



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA TROPICAL**

**INCORPORAÇÃO DE MATERIAIS VEGETAIS ASSOCIADA À
SOLARIZAÇÃO E PRODUTOS BIOLÓGICOS NA
SOBREVIVÊNCIA DE *Fusarium solani* E NO DESENVOLVIMENTO
DO MELOEIRO**

MESTRANDA: Jescika Alves Ribeiro Pereira

ORIENTADORA: Prof^a Dr^a Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio

Pombal-PB

2019

JESCIKA ALVES RIBEIRO PEREIRA

**INCORPORAÇÃO DE MATERIAIS VEGETAIS ASSOCIADA À
SOLARIZAÇÃO E PRODUTOS BIOLÓGICOS NA
SOBREVIVÊNCIA DE *Fusarium solani* E NO DESENVOLVIMENTO
DO MELOEIRO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Horticultura Tropical da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre.

Orientadora: Profa. D. Sc. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio

Pombal-PB

201

i

P436i Pereira, Jescika Alves Ribeiro.

Incorporação de materiais vegetais associada à solarização e produtos biológicos na sobrevivência de *Fusarium solani* e no desenvolvimento de meloeiro / Jescika Alves Ribeiro Pereira. – Pombal, 2019.

50 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Profa. Dra. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio".
Referências.

1. Melão - Cultura. 2. Patógenos habitantes do solo. 3. Adubação verde. 4. Controle de patógenos. 5. Manejo alternativo. I. Ambrósio, Márcia Michelle de Queiroz. II. Título.

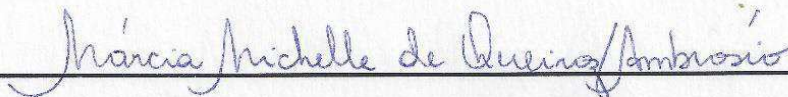
CDU 635.611(043)

JESCIKA ALVES RIBEIRO PEREIRA

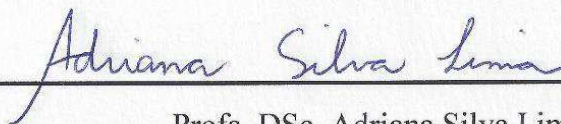
**INCORPORAÇÃO DE MATERIAIS VEGETAIS ASSOCIADA À
SOLARIZAÇÃO E PRODUTOS BIOLÓGICOS NA
SOBREVIVÊNCIA DE *Fusarium solani* E NO DESENVOLVIMENTO
DO MELOEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 28 de Fevereiro de 2019



Profa. DSc. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio
UFERSA
Orientador



Profa. DSc. Adriana Silva Lima
UAGRA/CCTA/UFCG
Examinadora Externa



Prof. DSc. Mauricio Sekiguchi de Godoy
UFERSA
Examinador Interno

À Anne e Ana Lúcia,
mulheres de minha vida,
razão de tanto esforço,

Dedico.

iv

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me acompanhar e me abençoar ao longo deste caminho, me dando força, saúde e coragem para nunca desistir.

À minha mãe, Ana Lúcia Alves Ribeiro Pereira, por tudo que fez por mim e minha filha Anne durante todo o período que estive ausente. Seu amor é incomparável e me inspira todo dia.

Aos meus familiares, em especial meu pai Luzimarques, Jefferson, Deuzeni e Michelle, que sempre me ajudaram.

Ao meu marido e companheiro Wellington por toda compreensão e apoio para alcançar este sonho.

À Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, pela oportunidade da realização do curso.

À Universidade Federal Rural do Semiárido –UFERSA, pelo apoio para realização deste trabalho de dissertação.

À minha orientadora, Profa. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio pela orientação neste trabalho e por todos os ensinamentos.

À colega, hoje amiga Isadora Nayara Bandeira Medeiros de Moura por todo incentivo, amizade e carinho. Sua ajuda foi fundamental para que este trabalho pudesse ser concluído. Ao seu lado pude crescer e aprender muito.

À Louise, técnica do laboratório de Fitopatologia da UFERSA por todo auxílio e tempo dedicado a este trabalho.

Ao Laboratório de Fitopatologia da UFCG por possibilitar a realização das análises finais para a conclusão deste curso.

Aos colegas que muito contribuíram para realização deste trabalho de dissertação, em especial Sávio e Jarlan.

À todos os professores do Programa de Pós-graduação em Horticultura Tropical, pelos conhecimentos transmitidos.

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

Aos colegas da turma de mestrado 2017.1 pelo tempo de convivência e amizade.

À todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 Frasco contendo inóculo de <i>Fusarium solani</i> . (A) e resultado do teste de pureza (B).....	25
FIGURA 2 Bolsa de náilon contendo o inóculo de <i>Fusarium solani</i> (A) e distribuição das bolsas nos vasos (B).....	27
FUGURA 3 Simulação da solarização em vasos plásticos.....	28
FIGURA 4 Desinfestação superficial (A) e plaqueamento do inóculo contido nas bolsas (B e C)	29
FIGURA 5 Média de temperatura nos tratamentos no período de 20 a 50 dias após a solarização.....	35

LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1	Análise de solo. Fazenda Agrícola Bom Jesus, município de Baraúna, 2017.....	26
TABELA 2	Sobrevivência de <i>Fusarium solani</i> aos 50 dias após solarização.....	31
TABELA 3	Média da altura de plantas de meloeiro aos 20, 30 e 40 dias após o transplantio (DAT) no primeiro e segundo experimento.....	37
TABELA 4	Média do número de folhas de plantas de meloeiro aos 20, 30 e 40 dias após o transplantio (DAT) no primeiro e segundo experimento.....	39
TABELA 5	Média do diâmetro de caule de plantas de meloeiro aos 20, 30 e 40 dias após o transplantio (DAT) no primeiro e segundo experimento.....	41
TABELA 6	Média do peso fresco e seco da parte aérea de plantas de meloeiro aos 50 dias após o transplantio (DAT) no primeiro e segundo experimento.....	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 A cultura do Meloeiro.....	14
2.2. Patógenos habitantes do solo	15
2.3. Aspectos gerais do gênero <i>Fusarium</i> sp.	16
2.4 Técnicas de controle	17
2.5. Adubação verde	18
2.6. Solarização.....	20
2.7. Produtos biológicos.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. Características gerais	24
3.3. Obtenção do isolado.....	25
3.4. Instalação e condução do experimento	26
3.5. Sobrevivência do patógeno	29
3.6. Avaliações de Crescimento.....	30
3.7. Análises estatísticas	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5. CONCLUSÕES	44
6. REFERENCIAS	45

RESUMO

PEREIRA, Jescika Alves Ribeiro. **Incorporação de materiais vegetais associada à solarização e produtos biológicos na sobrevivência *Fusarium solani* e no desenvolvimento do meloeiro**. 2019. 50p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical)- Universidade Federal de Campina Grande, Pombal- PB.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da solarização associada à incorporação de materiais vegetais e produtos biológicos na sobrevivência de *F. solani* e no desenvolvimento do meloeiro. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, no município de Mossoró-RN com plantas de meloeiro, cultivar ‘Goldex’. Foram realizados dois experimentos idênticos, em épocas diferentes. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos e cinco repetições: Incorporação de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) associado a solarização do solo; Incorporação de mamona (*Ricinus communis* L.) associado solarização do solo; Produto comercial ALD-18[®] (Fertiliza Chemical); Produtos comerciais Compost Aid[®] + Active[®] (Alltech); Incorporação de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) associado à solarização do solo e produto comercial ALD-18[®] (Fertiliza Chemical); Incorporação de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) associado a solarização do solo e produtos comerciais Compost Aid[®] + Active[®] (Alltech); Incorporação de mamona (*Ricinus communis* L.) associado à solarização do solo e produto comercial ALD-18[®] (Fertiliza Chemical); Incorporação de mamona (*Ricinus communis* L.) associado à solarização do solo e produtos comerciais Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Altech); Solo (testemunha)

Foram avaliadas a sobrevivência do fungo aos 50 dias após o transplântio (DAT) das mudas e, as variáveis de crescimento (diâmetro do caule, altura de planta e número de folhas aos 20, 30 e 40 DAT das mudas. Ao fim do experimento analisou-se a massa seca e fresca das partes aéreas e das raízes das plantas de meloeiro. O tratamento que proporcionou menor sobrevivência de *F. solani* foi R+PF+S, onde incorporou-se repolho associado à simulação da solarização do solo e aplicação do produto ALD-18[®]. A associação das técnicas de adubação verde, principalmente mamona, com incorporação

de produtos biológicos comerciais e solarização possibilitou melhor desenvolvimento de plantas de meloeiro em todos os períodos avaliados. A solarização do solo + o uso de produtos biológicos ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) e Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech), sem a incorporação de materiais vegetais, não reduziu a sobrevivência de *F. solani*, nem favoreceu o desenvolvimento do meloeiro.

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

ABSTRACT

PEREIRA, Jescika Alves Ribeiro. **Incorporation of plant materials associated with solarization and biological products in the survival of *Fusarium solani* and melon development.** 2019. 50p. Dissertation (Master Degree in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB.

The objective of this work was to evaluate the effect of solarization associated with the incorporation of plant materials and biological products on the survival of *F. solani* and on the melon development. The experiment was conducted in a greenhouse at the Agricultural Center of the Federal University of the Semi-Arid-UFERSA, in the city of Mossoró-RN with melon plants, 'Goldex' cultivar. Two identical experiments were carried out at different times. A completely randomized design with nine treatments and five replications was used: Incorporation of cabbage (*Brassica oleracea* var. Capitata) associated with soil solarization; Incorporation of castor bean (*Ricinus communis* L.) associated with soil solarization; ALD-18® commercial product (Fertiliza Chemical); Commercial products Compost Aid® + Active® (Alltech); Incorporation of cabbage (*Brassica oleracea* var. Capitata) associated with soil solarization and commercial product ALD-18® (Fertiliza Chemical); Incorporation of cabbage (*Brassica oleracea* var. Capitata) associated with soil solarization and commercial products Compost Aid® + Active® (Alltech); Incorporation of castor bean (*Ricinus communis* L.) associated with soil solarization and commercial product ALD-18® (Fertiliza Chemical); Incorporation of castor bean (*Ricinus communis* L.) associated with soil solarization and commercial products Compost Aid® + Active® (Altech Group); Solo (witness). The survival of the fungus at 50 days after transplanting (DAT) of the seedlings and growth variables (stem diameter, plant height and leaf number at 20, 30 and 40 DAT of the seedlings) were evaluated. At the end of the experiment the fresh and dry mass of the aerial parts and the roots of the melon plants were analyzed. The treatment that provided the lowest survival of *F. solani* was R + PF + S, where cabbage was associated with the simulation of the soil solarization and application of the ALD-18® product. The association of the techniques of green fertilization, mainly castor bean, with the incorporation of commercial biological products and solarization allowed better development of melon plants in all evaluated periods. The soil solarization + the use of biological products ALD-18® (Fertiliza Chemical) and Compost Aid® + Active® (Alltech Group), without the incorporation of vegetal materials, did not reduce the survival of *F. solani* nor favor the development of the melon.

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

1. INTRODUÇÃO

Na produção de hortaliças é comum a ocorrência de doenças que prejudicam o crescimento e desenvolvimento, que podem destruir tecidos e até levar à morte de plantas, afetando diretamente a produtividade e/ou a qualidade das culturas (SANTOS, 2017). Estas plantas são frequentemente afetadas por patógenos habitantes do solo, sendo consideradas hospedeiras de vários patógenos (PEREIRA et al., 2014).

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça com grande importância econômica no mercado brasileiro, sendo a fruta mais exportada pelo país. O Brasil é o maior produtor de melão da América do Sul e, a região nordeste é responsável por mais de 90% da produção que é concentrada nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte (IBGE, 2017).

Dentre os patógenos que infectam cucurbitáceas destacam aqueles que causam danos ao sistema radicular como o fungo *Fusarium*, que é favorecido pela monocultura intensiva, além de possuir ampla distribuição geográfica e da capacidade de sobreviver em solos por meio de estruturas de resistência, as quais garantem condições ideais na ausência da planta hospedeira. Devido a estas características, o controle das doenças causadas por tais patógenos é considerado uma tarefa difícil, pois o solo é um ambiente complexo, onde medidas de controle têm sua eficiência prejudicada ou sua aplicação dificultada (BEDENDO, 2011).

A utilização de produtos químicos tem demonstrado sucesso no controle de várias doenças de plantas, mas o uso demasiado tem permitido a seleção de patógenos resistentes. Além disso, tais produtos provocam contaminação do ambiente, de trabalhadores e consumidores e outros diversos problemas (SANTOS NETO et al., 2016). Para a cultura do melão nenhum produto químico é registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para controle de *Fusarium solani*, sendo indicado para o manejo deste patógeno a utilização de variedades resistentes e práticas culturais (MAPA, 2018).

Uma alternativa para o controle de patógenos é o manejo integrado de doenças. Este implica no controle de doenças de plantas, utilizando diferentes alternativas, objetivando atender aos aspectos econômicos, ecológicos e sociológicos. No manejo integrado, as medidas podem ser tomadas com base no controle cultural,

biológico, genético, químico e/ou físico, podendo ser aplicadas em conjunto ou isoladamente (ZAMBOLIM et al., 2004).

Vários métodos alternativos têm sido estudados no manejo de fungos habitantes de solo, como por exemplo, a adição de compostos orgânicos ao solo e a solarização (BUTRINOWSKI, 2016). Esta última técnica consiste no aquecimento do solo por meio da energia solar, promovendo o controle de fitopatógenos, ao mesmo tempo em que favorece os microrganismos benéficos do solo (ROCHA e CARNEIRO, 2016). Já o uso da adubação verde pode favorecer a sustentabilidade do sistema agrícola, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo, proporcionando aumento da atividade microbiana, favorecendo a supressividade do solo, pois muitos adubos verdes possuem substâncias capazes de reduzir a densidade populacional do patógeno (CRUZ et al., 2013).

Somando aos métodos de controle alternativos, pode citar os compostos biológicos que fornecem diversos nutrientes e enriquecem biologicamente o sistema com microrganismos benéficos. O uso de produtos biológicos pode suprimir o crescimento e a atividade de microrganismos patogênicos das plantas, existentes no solo. Isso acontece devido aos próprios produtos introduzirem populações externas de microrganismos que podem controlar ativamente os fitopatógenos e melhorar a qualidade do solo, contribuindo para a produção e proteção da planta. Muitos produtos biológicos vêm sendo comercializados com intuito de reduzir os problemas com patógenos habitantes do solo (SILVA e OLIVEIRA, 2018).

O emprego destas técnicas associadas apresenta grande potencial no manejo de doenças ocasionadas por patógenos radiculares, entretanto, no Brasil são poucos os estudos envolvendo a associação destas técnicas para controle de *Fusarium* na cultura do meloeiro. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da solarização associada à incorporação de materiais vegetais e produtos biológicos na sobrevivência de *F. solani* e no desenvolvimento do meloeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do Meloeiro

O melão pertence à família *Cucurbitacea*, gênero *Cucumis* e espécie *Cucumis melo* L. A planta apresenta hábito de crescimento rasteiro com ramos laterais que variam de número de acordo com a cultivar e podem atingir até 3 m de comprimento. As folhas são alternadas, simples, palmadas, apresentando também gavinhas que são emitidas das axilas das folhas e possuem função de sustentação. As raízes do meloeiro são fasciculadas e superficiais, geralmente encontradas entre 0,20 e 0,40 m de profundidade (BARROS, 2015).

A floração que ocorre em dois períodos se apresenta da seguinte forma: as flores masculinas surgem entre 18 a 22 dias após a germinação, enquanto as femininas aparecem 30 ou 32 dias depois. A diferença é bastante visível devido às flores femininas apresentarem ovário bem definido. A polinização é aberta e comumente é realizada por abelhas (SOUSA et al., 2011).

O melão é uma hortaliça fruto que apresenta um papel relevante quanto à qualidade nutricional, principalmente em relação à composição vitamínica e aos compostos antioxidantes. De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos- TACO (2011), os melões são alimentos considerados como boa fonte de sódio, potássio e vitamina C (SILVA, 2016).

O meloeiro é originário da África, mas foi na Ásia, mais precisamente na Índia, onde este começou a ser disperso ao redor do mundo (FILGUEIRA, 2003). No Brasil, a cultura foi implantada a partir de 1960, onde a produção nacional se concentrava basicamente nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, entretanto as condições edafoclimáticas eram limitantes (SILVA, 2015).

A cadeia produtiva do melão abrange, aproximadamente, 23.290 hectares, e gera milhares de empregos diretos e indiretos. Este setor demanda mão-de-obra intensiva e qualificada, mantendo o homem no campo de forma única, pois permite a vida digna de uma família dentro de pequenas propriedades e em grandes empresas gerando oportunidades de trabalho (IBGE, 2017). No Nordeste brasileiro, o melão encontrou condições climáticas favoráveis ao seu cultivo o ano todo, contribuindo para uma alta produtividade e qualidade, favorecendo a aparência e o sabor da fruta. Com temperaturas

elevadas, associadas à alta radiação solar (2.000 horas/ano a 3.000 horas/ano), à baixa umidade relativa e os baixos índices pluviométricos (500 mm/ano) distribuídos em uma estação chuvosa bem definida, proporcionam as condições climáticas necessárias ao desenvolvimento do meloeiro, assegurando frutos de ótima qualidade (EMBRAPA, 2018).

Nesta região, o cultivo do melão se destaca por ser uma atividade rentável para os produtores, sendo responsável por mais de 95 % da produção nacional no ano de 2017, correspondendo a 554.229 t. O estado do Rio Grande do Norte é o maior produtor, seguido por Ceará, Bahia, Pernambuco e Piauí (IBGE, 2017). Além da participação direta na cadeia de produção e exportação em grande volume, esta região consegue garantir o abastecimento do mercado interno com a fruta durante o ano todo, pois além da alta produção, o clima típico da região permite a realização de duas a três safras anuais (PAMPLONA et al., 2018).

2.2. Patógenos habitantes do solo

A cultura do meloeiro é afetada por diversas doenças de importância econômica. Dentre elas, se destacam as doenças causadas por patógenos radiculares (PORTO et al., 2018). Estas doenças constituem um dos maiores entraves para a cultura do melão pois comprometem o desenvolvimento das plantas e dos frutos, gerando perdas e prejudicando a produção que poderia gerar capital e lucro. Tais patógenos podem ser definidos como organismos que passam a maior parte de seu ciclo de vida no solo, infectando órgãos subterrâneos ou caules das plantas. Além disso, apresentam capacidade de sobreviver no solo por longo período na ausência de seus hospedeiros, através de estruturas de resistência. O maior grupo de patógenos radiculares é constituído por fungos, que ocorrem em todos os tipos de sistemas agrícolas, causando doenças nas principais espécies cultivadas, com uma variada gama de sintomas (MICHEREFF et al., 2005).

Dentre os principais fungos radiculares que afetam a produção comercial de melão, pode destacar *Monosporascus cannonballus* (Pollack e Uecker), *Sclerotium rolfsii* (Sacc), *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich, *Rhizoctonia solani* (Kuhn) e *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Tais patógenos são habitantes do solo e acometem a cultura

do melão em diversos níveis de danos. Os sintomas mais comuns causadas por esses fungos são podridão da raiz e do colo, necrose e murcha das plantas, apodrecimento de sementes folhas e frutos e o ataque à planta jovem pode levar ao tombamento. Altas temperaturas, muitas vezes associada à umidade favorecem a ocorrência destas doenças, podendo levar as plantas a morte (PEREIRA et al., 2012).

A espécie *F. solani* merece destaque pois é um fungo amplamente distribuído e ataca diversas culturas (PEREIRA et al., 2012). As estruturas do patógeno sobrevivem durante anos no solo e dão origem a novas infecções. Além disso, a disseminação do patógeno pode ocorrer facilmente por meio de implementos agrícolas, irrigação e sementes infectadas tornando ainda mais difícil o controle deste fungo (AMBRÓSIO, 2006).

2.3.Aspectos gerais do gênero *Fusarium* sp.

O *Fusarium* é considerado um dos mais importantes gêneros de fungos e, é amplamente distribuído no solo e em associação com plantas (MENEZES, 2009). Este gênero inclui uma série de espécies patogênicas de vegetais com importância econômica (ZIPCODEZOO, 2014). Espécies de *Fusarium* incluem importantes fitopatógenos, causadores de murchas, podridões, morte de plântulas, aborto de flores, podridões de armazenamento e outras doenças. É considerado um fungo cosmopolita e infecta uma vasta gama de hospedeiros (PEREIRA et al., 2012). *F. solani* está presente em praticamente todas as áreas de cultivo de cucurbitáceas e, várias espécies cultivadas são hospedeiras desse fungo, como batata, soja, ervilha, entre outras (MAPA, 2018).

A identificação das espécies pode ser feita através da caracterização morfológica. Entretanto, o sequenciamento de DNA é uma ferramenta importante para a identificação de microrganismos e o espaçador transcrito interno (ITS) é a região mais utilizada para a identificação de fungos. Porém, para alguns gêneros um marcador secundário se faz necessário para a identificação ao nível de espécie (GALVÃO et al., 2016). A espécie *F. solani* (Mart.) Sacc. pertence ao filo *Ascomycota*, classe *Ascomycetes* e ordem *Hypocreales*. Esta espécie possui microconídios ovalados, formados em grande quantidade nas extremidades de microconidióforos. Os macroconídios são fusiformes, multiseptados, formados a partir de conidióforos (BEDENDO, 2011). Os clamidósporos

apresentam paredes bem espessas e rugosas, são abundantes e podem ser formados tanto isolados quanto nas extremidades de conidióforos ou intercalados nas hifas ou, nos macroconídios, constituindo, assim, estruturas de resistência (FARR e ROSSMAN, 2015). No solo, *F. solani* pode sobreviver por dez anos ou mais, sendo um fungo parasita que penetra por ferimentos causados por nematoides ou, por outros danos nas raízes para alcançar o sistema vascular e, se espalhar pelos vasos, bloqueando-os parcialmente e reduzindo o suprimento de água para a planta. Este fungo é capaz de sobreviver no solo, através de estruturas de resistência, as quais desenvolve na forma de clamidósporos, que se abrigam em restos culturais (KIMATI et al., 2005).

No melão, *F. solani* causa podridão das raízes e do colo. Os danos causados por este patógeno variam conforme a intensidade do inóculo, condições ambientais e susceptibilidade da planta. Os sintomas podem aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento das plantas. Quando ocorre na fase inicial, a plântula fica murcha podendo apresentar tombamento. Posteriormente, seca e a parte de raiz e colo apresenta áreas necrosadas. Já quando a planta está mais desenvolvida os sintomas podem aparecer como perda de vigor, paralização de crescimento, murchas, além da podridão muito evidente em seu colo e raiz (KIMATI et al, 2005).

As necroses provocadas pelo fungo no meloeiro são de cor marrom-escura na base da rama, circundando o colo, que posteriormente toma aspecto mole e esponjoso. Quando o ambiente está excessivamente úmido, uma massa branca se desenvolve sobre a área doente. Os frutos doentes apresentam podridão seca e firme. Para tentar sobreviver ao desequilíbrio causado pelo fungo a planta pode emitir novas raízes acima da área atacada. Entretanto, essa tática nem sempre garante a recuperação da planta pois diversos fatores como temperatura, umidade, nutrição da planta e patogenicidade do fungo, influenciam diretamente o desenvolvimento da doença (MAPA, 2018).

2.4 Técnicas de controle

Os patógenos habitantes do solo e do sistema radicular são controlados pela ação de medidas que atuam destruindo as unidades propagativas conhecidas como propágulos, prevenindo a formação ou, destruindo o inóculo presente em resíduos infestados, reduzindo o vigor e a virulência do patógeno e promovendo o desenvolvimento das plantas (BETTIOL,1991).

A ausência de produtos químicos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para controle desse fungo dificulta o seu controle, sendo a utilização de variedades resistentes a melhor opção para reduzir a ocorrência desta doença. Entretanto a existência de raças do patógeno dificulta encontrar variedades resistentes e, quando se encontra, é difícil que esta seja durável. É necessário conhecer previamente a raça ou as raças do patógeno causador da doença para se optar pela variedade ou híbrido adequados (DE ALMEIDA et al., 2018). Desta forma, para Kimati et al. (2005) além do uso de variedades resistentes, o controle de *F. solani* deve ser feito através da utilização de um conjunto de medidas que englobam diversas técnicas como a utilização de sementes certificadas, rotação de culturas para que se evite o grande aumento de inóculo, eliminação das plantas com sintomas de murcha, adubação equilibrada, incorporação de compostos orgânicos ao solo e solarização do solo.

O uso de técnicas alternativas e insumos orgânicos, tais como esterco animal, restos de cultura, adubação verde e de vários outros resíduos urbanos no solo, podem, pelo menos temporariamente, suprimir o crescimento e a atividade de microrganismos patogênicos das plantas, existentes no solo. A razão disso é que os próprios insumos introduzem populações externas de microrganismos com uma larga variabilidade fisiológica. Muitos deles são denominados microrganismos benéficos, que podem controlar ativamente os patógenos da planta e melhorar a qualidade do solo, contribuindo para a produção e proteção da planta (CHAGAS e TOKESHI, 2006).

2.5. Adubação verde

A utilização de práticas culturais no manejo de doenças causadas por patógenos habitantes do solo tem importância destacada, visto que este tipo de prática induz a supressividade do solo. Dentre estas práticas, a incorporação de matéria orgânica é uma alternativa bastante viável, pois pode vir a ajudar no equilíbrio da microfauna, aumentando seu potencial de controle de doenças (SALES JÚNIOR et al., 2017).

Uma das alternativas de incorporação de matéria orgânica ao solo é através do uso de adubo verde. Esta é uma prática milenar que tem por finalidade aumentar a capacidade produtiva do solo. O cultivo dessas plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas comerciais, melhoram significativamente os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Além disso, tem características recicladoras,

recuperadoras, protetoras, melhoradoras e condicionadoras do solo (CARVALHO e AMABILE, 2006).

A adubação verde aumenta a quantidade de matéria orgânica, melhora a fertilidade do solo e induz a planta a produzir substâncias com ação antagônica aos fitopatógenos habitantes do solo. O controle destes microrganismos pela adubação verde é promovido pela escassez de alimento para o patógeno, em que a liberação de substâncias tóxicas durante a decomposição da massa verde, inibe o crescimento ou matam os patógenos. Outra forma é pelo aumento de populações antagônicas que encontram no material decomposto um ambiente propício ao seu crescimento e reprodução (CRUZ et al., 2013).

Quando avaliaram a supressividade por incorporação de resíduo de leguminosas: leucena (*Leucaena leucocephala* Wiltt.), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov.), feijão de porco (*Canavalia ensiformes* DC.) e feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) no controle da fusariose do tomateiro, Cruz et al. (2013) observaram que a incorporação da parte aérea destas leguminosas ao solo, proporcionou o controle da murcha de fusário em todas as concentrações testadas. O resíduo orgânico mais eficiente no controle da doença foi representado pela incorporação do amendoim forrageiro, que para atingir o percentual de controle de 73,3 % necessitou de 40 g L⁻¹ de resíduo.

A redução da ocorrência de fitopatógenos no solo também foi estudada por Sales Junior et al. (2017), em que verificaram a influência da adubação verde no declínio de *Monosporascus* em solo naturalmente infestado. Foram testados como adubos verdes crotalária (*Crotalaria spectabilis*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), feijão guandu-forrageiro (*Cajanus cajan*), lablab (*Dolichos lablab*) e mucuna-preta (*Stilozobium aterrimum*) sobre a ocorrência de *M. cannonballus* na cultura do melão. Foram realizados dois experimentos, um em casa de vegetação e outro em campo, com histórico de ocorrência de *M. cannonballus*. De acordo com os pesquisadores houve redução na severidade da doença ao fim do quarto ciclo quando a cultura foi intercalada com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) em casa de vegetação. Já em campo foi possível observar que a utilização de mucuna-preta apresentou, significativamente, menor severidade do declínio de *M. cannonballus* e maior número de frutos.

2.6. Solarização

A solarização do solo é uma técnica que foi desenvolvida por Katan et al. (1976), em Israel e, vem sendo utilizada em diversos países, como Israel, Estados Unidos, Japão, Itália, Egito, Espanha, Brasil, entre outros. É um método de desinfestação do solo para o controle de fitopatógenos, plantas daninhas e pragas, que consiste na cobertura, com um plástico transparente, do solo em pré-plantio, preferencialmente úmido, durante o período de maior radiação solar.

A energia solar eleva a temperatura do solo, após a cobertura com o filme plástico transparente, fazendo com que o aquecimento do solo enfraqueça os microrganismos que causam doenças em plantas, permitindo que outros microrganismos que também habitam o solo multipliquem e ajudem no controle. Assim, há controle biológico das doenças devido à modificação nas comunidades microbianas do solo (GHINI, 2004).

A incorporação de materiais vegetais e resíduos animais ao solo associados com a solarização, conhecida como biofumigação, se mostra ainda mais eficiente que a técnica isolada, pois proporciona a inativação e a redução de inóculo de diversos fitopatógenos habitantes de solo, diminuindo a severidade de doenças. Diversos fatores são citados como responsáveis por essa ação como a temperatura resultante da solarização, comunidade microbiana decompositora estimulada pela presença dos materiais vegetais incorporados ao solo, atmosfera anaeróbica e composta de voláteis resultante da decomposição dos materiais vegetais (BASSETO et al., 2012).

Para a maioria dos patógenos, a temperatura letal está acima da atingida pela solarização e a incorporação de material orgânico melhora a eficácia da técnica, por elevar a temperatura do processo durante a decomposição do material. O uso de materiais orgânicos no solo associado com a técnica de solarização propicia a retenção de compostos voláteis emanados da rápida degradação dos materiais e que são letais a vários fitopatógenos. A sobrevivência dos microrganismos benéficos mantém um efeito mais duradouro da solarização, que dificulta a reinfestação do solo (ROCHA e CARNEIRO, 2016).

O uso da simulação da solarização vem sendo utilizada para estudar o efeito da incorporação de materiais vegetais associado à solarização do solo, pois permite obter um indicativo para a aplicação ou não de tal técnica diretamente no solo (em campo).

Além disso, permite testar diferentes materiais associados e obter resultados em pouco espaço, em uma condição controlada, onde se pode infestar o solo, sem causar problemas de contaminação (AMBRÓSIO, 2006; BASSETO et al., 2012).

Quando avaliaram o efeito de brócolis, eucalipto, mamona e mandioca associado à solarização no controle de fitopatógenos, Ambrosio et al. (2008) verificaram que a utilização de materiais vegetais associados a solarização foi eficiente e permitiu a redução de *M. phaseolina*, *R. solani* AG-4 HGI e *Sclerotium rolfsi*. A incorporação dos materiais foi feita na proporção de 3,0 Kg/m² e as avaliações foram realizadas no período de 0, 7, 14, 21 e 28 dias. Para estes autores a combinação de tais técnicas possibilitou a inativação de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 2.

A eficiência da utilização destas técnicas também foi comprovada por Ambrósio et al., (2009) que avaliou a sobrevivência de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 2, *M. phaseolina*, *R. solani* AG-4 HGI e *S. rolfsi*. Tais fungos fitopatogênicos habitantes do solo, foram submetidos a simulação de solarização em microcosmo com a incorporação de materiais brócolis, eucalipto, mamona e mandioca. Para *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 foi observada erradicação significativa de estruturas do fungo pela incorporação de todos os materiais orgânicos com a simulação da solarização (microcosmo) aos 28 dias de tratamento. No entanto, a incorporação de mamona em associação com a simulação da solarização propiciou erradicação significativa do fungo já aos 14 dias de tratamento. A redução dos demais patógenos também foi significativa.

Os dados obtidos por Basseto et al., (2012) corroboram com os trabalhos anteriores. Estes autores avaliaram o efeito da incorporação e decomposição da parte aérea de brócolis, mamona, mandioca brava e mansa, associadas à solarização simulada em microcosmos, sob condições de ambiente controlado (BOD), na sobrevivência das estruturas de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2, *M. phaseolina*, *R. solani* AG-4 HGI e *S. rolfsii*. Estes pesquisadores observaram que os tratamentos mais eficientes para o controle dos patógenos foram o solo + brócolis e solo + mandioca brava.

Resultados semelhantes foram obtidos por Wong et al. (2011), quando avaliaram a sobrevivência de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 2 em solo incorporado com folhas de mandioca brava e mansa seguido de solarização, estes pesquisadores observaram que em todos os tratamentos em que associou a solarização com a incorporação do material orgânico, ocorreu a inativação do patógeno. No entanto, o tratamento solarizado, de forma isolada, não foi eficiente.

2.7. Produtos biológicos

A associação das plantas com microrganismos no solo é um processo que apresenta grande importância na natureza por favorecer a sobrevivência das plantas, garantindo sua biodiversidade e funcionalidade do ecossistema. Dessa forma, quando se adota o controle biológico tem-se em vista maior equilíbrio biológico do sistema agrícola, utilizando microrganismos e organismos existentes no meio para diminuir a população dos agentes causais de doenças, bem como a sua viabilidade (MATTEI et al., 2017).

O controle biológico tem sido cada vez mais utilizado no controle de doenças, com estratégias diretas e indiretas. As estratégias indiretas estão relacionadas à suplementação de matéria orgânica. Já as estratégias diretas, envolvem a introdução de antagonistas ao solo, à semente, aos órgãos de propagação vegetativa, ou à parte aérea (SCHURT et al., 2017).

O uso de insumos orgânicos pode suprimir o crescimento e a atividade de microrganismos patogênicos das plantas, existentes no solo. Isso acontece devido os próprios insumos introduzirem populações externas de microrganismos que podem controlar ativamente os patógenos da planta e melhorar a qualidade do solo, contribuindo para a produção e proteção da planta (CHAGAS e TOKESHI, 2006).

A utilização de organismos benéficos para reduzir os efeitos negativos de agentes patogênicos e promover respostas positivas em plantas é de grande importância para o cenário da agricultura atual e aliada aos novos conhecimentos em microbiologia, se torna ainda mais promissora. O controle biológico por microrganismos se apresenta como alternativa inteligente para a redução ou eliminação do uso de agroquímicos no controle de fitopatógenos. A diversidade de microrganismos, bem como suas relações antagonicas, surgem como ferramentas importantes para o controle biológico aplicado (RESENDE, 2011).

É preciso entender como os agentes de controle biológico atuam e quais suas limitações para que seu uso seja mais efetivo no controle de doenças de plantas. Particularmente para bactérias e fungos, muitos trabalhos vêm sendo realizados para elucidar as interações entre antagonista-patógeno-hospedeiro com o objetivo de facilitar o entendimento entre a ecologia e os mecanismos de ação que permeiam essas interações (LANNA FILHO et al., 2010).

A maioria destes microrganismos são atualmente comercializados na forma de bioprodutos. Geralmente os produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas são resultantes da mistura de enzimas e microrganismos, sendo estes bactérias e/ou fungos especialmente selecionados. Estes possuem a capacidade de acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica, de forma natural, convertendo materiais orgânicos em um composto com baixa relação C/N, auxiliando assim na diminuição da severidade de doenças. Isso ocorre devido a competição de organismos patogênicos com microrganismos benéficos que tem seu desenvolvimento incentivado ou, são inseridos no solo através da adição destes produtos (BETTIOL et al., 2012). Alguns produtos também atuam como elicitores, ou seja, na indução de resistência das plantas contra ação de patógenos (NUNES et al., 2018).

Existem vários produtos comerciais à base de agentes de biocontrole registrados no Brasil para doenças de plantas (BETTIOL et al., 2012). Além disto, a utilização de produtos é estudada continuamente tendo assim a eficiência destes comprovada (NASCIMENTO et al., 2016; NUNES et al., 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características gerais

Foram realizados dois experimentos idênticos. Ambos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, no município de Mossoró-RN. O primeiro experimento foi conduzido de março a maio de 2018 e, o segundo, de junho a agosto de 2018. Durante a realização do trabalho foram registradas na casa de vegetação a média de 32,9 °C de temperatura do ar e 45,6 °C de umidade relativa do ar no primeiro experimento. No segundo experimento as médias foram 33,9 de temperatura do ar e 35,4 °C de umidade relativa do ar.

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com nove tratamentos e cinco repetições:

- 1- Incorporação de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) associado a solarização do solo (R+S);
- 2- Incorporação de mamona (*Ricinus communis* L.) associado solarização do solo (M+S);
- 3- Produto comercial ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) associado solarização do solo (PF+S);
- 4- Produtos comerciais Compost Aid[®] + Active[®] (Alltech) associado solarização do solo (PA+S);
- 5- Incorporação de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) associado à solarização do solo e produto comercial ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) (R+PF+S);
- 6- Incorporação de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) associado a solarização do solo e produtos comerciais Compost Aid[®] + Active[®] (Alltech) (R+PA+S);
- 7- Incorporação de mamona (*Ricinus communis* L.) associado à solarização do solo e produto comercial ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) (M+PF+S);
- 8- Incorporação de mamona (*Ricinus communis* L.) associado à solarização do solo e produtos comerciais Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Altech) (M+PF+S);

9- Solo (testemunha).

3.3. Obtenção do isolado

O isolado de *F. solani* NM25 foi obtido de meloeiro com sintomas de podridão radicular no município de Mossoró-RN e depositado na Coleção Micológica de Lavras do laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. O inóculo do patógeno foi cultivado em frascos contendo substrato areno-orgânico, composto de três partes de esterco curtido, uma parte de areia lavada e 2 % de aveia (v/p), em que foram adicionados 20 mL de água destilada para cada 100 mL de substrato, conforme a metodologia proposta por Lefèvre e Souza (1993). O substrato foi autoclavado duas vezes, em intervalos de 24 horas, durante uma hora por dia, a 120 °C. Posteriormente, em câmara asséptica, foram transferidos oito discos de 8 mm de diâmetro retirados dos bordos das colônias do fungo em crescimento previamente cultivado, para frascos contendo substrato areno-orgânico. Os frascos contendo o inóculo com o patógeno foram mantidos em estufa tipo BOD a 28 ± 2 °C no escuro, por quinze dias, sendo periodicamente agitados com o objetivo de homogeneizar a infestação. Também foi mantido um frasco sem o fungo, nas mesmas condições dos frascos com o micélio, utilizado como testemunha e agitado periodicamente durante 15 dias (Figura 1A).



Figura 1. Frasco contendo inóculo de *F. solani*. (A) e resultado do teste de pureza (B).

Os inóculos produzidos foram submetidos ao teste de pureza. Este foi realizado em condições assépticas, em que foram retirados dez pequenas porções do inóculo de cada recipiente onde estavam mantidos e plaqueados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA acrescido de tetraciclina (0,05g/L). As placas foram mantidas em câmara de crescimento do tipo B.O.D. por três dias a temperatura de 28 ± 2 °C (Figura 1B).

3.4. Instalação e condução do experimento

Foram utilizados vasos plásticos com capacidade de cinco litros em que estes foram preenchidos com uma mistura de substrato comercial e solo, na proporção 1:1, sendo este último proveniente da Fazenda Agrícola Bom Jesus, município de Baraúna, Rio Grande do Norte. Na Tabela 1 se encontram os teores de nutrientes presentes no solo, sendo coletados na profundidade (0-20). O solo foi autoclavado duas vezes, em intervalos de 24 horas, durante uma hora por dia, a 120 °C.

Tabela 1. Análise de solo. Fazenda Agrícola Bom Jesus, município de Baraúna, 2017.

Amostra do solo	pH	CE	M.O.	N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	SB ⁽¹⁾	T ⁽²⁾
	H ₂ O	dS/m ⁻¹	g/kg ⁻¹	g/kg ⁻¹cmolc/dm ³					
	6,10	0,29	3,56	0,35	1,90	0,50	0,00	0,66	2,99	2,99
	V ⁽³⁾	m	PST ⁽⁴⁾	P	K+	Na+	Cu	Fe	Mn	Zn
%		mg/dm ³						
	82	0	10	101,0	85,1	86,5	0,99	7,93	14,99	1,66

⁽¹⁾ Soma de bases; ⁽²⁾ Capacidade de troca catiônica; ⁽³⁾ Saturação por bases; ⁽⁴⁾ Percentual de sódio trocável.

Foram adicionadas aos vasos, quatro bolsas de tecido náilon (Figura 2) contendo 10 gramas do inóculo do patógeno para avaliação da sobrevivência de *F. solani*. As bolsas contendo o patógeno foram enterradas a 10 centímetros de profundidade nos vasos.

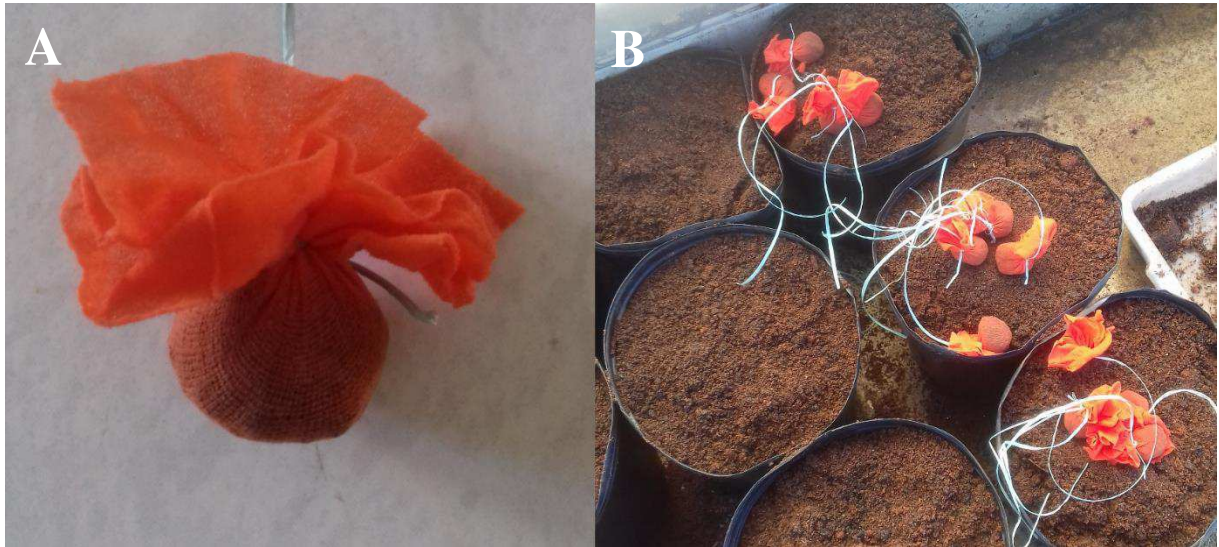


Figura 2. Bolsa de náilon contendo o inóculo de *F. solani* (A) e distribuição das bolsas nos vasos (B).

Foram utilizadas as partes aéreas (frescas) de materiais vegetais (repolho - *Brassica oleracea* var. *capitata* e mamona - *Ricinus communis* L.). O repolho foi proveniente de restos culturais, obtidos na feira livre de Mossoró e a mamona foi coletada nas proximidades da UFERSA/Mossoró. Para cada vaso foi adicionado 6 % do peso/volume do material vegetal (FENILLE e SOUZA, 1999). Os materiais vegetais foram lavados em água corrente, triturados e pesados em balança semi analítica. Foram coletadas amostras dos materiais vegetais para determinação do peso fresco e seco. A incorporação dos materiais foi realizada na camada de 0 a 10 centímetros do solo contido nos vasos.

A simulação da solarização do solo foi realizada posteriormente, nos vasos plásticos, após a incorporação dos materiais vegetais (Figura 3). O solo contido nos vasos foi umedecido até a capacidade de campo e coberto com filme plástico transparente de 100 μm , junto à superfície, formando uma câmara úmida para evitar a evapotranspiração e assim elevar a temperatura. O plástico permaneceu sobre o solo por 20 dias. Posteriormente ele foi retirado e realizado o transplântio das mudas de melão.



Figura 3. Simulação da solarização em vasos plásticos.

A aplicação dos produtos comerciais biológicos foi realizada de acordo com a indicação dos fabricantes. O produto comercial ALD-18[®] (Grupo Fertiliza Chemical) possui em sua composição Mn (33,8 g/L), S(20,8 g/L) e *Streptomyces* spp. Sua aplicação se deu antes do transplântio das mudas de melão. A aplicação foi realizada através de fertirrigação, em que o produto foi diluído em água na proporção de 50 mL/L e adicionado aos vasos, de acordo com a necessidade de irrigação da cultura (300mL/vaso). As aplicações foram feitas a cada dois dias. O produto Compost Aid[®] (Grupo Altech) apresenta *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis* e *Enterococcus faecium* (contagem microbiana total $3,75 \times 10^8$ UFC/g). Já o produto Active[®] (Grupo Altech) possui polissacarídeos oriundos de fermentações biológicas controladas que resultam em exudados idênticos aos liberados pelas plantas. Os dois produtos foram aplicados juntos em forma de calda. Este foi preparado a partir da adição de 1,5 g de Compost Aid[®] + 0,5mL Active[®] para cada litro de água. Após a irrigação das plantas foi adicionado 20 mL da calda junto ao colo da planta. Este produto foi aplicado a cada sete dias durante três semanas. Todas as aplicações de produtos foram realizadas no fim da tarde.

Foi mantido um vaso de cada tratamento para o acompanhamento da temperatura do solo, utilizando termômetro de mercúrio em vidro. A temperatura foi aferida diariamente às 14h:00 min durante todo o período de execução do experimento (50 dias). O termômetro foi introduzido no solo a 10 cm de profundidade, permanecendo por dois minutos em cada vaso para garantir a estabilização da temperatura em todos os tratamentos.

As mudas de melão variedade Goldex foram produzidas em bandejas de polietileno com 128 células, em substrato comercial Tropostrat HÁ[®] semeando duas sementes por célula e, posteriormente, fazendo o desbaste deixando apenas a planta mais vigorosa. As mudas foram transplantadas com 10 dias após a semeadura.

A irrigação foi feita diariamente, de forma manual, de acordo com a necessidade da cultura, seguindo a recomendação para referida cultura.

3.5. Sobrevivência do patógeno

As avaliações para determinar a sobrevivência do fungo foram realizadas aos 50 dias após a instalação do experimento. Para a avaliação foram retiradas as bolsas de cada repetição de tratamento, onde foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do CCA da UFERSA. As bolsas contendo o patógeno foram submetidas a uma desinfestação superficial em uma breve lavagem em álcool 70%, 20 segundos em hipoclorito de sódio e duas lavagens sucessivas em água destilada esterilizada. As bolsas foram abertas em placas de Petri esterilizadas e, posteriormente plaqueados dez porções do substrato por placa de Petri, com o auxílio de uma pinça flambada em álcool 96°, em meio de cultura semi-seletivo Komada para *Fusarium* sendo realizadas quatro placas por repetição de tratamento (Figura 4). As placas foram mantidas em estufa tipo BOD a 28 ± 2 °C por três dias. A avaliação foi feita pela contagem das porções que apresentaram crescimento micelial do *F. solani*.

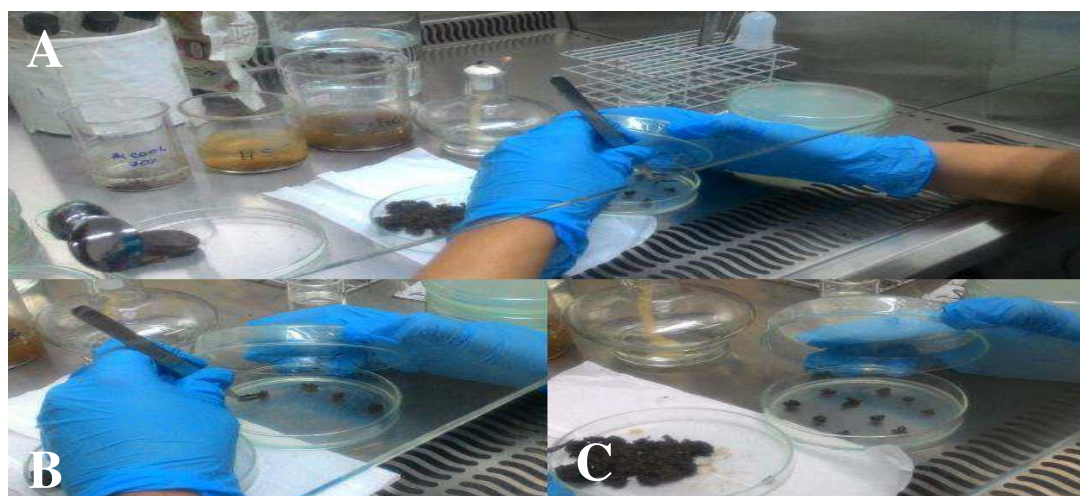


Figura 4. Desinfestação superficial (A) e plaqueamento do inóculo contido nas bolsas (B e C).

3.6. Avaliações de Crescimento

Foram realizadas avaliações aos 20, 30 e 40 dias após o transplante das mudas. As variáveis avaliadas foram diâmetro do caule utilizando paquímetro digital Carbografite®, altura de planta utilizando fita métrica e, contagem do número de folhas. Ao fim do experimento foi realizada a determinação da massa seca e fresca das plantas da parte aérea e raiz.

3.7. Análises estatísticas

Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As variáveis de peso fresco, peso seco, altura de plantas, diâmetro de caule e número de folhas foram comparadas empregando o sistema de análise estatística SISVAR, versão 4.0 (FERREIRA, 2011). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A variável sobrevivência do fungo foi avaliada utilizando o teste não-paramétrico Mann-Whitney com o programa estatístico PAST 2.17 (HAMMER et al. 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos experimentos, observou que aos 50 dias após a solarização, o tratamento que proporcionou menor sobrevivência de *F. solani* foi R+PF+S, tratamento onde houve incorporação de repolho associado à simulação da solarização do solo e aplicação do produto ALD-18[®]. Os demais tratamentos foram estatisticamente semelhantes (Tabela 2).

Tabela 2. Sobrevivência de *Fusarium solani* aos 50 dias após solarização.

Tratamentos	Experimento 1	Experimento 2
	50 DAS	50 DAS
R+S	10,0 a	10,0 a
M+S	10,0 a	9,84 a
PF+S	10,0 a	10,0 a
PA+S	10,0 a	10,0 a
R+PF+S	4,8 b	6,62 b
R+PA+S	8,5 a	9,9 a
M+PF+S	8,87 a	9,95 a
M+PA+S	10,0 a	9,97 a
Controle	10,0 a	10,0 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney. R+S= Incorporação de repolho + solarização do solo; M+S= Incorporação de mamona + solarização do solo; PF+S= Produto ALD-18[®](Fertiliza Chemical) + solarização do solo; PA+S = Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech); R+PF+S= Incorporação de repolho + Produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) + solarização do solo; R+PA+S= Incorporação de repolho + Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech) + solarização do solo; M+ PF+S= Incorporação de mamona + Produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) + solarização do solo ; M+ PA+ S= Incorporação de mamona + Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Altech) + solarização do solo; Controle= Solo (testemunha). As letras minúsculas indicam comparação entre tratamentos. DAS= Dias após a solarização.

A incorporação de brássicas como o repolho, já vem sendo estudada associada à solarização do solo, no controle de diferentes patógenos habitantes do solo, em diferentes partes do mundo, na maioria dos trabalhos os resultados apontam controle do microrganismo fitopatogênico. Este material permite a liberação de compostos voláteis resultantes da decomposição dos materiais vegetais, atuando como uma biofumigação e, conseqüentemente, reduzindo a sobrevivência de fitopatógenos no solo. A incorporação

deste material vegetal estimula também a comunidade microbiana decompositora, promovendo a competição entre microrganismos (BASSETO et al, 2012).

Entretanto, diferentemente de muitos trabalhos de incorporação de brássicas associado à solarização do solo, no presente trabalho, em ambos os experimentos, não foi verificada redução na sobrevivência de *F. solani* no tratamento R+S (Incorporação de repolho + solarização do solo). Possivelmente este fungo é mais resistente à condição obtida neste tratamento, em que não houve atuação dos antagonistas do solo, uma vez que o solo estava esterilizado. Já no tratamento R+PF+S, tratamento em que houve incorporação de repolho associado à simulação da solarização do solo e aplicação do produto ALD-18[®], o que diferencia do primeiro tratamento foi somente a aplicação do produto, este possui em sua composição o agente de biocontrole *Streptomyces* spp., amplamente estudado e de grande interesse para a agricultura. *Streptomyces* spp. são consideradas bactérias (actinomicetos) promotoras de crescimento de plantas (BPCP) e são residentes epifíticas ou endofíticas, não patogênicas. Atuam diretamente promovendo o crescimento ou indiretamente como agentes de controle biológico de doenças de plantas, em especial patógenos habitantes de solo (MARIANO et al., 2004).

A eficiência do repolho associada à solarização na redução da sobrevivência de fungos fitopatogênicos foi relatada por Rocha e Carneiro (2016). Segundo os pesquisadores, a aplicação das duas técnicas em conjunto foi o melhor tratamento no controle dos escleródios, garantindo 0 % de germinação aos 14 dias. Todavia, Basseto et al. (2012) afirmam que a biofumigação nem sempre acontece devido à ausência do efeito proporcionado por voláteis oriundos da incorporação e decomposição dos materiais vegetais ao solo, como também da atmosfera anaeróbica gerada pela ação microbiana decompositora do solo.

Quando avaliaram os efeitos da simulação da solarização do solo com materiais vegetais sobre o crescimento micelial de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 2, *M. phaseolina*, *R. solani* AG-4 HGI e *S. rolfsii*, Basseto et al. (2012) observaram que o solo, sem incorporação de material vegetal, foi estatisticamente igual aos tratamentos contendo solo + material vegetal (brocolis, mamona, mandioca brava e mansa), no crescimento micelial dos fitopatógenos, em todos os períodos avaliados. Isto demonstra que não houve influência dos materiais vegetais incorporados ao solo no crescimento micelial dos fungos no trabalho citado.

A eficiência de *Streptomyces* spp. foi estudada por Sousa e Farias (2013) no controle de *Fusarium* spp. e *Rizoctonia solani*. Os fungos *Fusarium* spp. e *R. solani* foram isolados de batata (*Solanum tuberosum* L.), pimentão (*Capsicum annuum* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). As cepas de *Streptomyces* spp. foram isoladas a partir de amostras de solo, procedentes de coletas em municípios paraibanos. Os testes para avaliação da atividade biológica dos produtos de *Streptomyces* sp. contra os fungos fitopatogênicos *Fusarium* spp. e *R. solani* foram realizados, *in vitro*, pelo método de difusão em meio sólido. As cepas de *Streptomyces* spp. mostraram atividade antagônica a todos os isolados de *Fusarium* spp. e de *R. solani*, inibindo o crescimento micelial destes fungos, formando halos de inibição entre 14 e 22 mm de diâmetro, sendo superiores aos antifúngicos cetoconazol, benomyl e captan, na concentração de 200 µg/mL, que tiveram desempenhos médios de 22 mm de halo de inibição para *Fusarium* spp. e de 20 mm para *R. solani*.

Vários microrganismos tem sido estudados para controle de patógenos habitantes do solo, entre eles, outras BPCPs do gênero *Bacillus*. Alencar et al. (2012) avaliaram o efeito antagônico de BPCPs (*Bacillus pumillus*, *B. megaterium*, *Bacillus* sp. e *B. cereus*) ao *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Estes autores confirmaram a ação destes microrganismos benéficos por meio de observações das características do crescimento dos microrganismos e comparação com as placas-controle em experimento *in vitro*. O isolado C116 (*B. pumillus*) apresentou antagonismo às raças R1, R2 e RB do *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* e inibiu o crescimento da raça R2 em meio NYDA.

No presente trabalho, em ambos os experimento, os tratamentos que continham mamona não controlou *F. solani*, apesar de ter sido verificado pequena redução na sobrevivência do fungo nos tratamentos em que houve a incorporação de mamona quando associada à solarização e produtos. A mamona foi estudada por Ambrósio (2006), quando avaliaram a utilização de materiais vegetais na sobrevivência deste fungo, em condição controlada (microcosmo) e, em campo solarizado. Foi observado a inativação do fungo *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2. Observou também que a inibição sobre o fungo estudado ocorreu desde a primeira avaliação realizada aos sete dias após a simulação de solarização.

Para Dos Santos et al. (2014), dados obtidos em ensaios de solarização, em que se utiliza solo infestado ou contendo propágulos de patógenos dispostos em bolsas de nylon e enterrados em diversas profundidades podem fornecer informações

importantes em relação ao período do ano ideal para o controle, ao tempo necessário para o controle do patógeno e à sensibilidade do patógeno à temperatura.

A cobertura do solo com plástico promove o aquecimento, especialmente das camadas superficiais do solo e tem como objetivo inibir ou eliminar organismos fitopatogênicos veiculados pelo solo. Além disto, outros processos microbianos são induzidos pela solarização, pois geralmente, os microrganismos saprófitas do solo, dentre eles, inúmeros antagonistas, são mais tolerantes ao calor do que os fitopatógenos. Assim, uma vantagem do método é que essa mudança na população microbiana pode levar à supressividade a patógenos, tendendo a proteger o solo de uma reinfestação e garantindo um efeito mais duradouro do tratamento (BASSETO et al., 2012).

Neste trabalho pode observar que a simulação de solarização foi executada corretamente, pois as maiores médias de temperaturas foram superiores durante o período de simulação de solarização nos dois experimentos (Figura 5).

As temperaturas variaram entre 36 e 42 ° C nos dois experimentos, em que a médias mínimas foram encontradas nos períodos em que não houve simulação de solarização. As médias de temperaturas foram maiores para M+PA+S (Incorporação de mamona + Produto Compost Aid® + Active® (Grupo Altech) + solarização do solo incorporação de mamona) e PA+S (Produto Compost Aid® + Active® (Grupo Altech)) durante o período de solarização nos experimentos 1 e 2, respectivamente. O efeito da solarização e biofumigação com mandioca foi testada por Baptista et al. (2007), quando avaliaram a incidência da murcha bacteriana em tomateiro no campo, estes autores, registraram temperaturas médias do solo nas parcelas solarizadas a 5; 10 e 20 cm de profundidade igual a 45; 40,5 e 34,6 °C, respectivamente, entre 14:00 e 15:00 horas. Nas parcelas não solarizadas as temperaturas médias obtidas foram 34,6; 30,4 e 27,2 °C a 5; 10 e 20 cm de profundidade, respectivamente, confirmando assim a eficiência do aquecimento do solo quando se aplica solarização, pode este atuar diretamente no controle do patógeno.

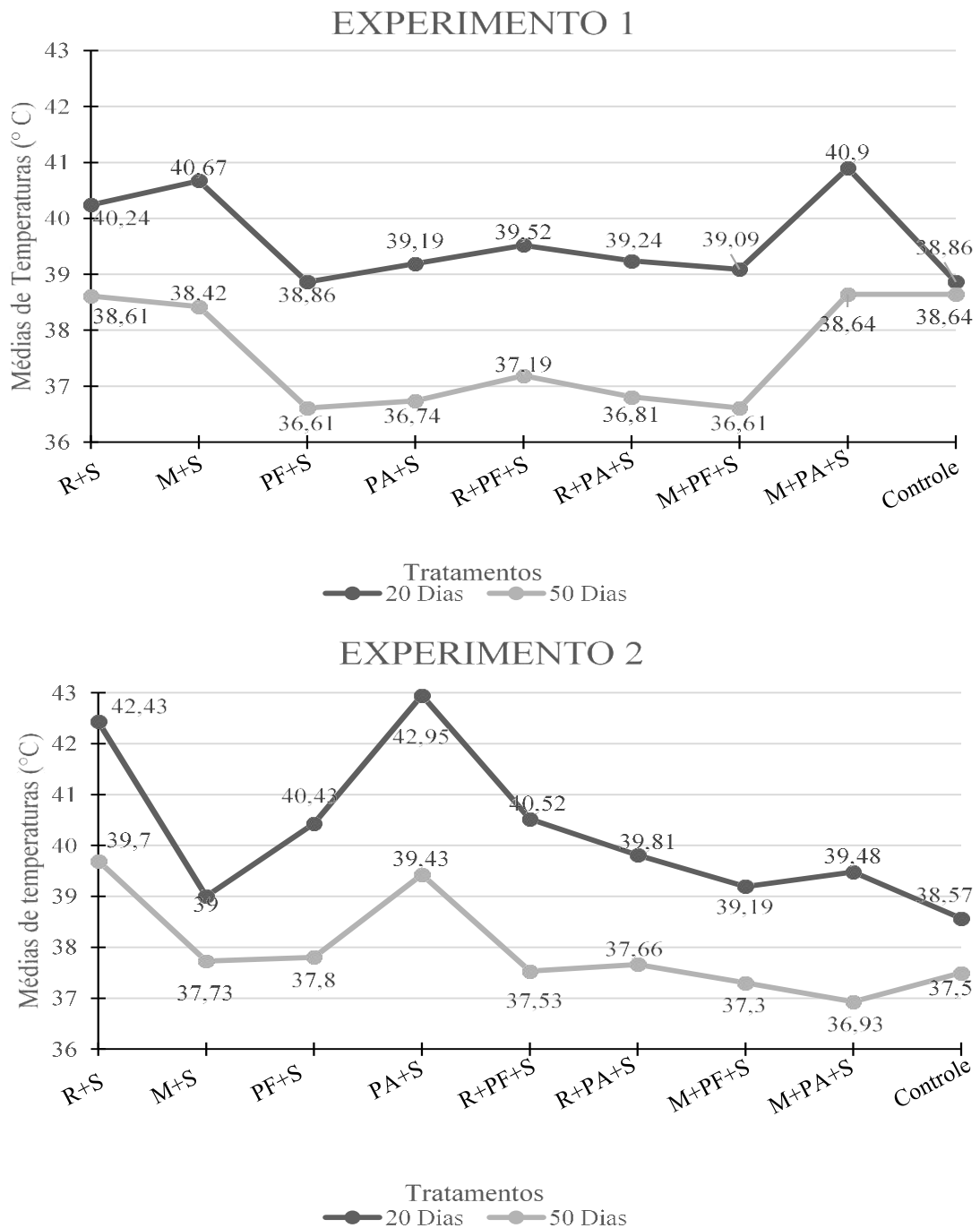


Figura 5. Média de temperatura nos tratamentos no período de 20 e 50 dias após a solarização.
R+S= Incorporação de repolho + solarização do solo; **M+S=** Incorporação de mamona + solarização do solo; **PF+S=** Produto ALD-18®(Fertiliza Chemical) + solarização do solo; **PA+S =** Produto Compost Aid® + Active® (Grupo Alltech); **R+PF+S=** Incorporação de repolho + Produto ALD-18® (Fertiliza Chemical) + solarização do solo; **R+PA+S=** Incorporação de repolho + Produto Compost Aid® + Active® (Grupo Alltech) + solarização do solo; **M+ PF+S=** Incorporação de mamona + Produto ALD-18® (Fertiliza Chemical) + solarização do solo ; **M+ PA+ S=** Incorporação de mamona + Produto Compost Aid® + Active® (Grupo Altech) + solarização do solo; **Controle=** Solo (testemunha).

Ambrósio et al., (2008) observaram que a solarização aumentou as temperaturas máximas diárias em mais de 10°C quando avaliaram o controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. Estes autores registraram os maiores incrementos de temperatura nos tratamentos em que houve a incorporação dos materiais vegetais brócolis, eucalipto, mandioca e mamona. Este comportamento pode ser observado no experimento 1 em que o material orgânico mamona associado à solarização contribuiu para o incremento dessa temperatura, devido ao processo acelerado de decomposição, entretanto os dados se mostram distintos no experimento 2, pois a maior média de temperatura foi encontrada no tratamento onde não houve incorporação de materiais vegetais, demonstrando assim que pode haver variação entre temperaturas ao longo das épocas de avaliação.

Não foi verificado aumento superior de temperatura para todos os tratamentos em que incorporou material vegetal associado a solarização conforme relataram Ambrósio et al. (2008) que trabalharam com esta associação de técnicas.

A variável altura de plantas demonstrou significância em ambos os experimentos (Tabela 3). No primeiro experimento, os tratamentos que apresentaram maiores alturas de plantas, aos 40 DAT, foram aqueles em que incorporou materiais vegetais, solarizou-se e aplicou-se os produtos comerciais (R+PF+S; R+PA+S; M+PF+S e M+PA+S) e o tratamento M+S, onde incorporou-se mamona e solarizou. Já no segundo experimento, também aos 40 DAT, observou-se que todos os tratamentos que incorporou-se mamona apresentaram maiores alturas de plantas em relação aos demais tratamentos.

De acordo com Figueiredo et al. (2012) quando um material orgânico é adicionado ao solo, os microrganismos realizam sua decomposição, a qual pode ocorrer de forma rápida se houver fatores propícios, principalmente nutrientes e fonte de energia.

Tabela 3. Média da altura de plantas de meloeiro aos 20, 30 e 40 dias após o transplante⁽¹⁾ no primeiro e segundo experimento.

Tratamentos	Altura (cm) de plantas de Meloeiro					
	Experimento 1			Experimento 2		
	Períodos de avaliação			Períodos de avaliação		
	20 DAT ⁽¹⁾	30 DAT	40 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT
R+S	18,6 b	51,8 c	115,2 b	10,3 a	73,1 b	96,9 b
M+S	21,0 a	96,0 a	163,1 a	10,6 a	85,7 a	116,9 a
PF+S	7,7 d	19,0 d	68,6 c	6,8 b	27,9 c	48,3 c
PA+S	10,7 d	23,2 d	98,0 b	5,7 b	25,5 c	44,5 c
R+PF+S	22,1 a	64,4 b	155,8 a	9,9 a	69,5 b	92,5 b
R+PA+S	17,9 b	61,6 b	135,4 a	10,9 a	68,8 b	88,6 b
M+PF+S	24,9 a	97,3 a	148,4 a	9,1 a	88,0 a	106,9 a
M+PA+S	21,8 a	90,8 a	152,3 a	9,9 a	87,7 a	112,6 a
Controle	15,4 c	32,3 d	122,4 b	6,8 b	32,8 c	53,6 c

R+S= Incorporação de repolho + solarização do solo; M+S= Incorporação de mamona + solarização do solo; PF+S= Produto ALD-18[®](Fertiliza Chemical) + solarização do solo; PA+S = Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech); R+PF+S= Incorporação de repolho + Produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) + solarização do solo; R+PA+S= Incorporação de repolho + Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech) + solarização do solo; M+ PF+S= Incorporação de mamona + Produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) + solarização do solo ; M+ PA+ S= Incorporação de mamona + Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Altech) + solarização do solo; Controle= Solo (testemunha). Tratamentos seguidos de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade.

O adubo verde deve apresentar elevado teor de nutrientes e capacidade para disponibilizar os nutrientes em velocidade compatível com a demanda da cultura. A mamona é uma planta que possui estas características e por isto é muito utilizada na produção de hortaliças em sistemas orgânicos como adubo verde (SANTOS et al. 2012). O efeito de resíduos de folhas de mamona incorporados ao solo sobre a cultura do quiabo foi avaliada por Fuzita et al. (2009). Estes autores avaliaram quatro níveis de incorporação de folhas de mamona (0; 1; 3 e 5 kg por m²) picadas e incorporadas em parcelas de 4 m². As sementes de quiabo híbrido foram semeadas diretamente nas parcelas, quinze dias após a incorporação das folhas de mamona. As avaliações foram realizadas 50 dias após a semeadura. Para altura de plantas foi possível observar aumento nos tratamentos em que houve a incorporação de 3 e 5 kg de folhas de mamona, alcançando 55,6 e 62,4 cm, respectivamente, diferindo significativamente da testemunha.

Nos experimentos, observou que os tratamentos com solarização e produtos biológicos, sem materiais vegetais, não apresentaram bons resultados na altura das plantas. Embora estes produtos apresentem em sua composição leveduras, enzimas e bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCPs) que auxiliam no desenvolvimento das plantas. O produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) possui em sua composição *Streptomyces* spp., importante espécie de BPCPs. Enquanto *L. plantarum*, *B. subtilis* e *E. faecium* são espécies encontradas no produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech). Estes microrganismos são bastante estudados e utilizados em todo o mundo tendo sua eficiência comprovada em diversos trabalhos. No entanto, é necessário que se tenha no solo matéria orgânica, sem esta, observa-se que os produtos não apresentam eficiência quando se incorpora material vegetal e utiliza-se produtos a base de microrganismos. O material orgânico no solo é necessário para que ocorra a decomposição pela ação dos microrganismos adicionados no solo, por meio dos produtos e, conseqüentemente, a mineralização e liberação de nutriente para as plantas. Sem a presença destes materiais, os microrganismos presentes nos produtos biológicos não encontram condições para se desenvolver e morrem rapidamente (BELO et al., 2012).

Soares et al. (2010) obtiveram resultados que não corroboram com os obtidos neste presente trabalho, Estes autores avaliaram isolados de *Streptomyces* spp. no crescimento e nutrição de mudas de tomateiro. O solo foi inoculado com os isolados AC-26, AC-92 e AC-29 e incubado por 20 dias, antes do plantio. A avaliação de altura foi realizada 30 dias após o plantio e estes autores puderam observar um incremento de até 71 % na altura das plantas cultivadas no solo inoculado e incubado com os isolados de *Streptomyces* spp em relação ao controle. Certamente no solo deste trabalho havia matéria orgânica suficiente para o desenvolvimento de *Streptomyces*, e conseqüentemente, para que esta fosse capaz de se desenvolver e atuar no crescimento do tomateiro.

O uso de *Bacillus subtilis* foi estudado por Araújo e Polleto Marchesi (2009) no controle de meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. A utilização de 0,5 g do produto contendo a estirpe PRBS-1 de *B. subtilis* por planta de tomate, três dias após o transplantio em volta do caule da planta permitiu o desenvolvimento da planta, além de atuar como agente de controle biológico, reduzindo a ocorrência de nematoides.

Para a variável número de folhas houve diferença significativa entre os tratamentos em todos os períodos de avaliação, nos dois experimentos (Tabela 4). No

experimento 1, aos 40 DAT foi observado que os tratamentos M+S, M+PF+S e M+PA+S, apresentaram os melhores resultados, não diferindo estatisticamente entre si.

Tabela 4. Média do número de folhas de plantas de meloeiro aos 20, 30 e 40 dias após o transplântio⁽¹⁾ no primeiro e segundo experimento.

Tratamentos	Número de folhas de plantas de Meloeiro(mm)					
	Experimento 1			Experimento 2		
	Períodos de avaliação			Períodos de avaliação		
	20 DAT ⁽¹⁾	30 DAT	40 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT
R+S	4,6 b	16,4 b	47,2 b	3,8 a	21,2 b	32,4 c
M+S	5,4 a	20,6 a	54,8 a	3,8 a	25,0 a	44,6 a
PF+S	2,0 c	4,2 d	11,8 d	2,6 b	7,2 d	11,0 d
PA+S	2,6 c	5,2 d	15,2 d	2,6 b	7,2 d	10,4 d
R+PF+S	5,2 a	13,4 c	49,8 b	3,6 a	20,2 b	29,4 c
R+PA+S	4,8 b	12,8 c	47,4 b	3,6 a	17,8 b	28,8 c
M+PF+S	5,4 a	22,4 a	60,4 a	3,4 a	25,0 a	39,0 b
M+PA+S	5,2 a	20,6 a	56,0 a	3,8 a	26,0 a	36,6 b
Controle	4,0 b	7,4 d	29,0 c	3,0 b	10,8 c	14,8 d

R+S= Incorporação de repolho + solarização do solo; M+S= Incorporação de mamona + solarização do solo; PF+S= Produto ALD-18[®](Fertiliza Chemical) + solarização do solo; PA+S = Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech); R+PF+S= Incorporação de repolho + Produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) + solarização do solo; R+PA+S= Incorporação de repolho + Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech) + solarização do solo; M+ PF+S= Incorporação de mamona + Produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) + solarização do solo ; M+ PA+ S= Incorporação de mamona + Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Altech) + solarização do solo; Controle= Solo (testemunha). Tratamentos seguidos de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Já no experimento 2, aos 40 DAT apenas o tratamento M+S apresentou diferença significativa dos demais tratamentos. Entretanto, os tratamentos M+PF+S e M+PA+S mostraram resultados positivos. Desta forma é possível afirmar que a incorporação de mamona associada ou não aos produtos biológicos possibilitou maior desenvolvimento das plantas de meloeiro.

A presença de adubos verdes favorece a atividade dos organismos do solo, devido seus resíduos servirem como fonte de energia e nutrientes. Além disso, estes materiais permitem reduzir oscilações térmicas e de umidade, criando condições que favorecem o

desenvolvimento dos organismos do solo. A maior atividade biológica do solo aumenta a ciclagem de nutrientes, e conseqüentemente, a mineralização dos nutrientes presentes na biomassa vegetal. Assim a absorção dos nutrientes é facilitada, permitindo maior desenvolvimentos e crescimento das plantas (SAGRILO et al., 2009).

A utilização dos produtos comerciais com a solarização apresentaram os menores resultados, sendo igual ou até mesmo inferiores ao controle. Os tratamentos PF+S e PA+S demonstraram não ter contribuído para o desenvolvimento do número de folhas das plantas de meloeiro. É possível que esta ineficiência esteja relacionada ao fato de que os microrganismos presentes nos produtos não conseguiram se estabelecer no solo, devido a menor quantidade de matéria orgânica, pois, sem a presença de material orgânico no solo, os microrganismos não conseguem sobreviver as instabilidades relacionadas a diversos fatores como umidade, temperatura, e pH.

Estes resultados se contrastam aos de Albuquerque et al. (2003). Estes autores avaliaram o efeito de BPCPs na promoção de crescimento e no biocontrole da murche-de-fusário (*F. oxysporum* f. sp. *cubense*), em mudas micropropagadas de bananeira. As BPCPs foram aplicadas por imersão de raízes + infestação do solo. A promoção de crescimento foi avaliada e confirmada trinta dias após a bacterização, onde os isolados E2, RAB9, ENF24 e C210 aumentaram significativamente o número de folhas em 41,7 %. Certamente no solo havia material orgânico suficiente para o desenvolvimento das BPCPs no solo.

Na variável diâmetro de caule houve diferença significativa para todas os períodos de avaliação, nos dois experimentos, com exceção de 20 DAT no experimento 2, em que não foi possível observar variação estatística (Tabela 5). No experimento 1, aos 40 DAT o tratamento M+PF+S apresentou-se estatisticamente superior aos demais, com média de 8,2 mm de diâmetro de caule. Os tratamentos onde foi realizada a adubação verde associada a solarização (M+S e R+S) e adição dos produtos comerciais (R+PF+S; R+PA+S e M+PA+S) apesar de serem estatisticamente diferentes de M+PF+S, apresentaram resultados satisfatórios. No experimento 2, aos 40 DAT foi possível observar que as médias foram superiores em que realizou adubação verde com a solarização, sendo estas associadas ou não aos produtos comerciais ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) e Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech), não diferindo estatisticamente entre si. Tais resultados corroboram com os obtidos por Lima et al. (2006) em que a incorporação de torta de mamona propiciou aumento em todas as características de

crescimento, de forma proporcional à dose fornecida, incrementando o diâmetro médio das plantas em 10,82; 10,73; 12,10 e 13,51mm em relação as doses de 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 t/ha de plantas de mamona.

Tabela 5. Média do diâmetro de caule de plantas de meloeiro aos 20, 30 e 40 dias após o transplântio ⁽¹⁾ no primeiro e segundo experimento.

Tratamentos	Diâmetro de caule de plantas de Meloeiro(mm)					
	Experimento 1			Experimento 2		
	Períodos de avaliação			Períodos de avaliação		
	20 DAT ⁽¹⁾	30 DAT	40 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT
R+S	5,7 a	7,0 a	7,2 b	4,4 a	6,6 a	7,4 a
M+S	5,6 a	6,9 a	7,4 b	4,3 a	6,3 a	7,7 a
PF+S	2,9 d	3,8 e	4,3 d	3,8 a	5,1 b	4,9 c
PA+S	3,8 c	4,5 d	4,9 d	3,9 a	4,6 b	4,6 c
R+PF+S	5,2 b	6,3 b	6,8 b	3,9 a	6,5 a	6,8 a
R+PA+S	4,9 b	6,3 b	6,8 b	4,3 a	6,1 a	7,4 a
M+PF+S	5,9 a	7,2 a	8,4 a	4,2 a	6,8 a	7,2 a
M+PA+S	5,9 a	6,9 a	7,7 b	4,1 a	6,7 a	6,8 a
Controle	4,8 b	5,4 c	5,7 c	4,1 a	6,0 a	5,9 b

R+S= Incorporação de repolho + solarização do solo; **M+S**= Incorporação de mamona + solarização do solo; **PF+S**= Produto ALD-18[®](Fertiliza Chemical) + solarização do solo; **PA+S** = Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech); **R+PF+S**= Incorporação de repolho + Produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) + solarização do solo; **R+PA+S**= Incorporação de repolho + Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech) + solarização do solo; **M+ PF+S**= Incorporação de mamona + Produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) + solarização do solo ; **M+ PA+ S**= Incorporação de mamona + Produto Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Altech) + solarização do solo; Controle= Solo (testemunha). Tratamentos seguidos de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Nos experimentos, os menores valores mais uma vez foram observados nos tratamentos em que utilizou os produtos comerciais ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) e Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech) associados a solarização. A utilização isolada do produto ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) demonstra a ineficiência destes na ausência de adubação verde. Assim como no tratamento PF+S, em que *Streptomyces* spp. se faz presente na sua composição, Silva Sousa et al. (2009), verificaram que o utilização de isolados *Sreptomyces thermotolerans* (AC-29), *S. griseus* subsp. *griseus* (AC-92), *S.*

purpuraceans (AC-103) e *Streptomyces* sp. (AC-26) não possibilitou resultados significativos para a variável diâmetro de caule na produção de mudas de tomateiro. O mesmo comportamento ocorreu para o produto Compost Aid® + Active® (Grupo Alltech), em que as BPCPs presentes na composição deste produto, devido a ausência de incorporação de materiais orgânicos não conseguiram se estabilizar no solo, não favorecendo o desenvolvimento das plantas.

Em ambos os experimentos, observou-se que os tratamentos em que incorporou-se mamona, independente do uso de produtos comerciais, apresentaram maiores valores de matérias frescas e secas (Tabela 6), conforme também foi observado para as variáveis altura de plantas, número de folhas e diâmetro do caule.

Tabela 6. Média do peso fresco e seco da parte aérea de plantas de meloeiro aos 50 dias após o transplântio⁽¹⁾ no primeiro e segundo experimento.

Tratamentos	Experimento 1		Experimento 2	
	50 DAT ⁽¹⁾		50 DAT	
	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
R+S	213,0 b	24,3 b	80,5 b	15,1 b
M+S	302,8 a	32,9 a	146,4 a	19,7 a
PF+S	18,9 d	1,3 d	14,0 c	2,5 e
PA+S	44,8 d	3,4 d	11,6 c	1,9 e
R+PF+S	220,6 b	21,7 b	74,4 b	13,1 c
R+PA+S	220,2 b	21,4 b	70,0 b	13,0 c
M+PF+S	298,2 a	31,2 a	137,2 a	18,0 a
M+PA+S	309,7 a	32,8 a	138,2 a	18,9 a
Controle	117,8 c	9,1 c	24,9 c	4,7 d

R+S= Incorporação de repolho + solarização do solo; **M+S**= Incorporação de mamona + solarização do solo; **PF+S**= Produto ALD-18® (Fertiliza Chemical) + solarização do solo; **PA+S** = Produto Compost Aid® + Active® (Grupo Alltech); **R+PF+S**= Incorporação de repolho + Produto ALD-18® (Fertiliza Chemical) + solarização do solo; **R+PA+S**= Incorporação de repolho + Produto Compost Aid® + Active® (Grupo Alltech) + solarização do solo; **M+ PF+S**= Incorporação de mamona + Produto ALD-18® (Fertiliza Chemical) + solarização do solo ; **M+ PA+ S**= Incorporação de mamona + Produto Compost Aid® + Active® (Grupo Altech) + solarização do solo; Controle= Solo (testemunha). Tratamentos seguidos de mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Na parte aérea das plantas de meloeiro, nos dois experimentos, as maiores médias foram obtidas nos tratamentos M+S, M+PF+S e M+PA+S, e estas não diferiram

estatisticamente entre si. Assim como nas variáveis anteriores, pode-se observar a tendência de eficiência de tratamentos em que se utiliza a mamona como adubação verde, associado a solarização independentemente da adição ou não de produtos comerciais.

A parte aérea das plantas representa a matéria prima para a fotossíntese e é muito importante no que diz respeito a inúmeros parâmetros fisiológicos (DE FREITAS et al., 2011). Ambrósio et al. (2009) avaliaram o efeito da solarização associado a incorporação de materiais vegetais na incidência de patógenos e no crescimento de mudas de mamoeiro. Foram utilizados folhas e ramos frescos de mamona, mandioca brava e nim. Cada material orgânico foi triturado individualmente e, posteriormente incorporado ao substrato, na proporção de 3,0 Kg/m². A utilização de mamona associada a solarização se mostrou superior aos tratamentos em que se utilizou mandioca brava e nim para a massa seca das mudas apresentando 1,46 e 2,05 g nos experimentos com 15 e 30 dias de solarização.

A utilização apenas dos produtos comerciais não garantiu um bom acúmulo de matéria fresca e seca da parte aérea de plantas de melão, sendo os tratamentos PF+S e PA+S novamente inferiores aos demais.

5. CONCLUSÕES

O tratamento que proporcionou menor sobrevivência de *F. solani* foi R+PF+S, em que incorporou repolho associado à simulação da solarização do solo e aplicação do produto ALD-18[®]

A associação das técnicas de adubação verde, principalmente mamona, com incorporação de produtos biológicos comerciais e solarização possibilitou melhor desenvolvimento de plantas de meloeiro em todos os períodos avaliados.

A solarização do solo + o uso de produtos biológicos ALD-18[®] (Fertiliza Chemical) e Compost Aid[®] + Active[®] (Grupo Alltech), não reduziu a sobrevivência de *F. solani*, nem favoreceu o desenvolvimento do meloeiro.

6. REFERENCIAS

ALBUQUERQUE, V. V.; TERAQ, D.; MARIANO, R. L. R. Growth-promotion and biocontrol of *Fusarium* wilt in micropropagated plantlets of *Musa* sp. In: **International PGPR workshop**. 6, Kerala. 2003. **Anais**. Kerala, 2003.

ALENCAR F. C. et al. *Avaliação in vitro* do antagonismo de BPCPs ao *Fusarium* f. sp. *lycopersici*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p 185-191, jul, 2012.

AMBRÓSIO, M. M. Q. de. **Sobrevivência em microcosmo e em campo solarizado de fitopatógenos submetidos à fermentação acelerada de diferentes materiais orgânicos**. UNESP, 2006. 110p. Tese(Doutorado)-Universidade Estadual Paulista-Faculdades de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP.

AMBRÓSIO, M. M. Q de. et al. Controle de fitopatógenos do solo com materiais vegetais associados à solarização. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.34, n.4, p.354-358, 2008.

AMBRÓSIO, M. M. Q. et al. Sobrevivência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo, em microcosmo, simulando solarização com prévia incorporação de materiais orgânicos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.35, n.1, p.20-25, 2009.

ARAÚJO, F. F. de; POLETTO MARCHESI, G. V. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria v. 39, N.5, p.1558-1561 agosto, 2009.

BARROS, V. S. da. **Pegada de carbono do melão produzido em sistemas convencional ou conservacionista**. UFERSA, 2015. 120p. Tese(Doutorado)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN.

BASSETO, M. A. et al. Solarização em microcosmo: efeito de materiais vegetais na sobrevivência de fitopatógenos de solo e na produção de voláteis. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.38, n.2, p.123-130, 2012.

BAPTISTA, M. J. et al. Eficiência da solarização e biofumigação do solo no controle da murcha-bacteriana do tomateiro no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.933-938, jul. 2007.

BEDENDO, I. **Podridões de raiz e colo**. IN.: AMORIN, L., REZENDE, J.A.M., BERGAMIN FILHO, A. Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos. v. 1, Editora Agrônômica Ceres, São Paulo, 704p. 2011.

BELO, E. S. do et al. Decomposição de diferentes resíduos orgânicos e efeito na atividade microbiana em um latossolo vermelho de cerrado. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.5, n.3, p.107–116, set/dez. 2012.

BETTIOL, W. (Org.) **Controle Biológico de Doenças de Plantas**. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente. 1991.

BETTIOL W. et al. **Produtos Comerciais à Base de Agentes de Biocontrole de Doenças de Plantas**. Jaguariúna, SP Embrapa Meio Ambiente , 153p, 2012.

BUTRINOWSKI, I. T. **Chorume de suíno no controle da rizoctoniose em beterraba.** Pato Branco, 2016. 46 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Brnaco , PR.

CARVALHO, A. M. de.; AMABILE, R.F. **Cerrado: adubação verde.** Planaltina, Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

CHAGAS, P. R. R.; TOKESHI, H. Produção orgânica usando-se microrganismos benéficos (EM) no controle de pragas e doenças. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS**, 3. 2006, Belém, PA. **Anais.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental: SEBRAE, 2006. p.82-95.

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

DE ALMEIDA, K. B. et al. Reação de genótipos de melancia ao *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* raça 1. **In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO**, 13., 2018, Petrolina, PE. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018.

DE FREITAS, G. B. et al. Resposta de brócolis à adubação de cobertura com biomassa de adubo verde e biofertilizante. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.5, p.645-650, set/out, 2011.

DOS SANTOS, R. F. et al. Solarização do solo associada à aplicação de *Trichoderma* spp. no controle de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém, v.57, n.3, p.322-325, 2014.

IBGE. **Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária: melão.** Safra 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.

EMBRAPA. **A cultura do melão.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas>. Acesso em: 20 março de 2018.

FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. **Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory**, ARS USDA. 2015. Disponível em: <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>. Acesso em 19 de setembro de 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FENILLE, R. C.; SOUZA, N. L. Efeitos de materiais orgânicos e da umidade do solo na patogenicidade de *Rhizoctonia solani* Kuhn GA-4 HGI ao feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1959-1967, 1999.

FIGUEIREDO C. C. et al. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p.175-179. jan.-mar. 2012.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 2.ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2003. 412 p.

- FUZITA W. E. et al. Efeito de resíduos de folhas de mamona incorporados ao solo sobre a incidência de fitonematóides na cultura do quiabo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, p.S1959-S1963, 2009.
- GALVÃO, D. G. T.; SOUZA, P. N. C. da; CARDOSO, P. G. Identificação molecular de fungos filamentosos produtores de pigmentos. **Ciência e Tecnologia**: FATEC-JB, Jaboticabal v. 8, Número Especial, 2016.
- GHINI R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar**: solarização e coletor solar. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA. Circular Técnica 29. 2004.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P .D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1,p. 1-9.
- KATAN, J. et al. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**, v.66, n.5, p.683-688, 1976.
- KIMATI, H.; et al. **Manual de Fitopatologia - Doenças das Plantas Cultivadas.**, São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda., 2005, v.2, 4a. ed. 919p.
- LANNA FILHO R.; FERRO, H. M.; PINHO R. S. C. de. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Lavras, v.4, n., p.12, 2010.
- LUCON, C. M. M.; AKAMATSU M. A.; HARAKAVA R. Promoção de crescimento e controle de tombamento de plântulas de pepino por rizobactérias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.6, p.691-697, jun. 2008.
- KOPPEN, W. **Grundriss der Klemakunde**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 390p.
- LEFÈVRE A. F.; SOUZA N. L. de. Determinação da temperatura letal para *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* e efeito da solarização sobre a temperatura do solo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.19, n.2, p.107-112, 1993.
- LIMA, R.L.S. et al. Avaliação da casca e da torta de mamona como fertilizante orgânico. **In**: Congresso Brasileiro de Mamona, 2, Aracaju, 2006. **Anais**. Aracaju, Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.
- MARIANO, R. L. R. de. et al. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 1, p.89-111, 2004.
- MATTEI, D. et al. **Produtos fitossanitários biológicos disponíveis para agricultura e perspectivas de novos produtos**. In: Zambom M. A. et al. Ciências agrárias: Ética do cuidado, legislação e tecnologia na agropecuária. UNIOESTE, 2017, p.124-143.
- MENEZES, V.O. **Inoculação de *Fusarium moniliforme* (Sheld.) em sementes de duas cultivares de pepino através da técnica de restrição hídrica e sua influência sobre a qualidade fisiológica**. Santa Maria, 2009. 85p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Agronomia, RS, 2009.
- MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Ed.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, 2005. 388 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrofit**. Disponível em: www.agricultura.gov.br. Acesso em: 13 de novembro de 2018.

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

NUNES M. P. C. et al. Efeito de diferentes produtos em frutos de maracujá produzidos em área com incidência de *Phytophthora* sp. **Global. Science and Technology**, Rio Verde, v.11, n.02, p.150-163, mai/ago. 2018.

PAMPLONA, C. F.; RIBEIRO, C. M.; NUNES, O. M. A produção familiar no município de Dom Pedrito: uma análise da cultura do melão entre 2005 e 2015. **Revista GEDECON-gestão e desenvolvimento em contexto**, Cruz Alta, v.6, n.1. p.1-22. 2018.

PEREIRA, R. B. et al. **Reação de acessos de jurubeba Juna (*Solanum stramonifolium*) a *Fusarium oxysporum* f. sp. *luopersici* raça 3**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014.16 p.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; CARVALHO A. D. F. de. **Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro**. EMBRAPA. Brasília, DF Outubro, 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortaliças/busca-de-publicacoes/-/publicacao/941622/identificacao-e-manejo-das-principais-doencas-fungicas-do-meloeiro>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2019.

PORTO, M. A. F. et al. Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no controle da podridão radicular do meloeiro causada por associação de patógenos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.42, n.4, p.327-332. 2018.

RESENDE, A. A. **Incidência de diferentes produtos comerciais à base de *Trichoderma* spp. no controle da podridão branca da haste da soja**. 2011. 120p. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

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.

SAGRILO, E. et al. **Manejo Agroecológico do Solo: os Benefícios da Adubação Verde**. Teresina, PI Embrapa Meio-Norte Maio, 2009, 24p.

SALES JÚNIOR, R. et al. Influência da adubação verde no declínio de *monosporascus* em solo naturalmente infestado. **Horticultura Brasileira**, v.35, n.1, p.135-140, Jan./Mar. 2017.

SANTOS S. S. et al. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. **Horticultura Brasileira**, Brasília v.30, n.3, p 549-552, jul - set. 2012.

SANTOS, G. C. dos. Óleos essenciais de plantas medicinais no controle do fungo *Sclerotium rolfsii* na cultura do tomate. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v.43, Suplement. Fev. 2017.

SANTOS NETO, J. et al. Subprodutos de capim-limão no controle de septoriose do tomateiro cultivados em sistema de produção orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.11, n.1, p.35-44, ago. 2016.

SCHURT, D. A., et al. Tratamentos químicos e biológicos de sementes para controle da mela do feijão-caupi. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas, v.3, n.1, p.30-36, 2017.

SILVA, M. G. O. **Productive, qualitative and economic aspects of melon production in conservation system**. 2015. 115 p. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

SILVA, G. D. da. Influência do uso do vácuo e/ou ultrassom como pré-tratamento em parâmetros de qualidade do melão (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud.) seco. UFPE, 2016. 105p. Dissertação(Mestrado)- Universidade Federal de Pernambuco, CCS.Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Recife, 2016.

SILVA, J.; OLIVEIRA, D. R. Caracterização química de diferentes receitas de biofertilizantes tipo Bokashi líquido. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília, v.13, n.1, Jul. 2018.

SILVA SOUSA, C. da; FERMINO SOARES, A. C.; SILVA GARRIDO, M. da. Produção de mudas de tomateiro em substrato orgânico inoculado e incubado com estreptomicetos. **Bragantia**, v.68, n.1, p.195-203, Campinas, 2009.

SOARES F. et al. Isolados de estreptomicetos no crescimento e nutrição de mudas de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.4, p. 447-453, out-dez, 2010.

SOUSA, V. F. et al. **Irrigação e fertirrigação na cultura do melão**. In: SOUSA, V. F. et al. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 659-687.

SOUZA, A. E. F. de; FARIAS. M. A. A. de. *Streptomyces* sp. no controle de *Fusarium* spp. e *Rizoctonia solani*. **Biofar, Revista de Biologia e Farmácia**. Campina Grande, v.9, n.1, p. 36-41, março/maio, 2013.

TACO, **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4^a Edição, revisada e ampliada, UNICAMP, 2011. Disponível em: < http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.

WONG, L. C; AMBRÓSIO, M. M. Q; SOUZA, N. L. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Raça 2 submetido a técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.2, p.129-133, 2011.

ZAMBOLIN, L.; et al. **Manejo integrado** – medidas de controle. In: DO VALE, F. X. R.; JUNIOR, W. C. J.; ZAMBOLIN, L. (Ed.). Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte: Editora Perfil, p. 465- 520, 2004.

ZIPCODEZOO. **Fungi: Fusarium** sp. 2014. Disponível em: <http://zipcodezoo.com/>. Acesso em: 16 de agosto de 2017.

