada em vasos adicionais nas mesmas condições de cada tratamento, sendo medida diariamente às 14h00min, com o termômetro introduzido no solo a 10 cm de profundidade, permanecendo por cerca de dois minutos em cada vaso, garantindo a estabilização da temperatura em todos os tratamentos.

Figura 3. Simulação da solarização do solo (A); Retirada dos plásticos após o período de solarização (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2019.



### 3.7 Aplicação dos produtos comerciais

Foram utilizados dois produtos comerciais em ambos os experimentos, comumente denominado de fertilizantes foliares, o IFT-18<sup>®</sup> e o Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>. O fertilizante IFT-18<sup>®</sup> possui em sua composição Enxofre, Manganês e *Bacillus subtilis*. O produto comercial Soil set<sup>®</sup> é composto por nutrientes como Cobre, Zinco, Enxofre, Manganês, Ferro e Aminoácidos. O Compost Aid<sup>®</sup> é proveniente da mistura de enzimas e bactérias como *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis* e *Enterococcus faecium*. Conforme recomendação do fabricante, o produto IFT-18<sup>®</sup> foi aplicado antes do transplântio das mudas de meloeiro, numa diluição de 50 mL do produto para 5 L de água, sendo aplicados 300 mL da calda por vaso, onde as aplicações foram realizadas a cada três dias até o final da condução do experimento. Os produtos Soil set<sup>®</sup> e Compost Aid<sup>®</sup> foram aplicados em associação, segundo orientação da empresa. Foram aplicados três vezes durante o experimento, onde a primeira aplicação foi realizada logo após o transplântio e as demais aplicações se deram a cada sete dias, numa diluição de 1,5 mL

de Soil set® e 2,5 mL de Compost Aid® por 1 L de água, sendo aplicados 20 mL por vaso.

### **3.8 Avaliação da sobrevivência de *Macrophomina phaseolina***

A avaliação da sobrevivência de *M. phaseolina* foi feita aos 50 dias após serem enterradas. Foram retiradas do solo infestado com o patógeno duas bolsas de cada vaso, sendo posteriormente realizada sua desinfestação superficial com álcool 70% por 5 segundos, hipoclorito de sódio por 20 segundos e água destilada esterilizada. Em seguida, foi realizado o plaqueamento em meio de cultura semi-seletivo RB modificado (NASCIMENTO et al, 2014), para *M. phaseolina*, produzido na proporção de 39 g de BDA (batata dextrose ágar), Previcur (0,5 mL/1000L de água), Rifampicina (100 mg/1000 mL de água) e 1000 mL de água destilada esterilizada.

Foram transferidas, com a ajuda de uma pinça devidamente esterilizada, dez porções do inóculo desinfestado para placas de Petri contendo RB modificado. Para cada bolsa, foram preparadas quatro placas. Estas foram mantidas por seis dias em estufa B.O.D a 32°C, no escuro, para, em seguida, serem contados os sobreviventes que se expressaram por meio do crescimento micelial em torno da porção plaqueada.

### **3.9 Análise de crescimento e desenvolvimento do meloeiro**

As plantas de meloeiro foram submetidas a três períodos de avaliações, aos 10, 20 e 30 dias após o transplante. Foi medida a altura de plantas, com ajuda de uma fita métrica, mensurado o diâmetro do caule, com auxílio de um paquímetro digital (CARBOGRAFITE®), e contado o número de folhas. No final do ciclo da cultura, as plantas foram encaminhadas ao laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da UFERSA, para realização dos pesos fresco e seco da parte aérea.

### **3.10 Análise dos atributos químicos do solo**

Para os atributos químicos do solo, foram realizadas análises em triplicata, de acordo com a metodologia proposta por Teixeira et al. (2017), constando de: potencial hidrogeniônico (pH) em água, condutividade elétrica (CE) em água, teor de

cálcio( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio( $\text{Mg}^{2+}$ ) e alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) trocáveis com  $\text{KCl}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  e determinação dos teores por espectrofotometria de absorção atômica para Ca e Mg e titulometria para Al; extração de fósforo disponível (P), sódio ( $\text{Na}^+$ ) e potássio( $\text{K}^+$ ) trocáveis com extrator Mehlich-1, sendo a determinação do teor de P disponível por colorimetria e de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  por fotometria de chama; a acidez potencial (H+Al) foi extraída com acetato de cálcio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7,0 e determinada por meio de titulação volumétrica com solução de  $\text{NaOH}$   $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  (TEIXEIRA et al., 2017).

A determinação do carbono orgânico total (COT) foi feita por meio de oxidação por via úmida, com aquecimento externo, utilizando solução de dicromato de potássio  $0,167 \text{ mol L}^{-1}$  e ácido sulfúrico concentrado, com aquecimento em bloco digestor, proposto por Yeomans; Bremner, (1988). Foram pesados de 0,100 a 0,105 g de solo (passados por peneira 60 mesh), transferidos para tubos de digestão, adicionados 5 mL da solução de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$   $0,167 \text{ mol L}^{-1}$ , acrescentando-se 7,5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado. Os tubos foram colocados no bloco digestor durante 30 min a uma temperatura de 170 °C. Após esfriar, o conteúdo foi transferido para erlenmeyer de 250 mL, utilizando cerca de 100 mL de água destilada. Adicionou-se 0,3 mL da solução indicadora de ferroin e titulou-se com solução de sulfato ferroso amoniacal  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ .

Para a determinação do teor de carbono lábil (CL), foram acondicionados em tubo de centrífuga de 50 mL 1 g de solo, juntamente com 25 mL de solução de  $\text{KMnO}_4$  ( $0,033 \text{ mol L}^{-1}$ ), de acordo com metodologia proposta por Shang; Tiessen, (1997). Os tubos foram colocados em agitador horizontal a 170 rpm, por 1 hora, e centrifugados 5 min a 2000 rpm, sempre protegidos da luz. Após centrifugação, colocaram-se 100  $\mu\text{L}$  do sobrenadante em tubos de ensaio e o volume foi completado com 10 mL com água deionizada. As dosagens do CL foram realizadas em espectrofotômetro, com comprimento de onda de 565 nm.

As análises foram feitas logo após a coleta do solo, antes da instalação e depois da condução de ambos os experimentos. O enchimento dos vasos foi feito com uma proporção de 1:1 (solo: substrato). A partir das análises realizadas, foram obtidos os índices: soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica (T); saturação por bases (V) e a porcentagem de sódio trocável (PST), determinados segundo metodologia de Teixeira et al. (2017).

### 3.11 Análise dos dados

Os dados da sobrevivência de *M. phaseolina* obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância não paramétrica (SHAN; MADDEN, 2004). Os dados de sobrevivência (notas) foram analisados pelo procedimento não paramétrico porque tratamentos não possuíam distribuição gaussiana (normal). Foram submetidos à análise pelo teste F e em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis, a 1% de probabilidade. O *software* utilizado foi o SAS (Sistema de Análise Estatística), Versão 9.2<sup>®</sup>(SAS INSTITUTE, 2005).

As variáveis altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas, pesos fresco e seco da parte aérea foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o *software* de análise estatística Sisvar, versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

Os atributos químicos do solo foram submetidos à análise multivariada, especificamente a Análise de Componentes Principais (STATISTICA, 2004), para distinção dos grupos formados (tratamentos) em função de características químicas semelhantes.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Efeito da simulação da solarização nos experimentos**

Observou-se que nos tratamentos RSS, RSSI e RSSSC ocorreram tendências de maiores temperaturas médias diárias (39,5°C; 39,5°C e 39,0°C), respectivamente, em relação aos demais tratamentos, durante o período da simulação da solarização (Figura 4a).

A associação destas técnicas provavelmente contribuiu para o aumento da temperatura devido ao processo acelerado de decomposição do material vegetal. Isto pode ser explicado devido à maior retenção do calor sob o plástico, associada à fermentação acelerada do material vegetal, que pode ter colaborado para este incremento da temperatura do solo. Os demais tratamentos exibiram temperaturas médias diárias variando de 38,0 a 38,8 °C, durante o período da simulação da solarização. Após o período da simulação da solarização, foi observada redução da temperatura do solo em todos os tratamentos, com temperaturas médias diárias variando de 36,1 a 37,7 °C. O tratamento CONTROLE exibiu a maior temperatura do solo após o período da simulação da solarização, com temperatura média diária de 38, 5 °C (Figura 4b).

Os sistemas de manejo do solo atuam diretamente sobre a temperatura do solo (VIEGA et al., 2010), recebendo influência de vários fatores, tais como intensidade, qualidade e duração da radiação solar; umidade do solo; cobertura vegetal, dentre outros (CARNEIRO et al., 2013). Desta forma, acredita-se que a maior temperatura verificada no tratamento CONTROLE, após o período da simulação da solarização, deve-se à falta de material vegetal no solo, que permitiu maior aquecimento da superfície e, conseqüentemente, o aumento da temperatura. Foi observado comportamento semelhante para ambos os experimentos com relação ao efeito da temperatura no período após a simulação da solarização.

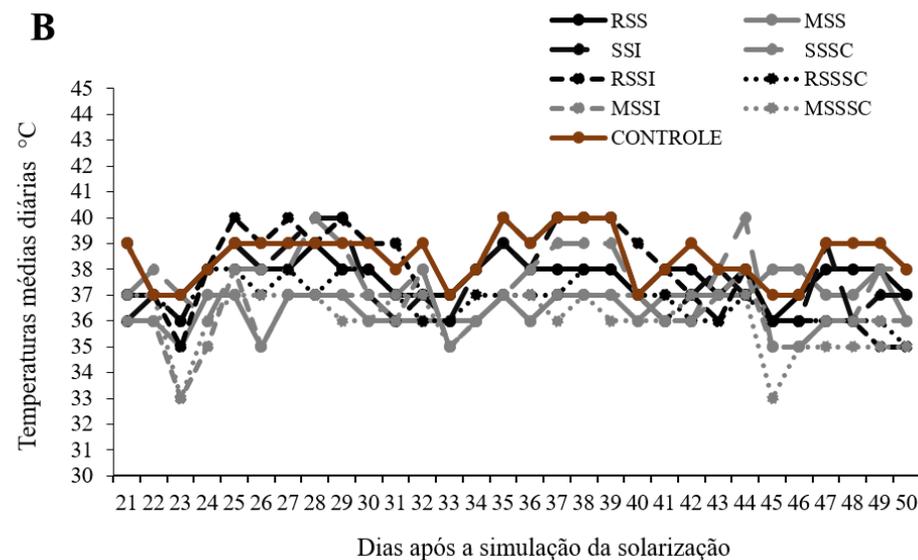
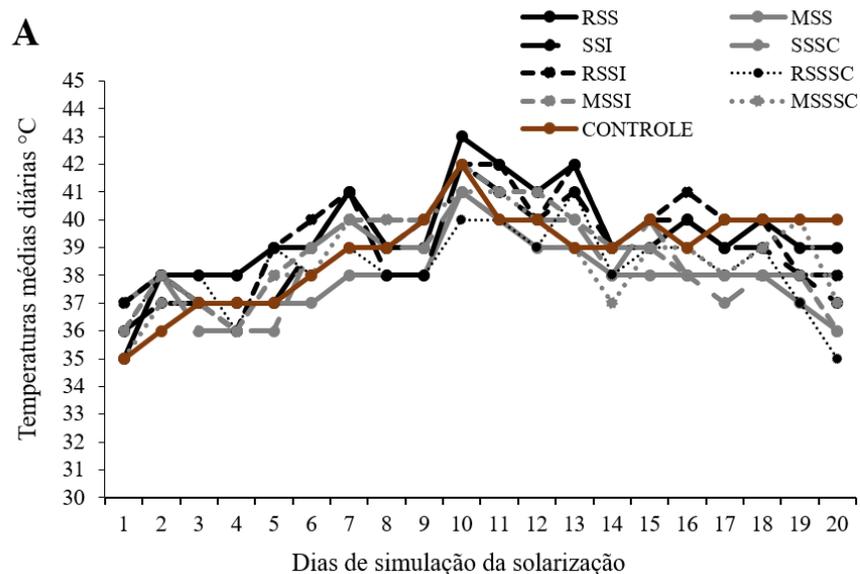


Figura 4. Temperaturas médias diárias às 14h00min durante o período da simulação da solarização (A) e após o período da simulação da solarização (B), no primeiro experimento em casa de vegetação. Mossoró-RN, UFERSA, 2018. RSS = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização; MSS = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização; SSI = Simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; SSSC = Simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; RSSI = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; RSSSC = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; MSSSI = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; MSSSC = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; Controle = Solo sem nenhum tratamento.

## 4.2 Sobrevivência do fungo *M. phaseolina* após o período da simulação da solarização em ambos os experimentos

Observou-se em ambos os experimentos que a prévia incorporação dos materiais vegetais (repolho e mandioca, separadamente), em associação à simulação da solarização, propiciou redução da sobrevivência de *M. phaseolina* (Tabela 2).

Verificou-se a inativação do crescimento do fungo *M. phaseolina* tanto nos tratamentos com incorporação de repolho (RSS, RSSI e RSSSC) quanto nos tratamentos com incorporação de mandioca (MSS, MSSI e MSSSC), no final do experimento (aos 50 dias após a simulação da solarização), sendo estatisticamente iguais, exibindo semelhança de comportamento em ambos os experimentos.

Tabela 2 Sobrevivência (*rank*) de *Macrophomina phaseolina* em solo submetido à incorporação de materiais vegetais associado à simulação da solarização e adição de produtos comerciais em dois experimentos sucessivos de meloeiro. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Tratamentos	Período de avaliação (50 DAS <sup>1</sup> )			
	Experimentos			
	I		II	
	<i>Rank</i> médio	(Média real)	<i>Rank</i> médio	(Média real)
RSS	20,90 b	(1,05)	16,20 b	(0,64)
MSS	13,20 b	(0,35)	12,80 b	(0,65)
SSI	37,10 a	(8,95)	38,20 a	(9,83)
SSSC	37,30 a	(8,87)	34,30 a	(8,13)
RSSI	12,40 b	(0,50)	12,90 b	(0,28)
RSSSC	15,60 b	(0,40)	14,00 b	(0,33)
MSSI	14,40 b	(0,42)	16,50 b	(1,03)
MSSSC	15,50 b	(0,37)	20,60 b	(1,38)
CONTROLE	39,60 a	(9,52)	41,50 a	(10,0)
X <sup>2</sup>	31,22**		31,94**	

X<sup>2</sup>: Médias obtidas através do teste de Kruskal-Wallis, significativo a 1% de probabilidade. Valores referentes à sobrevivência são “*rank*” médios obtidos através da análise não paramétrica (Entre parênteses é o valor da média real de sobrevivência de *M. phaseolina*). RSS = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização; MSS = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização; SSI = Simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; SSSC = Simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; RSSI = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; RSSSC = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; MSSI = Incorporação de mandioca associada à simulação

da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; MSSSC = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; Controle = Solo sem nenhum tratamento.

A associação destas técnicas promoveu a biofumigação, proporcionando aumento da MOS e, conseqüentemente, da atividade microbiana, tendo efeito indireto na supressão da doença (CRUZ et al., 2016; NETO et al., 2016). Um aspecto importante na redução de bactérias e fungos fitopatogênicos em solos com adição de matéria orgânica é o fato de estes microrganismos conseguirem utilizar produtos facilmente assimiláveis (por exemplo, alcoóis simples, ácidos orgânicos ou açúcares), não conseguindo se multiplicar em meios apenas com celulose, ligninas ou substâncias húmicas.

De acordo com Reis (2016), após a decomposição da MOS, ocorre enriquecimento do solo em celulose, ligninas e substâncias húmicas, pobre em matéria orgânica facilmente degradável, de forma que as bactérias e fungos fitopatogênicos ficam em desvantagem diante dos microrganismos saprófitas, ocorrendo, portanto, redução na população dos microrganismos fitopatogênicos. Além do mais, a população total de microrganismos benéficos é relativamente superior à dos patógenos, gerando elevado grau de antagonismo, o que, associado à grande competição trófica, conduz os patógenos à desvantagem (BERTOLDI et al., 1991).

A MOS pode induzir também a supressividade de doenças. É responsável por atuar diretamente nas características biológicas do solo e pode ser utilizada como fonte de energia, nutrientes e carbono para o metabolismo microbiano (SANTOS; CAMARGO, 1999; SILVA et al., 2013). Assim sendo, a incorporação de materiais vegetais proporcionou o incremento da MOS e, conseqüentemente, aumento da população microbiana benéfica, bem como suas relações antagônicas, que propiciaram a redução da densidade de inóculo de patógenos, em virtude da produção de compostos químicos que agem direta ou indiretamente sobre os PHS (LANNA FILHO et al., 2010). O resultado encontrado neste trabalho corrobora os dados obtidos por Ambrósio et al. (2008; 2009) e Wong et al. (2011).

Outros pesquisadores utilizaram a técnica de associar a incorporação de materiais vegetais à simulação da solarização, como Bueno et al. (2008) em microcosmo, Ambrósio et al. (2006) em condições de campo e Basseto et al. (2011), em microcosmo. Tais autores realizaram trabalhos com o objetivo comum de verificar o

controle das estruturas de sobrevivência do fungo, atestando a eficiência da metodologia desenvolvida para produzir e avaliar a sobrevivência de microesclerócios do fungo.

Outra provável explicação para a inativação do fungo *M. phaseolina* nestes tratamentos está associada ao efeito comprovado que espécies brássicas causam durante o processo de decomposição (gases tóxicos). O repolho, assim como outras espécies brássicas, possui em seus tecidos glucosianatos, que, no decorrer do processo de degradação, produzem gases conhecidos como isotiocianatos, tóxicos aos PHS (GIMSING; KIRKEGAARD, 2006).

Quando utilizaram doses de repolho para o controle de *S. rolfsii*, em condições de campo, Silva et al. (2007) observaram redução do percentual de tombamento de plântulas de feijão. Moccellin (2011), avaliando o efeito de espécies de brássicas no controle de PHS, constatou aumento do percentual de emergência de pepino e redução no tombamento de plântulas, havendo o controle de *Pythium aphanidermathum* em condição de casa de vegetação.

Acredita-se também que a inativação do crescimento de *M. Phaseolina* nos tratamentos onde se incorporou mandioca e associou a simulação da solarização pode estar relacionada à toxicidade da mandioca, provocada pela presença de dois glicosídeos cianogênicos, linamarina e lotaustralina metil. O potencial cianogênico das folhas da mandioca é 5 a 20 vezes superior ao das raízes (BOKANGA, 1994). De acordo com Ponte (2001), o enxofre presente em larga quantidade neste material – atrelado à presença de outras substâncias, tais como cetonas, aldeídos, cianalaninas, lectinas e outras proteínas tóxicas, inibidoras de amilases e proteinases – apresenta grande eficiência como agente fungicida.

Outros autores obtiveram resultados semelhantes: Wong et al. (2011), avaliando a sobrevivência de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 em solo submetido à técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca, relataram que a incorporação de mandioca brava e mansa seguida da solarização do solo inativou o *F. oxysporum* f.sp.*lycopersici* Raça 2 até o 7º dia de experimento, mostrando que os dois materiais orgânicos apresentaram o mesmo potencial para erradicação do fungo estudado. Dantas et al. (2013), quando utilizaram a incorporação de diferentes materiais vegetais no controle de patógenos radiculares no meloeiro, observaram que a incorporação da parte aérea da mandioca, sem solarização do solo, proporcionou

redução na incidência da podridão no sistema radicular do meloeiro, após 28 dias de incorporação no solo.

A maior sobrevivência do fungo ocorreu nos tratamentos SSI (simulação da solarização associada à adição do produto IFT-18<sup>®</sup>) e SSC (simulação da solarização associada à adição do produto Soil set<sup>®</sup> e Compost Aid<sup>®</sup>), sendo estatisticamente iguais ao controle (solo sem tratamento), em ambos os experimentos (Tabela 2). Os tratamentos SSI e SSC foram constituídos pela simulação da solarização e adição de produtos comerciais, a base principalmente de *Bacillus subtilis*, onde o efeito do mesmo no controle de PHS como *M. phaseolina* está relacionado à inibição do crescimento micelial destes, através da produção de compostos orgânicos voláteis pela bactéria (GACITÚA *et al.*, 2009).

De acordo com D'Agostino; Morandir (2010), as interações entre os fatores bióticos e abióticos influenciam na atividade de *B. subtilis*. Acredita-se que nos tratamentos SSI e SSC, onde não houve a incorporação de material vegetal ao solo, ocorreu baixa disponibilidade de nutrientes para os microrganismos presentes, pois, a ocorrência e abundância destes em um ambiente são determinadas principalmente pelo incremento da MOS, que beneficia a ciclagem de nutrientes através da decomposição e, propicia condições favoráveis a atividade microbiana (ALTIERI, 2012). Como nos referidos tratamentos não tinham matéria orgânica em maior quantidade, certamente os microrganismos presentes nos produtos não conseguiram se multiplicar no solo e desempenhar as suas funções no controle do patógeno.

O fungo *M. phaseolina* é considerado termotolerante, ou seja, suporta altas temperaturas e, devido à ausência de material vegetal e ao processo de biofumigação (gases tóxicos), encontrou condições favoráveis à sua sobrevivência nos tratamentos onde não houve a incorporação de material vegetal.

Desta forma, foi observado a inativação do crescimento do fungo *M. phaseolina* nos tratamentos com incorporação de material vegetal (RSS, RSSI, RSSSC, MSS, MSSSI e MSSSC) e a sobrevivência do patógeno nos tratamentos sem a incorporação de material vegetal (CONTROLE, SSI e SSSC), (Figura 5).

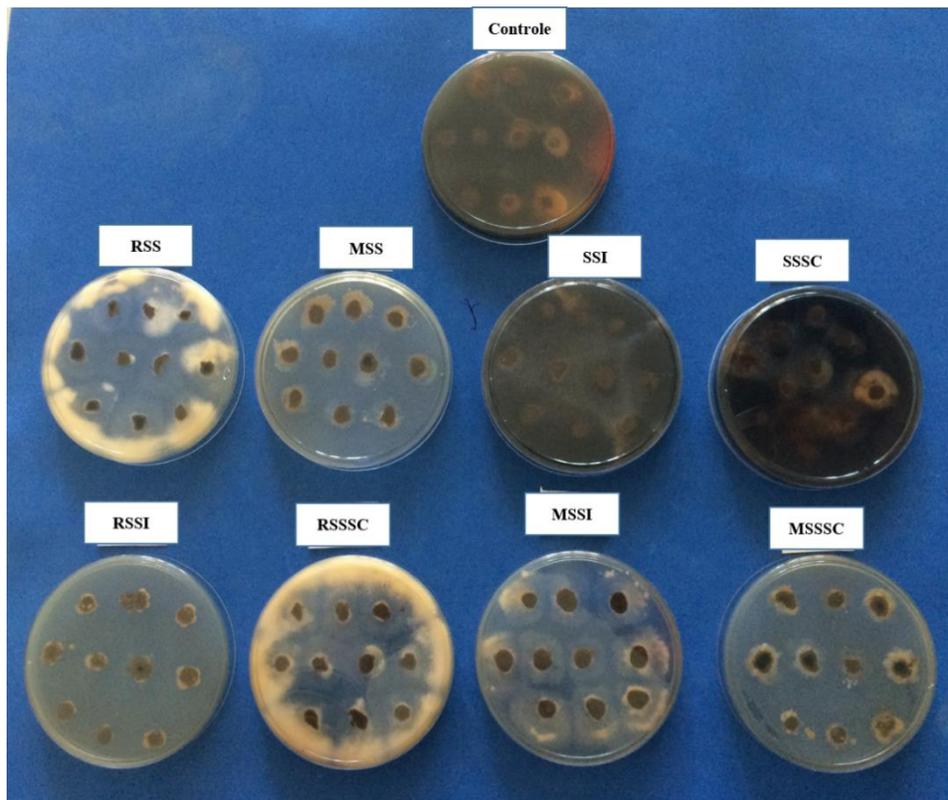


Figura 5. Detalhe do crescimento de *Macrophomina phaseolina* em volta das porções de inóculo plaqueadas em meio RB modificado nos diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018. RSS = Incorporação de repolho associado à simulação da solarização; MSS = Incorporação de mandioca associado a simulação da solarização; SSI = Simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; SSSC = Simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; RSSI = Incorporação de repolho associado a simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; RSSSC = Incorporação de repolho associado a simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; MSSI = Incorporação de mandioca associado a simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; MSSSC = Incorporação de mandioca associado a simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; Controle = Solo sem nenhum tratamento.

Não foi constatada incidência de podridão cinzenta do caule nas plantas de meloeiro, em ambos os experimentos.

### 4.3 Avaliação de crescimento e desenvolvimento de plantas de meloeiro

Houve efeito significativo dos tratamentos (1% de probabilidade pelo teste F) (Tabela 3) nas variáveis de crescimento (altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, peso fresco e seco da parte aérea).

Tabela 3. Resumo da análise de variância de variáveis de crescimento de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

FV	Gl	Quadrado Médio				
		Experimento 1				
		AP <sup>(1)</sup>	DC <sup>(2)</sup>	NF <sup>(3)</sup>	PFA <sup>(4)</sup>	PSA <sup>(5)</sup>
<b>Tratamentos</b>	8	3730,30**	5,98**	729,37**	28022,12**	371,03**
<b>Reps</b>	4	98,25 <sup>NS</sup>	0,94 <sup>NS</sup>	57,87 <sup>NS</sup>	656,32 <sup>NS</sup>	18,65 <sup>NS</sup>
<b>Erro</b>	32	347,40	22,20	73,25	0,86	14,71
<b>CV (%)</b>		15,35	12,68	23,05	15,67	21,86
		Experimento 2				
		AP <sup>(1)</sup>	DC <sup>(2)</sup>	NF <sup>(3)</sup>	PFA <sup>(4)</sup>	PSA <sup>(5)</sup>
<b>Tratamentos</b>	8	2464,29**	5,77**	502,21**	8304,05**	210,03**
<b>Reps</b>	4	169,36 <sup>NS</sup>	1,36 <sup>NS</sup>	11,81 <sup>NS</sup>	29,04 <sup>NS</sup>	1,34 <sup>NS</sup>
<b>Erro</b>	32	258,12	1,60	0,96	77,00	2,28
<b>CV (%)</b>		18,33	15,67	18,42	10,64	10,75

\*\* : Teste F significativo a 1% de probabilidade por Anova; <sup>(1)</sup>Altura de Plantas; <sup>(2)</sup>Diâmetro do caule; <sup>(3)</sup>Número de folhas; <sup>(4)</sup>Peso fresco da parte aérea; <sup>(5)</sup>Peso seco da parte aérea.

Para as variáveis de crescimento das plantas de meloeiro, verificou-se que nos tratamentos RSS, MSS, RSSI, RSSSC, MSSI e MSSSC, com prévia incorporação de material vegetal (repolho e mandioca) ao solo, as médias de altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e peso fresco e seco da parte aérea, foram superiores aos demais.

Em ambos os experimentos, foi observado que aos 30 dias após o transplântio (DAT) os tratamentos RSS, MSS, RSSI, RSSSC, MSSI e MSSSC (Tabela 4) foram estatisticamente iguais, apresentando médias superiores aos demais tratamentos, na altura das plantas.

Tabela 4. Médias de alturas (m) de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

<b>Altura (m) média de plantas de meloeiro</b>						
<b>Tratamentos</b>	<b>Experimento 1</b>			<b>Experimento 2</b>		
	<b>Períodos de avaliação</b>			<b>Períodos de avaliação</b>		
	<b>10 DAT<sup>(1)</sup></b>	<b>20 DAT</b>	<b>30 DAT</b>	<b>10 DAT</b>	<b>20 DAT</b>	<b>30 DAT</b>
<b>RSS</b>	0,18 a	0,57 a	1,41 a	0,16 a	0,92 a	1,10 a
<b>MSS</b>	0,15 b	0,67 a	1,42 a	0,14 a	0,79 a	0,95 a
<b>SSI</b>	0,12 b	0,35 b	1,15 a	0,11 b	0,43 b	0,63 b
<b>SSSC</b>	0,08 c	0,17 b	0,65 c	0,09 b	0,38 b	0,54 b
<b>RSSI</b>	0,18 a	0,62 a	1,42 a	0,16 a	0,82 a	0,94 a
<b>RSSSC</b>	0,18 a	0,49 a	1,34 a	0,18 a	0,96 a	1,15 a
<b>MSSI</b>	0,13 b	0,64 a	1,41 a	0,13 a	0,82 a	1,00 a
<b>MSSSC</b>	0,13 b	0,60 a	1,22 a	0,13 a	0,73 a	0,96 a
<b>Controle</b>	0,14 b	0,25 b	0,91 b	0,11 b	0,55 b	0,63 b

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). <sup>(1)</sup>

DAT = Dias após o transplante. RSS = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização; MSS = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização; SSI = Simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; SSSC = Simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; RSSI = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; RSSSC = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; MSSI = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; MSSSC = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; Controle = Solo sem nenhum tratamento.

Estes tratamentos são compostos pela incorporação de material vegetal (repolho e mandioca) associado à simulação da solarização e adição de produtos comerciais (fertilizantes foliares). Acredita-se que o resultado obtido pode estar relacionado à decomposição do material vegetal, fonte de nutrientes para o solo, pois esta decomposição resulta na mineralização dos nutrientes dos tecidos das plantas incorporadas (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

Tanto nos tratamentos com incorporação de repolho (RSS, RSSI e RSSSC) quanto com incorporação de mandioca (MSS, MSSI e MSSSC), percebeu-se comportamento semelhante para as médias de alturas de plantas, tendo estes tratamentos médias superiores aos demais. Dawar et al. (2010), avaliando o potencial de biocontrole

de fungos radiculares patogênicos na cultura do feijoeiro, por *B. subtilis*, *B. thuringiensis* e *B. cereus*, *in vivo*, perceberam que o uso no solo proporcionou aumento de comprimento de plantas e de peso da parte aérea e radicular das plântulas.

Acredita-se que o bom desenvolvimento das plantas de meloeiro nos tratamentos onde se incorporou repolho e mandioca tenha ocorrido devido principalmente à presença de nutrientes como cálcio e fósforo, nutrientes responsáveis pelo crescimento das plantas.

O tratamento SSI também exibiu média superior de altura de plantas aos 30 DAT, igualando-se aos tratamentos anteriormente citados. Este tratamento é resultante da simulação da solarização com a adição do produto biológico IFT-18<sup>®</sup>.

No primeiro experimento, o tratamento SSSC demonstrou média inferior de altura de plantas nas três avaliações, e aos 30 DAT demonstrou média inferior ao controle, sendo o tratamento com menor média de altura de plantas. Acredita-se que devido à falta de incorporação de material vegetal ao solo tenha ocorrido menor mineralização da MOS, influenciando a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento das plantas.

No segundo experimento, os tratamentos SSI e SSSC exibiram médias inferiores aos demais tratamentos, e na avaliação realizada aos 30 DAT foram estatisticamente iguais ao controle. Nestes tratamentos, realizou-se apenas a simulação da solarização com a adição dos produtos comerciais, percebendo-se redução na altura de plantas, com médias inferiores às demais. Este comportamento também foi observado no primeiro experimento.

Foi verificado que nos tratamentos onde houve a adição dos produtos comerciais sem adição de material vegetal, houve menor desenvolvimento das plantas de meloeiro, com menores médias de altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas e peso fresco e seco da parte aérea.

Almeida et al. (2012), avaliando diferentes substratos no desenvolvimento de plantas de meloeiro, obtiveram resultados semelhantes ao deste trabalho. Aos 28 dias após o transplântio, os autores perceberam que nos tratamentos sem incorporação de material vegetal ocorreram médias inferiores de altura de plantas.

Em relação ao diâmetro do caule (Tabela 5), em ambos os experimentos, os tratamentos (RSS, MSS, RSSI, RSSSC, MSSSI e MSSSC) nos quais houve a

incorporação de material vegetal (repolho e mandioca) foram estatisticamente iguais, apresentando médias superiores aos demais tratamentos.

Tabela 5. Médias de diâmetro do caule (mm) de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Tratamentos	Médias do diâmetro do caule (mm) de plantas de meloeiro					
	Períodos de avaliação					
	Experimento 1			Experimento 2		
	10 DAT <sup>(1)</sup>	20 DAT	30 DAT	10 DAT	20 DAT	30 DAT
<b>RSS</b>	5,0 a	6,9 a	7,1 a	3,27 a	7,18 a	8,49 a
<b>MSS</b>	4,9 a	6,8 a	7,6 a	3,20 a	6,18 a	7,26 a
<b>SSI</b>	4,4 a	5,6 b	6,2 b	2,82 a	5,83 b	4,94 b
<b>SSSC</b>	3,2 b	4,1 c	4,4 c	2,45 b	4,84 c	5,75 b
<b>RSSI</b>	5,3 a	6,7 a	7,4 a	3,09 a	6,42 a	7,48 a
<b>RSSSC</b>	4,9 a	6,1 a	7,4 a	3,51 a	6,27 a	7,26 a
<b>MSSI</b>	4,5 a	6,5 a	7,7 a	3,13 a	6,42 a	7,52 a
<b>MSSSC</b>	4,6 a	6,3 a	6,9 a	2,91 a	6,25 a	7,49 a
<b>CONTROLE</b>	4,5 a	5,1 b	5,4 c	2,11 b	5, 51 b	6,42 b

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). DAT = Dias após o transplante. RSS = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização; MSS = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização; SSI = Simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; SSSC = Simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; RSSI = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; RSSSC = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; MSSI = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; MSSSC = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; Controle = Solo sem nenhum tratamento.

Este comportamento também foi observado por Malta et al. (2017), sendo justificado pela incorporação de materiais vegetais ao solo. Estes autores obtiveram resultados semelhantes ao deste trabalho, onde os tratamentos com incorporação de fontes de matéria orgânica (esterco caprino) ao solo demonstraram médias superiores de diâmetro do caule, comparados aos demais.

Os tratamentos SSI e SSSC exibiram as menores médias de diâmetro do caule em ambos os experimentos, sendo estatisticamente iguais ao controle. Nestes tratamentos, realizou-se apenas a simulação da solarização com a adição dos produtos comerciais (fertilizante foliar), comportamento que se repetiu, sendo semelhante às médias para altura de plantas. Acredita-se que a ausência de incorporação de material vegetal nestes tratamentos tenha influenciado diretamente nestas variáveis do meloeiro, pois os microrganismos presentes, embora sejam conhecidos como promotores de

crescimento de plantas, não tiveram condições de expressar seu potencial em virtude da falta de matéria orgânica no solo.

Quanto ao número de folhas (Tabela 6), em ambos os experimentos, os tratamentos (RSS, MSS, RSSI, RSSSC, MSSSI e MSSSC) onde houve a incorporação de material vegetal (repolho e mandioca) foram estatisticamente iguais, apresentando médias superiores aos demais tratamentos. Estes tratamentos também apresentaram médias superiores de altura de plantas, o que justifica a maior quantidade de folhas.

Tabela 6. Médias do número de folhas de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Tratamentos	Número de folhas de plantas de Meloeiro					
	Experimento 1			Experimento 2		
	Períodos de avaliação			Períodos de avaliação		
	10 DAT <sup>(1)</sup>	20 DAT	30 DAT	10 DAT	20 DAT	30 DAT
<b>RSS</b>	5,0 a	16,0 a	47,6 a	5,8 a	25,2 b	35,8 a
<b>MSS</b>	4,4 a	17,0 a	45,6 a	6,0 a	29,4 a	39,8 a
<b>SSI</b>	3,4 b	9,0 b	34,6 a	4,4 b	15,2 d	23,2 b
<b>SSSC</b>	2,2 c	4,6 b	14,4 b	4,2 b	10,6 e	15,8 c
<b>RSSI</b>	5,2 a	16,2 a	43,8 a	6,4 a	27,8 a	40,6 a
<b>RSSSC</b>	4,6 a	12,6 a	35,6 a	6,8 a	26,4 a	37,2 a
<b>MSSI</b>	3,8 b	17,0 a	43,2 a	5,4 a	28,2 a	39,6 a
<b>MSSSC</b>	3,8 b	16,4 a	38,6 a	5,0 b	21,8 c	34,6 a
<b>Controle</b>	3,8 b	6,2 b	17,2 b	4,0 b	12,0 e	17,0 c

Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). DAT = Dias após o transplantio. RSS = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização; MSS = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização; SSI = Simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; SSSC = Simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; RISSI = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; RSSSC = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; MSSSI = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; MSSSC = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; Controle = Solo sem nenhum tratamento.

No primeiro experimento, o tratamento SSI também demonstrou média do número de folhas superior aos 30 DAT, sendo estatisticamente igual aos tratamentos com incorporação de materiais vegetais. O tratamento SSSC, em ambos os experimentos, exibiu médias inferiores aos demais, sendo estatisticamente iguais ao controle. Da mesma maneira, este tratamento exibiu média inferior aos demais tratamentos para altura de plantas, comprovando a menor quantidade de folhas.

De acordo com a Tabela 7, em ambos os experimentos, os tratamentos RSS, MSS, RSSI, RSSC, MSSI e MSSSC, onde houve a incorporação de material vegetal (repolho e mandioca), apresentaram médias superiores aos demais tratamentos no peso fresco e seco da parte aérea, na avaliação realizada aos 40 DAT, sendo estatisticamente iguais. Acredita-se que este resultado tenha ocorrido devido à incorporação de materiais vegetais ao solo e, conseqüentemente, incremento de matéria orgânica, proporcionando o aumento dos pesos fresco e seco da parte aérea das plantas de meloeiro.

Tabela 7. Médias dos pesos fresco e seco da parte aérea de plantas de meloeiro sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

<b>Médias dos pesos fresco e seco (g) da parte aérea das plantas de melão</b>				
<b>Tratamentos</b>	<b>Experimento 1</b>		<b>Experimento 2</b>	
	<b>PFA<sup>(1)</sup></b>	<b>PSPA<sup>(2)</sup></b>	<b>PFA</b>	<b>PSPA</b>
<b>RSS</b>	234,6 a	20,4 a	129,0 a	20,2 a
<b>MSS</b>	256,8 a	26,3 a	98,0 a	18,0 a
<b>SSI</b>	150,1 c	12,6 b	44,6 b	6,8 b
<b>SSSC</b>	41,0 e	3,0 c	20,7 b	4,9 b
<b>RSSI</b>	224,7 a	22,6 a	124,8 a	18,4 a
<b>RSSSC</b>	171,8 b	15,1 b	104,4 a	18,5 a
<b>MSSI</b>	239,4 a	24,0 a	107,0 a	17,8 a
<b>MSSSC</b>	238,1 a	26,9 a	83,8 a	17,0 a
<b>CONTROLE</b>	96,9 d	6,9 c	30,0 b	4,8 b

<sup>(1)</sup> Peso fresco da parte aérea; <sup>(2)</sup> Peso seco da parte aérea. Médias seguidas pela mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). RSS = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização; MSS = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização; SSI = Simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; SSSC = Simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; RSSI = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; RSSSC = Incorporação de repolho associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; MSSI = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto IFT-18<sup>®</sup>; MSSSC = Incorporação de mandioca associada à simulação da solarização e adição do produto Soil set<sup>®</sup> + Compost Aid<sup>®</sup>; Controle = Solo sem nenhum tratamento.

Assim como o presente trabalho, Martins et al. (2011) obtiveram bons resultados quando estudaram a produção agroecológica de mudas de pepino com substratos alternativos (esterco bovino, areia e casca de árvore) e as médias do peso fresco e seco da parte aérea foram superiores aos demais tratamentos.

No segundo experimento, os tratamentos SSI e SSSC foram estatisticamente iguais ao controle, exibindo médias inferiores do peso fresco e seco da parte aérea dos demais. Nestes tratamentos, realizou-se apenas a simulação da solarização com a adição dos produtos comerciais (fertilizante foliar). Acredita-se que este comportamento esteja diretamente relacionado à falta de incorporação de material vegetal ao solo. Demonstrando resultados semelhantes ao deste trabalho, Malta et al. (2017) obtiveram menores médias para todas as variáveis (altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas, peso fresco e seco radicular), nos tratamentos onde não se incorporou material orgânico ao solo (0% de esterco caprino).

#### **4.4 Caracterização dos atributos químicos do solo**

Ao avaliar os atributos químicos do solo nos tratamentos estudados, observa-se que os valores médios de pH (Tabela 9) de ambos os experimentos demonstram reação fracamente ácida, apresentando valores médios de pH menores que 7,0 (Tabela 10). Percebeu-se, em ambos os experimentos, diferença do solo sem tratamento (CONTROLE), quando comparado aos demais, tendo apresentado menor valor de pH, expressando caráter mais ácido, o que pode ser justificado pela ausência dos tratamentos.

Este caráter fracamente ácido encontrado no pH do solo após a aplicação dos tratamentos pode se dever à adição de material vegetal ao solo, na medida em que a decomposição da matéria orgânica (folhas, galhos, compostagem e demais resíduos vegetais) na camada superficial, produz ácidos orgânicos, que são influenciadores da acidez do solo. Silva (2018), estudando a caracterização e aptidão agrícola de solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu, observou valores de pH em torno de 6,4 a 7,4 em água de um Cambissolo Háplico da mesma região estudada.

A condutividade elétrica (CE) diz respeito à medida da capacidade dos íons presentes na água transportarem eletricidade, crescendo proporcionalmente ao aumento da concentração de sais (OLIVEIRA, 2016). Com relação a este atributo, de modo

geral, observou-se aumento em relação ao valor inicial ( $0,29 \text{ dS m}^{-1}$ ), após a aplicação dos tratamentos. Verificou-se no primeiro experimento (Tabela 9) que os valores médios de CE exibiram semelhança nos tratamentos RSS, MSS, SSI, RSSI, RSSSC, MSSSI e MSSSC, com média de  $0,44$  a  $0,58 \text{ dS m}^{-1}$ . Foram encontrados valores próximos a estes por Oliveira (2016), em solos sob sistema agroecológico, com valores médios de  $0,43$  a  $0,54 \text{ dS m}^{-1}$ . O tratamento SSSC apresentou valor médio inferior aos demais tratamentos ( $0,33 \text{ dS m}^{-1}$ ), inclusive ao controle. No segundo experimento (Tabela 10), observou-se semelhança de comportamento nos valores médios de CE tanto nos tratamentos com incorporação de material vegetal quanto no tratamento SSSC. Provavelmente, esse aumento nos teores da CE ocorreu por influência da água utilizada na irrigação dos experimentos, que auxilia na adição de sais solúveis ao sistema.

Houve incremento significativo do carbono orgânico total (COT) em todos os tratamentos, até mesmo no solo sem tratamento (CONTROLE), tanto no primeiro experimento (Tabela 9) quanto no segundo experimento (Tabela 10). No primeiro experimento, é possível observar este considerável aumento quando comparado aos teores médios ( $53,98$  a  $76,76 \text{ g kg}^{-1}$ ) obtidos após a realização dos experimentos, com o teor ( $2,07 \text{ g kg}^{-1}$ ) obtido na análise inicial do solo. No segundo experimento (Tabela 10), foi observado aumento significativo nos teores médios de COT ( $51,20$  a  $74,64 \text{ g kg}^{-1}$ ), quando comparados ao teor inicial ( $2,07 \text{ g kg}^{-1}$ ), demonstrando comportamento semelhante ao primeiro experimento. A entrada de carbono no solo está relacionada principalmente ao aporte de resíduos vegetais, liberação de exsudados radiculares, lavagem de constituintes solúveis da planta pela água e transformação desses materiais carbonados pelos macro e microrganismos do solo (SILVA; MENDONÇA, 2007). De acordo com Khorramdel et al. (2013), o manejo adotado nos sistemas agrícolas exerce grande influência nos estoques de MOS, podendo diminuir, manter ou aumentar esses estoques comparados à vegetação nativa.

Desta forma, analisando áreas com e sem aplicação de material orgânico (esterco) em propriedades de agricultura familiar, no Agreste da Paraíba, Galvão et al. (2008) observaram que o teor médio de COT das áreas adubadas foi quase o dobro das não adubadas. Isto corrobora os dados encontrados, na medida em que se constatou que os tratamentos com incorporação de material vegetal sofreram incremento maior de COT em relação aos tratamentos sem incorporação (Tabelas 9 e 10).

Em relação ao teor de P disponível nos tratamentos estudados, observou-se incremento significativo (três vezes mais) nos tratamentos onde houve a incorporação de material vegetal, em relação ao valor inicial ( $101,0 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Estes elevados teores de P no primeiro experimento ( $330,94$  a  $364,75 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e no segundo experimento ( $339,92$  a  $377,46 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Tabelas 9 e 10) estão diretamente relacionados à incorporação de restos culturais de repolho e mandioca, que podem estar sendo responsáveis pela adição de P ao solo. De acordo com Pavinato; Rosolem (2008), o fósforo na forma orgânica é encontrado quando a quantidade de matéria orgânica é elevada e o pH está baixo. Portanto, isto explica o comportamento observado, pois houve aumento significativo do COT (matéria orgânica do solo) e verificou-se valores baixos de pH (tendência a acidez do solo) (Tabelas 9 e 10). Marinho (2014) encontrou maiores teores de P disponível em áreas de pomar, devido principalmente ao aporte de material orgânico tanto pela serapilheira nesta área (foi vista no local grande quantidade de folhas secas e sementes dos frutos embaixo das copas das árvores) quanto pelo esterco de animais que possuem livre acesso ao pomar no sistema extensivo de criação animal.

Estudos mostram o efeito benéfico de plantas de cobertura (adubação verde) nas propriedades edáficas e na produtividade e bom desempenho das culturas, decorrentes da ciclagem de nutrientes e da decomposição da palhada (BOER et al., 2007; TORRES et al., 2008; PEREIRA et al., 2010). Conforme Loss et al. (2007), os sistemas de manejo do solo associados a diversas práticas agrícolas – como adubação verde, rotação de culturas – promovem alterações significativas na dinâmica da MOS.

Acredita-se ainda que outro motivo tenha influenciado no aumento significativo de COT e de P disponível em todos os tratamentos de ambos os experimentos: a prévia incorporação de substrato comercial (Tropstrato HA hortaliças), utilizado no enchimento dos vasos, que possuía em sua composição adição de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, macro e micronutrientes, além dos materiais vegetais incorporados ao solo. Assim, na medida em que aumenta a matéria orgânica ao solo, ocorre o aumento de formas mais lábeis de P, diminuindo a adsorção e, conseqüentemente, aumentando a disponibilidade de P às plantas (MARINHO, 2014).

Os menores teores médios de COT e P foram encontrados nos tratamentos SSI, SSSC e CONTROLE, tanto no primeiro (Tabela 9) quanto no segundo experimentos

(Tabela 10), considerando, portanto, que se deveu à falta de material vegetal no solo, comparando com os demais tratamentos.

O carbono lábil (CL) é um dos compartimentos da matéria orgânica do solo que apresentam alta taxa de decomposição e curto período de permanência no solo, tendo como principal função fornecer nutrientes às plantas por meio da mineralização e C aos microrganismos do solo (SILVA; MENDONÇA, 2007). Assim sendo, observou-se que os teores médios de CL se comportaram de forma parecida entre os tratamentos, variando de 1,32 a 1,61 g kg<sup>-1</sup> no primeiro experimento (Tabela 8) e de 1,36 a 1,66 g kg<sup>-1</sup> no segundo experimento (Tabela 9). É possível perceber que os diferentes tratamentos não influenciaram a labilidade do carbono no sistema solo.

Segundo Lucena et al. (2017), a acidez potencial (H+Al) corresponde às substâncias ou aos compostos que liberam íons para a solução do solo (i.e., oxidação de compostos sulfurados e solos ácidos sulfatados), causando acidificação do meio. Houve aumento nos valores de H+Al, em relação ao valor inicial (0,66 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>), em ambos os experimentos, o que corrobora os valores médios de pH. No primeiro experimento (Tabela 9), os valores médios de H+Al foram de 2,81 a 3,20 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; no segundo experimento (Tabela 10), foram de 1,82 a 3,23 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>. Isto pode ser explicado pela relação entre pH e a acidez potencial: quanto menor for o pH do solo, maior será sua acidez potencial. Acredita-se também que este aumento da acidez potencial tenha ocorrido devido à liberação dos ácidos orgânicos por parte dos microrganismos.

Com relação aos teores de potássio, sódio, cálcio e magnésio no solo, observou-se que após a aplicação dos tratamentos em ambos os experimentos, houve redução dos teores médios de K<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup> e incremento dos teores médios de Na<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. Ocorreu atenuação nos teores de K<sup>+</sup> em comparação ao valor inicial (0,85 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) e de Ca<sup>+</sup> (1,90 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>), comportamento observado tanto no primeiro (Tabela 9) quanto no segundo (Tabela 10) experimentos, explicável pelo processo de imobilização, tanto pelos microrganismos quanto pelas plantas, influenciando ainda a diminuição da saturação por bases (V%). A imobilização destes macronutrientes pode ter sido causada pela introdução do fungo *M. phaseolina* e de bactérias promotoras de crescimento (*B. subtilis*), promovendo o aumento da população de microrganismos do solo. Outra explicação seria a maior absorção deste atributo por partes das plantas de meloeiro, uma vez que este nutriente participa diretamente da formação das raízes das plantas. De acordo com Santos et al. (2017), em solos com tendência à acidez o Ca<sup>+</sup> é perdido pelo

processo de lixiviação e também pode ser absorvido pelas culturas ou perdido pela erosão das partículas, o que corrobora os dados encontrados no trabalho.

Houve incremento nos teores médios de  $Mg^{2+}$  e  $Na^+$  quando comparados ao valor inicial ( $0,50 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e  $Na^+ 0,87 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , respectivamente). Este desempenho pode estar relacionado à adição do substrato comercial aos tratamentos, podendo ter contribuído para este acréscimo, até mesmo nos tratamentos sem incorporação de material vegetal (SSI, SSSC e CONTROLE). Foi observada semelhança de comportamento destes cátions em ambos os experimentos.

Em função da magnitude de cada fluxo no sistema solo, água, matéria orgânica e microrganismos, pode-se ter um resultado líquido positivo (mineralização) ou negativo (imobilização) dentro de um dado período (SIQUEIRA NETO et al., 2010). Em outras palavras, os processos de mineralização e imobilização ocorrem simultaneamente, o que explica os resultados obtidos.

Houve aumento nos valores médios de T (capacidade de troca catiônica), em comparação ao valor da amostra inicial ( $3,66 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ). No primeiro experimento (Tabela 9), os teores médios de T foram de  $6,97$  a  $7,72 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  e no segundo experimento (Tabela 10) foram de  $6,21$  a  $7,70 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Percebeu-se que a maior parte do solo está ocupada com cátions essenciais ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $K^+$ ), sendo considerado um solo adequado para a nutrição das plantas (RONQUIM, 2010). Outra possível explicação seria o aumento da acidez potencial (Tabela 9 e 10), que observamos após a aplicação dos tratamentos, corroborando os valores da capacidade de troca catiônica.

Ocorreu redução nos valores médios de V (saturação por bases), quando confrontados com o valor exordial (82,0 %). No primeiro experimento (Tabela 9), os valores médios de V foram de 54,85 a 62,60% e no segundo experimento (Tabela 10), de 57,92 a 72,43 %. Sabendo que a V representa a participação das bases trocáveis, este comportamento pode ser explicado em virtude da redução das bases trocáveis ( $Ca^{2+}$  e  $K^+$ ), pela imobilização tanto pelos microrganismos quanto pelas plantas. Mesmo ocorrendo redução nos valores de V em ambos os experimentos, percebeu-se que, após a aplicação dos tratamentos, o solo apresentou saturação de bases altas ( $\geq 50\%$ ), sendo considerado eutrófico.

Ocorreu incremento nos valores médios de PST (percentual de sódio trocável), quando comparados com o valor inicial (10,0 %). No primeiro experimento (Tabela 9), os valores médios de PST foram de 10,96 a 15,74 % e no segundo experimento (Tabela

10) foram de 10,81 a 17,09 %. Isto pode ser explicado pelo aumento de  $\text{Na}^+$  no solo após a aplicação dos tratamentos, em ambos os experimentos.

Tabela 8. Atributos químicos da amostra de solo coletado na fazenda Bom Jesus, na região de Baraúna-RN. Mossoró-RN, UFERSA, 2017.

AMOSTRA	pH	CE	COT <sup>(1)</sup>	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(H+Al)	T <sup>(2)</sup>	SB <sup>(3)</sup>	V <sup>(4)</sup>	PST <sup>(5)</sup>
	H <sub>2</sub> O	dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>								%
	6,10	0,29	2,07	101,0	0,85	0,87	1,90	0,50	0,66	3,66	3,00	82,0	10,0

<sup>(1)</sup> Carbono Orgânico Total; <sup>(2)</sup> Capacidade de troca catiônica; <sup>(3)</sup> Soma de bases; <sup>(4)</sup> Saturação por bases; <sup>(5)</sup> Percentual de sódio trocável.

Tabela 9. Atributos químicos do solo do primeiro experimento avaliados sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

TRATAMENTOS	Ph	CE	COT <sup>(1)</sup>	CL <sup>(2)</sup>	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(H+Al)	T <sup>(3)</sup>	SB <sup>(4)</sup>	V <sup>(5)</sup>	PST <sup>(6)</sup>
	H <sub>2</sub> O	dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>		mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>							%	
<b>RSS</b>	6,07	0,48	63,03	1,61	364,75	0,76	1,05	0,76	1,69	3,03	7,28	4,26	58,49	14,38
<b>MSS</b>	6,52	0,46	71,03	1,46	360,10	0,99	1,15	0,78	1,95	2,81	7,72	4,83	62,60	15,74
<b>SSI</b>	6,03	0,36	57,53	1,41	315,57	0,64	1,01	0,74	1,85	3,18	7,46	4,28	57,39	14,58
<b>SSSC</b>	6,09	0,33	58,20	1,65	316,09	0,62	0,82	0,65	1,74	3,02	6,97	3,83	54,85	10,96
<b>RSSI</b>	6,08	0,58	65,22	1,37	330,94	0,79	1,11	0,58	1,70	3,18	7,43	4,18	56,30	14,74
<b>RSSSC</b>	6,13	0,54	64,71	1,32	351,25	0,84	1,01	0,66	1,77	3,13	7,47	4,34	58,05	13,73
<b>MSSI</b>	6,49	0,44	75,12	1,41	350,42	0,96	1,07	0,70	1,80	2,85	7,43	4,51	60,72	14,14
<b>MSSSC</b>	6,70	0,45	74,55	1,43	349,29	0,98	0,96	0,72	1,75	2,93	7,17	4,20	58,63	13,33
<b>Controle</b>	5,99	0,35	59,75	1,35	292,73	0,70	0,94	0,70	1,56	3,20	7,06	3,90	55,48	13,30

<sup>(1)</sup> Carbono Orgânico Total; <sup>(2)</sup> Carbono lábil; <sup>(3)</sup> Capacidade de troca catiônica; <sup>(4)</sup> Soma de bases; <sup>(5)</sup> Saturação por bases; <sup>(6)</sup> Percentual de sódio trocável.

Tabela 10. Atributos químicos do solo do segundo experimento avaliados sob efeito de diferentes tratamentos. Mossoró-RN, UFRSA, 2018.

TRATAMENTOS	pH	CE	COT <sup>(1)</sup>	CL <sup>(2)</sup>	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	(H+Al)	T <sup>(3)</sup>	SB <sup>(4)</sup>	V <sup>(5)</sup>	PST <sup>(6)</sup>
	H <sub>2</sub> O	dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>					%			
<b>RSS</b>	6,52	0,49	62,68	1,51	361,53	0,76	1,02	0,72	1,71	2,65	6,76	4,12	60,95	14,85
<b>MSS</b>	6,44	0,45	71,09	1,65	377,46	0,99	1,13	0,75	1,93	1,82	6,55	4,75	72,43	17,09
<b>SSI</b>	6,00	0,36	50,20	1,59	312,53	0,60	1,21	0,75	1,83	2,94	7,32	4,38	59,76	15,42
<b>SSSC</b>	6,11	0,34	51,20	1,37	315,83	0,57	0,69	0,72	1,68	2,41	6,21	3,81	61,32	10,81
<b>RSSI</b>	6,08	0,58	61,14	1,37	352,94	0,76	1,06	0,64	1,74	2,69	6,97	4,27	61,27	15,04
<b>RSSSC</b>	6,12	0,54	62,46	1,66	352,81	0,74	1,04	0,60	1,78	2,45	6,58	4,14	62,90	15,63
<b>MSSI</b>	6,21	0,44	74,64	1,36	354,81	0,73	1,09	0,71	1,77	2,47	6,61	4,56	69,06	16,87
<b>MSSSC</b>	6,23	0,45	74,58	1,61	339,92	0,68	1,07	0,70	1,71	2,33	7,70	4,46	57,92	13,92
<b>CONTROLE</b>	5,74	0,35	53,08	1,31	298,73	0,70	0,96	0,79	1,66	3,23	7,26	4,02	55,30	13,41

<sup>(1)</sup> Carbono Orgânico Total; <sup>(2)</sup> Carbono lábil; <sup>(3)</sup> Capacidade de troca catiônica potencial; <sup>(4)</sup> Soma de bases; <sup>(5)</sup> Saturação por bases; <sup>(6)</sup> Percentual de sódio trocável.



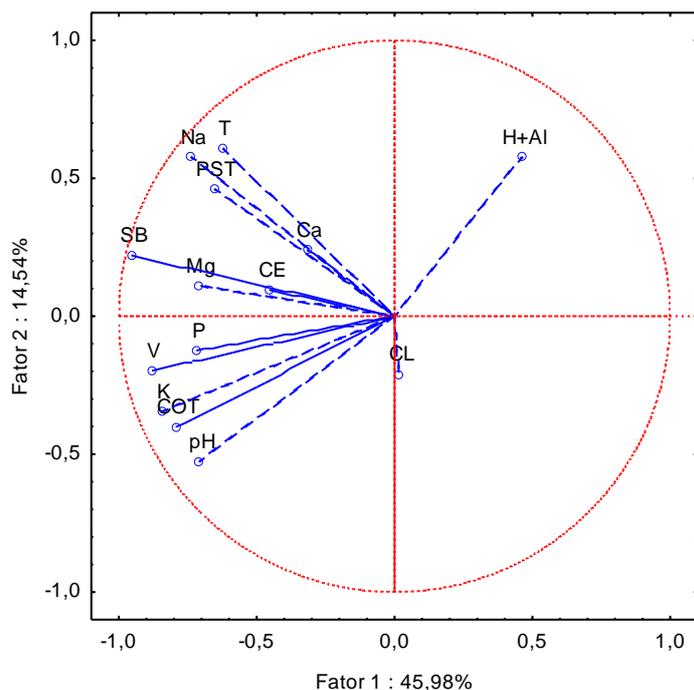


Figura 7. Diagrama de projeção dos vetores dos atributos do solo dos diferentes tratamentos estudados em ambos os experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Esta análise permite confirmar a influência dos atributos químicos em diferenciar os tratamentos que foram avaliados. Observando o diagrama de projeção dos vetores (Figura 8) e os respectivos coeficientes de correlação (Tabela 11), compreende-se que os atributos que mais influenciaram na distinção destes tratamentos foram: pH, Mg, Na, K, P, COT, SB e T para o fator 1, que explicam 45,98% da variância, ou seja, estes atributos foram mais sensíveis na distinção dos diferentes tratamentos. Por sua vez, o fator 2, explicando 14,54 % da variância, mostra que nenhum atributo influenciou para a distinção dos tratamentos.

Ao relacionar os grupos formados no diagrama de projeção e os resultados obtidos pelos tratamentos no controle de *M. phaseolina*, observou-se que os tratamentos mais eficientes estão em um mesmo grupo (RSS, RSSI e RSSSC). Isto pode indicar que as condições edáficas observadas nestes tratamentos auxiliaram no controle do patógeno.

Tabela 11. Coeficientes de correlação dos componentes principais (Fatores 1 e 2) para os atributos do solo dos diferentes tratamentos estudados em ambos os experimentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

<b>Variável</b>	<b>Fator 1 <sup>(1)</sup></b>	<b>Fator 2 <sup>(1)</sup></b>
<b>pH</b>	<b>-0,71</b>	-0,53
<b>CE</b>	-0,45	0,09
<b>Ca</b>	-0,32	0,24
<b>Mg</b>	<b>-0,72</b>	0,11
<b>Na</b>	<b>-0,74</b>	0,58
<b>K</b>	<b>-0,85</b>	-0,35
<b>P</b>	<b>-0,72</b>	-0,13
<b>H+Al</b>	0,46	0,57
<b>COT</b>	<b>-0,79</b>	-0,41
<b>CL</b>	0,02	-0,21
<b>SB</b>	<b>-0,95</b>	0,23
<b>V</b>	-0,62	0,61
<b>T</b>	<b>-0,88</b>	-0,20
<b>PST</b>	-0,65	0,46
<b>Variância Total (%)</b>	45,98	14,54
<b>Variância acumulada (%)</b>	45,98	60,52

<sup>(1)</sup>Fatores  $\geq|0,70|$  são significativos (Manly, 1994)

## 5 CONCLUSÕES

A incorporação de material vegetal (repolho e mandioca), associada à simulação da solarização e uso de produtos comerciais, foi eficiente no controle de *M. phaseolina*, em condições de casa de vegetação, propiciando maior desenvolvimento de plantas.

A simulação da solarização do solo e uso de produtos comerciais sem adição de material vegetal não inativaram *M. phaseolina* em condições controladas e proporcionaram menor desenvolvimento de plantas.

Houve aumento no teor de P disponível, carbono orgânico total e dos atributos Mg e Na, nos tratamentos onde foram incorporados materiais vegetais.

Os atributos químicos mais sensíveis na distinção dos tratamentos avaliados foram pH, Mg, Na, K, P, COT, SB e V.

É possível relacionar os tratamentos com maior eficiência no controle de *M. phaseolina* às suas características edáficas semelhantes.

## 6 REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento** Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 20 nov. 2018.

ALMEIDA, M. V. C.; CARDOSO, R. A.; TAGLIARI, M.; GASPAROTTO, F. Influência de diferentes substratos no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado. In: VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, 2012, 10., Maringá, **Anais eletrônicos**, Maringá: CESUMAR, 2012. Disponível em: <[http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi\\_mostra/marlon\\_vinicius\\_goncalves\\_almeida\\_3.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi_mostra/marlon_vinicius_goncalves_almeida_3.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2018.

ALTIERI, M. **Agroecologia: Uma dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed.UFRGS, 2012.

AMBRÓSIO, M. M. Q. **Sobrevivência em microcosmo e em campo solarizado de fitopatógenos submetidos à fermentação acelerada de diferentes materiais orgânicos**. 2006. 110 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Botucatu, 2006. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0091.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; PADOVANI, C. R.; SOUZA, N. L. Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 354-358, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v34n4/v34n4a10.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; PADOVANI, C. R.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de fungos fitopatógenos habitantes do solo, em microcosmo, simulando solarização com prévia incorporação de materiais orgânicos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 20-25, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052009000100003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052009000100003&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 17 ago. 2018.

AMBRÓSIO, M. M. Q.; BUENO, C. J.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de *Macrophomina phaseolina* em solo incorporado com brócolos seguido de solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 364-370, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000067&pid=S01005405201400040000600001&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000067&pid=S01005405201400040000600001&lng=en)>. Acesso em: 15 ago. 2018.

AMBRÓSIO, M. M. Q.; DANTAS, A. C. A.; MARTINEZ-PEREZ, E.; MEDEIROS, A. C.; NUNES, G. H. S.; PICÓ, M. B. Screening a variable germplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to *Macrophomina phaseolina*. **Euphytica**, Spain, v. 206, n. 2, p. 287-300, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-015-1452-x>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2017. Cleonice de Carvalho et al. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. Disponível em: <[http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2017/03/PDF-Fruticultura\\_2017.pdf](http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2017/03/PDF-Fruticultura_2017.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2018.

BAPTISTA, M. J.; REIS JÚNIOR, F. B.; XAVIER, G. R.; ALCÂNTARA, C.; OLIVEIRA, A. R.; SOUZA, R. B.; LOPES, C. A. Eficiência da solarização e biofumigação do solo no controle de murcha-bacteriana do tomateiro no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n.7, p. 933-938, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n7/04.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2018.

BARROS, B. C.; PATRÍCIO, F. R. A.; LOPES, M. E. B. M.; FREITAS, S. S.; SINIGAGLIA, C.; MALAVOLTA, V. M. A.; NETO, J. T.; GHINI, R. Solarização do solo com filmes plásticos com e sem aditivo estabilizador de luz ultravioleta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 253-259, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v22n2/21026.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2018.

BASSETO, M. A.; BUENO, C. J.; AUGUSTO, F.; PEDROSO, M. P.; FURLAN, M. F.; PADOVANI, C. R.; FURTADO, E. L.; SOUZA, N. L. Solarização em microcosmo: efeito de materiais vegetais na sobrevivência de fitopatógenos e na produção de voláteis. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 2, p. 123-130, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v38n2/03.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2018.

BASSETO, M. A.; BUENO, C. J.; CHAGAS, H. A.; ROSA, D. D.; PADOVANI, C. R.; FURTADO, E. L. 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. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052011000300006&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052011000300006&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 18 set. 2018.

BEDENDO, I. P. Podridão de raiz e colo. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (org.). **Manual de fitopatologia**. 4ª ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. p. 829-883.

BEDENDO, I. P.; MASSOLA JÚNIOR, N. S.; AMORIM, L. Controles cultural e físico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (org.). **Manual de Fitopatologia**. 5ª ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. p. 367-388.

BERTOLDI, M.; ZUCCONI, F.; CIVILINI, M. **Temperature, pathogen control and product quality**. In: The Staff of BioCycle. (org.). *The Biocycle guide to the Art & Science of Composting*. Emmaus, Pennsylvania, EUA, The JG Press, 1991. p. 195-198.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: Usos e perspectivas**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2009.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. V.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Doenças em feijoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, J. A. M.; REZENDE, A.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (org.). **Manual de Fitopatologia**. Doenças das plantas cultivadas. 4. ed. Piracicaba: Ceres, 2005. p. 353-376.

BITANCOURT, A. A. Uma nova doença do feijão. **O Biológico**, São Paulo, v. 1, n. 2, 1935.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100204X2007000900008&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100204X2007000900008&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 23 jan. 2019.

BOKANGA, M. Processing of cassava leaves for human consumption. **Acta Horticulturae**, v. 375, n. 18, p. 203-207, 1994. Disponível em: <[https://www.ishs.org/ishs-article/375\\_18](https://www.ishs.org/ishs-article/375_18)>. Acesso em: 12 set. 2018.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3 ed. Porto Alegre: BOOKMAN, 2013.

BRAGA JUNIOR, G. M. **Eficiência de *Bacillus subtilis* no controle de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal**. 2015. 87f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em produção vegetal) – Universidade Federal de Tocantins, Gurupi, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/386/1/Gaspar%20Moreira%20Braga%20Junior%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Substâncias controladas pelo Protocolo de Montreal**. Brasília: MMA, 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/substanciascontroladas-pelo-protocolo-de-montreal>>. Acesso em: 10 set. 2018.

BROETTO, L.; COLTRO-RONCATO, S.; MEINERZ, C. C.; DILDEY, O. D. F.; PAZDIORA, P. C.; GONÇALVES, E. D. V.; MORAES, A. J.; HENKEMEIER, N. P.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R. Crescimento micelial e produção de microescleródios de *Macrophomina phaseolina* confrontado com diferentes isolados de *Trichoderma* sp. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v. 13, n. 4, p. 310-317, 2014. Disponível em: <<http://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/viewFile/7893/7957>>. Acesso em: 22 out. 2018.

BUENO, C. J.; PATRÍCIO, F. R. A.; SINIGAGLIA, C. Solarização associada à matéria orgânica proporciona o controle de fitopatógenos termotolerantes habitantes do solo. 2008. **(Versão online)**. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_3/solarizacao/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/solarizacao/index.htm)>. Acesso em: 26 out. 2018.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. (Coleção Mossoroense, série B): ESAM, Mossoró, 1995.

CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A. L.; SILVA, V. P. R.; SILVA JÚNIOR, R. S.; ANDRADE, A. M. D.; SANTOS, A. B. Estudo da temperatura do solo em dois biomas florestais nos períodos, chuvoso e seco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, n. 4, p. 1009-1022, 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/296639209\\_ESTUDO\\_DA\\_TEMPERATURA\\_DO\\_SOLO\\_EM\\_DOIS\\_BIOMAS\\_FLORESTAIS\\_NOS\\_PERIODOS\\_CHUVOSO\\_E\\_SECO](https://www.researchgate.net/publication/296639209_ESTUDO_DA_TEMPERATURA_DO_SOLO_EM_DOIS_BIOMAS_FLORESTAIS_NOS_PERIODOS_CHUVOSO_E_SECO)>. Acesso em: 22 out. 2018.

CHILOSI, G.; REDA, R.; ALEANDRI, M. P.; CAMELE, I.; ALTIERI, L.; MONTUSCHI, C.; LANGUASCO, L.; ROSSI, V.; AGOSTEO, G. E.; MACRI, C.; CARLUCCI, A.; LOPS, F.; MUCCI, M.; RAIMONDO, M. L.; FRISULLO, S. Fungi associated with root rot and collapse of melon in Italy. **EPPO Bulletin**, França, v. 38, n. 1, p. 147-154, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2008.01200.x>>. Acesso em: 6 set. 2018.

COELHO, I. L.; CONCEIÇÃO, C. S.; SANTOS, T. C.; OLIVEIRA, M. G.; MORAIS, A. J. G.; CRUZ, B. L. S.; GAMA, M. A. S.; LARANJEIRA, D. Biocontrole de doenças radiculares: uma realidade prática ou apenas utopia? In: LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. J. (org.). **Desafio do manejo de doenças radiculares causadas por fungos**. Recife: EdUFRPE, 2018. p. 154-160.

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**, v. 42, n. 5, p. 669-678, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071709004398?via%3Dihub>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Fundamentos e desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos. In: LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. J. (org.). **Desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos**. 1ª Ed. Recife: EDUFRPE, 2018. p. 1-16.

COSTA, A. C. L. **Influência de dois tipos de cobertura do solo na produtividade e na fitossanidade do morangueiro**. 2012. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: <<https://www.cothn.pt/publicfiles/zcqhzzudtayacj6eaz2ij5aezxp6kvu7dddea4rn.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2018.

CRUZ, B. L. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; PORTO, M. A. F.; DANTAS, A. M. M.; NASCIMENTO, S. R. C.; NUNES, G. H. S. Efeito de adubos verdes sobre a podridão radicular de *Fusarium* em meloeiro (*Cucumis melo*). **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 59, n. 1, p. 39-46, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/1978>>. Acesso em: 22 out. 2018.

CRUZ, T. P. **Avaliação da atividade biológica de óleos essenciais sobre *Fusarium solani* e *Meloidogyne enterolobbi***. 2013. 76f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo – Alegre, 2013. Disponível em:

<<http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/6560/1/Tatiane%20Paulino%20da%20Cruz.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2018.

D'AGOSTINO, F.; MORANDI, M. A. B. Análise de viabilidade comercial de produtos à base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus pumilus* para o controle de fitopatógenos no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (org.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. 1ª Ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2010. p. 7-14.

DANTAS, A. A. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NASCIMENTO, S. R. C.; SENHOR, S. R.; CEZAR, M. A.; LIMA, J. S. S. Incorporação de materiais vegetais no controle de patógenos radiculares em meloeiro. **Revista Agro@mbienteOn-line**, Roraima, v. 7, n. 3, p. 338-344, 2013. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/viewFile/1257/1198>>. Acesso em: 22 out. 2018.

DAWAR, S.; WAHAB, S.; TARIQ, M.; ZAKI, M. J. Application of *Bacillus* species in the control of root rot diseases of crop plants. **Arch. Phytopathology Plant Protect**, v. 43, n. 4, p. 412-418, 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03235400701850870>>. Acesso em: 29 set. 2018.

DEVKOTA, H. K.; MAHARJAN, B. L.; BARAL, B.; SINGH, A.; YAMI, K. D. *In vitro* Screening of Antifungal Activity of Rhizospheric Bacteria and Possible Role of Chitinase in Antifungal Activity. **Nepal Journal of Science and Technology**, v. 12, p. 304-311, 2011. Disponível em: <[http://www.academia.edu/3462794/Invitro\\_Screening\\_of\\_Antifungal\\_Activity\\_of\\_Rhizospheric\\_Bacteria\\_and\\_Possible\\_Role\\_of\\_Chitinase\\_in\\_Antifungal\\_Activity](http://www.academia.edu/3462794/Invitro_Screening_of_Antifungal_Activity_of_Rhizospheric_Bacteria_and_Possible_Role_of_Chitinase_in_Antifungal_Activity)>. Acesso em: 13 dez. 2018.

DUNIWAY, J. M. Status of chemical alternatives to methyl bromide for pre-plant fumigation of soil. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 92, n. 12, p. 1337-1343, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1094/PHYTO.2002.92.12.1337>>. Acesso em: 6 set. 2018.

FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Disponível em: <<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>>. Acesso em: 29 dez. 2018.

FERNANDES, O. B.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE JÚNIOR, W. P.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 93-103, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1766>>. Acesso em 22 nov. 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141370542014000200001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542014000200001)>. Acesso em: 29 jan. 2019.

FREITAS, A. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; QUEIROGA, R. C. F.; FERNANDES, R. A.; SOUSA, F. Q.; PEREIRA, F. M. Efeito da solarização do solo associado à incorporação de materiais vegetais no crescimento de mudas de meloeiro. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 1050-1054, 2010. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV\\_4/A2918\\_T4766\\_Comp.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_4/A2918_T4766_Comp.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2018.

GACITÚA, S. A.; VALIENTE, C. F.; DÍAZ, K., P.; HERNÁNDEZ, J. C.; URIBE, M. M.; SANFUENTES E. V. Identification and biological characterization of isolates with activity inhibitive against *Macrophomina phaseolina* (Tassi) goid. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chile, v. 69, n. 4, p. 526-533, 2009. Disponível em: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S071858392009000400007&lng=en&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S071858392009000400007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 25 set. 2018.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 99-105, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n1/a13v43n1.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J.; SALES JR, R.; JORDÁ, C.; BRUTON, B. D. Fungal pathogens associated with melon plants collapse in Spain. **EPPO BULLETIN**, Paris, v. 30, p. 169-173, 2000. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2338.2000.tb00873.x>>. Acesso em: 27 set. 2018.

GILARDI, G.; DEMARCHI, S.; GULLINO, M. L.; GARIBALDI, A. Effect of simulated soil solarization and organic amendments on *Fusarium* wilt of rocket and basil under controlled conditions. **Journal of Phytopathology**, Estados Unidos, v. 162, n. 1, p. 557-566, 2014. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jph.12223>>. Acesso em: 22 set. 2018.

GIMSING, A. L.; KIRKEGAARD, J. A. Glucosinolate and isothiocyanate concentration in soil following incorporation of *Brassica* biofumigants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, n. 8, p. 2255-2264, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071706001246>>. Acesso em: 29 set. 2018.

GUPPY, C. N.; MENZIES, N. W.; MOODY, P. W.; BLAMEY, F. P. C. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil. **Australian Journal of Soil Research**, Austrália, v. 43, n. 1, p. 189-202, 2005. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/43450618\\_Competitive\\_sorption\\_reactions\\_between\\_phosphorus\\_and\\_organic\\_matter\\_in\\_soil\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/43450618_Competitive_sorption_reactions_between_phosphorus_and_organic_matter_in_soil_A_review)>. Acesso em: 24 out. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>>. Acesso em: 10 dez. 2018.

ISLAM, S.; HAQUE, S.; ISLAM, M. M.; EMDAD, E. M.; HALIM, A.; HOSSEN, Q. M.; HOSSAIN, Z.; AHMED, B.; RAHIM, S.; RAHMAN, S.; ALAM, M.; HOU, S.;

WAN, X.; SAITO, J. A.; ALAM, M. Tools to kill: Genome of one of the most destructive plant pathogenic fungi *Macrophomina phaseolina*. **BMC Genomics**, v. 13, n. 1, p. 493-509, 2012. Disponível em: <<https://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2164-13-493>> Acesso em: 22 set. 2018.

KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 66, n. 5, p. 683-688, 1976. Disponível em: <[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-2901-7\\_38](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-2901-7_38)>. Acesso em: 26 out. 2018.

KHORRAMDEL, S.; KOOCHKEI, A.; MAHALLATI, M. N.; KHORASANI, R.; GHORBANI, R. Evaluation of carbon sequestration potential in corn fields with different management systems. **Soil & Tillage Research**, v. 133, n. 1, p. 25-31, 2013. Disponível em: <<https://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1035366.html>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A.; REZENDE, J. A. M. Doenças de cucurbitáceas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (org.). **Manual de Fitopatologia**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 293-302.

LANNA, F. R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**. Lavras, v. 4, n. 2, p. 12, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/view/145>>. Acesso em: 22 out. 2018.

LEFÈVRE, A. F.; SOUZA, N. L. Determinação da temperatura letal para *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* e efeito da solarização sobre a temperatura do solo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 107-112, 1993. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000160&pid=S01005405200600010000600016&lng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000160&pid=S01005405200600010000600016&lng=es)>. Acesso em: 20 out. 2018.

LIMA, F. F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. V. B.; ARAÚJO, F. F.; LIMA, L. M.; ARAÚJO, A. S. F. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 544-550, 2011. Disponível em: <<http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=2>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

LIMA, G. S. A.; ASSUNÇÃO, I. P.; VALLE, L. A. C. Controle Genético de Doenças Radiculares. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (org.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p. 398.

LOPES, C. A.; REIS, A.; BOITEUX, L. S. Doenças fúngicas. In: LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. (org.). **Doenças do Tomateiro**. Brasília: Empraba Hortaliças, 2005. p. 19-51.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BRITO, R. J.; ARINELLI, G. P. Atributos químicos e físicos de solos de tabuleiros sob diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, v. 19, n. 2, p. 150-152, 2007. Disponível em:

<<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&id=362520&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22LOSS,%20A.%22&qFacets=autoria:%22LOSS,%20A.%22&sort=&paginaAtual=1>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

LUCENA, E. O.; SILVA, A. J.; SILVA, F. J.; SILVA, S. I. A.; MARQUES, A. L.; LIMA, B. J. S.; SOUZA, T. A. F.; SANTOS, D. O solo como ecossistema. In: LUCENA, E. O.; SILVA, A. J.; SILVA, F. J.; SILVA, S. I. A.; MARQUES, A. L.; LIMA, B. J. S.; SOUZA, T. A. F.; SANTOS, D. (org.). **Solos em sistemas agroecológicos**. Areia: SOUZA, T. A. F.; SANTOS, D., 2017. p. 10-45.

MACHADO, A. R.; PINHO, D. B.; SOARES, D. J.; GOMES, A. A. M. Bayesian analyses of five gene regions reveal a new phylogenetic species of *Macrophomina* associated with charcoal rot on oilseed crops in Brazil. **European journal of plant pathology**, Holanda, 12 p., 2018 (Versão online). Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10658-018-1545-1>> Acesso em: 6 set. 2018.

MALTA, A. O.; OLIVEIRA, V. E. A.; ALMEIDA, D. J.; SANTOS, A. S. Crescimento do meloeiro em diferentes substratos. **Revista Sítio Novo**, v. 1, n. 1, p. 238-246, 2017. Disponível em: <<http://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/82>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

MARINHO, A. C. C. **Matéria orgânica e atributos físicos e químicos de um Cambissolo submetido a diferentes usos agrícolas na região do semiárido-RN**. 2014. 69f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014. Disponível em: <<http://bdtd.ufersa.edu.br/handle/tede/685>>. Acesso em: 05 jan. 2019.

MARTÍNEZ, B. R. **Estudios epidemiológicos y de patogenicidad de *Monosporascus cannonballus* Pollack y Uecker**. 2006. 315f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidad Politécnica de Valencia, Espanha, 2006. Disponível em: <<https://riunet.upv.es/handle/10251/1865>>. Acesso em: 12 out. 2018.

MARTINS, W. M. O.; MARTINS, W. J. O.; MARTINS, L. M. O. Produção agroecológica de mudas de pepino com substratos alternativos. In: VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, **Anais Eletrônicos**, Fortaleza, v. 6, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/10642>>. Acesso em: 13 dez. 2018.

MEDEIROS, A. C.; MELO, D. R. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NUNES, G. H. S.; COSTA, J. M. Métodos de inoculação de *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina* em meloeiro (*Cucumis melo*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 4, p. 281-268, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052015000400281&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052015000400281&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 15 dez. 2018.

MIHAJLOVIĆ, M.; REKANOVIC, E.; HRUSTIC, J.; GRAHOVAC, M. Methods for management of soilborne plant pathogens. **Pesticides and Phytomedicine**, Belgrade, v. 32, n. 1, p. 9-24, 2017. Disponível em: <<https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/1820-3949/2017/1820-39491701009M.pdf>>. Acesso em: 6 set. 2018.

MOCCELLIN, R. **Espécies brássicas no controle de fitopatógenos habitantes do solo**. 2011. 64f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/262>>. Acesso em: 28 set. 2018.

NASCIMENTO, P. G. M. L. **Comunidade microbiana do solo e podridão radicular em meloeiro em diferentes sistemas de manejo**. 2015. 76f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Mossoró, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/190>>. Acesso em: 27 set. 2018.

NASCIMENTO, P. M. L.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; FREITAS, F. C. L.; DANTAS, A. M. M. A.; JUNIOR, R. S.; SILVA, W. L. Incidence of root rot of muskmelon in different soil management practices. **European Journal of Plant Pathology**, Holanda, v. 152, n. 2, p. 433-446, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10658-018-1488-6>>. Acesso em: 6 set. 2018.

NASCIMENTO, S. R. C.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SILVA, F. H. A.; GUIMARÃES, L. M. S. Meios de cultura semi-seletivos para *Macrophomina phaseolina*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 4, p. 334-337, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v40n4/a06v40n4.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2018.

NASCIMENTO, S. R. C.; SILVA, F. H. A.; CRUZ, B. L. S.; DANTAS, A. M. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SENHOR, R. F. Sobrevivência de estrutura de resistência de *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolfsii* em solo tratado biologicamente. **Revista Agro@ambienteOn-line**, Roraima, v. 10, n. 1, p. 50-56, 2016. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/2947>>. Acesso em: 28 out. 2018.

NETO, J. F.; DANTAS, A. M. C.; SILVA, F. H. A.; CRUZ, B. L. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NASCIMENTO, S. R. C. Efeito de adubo verde e *Trichoderma harzianum* na sobrevivência de *Fusarium solani* e no desenvolvimento do meloeiro. **Revista Agro@ambienteOn-line**, Roraima, v. 10, n. 1, p. 44-49, 2016. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/2800>>. Acesso em: 30 out. 2018.

OLIVEIRA, L. L. P. **Influência do sistema de cultivo e manejo do solo nas propriedades físico-químicas e hídricas em Cambissolo no Semiárido Potiguar**. 2016. 86f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Manejo, Solo e Água) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016. Disponível em: <<https://ppgmsa.ufersa.edu.br/dissertacoes/>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

PATRÍCIO, F. R. A.; KIMATI, H.; NETO, J. T.; PETENATTI, A.; BARROS, B. C. Solarização do solo em casa-de-vegetação e campo para o controle de *Rhizoctonia solani* AG-4. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 245-251, 2007. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052007000300006&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052007000300006&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 28 set. 2018.

PAVAN, M. A.; REZENDE, J. A. M.; KRAUSE-SAKATE, R. Doenças das cucurbitáceas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**, São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. p. 810.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Botucatu, v. 32, p. 911-920, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a01v32n3.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2019.

PEREIRA, A. M.; QUEIROGA, R. C. F.; SILVA, G. D.; NASCIMENTO, M. G. R.; ANDRADE, S. E. O. Germinação e crescimento inicial de meloeiro submetido ao osmocondicionamento da semente com NaCl e níveis de salinidade da água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7, n. 3, p. 205-211, 2012. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1761/1317>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BEUTLER, S. J.; TORRES, J. L. R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 508-514, 2010. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/2526>>. Acesso em: 28 jan. 2019.

PODILE, A. R.; PRAKASH, A. P. Lysis and biological control of *Aspergillus niger* by *Bacillus subtilis* AF 1. **Canadian Journal of Microbiology**, Canadá, v. 42, n. 6, p. 533-538, 1996. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8801004>>. Acesso em: 15 out. 2018.

PONTE, J. J. Uso da manipueira como insumo agrícola: Defensivo e fertilizante. In: CEREDA, M. P. (org.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. Série culturas e tuberosas amiláceas Latino-americanas, Fundação Cargill. 2001. p. 80-95.

PORTO, M. A. F. **Associação de *Fusarium solani*, *Macrophomia phaseolina* e *Rhizoctonia solani* causando podridão radicular em meloeiros sob efeito de adubos verdes**. 2015. 72f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, Mossoró-RN, 2015. Disponível em: <<http://bdtd.ufersa.edu.br/handle/tede/105>>. Acesso em: 12 out. 2018.

PORTO, M. A. F.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; FREITAS, F. C. L.; NASCIMENTO, S. R. C.; CRUZ, B. L. S.; GUIMARÃES, L. M. S. Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no controle da podridão radicular do meloeiro causada por associação de patógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 327-332, 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052016000400327&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052016000400327&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 22 set. 2018.

REIS, M. Os compostos no controle de doenças das plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 1, p. 25-35, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v39n1/v39n1a04.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2018.

RIBEIRO, L. F.; BEDENDO, I. P. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* - Agente causal da podridão de frutos de mamoeiro. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 1267-1271, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010390161999000500031&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010390161999000500031&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 12 out. 2018.

RITZINGER, C. H. S. P.; ROCHA, H. S. Uso da técnica de solarização como alternativa para o preparo do solo ou substrato para a produção de mudas isentas de fitopatógenos de solo. Cruz das Almas, Bahia: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010, 13 p. (Versão online). Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25503/1/cartilha\\_ritzinger.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25503/1/cartilha_ritzinger.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2018.

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**, v. 14, n. 1, p. 10-17, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/836>>. Acesso em: 28 set. 2018.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas, ed 1, versão online, 2010.

SAHARAN, B. S.; NEHRA, R. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review. **Life Sciences and Medicine Research**, Índia, v. 2011, n. 2, p. 1-30, 2011. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/4bd8/7791af3a7e8cb1cd165e22bd6b67b47c7aca.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SALES JÚNIOR, R.; BELTRÁN, R.; VINCENT, A.; ARMENGOL, J.; GARCIA-JIMÉNEZ, J.; MEDEIROS, E. V. Controle biológico de *Monosporascus cannonballus* com *Chaetomium*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 01, p. 70-74, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-41582007000100011&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-41582007000100011&script=sci_abstract)>. Acesso em: 20 out. 2018.

SALES JÚNIOR, R.; OLIVEIRA, F. O.; MEDEIROS, E. V.; GUIMARÃES, I. M.; CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Ervas daninhas como hospedeiras alternativas de patógenos causadores do colapso do meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 195-198, 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195320077024>>. Acesso em: 22 out. 2018.

SALES JÚNIOR, R.; SENHOR, R. F.; MICHEREFF, S. J.; MEDEIROS, E. V. Influência da adubação verde no declínio de *monosporascus* em solo naturalmente infestado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 135-140, 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010205362017000100135](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010205362017000100135)>. Acesso em 22 out. 2018.

SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo: **Ecosistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Gênese, 1999.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.

SANTOS, O. F.; SOUZA, H. M.; OLIVEIRA, M. P.; CALDAS, M. B.; ROQUE, C. G. Propriedades químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/327781595\\_PROPRIEDADES\\_QUIMICAS\\_DE\\_UM\\_LATOSSOLO\\_SOB\\_DIFERENTES\\_SISTEMAS\\_DE\\_MANEJO](https://www.researchgate.net/publication/327781595_PROPRIEDADES_QUIMICAS_DE_UM_LATOSSOLO_SOB_DIFERENTES_SISTEMAS_DE_MANEJO)>. Acesso em: 12 jan. 2019.

SARR, M. P.; NDIAYE, M'baye; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. **Phytopathologia Mediterranea**, Itália, v. 53, n. 2, p. 250-268, 2014. Disponível em: <<http://www.westerdijkinstituut.nl/images/ResearchGroups/Phytopathology/pdf/2014%20Sarr%20Macrophomina.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: version 9.2. 4th ed. Cary: SAS Institute, 2005.

SHAN, D. A.; MADDEN, L. V. Nonparametric Analysis of Ordinal Data in Designed Factorial Experiments. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 9, n. 1, p. 33-43, 2004. Disponível em: <<https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PHYTO.2004.94.1.33>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in tropical Oxisol: evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, density, and magnetic fractionations. **Soil Science**, v. 162, n. 1, p. 795-807, 1997. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000098&pid=S14137054200800020001300016&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000098&pid=S14137054200800020001300016&lng=pt)>. Acesso em: 25 out. 2018.

SHARMA, A.; KATOCH, V.; RANA, C. Important diseases of cucurbitaceous crops and their management. In: PESSARAKLI, M. (org.). **Handbook of cucurbits**: Growth, cultural practices, and physiology. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 574.

SILVA, A. G. **Caracterização e aptidão agrícola de solos representativos do agropólo Mossoró-Assu**. 2018. 74f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018. Disponível em: <<https://ppgmsa.ufersa.edu.br/wpcontent/uploads/sites/59/2018/06/Disserta%C3%A7%C3%A3o-%C3%81lisson-Gomes-da-Silva.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2018.

SILVA, A.; SANTOS, I.; MALAGI, G.; SOUZA, A. C. Efeito de resíduo de repolho e da solarização do solo sobre as doenças causadas por *Sclerotium rolfsii* em feijão

vagem. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR, 2007, Curitiba. **Anais**, Curitiba, 2007. v. 1. p. 11-14.

SILVA, C. A. D.; MEDEIROS, E. V.; BEZERRA, C. B.; SILVA, W. M.; BARROS, J.; SANTOS, U. J. Interferência da incorporação de matéria orgânica no solo no controle da podridão negra da mandioca, causada por *Scytalidium lignicola*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1823-1831, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/21996/13420>>. Acesso em: 27 out. 2018.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F. (org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 10-17.

SILVA, S. A. O. **Análise das variáveis meteorológicas no município de Mossoró-RN (1970-2013)**. 2014. 55f. Monografia. (Curso de Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014. Disponível em: <[https://labimc.ufersa.edu.br/wpcontent/uploads/sites/137/2017/09/AN%C3%81LISE-AS-VARI%C3%81VEIS-METEREOL%C3%93GICAS-NO-MUNIC%C3%8DPIO-DE-MOSSOR%C3%93-RN-1970-2013\\_TCC.pdf](https://labimc.ufersa.edu.br/wpcontent/uploads/sites/137/2017/09/AN%C3%81LISE-AS-VARI%C3%81VEIS-METEREOL%C3%93GICAS-NO-MUNIC%C3%8DPIO-DE-MOSSOR%C3%93-RN-1970-2013_TCC.pdf)>. Acesso em: 05 jan. 2019.

SINGH, N.; PANDEY, P.; DUBEY, R. C.; MAHESHWARI, D. K. Biological control of root rot fungus *Macrophomina phaseolina* and growth enhancement of *Pinus roxburghii* (Sarg.) by rhizosphere competent *Bacillus subtilis* BN1. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 24, n. 9, p. 1669-1679, 2008. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/225118779\\_Biological\\_control\\_of\\_root\\_rot\\_fungus\\_Macrophomina\\_phaseolina\\_and\\_growth\\_enhancement\\_of\\_Pinus\\_roxburghii\\_Sarg\\_by\\_rhizosphere\\_competent\\_Bacillus\\_subtilis\\_BN1](https://www.researchgate.net/publication/225118779_Biological_control_of_root_rot_fungus_Macrophomina_phaseolina_and_growth_enhancement_of_Pinus_roxburghii_Sarg_by_rhizosphere_competent_Bacillus_subtilis_BN1)>. Acesso em: 12 set. 2018.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; VENZKE FILHO, S. P.; FEIGL, B. J.; CERRI, C.C. Mineralização e desnitrificação do nitrogênio sob sistema plantio direto. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 923-936, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n4/v69n4a19.pdf>>. Acesso em: 1º jan. 2019.

SMOLINSKA, U.; HORBOWICK, M. Fungicidal activity of volatiles from selected cruciferous plants against resting propagules of soil-borne fungal pathogens. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 147, p. 119-124, 2000. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1439-0434.1999.147002119.x>>. Acesso em: 12 set. 2018.

SOTTERO, A. N. **Colonização radicular e promoção de crescimento vegetal por rizobactérias**. 2013. 61f. Dissertação (Instituto Agrônomo), Campinas, 2013. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/dissertacoes/pb1860201.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2018.

STATISTICA (data analysis software system), versão 7.0, **StatSoft** (www.statsoft.com), 2004.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/70>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and soil**, v. 255, n. 2, p. 571-586, 2003. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026037216893>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

VIEGA, M.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Tillage systems and nutrient sources affecting soil cover, temperature and moisture in clayey Oxisol under corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2011-2020, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n6/25.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2018.

VISCONTI, A.; ZAMBONIM, F. M.; MARIGUELE, K. H.; MARTINHA, D. D. Métodos alternativos para o controle de fitopatógenos do solo – solarização e termoterapia. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 29, n. 1, p. 24-27, 2016. Disponível em: <<file:///C:/Users/Isadora/Downloads/88-359-1-SM.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2018.

WONG, L. C.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 submetido à técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 129-133, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052011000200008&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052011000200008&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 20 set. 2018.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000116&pid=S14137054200900020001500025&lng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000116&pid=S14137054200900020001500025&lng=es)>. Acesso em: 05 jan. 2019.

YUSTE-LISBONA, F. J. et al. Genetic linkage map of melon (*Cucumis melo* L.) and localization of a major QTL for powdery mildew resistance. **Molecular Breeding**, Holanda, v. 27, n. 2, p. 181-192, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11032-010-9421-5>>. Acesso em: 6 set. 2018.

ZHAO, Q.; DONG, C.; YANG, X.; MEI, X.; RAN, W.; SHEN, Q.; XU, Y. Biocontrol of *Fusarium* wilt disease for *Cucumis melo* melon using bio-organic fertilizer. **Applied Soil Ecology**, v. 47, n. 1, p. 67-75, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139310001964>> Acesso em: 25 out. 2018.