

MARIA ALICE FORMIGA PORTO

**ASSOCIAÇÃO DE *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*
CAUSANDO PODRIDÃO RADICULAR EM MELOEIRO SOB EFEITO DE ADUBOS
VERDES**

MOSSORÓ/RN

2015

MARIA ALICE FORMIGA PORTO

**ASSOCIAÇÃO DE *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*
CAUSANDO PODRIDÃO RADICULAR EM MELOEIRO SOB EFEITO DE ADUBOS
VERDES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Orientadora: Prof.^a D. Sc. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio
Coorientadores: Prof.^o D. Sc. Francisco Cláudio Lopes de Freitas e Prof.^a D. Sc. Selma Rogéria de Carvalho Nascimento

MOSSORÓ/RN

2015

Catálogo na Fonte
Catálogo de Publicação na Fonte. UFRSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Porto, Maria Alice Formiga.

Associação de *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* causando podridão radicular em meloeiro sob efeito de adubos verdes / Maria Alice Formiga Porto. - Mossoró, 2015.
72f: il.

1. Melão. 2. Patógenos radiculares. 3. Fungos - fruticultura. I. Título

RN/UFRSA/BCOT/438
P853a

CDD 635.611

MARIA ALICE FORMIGA PORTO

**ASSOCIAÇÃO DE *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*
CAUSANDO PODRIDÃO RADICULAR EM MELOEIRO SOB EFEITO DE ADUBOS
VERDES**

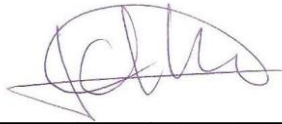
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

APROVADA EM: 27,02,2015

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a D. Sc. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio
UFERSA - Mossoró/RN
Orientadora



Prof.^o D. Sc. Francisco Cláudio Lopes de Freitas
UFV - Viçosa/MG
Conselheiro



D. Sc. Rosenberg Ferreira Senhor
Agricultor Famosa - Mossoró/RN
Membro externo

Aos meus amados pais, Francisco de Queiroz Porto Filho e Lúcia Formiga Ramos Porto, pelo amor, educação e dedicação.

Dedico

A DEUS, pela presença em todos os momentos da minha vida, principalmente os difíceis, concedendo a oportunidade do aprendizado e revelando seu poder e sua glória.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo de maravilhoso que proporciona à minha vida e pela força espiritual para a realização desse trabalho.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pelo ensino e pesquisa, bem como ao programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela contribuição na minha formação profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Dra. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, pela oportunidade concedida, pelos ensinamentos adquiridos, pela paciência, incentivo, compreensão e preocupação por minha vida profissional e pessoal.

Ao meu coorientador Dr. Francisco Cláudio Lopes de Freitas, por estar sempre disposto a me ajudar, pela enorme contribuição a este trabalho e pelos ensinamentos adquiridos desde a graduação.

À minha coorientadora Dra. Selma Rogéria de Carvalho, por estar sempre disposta a esclarecer todas as minhas dúvidas.

Ao Professor M. Sc. Taffarel Torres, pelo auxílio na análise estatística.

À minha mãe, Lúcia Formiga Ramos Porto, e meu pai, Francisco de Queiroz Porto Filho, pelo cuidado e dedicação que sempre tiveram por mim e passaram a segurança de que eu nunca estava sozinha.

Ao meu irmão, Daniel Formiga Porto, pelo apoio, conselhos e preocupação.

Ao meu namorado, Evilásio de Souza Lima Neto, pelo companheirismo, paciência e por estar sempre disponível para me ajudar em tudo.

A todos os meus familiares, por acreditarem em mim, pelas palavras de carinho e de encorajamento que sempre recebi.

Aos meus amigos José Maria da Costa, Eduardo Castro Pereira, Rauny Oliveira de Souza, Jonatan Levi Ferreira de Medeiros e todos da turma da graduação pelo apoio, torcida pelo meu sucesso e pelas orações. Sei que sempre posso contar com vocês.

Às amigas Beatriz Letícia Silva da Cruz e Louise Medeiros Silva Guimarães, pela enorme ajuda na condução do experimento e práticas do laboratório, pelo apoio emocional e companhias super agradáveis.

A todas as pessoas que contribuíram para meu sucesso e crescimento como pessoa e profissional.

Muito obrigada a todos!

*Dê-me, Senhor, o conhecimento para seguir
seus ensinamentos, com a promessa de
guardá-los com o maior respeito. Dê-me
instrução para que eu observe sua lei e, com
amor, faça com que eu guarde seus
ensinamentos em meu coração.*

(Salmo 118: 33,34)

RESUMO

PORTO, Maria Alice Formiga. **Associação de *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* causando podridão radicular em meloeiro sob efeito de adubos verdes**. 2015. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

A ocorrência de doenças radiculares representa uma das principais causas de perda de rendimento na cultura do melão, com destaque para os patógenos causadores das podridões de raízes e colos, como os fungos *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Gold. e *Rhizoctonia solani* Kuhn, sendo observados no meloeiro tanto de forma isolada quanto associada. A utilização de restos de cultura e material vegetal, além de melhorar as propriedades físicas do solo, favorece a atividade microbiana das espécies presentes neste ambiente e interfere negativamente sobre a população de patógenos. Portanto, objetiva-se com este trabalho avaliar as associações dos patógenos *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani* na incidência e severidade de podridão radicular e na massa da matéria fresca e seca do meloeiro e verificar o efeito de materiais vegetais na podridão radicular causada por estes patógenos isolados ou associados. O experimento foi conduzido em duas etapas, em casa de vegetação, sendo que na primeira avaliou-se a associação de *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani* causando podridão radicular em meloeiro, quando foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com 8 tratamentos (*F. solani*; *M. phaseolina*; *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina*; *F. solani* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina* + *R. solani*; solo não infestado) e 8 repetições, com unidade experimental de 1 vaso (3,5 L) com duas plantas. As características avaliadas foram: incidência de podridão radicular nas plantas de melão no fim do ciclo, severidade da doença com base em escala de notas, além da matéria fresca e seca das plantas de melão. Na segunda etapa, foi avaliado o efeito de materiais vegetais na associação desses patógenos, também em meloeiro, onde foi realizado um experimento com Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC) e outro com Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). Os experimentos foram conduzidos simultaneamente, em delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial 8 x 4, sendo 8 tipos de fungos/associação (*M. phaseolina*; *R. solani*; *F. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *F. solani*; *R. solani* + *F. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani* + *F. solani*; solo sem inoculação), 4 formas de manejo (incorporado, cobertura, *mulching* e sem manejo) e 4 repetições. As características avaliadas foram: incidência de podridão radicular nas plantas de melão no fim do ciclo, a massa da matéria fresca e seca das plantas de melão. Os resultados de incidência de doença obtidos foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e a massa da matéria fresca e seca foram analisados pelo teste de Scott-Knott, ambos com nível de significância a 5% de probabilidade ($\alpha = 0,05\%$). Na etapa 1, o tratamento no qual foram associados três patógenos *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani* propiciou menor porcentagem de plantas com sintomas da doença e não diferiu estatisticamente da testemunha. O fitopatógeno *R. solani* foi o que menos prevaleceu nas associações. Quando o solo foi infestado com *Fusarium solani*, isoladamente, o melão obteve baixo acúmulo de matéria fresca e seca. Na etapa II, o feijão-de-porco em cobertura proporcionou menor incidência de podridão radicular do meloeiro quando o *Fusarium solani* estava sozinho e em associação tripla (*F. solani* + *M. phaseolina* e *R. solani*). A utilização do milheto não apresentou efeito na incidência de podridão radicular na maioria dos tratamentos. Tanto na utilização do feijão-de-porco quanto do milheto, *M. phaseolina* foi o fungo que prevaleceu na maioria das associações nas quais estava presente. O feijão-de-porco e o milheto não proporcionaram aumento na massa da matéria fresca e seca do meloeiro na maioria dos tratamentos.

Palavras-chave: meloeiro; patógenos radiculares; material orgânico

ABSTRACT

PORTO, Maria Alice Formiga. **Association of *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* causing root rot in muskmelon under effect of green manure.** 2015. 72p. Dissertation (MSc in Crop Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

The occurrence of root diseases is one of the main reasons of yield loss in melon crop, especially the pathogens that causes root and collar rot, as the fungi *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Gold. and *Rhizoctonia solani* Kuhn, being observed in muskmelon either alone or associated. The use of crop residues and plant material, besides the improvement in the physical properties of the soil, also favors microbial activity of the species presents in this environment and affects negatively on pathogens population. Therefore, the objective of this work was to evaluate the associations of *F. solani*, *M. phaseolina* and *R. solani* in the incidence and severity of root rot and fresh and dry weight of muskmelon and verify the effect of green manure in root rot caused by these pathogens alone or associated. The experiment was conducted in two stages, in a greenhouse. The first stage evaluated the association of *F. solani*, *M. phaseolina* and *R. solani* causing root rot in melon, using a randomized block design with 8 treatments (*F. solani*; *M. phaseolina*, *R. solani*, *F. solani* + *M. phaseolina*, *F. solani* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani*, *F. solani* + *M. phaseolina* + *R. solani*; non-infested soil) and 8 repetitions with experimental unit of one pot (3.5 L) with 2 plants. The characteristics evaluated were the incidence of root rot in melon plants at the end of the cycle; disease severity based on a scale notes, and the fresh and dry weight of muskmelon. At the second stage, evaluated the effects of green manure in the association of these pathogens in muskmelon, which was conducted one experiment with Jack beans (*Canavalia ensiformis* L. DC) and another with Pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). The experiments were performed simultaneously in a randomized block design with 8 x 4 factorial {8 types of fungi / association (*M. phaseolina*, *R. solani*, *F. solani*, *M. phaseolina* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *F. solani*, *R. solani* + *F. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani* + *F. solani*; non-infested soil), 4 forms of management [incorporated, in coverage, polyethylene film (*mulching*) and without management]} and 4 repetitions. The characteristics evaluated were the incidence of root rot of melon plants at the end of the cycle, and the fresh and dry weight of muskmelon. The results of disease incidence were submitted to the non-parametric test of Kruskal-Wallis and the fresh and dry weight of muskmelon were analyzed by the Scott-Knott test, both with significance level of 5% of probability ($\alpha = 0.05\%$). At stage 1, the treatment with the three pathogens *F. solani*, *M. phaseolina* and *R. solani* associated resulted in lower incidence of plants with symptoms and was not statistically different from the control. The pathogen *R. solani* was the least prevalent in the associations. The lowest accumulation of fresh and dry matter happened when the soil was infested with *Fusarium solani* alone. At stage 2, Jack beans in coverage provided lower incidence of root rot in muskmelon with *Fusarium solani* alone and in triple association (*F. solani* + *M. phaseolina* and *R. solani*). The use of Pearl millet had no effect on root rot incidence in most treatments. In both experiments (Jack beans and Pearl millet), *Macrophomina phaseolina* was the fungus that prevailed in almost all associations. Jack beans and millet did not increase the fresh and dry weight of muskmelon in most treatments.

Keywords: melon; root pathogens; organic material

LISTA DE TABELAS – Capítulo II

Tabela 1:	Médias da matéria fresca da parte aérea do meloeiro quando foi utilizado o feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i> L. DC). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	59
Tabela 2:	Médias da matéria seca da parte aérea do meloeiro quando foi utilizado o feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i> L. DC). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	60
Tabela 3:	Médias da matéria fresca da parte aérea do meloeiro quando foi utilizado o milheto (<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. BR.). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	66
Tabela 4:	Médias da matéria seca da parte aérea do meloeiro quando foi utilizado o milheto (<i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. BR.). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	67

LISTA DE FIGURAS – Capítulo I

- Figura 1:** Erlenmeyer contendo meio líquido de extrato de malte com *Fusarium solani* e a viabilidade do inóculo em meio de cultura BDA (A); Bandejas contendo talco neutro com *Fusarium solani* (B); Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Macrophomina phaseolina* e a viabilidade do inóculo em meio BDA (C); Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Rhizoctonia solani* e a viabilidade do inóculo em meio BDA (D). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....37
- Figura 2:** Análise das plantas sintomáticas (A); Desinfestação superficial dos fragmentos (B); Placas de Petri contendo colônias dos patógenos que ocorreram nos fragmentos retirados de planta sintomática (C). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.38
- Figura 3:** Box plot mostrando a incidência de podridão radicular nas plantas de melão nos diferentes tratamentos A= Primeiro experimento B= Segundo experimento. Fs= *Fusariumsolani* Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Pontos acima ou abaixo dos gráficos indicam *outliers*. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P<0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....39
- Figura 4:** Box plot mostrando a severidade da podridão radicular nas plantas de melão nos diferentes tratamentos. A= Primeiro experimento; B= Segundo experimento. Fs= *Fusariumsolani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Pontos acima ou abaixo dos gráficos indicam *outliers*. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P<0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....40

- Figura 5:** Prevalência dos patógenos isolados de plantas de melão com sintomas de podridão radicular nos diferentes tratamentos. A= Primeiro experimento; B= Segundo experimento. Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....42
- Figura 6:** Box plot mostrando a massa da matéria fresca do meloeiro nos diferentes tratamentos. A= Primeiro experimento; B= Segundo experimento. Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Pontos acima ou abaixo dos gráficos indicam *outliers*. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P < 0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....43
- Figura 7:** Box plot mostrando a massa da matéria seca do meloeiro nos diferentes tratamentos. A= Primeiro experimento; B= Segundo experimento. Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Pontos acima ou abaixo dos gráficos indicam *outliers*. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P < 0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....44

LISTA DE FIGURAS – Capítulo II

- Figura 1:** Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Fusarium solani* e viabilidade do inóculo em meio BDA (A); Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Macrophomina phaseolina* e viabilidade do inóculo em meio BDA (B); Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Rhizoctonia solani* e viabilidade do inóculo em meio BDA (C) Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....52
- Figura 2:** Análise das plantas sintomáticas (A); Desinfestação superficial dos fragmentos (B); Placa de Petri contendo colônias dos patógenos que ocorreram nos fragmentos retirados de planta sintomática(C). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....53
- Figura 3:** Box plot mostrando a incidência de podridão radicular nas plantas de melão no experimento utilizando feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC). Fp=feijão-de-porco; C=cobertura; I=incorporado; Mu= *mulch*; Ni=não infestado; Fs= *Fusarium solani* Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P<0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....56
- Figura 4:** Prevalência dos patógenos isolados de plantas de melão com sintomas de podridão radicular no experimento utilizando feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC). Fp= Feijão-de-porco; C= cobertura; I= incorporado; Mu= *mulch*; Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*; Ni= não infestado. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....58
- Figura 5:** Box plot mostrando a incidência de podridão radicular nas plantas de melão no experimento utilizando milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). Mi=milheto; C=cobertura; I=incorporado; Mu= *mulch*; Ni=não infestado; Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P<0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....63

Figura 6: Prevalência dos patógenos isolados de plantas de melão com sintomas de podridão radicular no experimento utilizando o milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). Mi=milheto; C=cobertura; I=incorporado; Mu=mulch; Ni=não infestado; Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....65

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 CULTURA DO MELÃO.....	18
2.2 PODRIDÃO RADICULAR.....	19
2.3 PATÓGENOS HABITANTES DO SOLO.....	20
2.2.1 <i>Fusarium solani</i>	20
2.2.2 <i>Macrophomina phaseolina</i>	20
2.2.3 <i>Rhizoctonia solani</i>	21
2.3 ASSOCIAÇÃO DE PATÓGENOS HABITANTES DO SOLO.....	22
2.4 CONTROLE DE PATÓGENOS HABITANTES DO SOLO.....	22
REFERÊNCIAS.....	26

CAPÍTULO I – ASSOCIAÇÃO ENTRE *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* CAUSANDO PODRIDÃO RADICULAR EM *Cucumis melo*

RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4. CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

CAPÍTULO II –ASSOCIAÇÃO DE *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* CAUSANDO PODRIDÃO RADICULAR EM MELOEIRO SOB EFEITO DE ADUBOS VERDES

RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
1. INTRODUÇÃO.....	49
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
3.1 EXPERIMENTO UTILIZANDO O FEIJÃO-DE-PORCO.....	53
3.2 EXPERIMENTO UTILIZANDO O MILHETO.....	59

4. CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO GERAL

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça muito consumida mundialmente e de grande importância econômica no mercado brasileiro, principalmente na região Nordeste, sendo uma das culturas com produção mais uniforme e de maior ascendência nas exportações pelo país (PEREIRA et al., 2012). O Brasil foi o quinto maior exportador de melão em 2011, ficando atrás da Espanha, Guatemala, Honduras e Estados Unidos (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 2015).

A cultura do meloeiro tem encontrado na região Nordeste do Brasil ótima condição para seu desenvolvimento, pois é uma cultura de clima tropical, exigente em calor, insolação e baixa umidade relativa do ar para seu desenvolvimento e produção, levando a região a alcançar posição de destaque nos mercados interno e externo. Os principais estados produtores do Brasil (Rio Grande do Norte e Ceará) são responsáveis por 82,50% da produção nacional (IBGE, 2015).

No Brasil, doenças do sistema radicular são relatadas em praticamente todas as regiões de cultivo e apresentam sérios problemas para os produtores devido à sua ampla gama de hospedeiros e por apresentarem estruturas especializadas de resistência que garantem sua sobrevivência no solo por longos períodos (BEDENDO, 2011). As podridões radiculares do meloeiro são provocadas por *Fusarium solani* (Mart.), *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Grif. e Maubl, *Macrophomina phaseolina* Tassi (Goid.), *Myrothecium roridum* Tode, *Monosporascus cannonballus* Pollack e Uecker e *Rhizoctonia solani* Kühn. Estes fitopatógenos podem ocorrer tanto isoladamente como em associação sinérgicas (BRUTON, 1998; AEGERTER et al., 2000; GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000; BELTRÁN et al., 2005). Em áreas produtoras de melão do Nordeste, é frequente o isolamento desses patógenos em plantas sintomáticas, destacando-se os fungos *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani*, que vêm sendo observados nas plantas tanto isoladamente quanto em associação (MARINHO et al., 2002).

A capacidade que os fungos veiculados pelo solo apresentam em produzir estruturas de resistência, aliada à ampla gama de hospedeiras que algumas espécies possuem, torna as atuais medidas de controle ineficientes. O controle químico desses fitopatógenos em sistemas de horticultura intensiva baseou-se, durante anos, na utilização do brometo de metila (NOLING e BECKER, 1994). No entanto, a restrição da utilização deste fumigante, aliada à preocupação da sociedade com as contaminações dos alimentos e os impactos dos pesticidas no ambiente, resultaram em esforços para desenvolver sistemas de cultivo mais sustentáveis e que permitissem o fornecimento de alimentos mais seguros à população (GHINI, 2000).

A técnica da adubação verde é uma prática que vem sendo estudada como alternativa para redução do potencial de inóculo desses fitopatógenos. Consiste em introduzir, em um sistema de

produção, a espécie apropriada para depositar sobre o solo ou incorporar sua massa vegetal (BARRADAS, 2010). Esta promove efeito benéfico nas características físicas, químicas e biológicas do solo (HOITINK e BOEHM, 1991), além de aumentar a quantidade de matéria orgânica, melhorar a fertilidade do solo e induzir a planta a produzir substâncias com ação antagônica aos fitopatógenos habitantes do solo (STONE et al., 2004).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as associações dos patógenos *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani* na incidência e severidade de podridão radicular e na massa da matéria fresca e seca do meloeiro, além de verificar o efeito de materiais vegetais na podridão radicular causada por estes patógenos, sozinhos ou associados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do melão

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma planta que pertence à família Cucurbitaceae, de ciclo anual, herbácea, de crescimento rasteiro e que se desenvolve bem em ambientes com baixa umidade, quentes e bem ensolarados (FONTES e PUIATTI, 2005; FERNANDES et al., 2010). É muito exigente em relação às condições edafo-climáticas, preferindo solos leves, profundos, ricos em matéria orgânica e com intensidade luminosa variando de 2.000 a 3.000 horas/ano e umidade relativa na faixa de 65 a 75% durante a fase de crescimento vegetativo (SILVA et al., 2002). Segundo Dias et al. (1998), o ciclo cultural, em média, está entre 60 e 70 dias após o transplante e, tendo um manejo adequado, há potencial para superar 25 t ha⁻¹.

Atualmente, situa-se como uma das olerícolas mais importantes no mundo, com área cultivada de 1.185.303,33 hectares e produção de 29.462.541,87 toneladas no ano de 2013 (FAO, 2015). Entre os principais países produtores, destacam-se China (14.400.451 t), Turquia (1.699.550 t) e Irã (1.501.411 t) (FAO, 2015). O Brasil encontra-se na 10ª colocação em produção dessa olerícola no mundo e 2ª na América Latina, com produção de 565.900 toneladas e produtividade média de 25.698 toneladas por hectare (IBGE, 2015).

No Brasil, a produção de melão está concentrada na região nordeste (94,97 %), com os principais polos produtores localizados nos estados do Rio grande do Norte (254.530 t) e Ceará (212.362 t), com destaque para os municípios de Mossoró (RN), Icapuí (CE), Baraúna (RN) e Quixeré (CE) como os maiores produtores nacionais no ano de 2013. Os estados da Bahia e Pernambuco são, respectivamente, o 3º e 4º maiores produtores nacionais de melão (IBGE, 2015).

Dentre os problemas enfrentados pelos produtores de melão na região Nordeste do Brasil, destacam-se as doenças radiculares ocasionadas por patógenos habitantes do solo, os quais, devido à expansão da cultura nas regiões de cultivo, têm levado ao aumento da incidência e severidade dessas doenças (SANTOS et al., 2000).

2.2 Podridão radicular

Nos últimos anos, as doenças causadas por fitopatógenos habitantes do solo, como a podridão radicular, que também podem ocasionar o colapso do meloeiro, vêm produzindo grandes perdas e limitando a produção nas principais regiões produtoras do mundo (GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000). Estas podem destruir sementes ou órgãos de propagação, causar o tombamento de plântulas, apodrecimento e destruição de raízes ou murcha (BEDENDO, 2011).

A podridão radicular compromete a absorção de água e nutrientes devido aos danos causados às raízes das plantas atacadas por patógenos habitantes do solo, com prejuízos começando a partir do escurecimento das raízes mais novas e progredindo para as raízes mais velhas, podendo infectar as plantas desde seu estágio inicial até o estágio adulto (BEDENDO, 2011).

O colapso é decorrente do desequilíbrio hídrico entre o sistema radicular e a parte aérea da planta, principalmente no estágio próximo à colheita, devido ao apodrecimento do sistema radicular (GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000). Inúmeros agentes patogênicos, os quais podem atuar de forma isolada ou em conjunto (BRUTON, 1998; AEGERTER et al., 2000; GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000; BELTRÁN et al., 2005), podem causar o colapso das ramas. Segundo Tolêdo-Souza et al. (2009), *Rhizoctonia solani* estimula os sintomas de podridão radicular de *Fusarium solani* e *Fusarium* inibe os sintomas de podridão radicular de *Rhizoctonia*, em infestações conjuntas.

Nas áreas de produção dos estados do Rio Grande do Norte e do Ceará, os fungos *Fusarium solani* (Mart.), *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Grif. e Maubl, *Macrophomina phaseolina* Tassi (Goid.), *Myrothecium roridum* Tode, *Monosporascus cannonballus* Pollack e Uecker e *Rhizoctonia solani* Kühn são, frequentemente, encontrados associados às raízes de meloeiro, com destaque para *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* Tassi (Goid.) e *Rhizoctonia solani* Kühn (BRUTON, 1998; SANTOS et al., 2000; COSTA et al., 2000; MARINHO et al., 2002; ANDRADE et al., 2005; DANTAS et al., 2013).

Foram constatadas reduções de até 50% nas principais áreas de produção de melão na Espanha, devido à ocorrência do colapso do meloeiro (SALES JÚNIOR, 1999), inexistindo, até o presente momento, dados sobre as perdas relacionadas a esta doença no Brasil.

2.3 Patógenos habitantes do solo

2.3.1 *Fusarium solani*

O fungo *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. pertence ao filo Ascomycota, classe Ascomycetes e ordem Hypocreales (LESLIE e SUMMERELL, 2006). Normalmente, a identificação das espécies é baseada em características morfológicas, principalmente na forma do macroconídio, presença ou ausência de microconídios, além de clamidósporos (SEIFERT, 2001; LESLIE e SUMMERELL, 2006).

Esta espécie possui microconídios ovalados, uni ou bicelulares, formados em grande quantidade nas extremidades de microconidióforos. Os macroconídios são fusiformes, multiseptados, formados a partir de conidióforos (BEDENDO, 2011). Os clamidósporos apresentam paredes espessas, duplas e rugosas, são abundantes e podem ser formados isolados ou nas extremidades de conidióforos ou intercalados nas hifas ou nos macroconídios, constituindo as estruturas de resistência (LESLIE e SUMMERELL, 2006). Esse fungo é importante devido aos danos econômicos causados no setor agrícola e por sua distribuição cosmopolita (GHINI e NAKAMURA, 2001).

Existem 860 registros de *F. solani* encontrados para 416 espécies hospedeiras, em vários países da Europa, Ásia, América, África e Oceania, sendo que os principais hospedeiros são *Solanum* spp., *Pinus* spp. e *Phaseolus* spp. (FARR e ROSSMAN, 2015). Os sintomas são observados na região do colo afetado, causando intumescimento e rachaduras da casca, exibindo coloração arroxeada nas bordas das lesões e formando, sob condições de elevada umidade, estrutura de coloração avermelhada chamada peritécio, produzidas no interior dos ascos e que corresponde à fase teleomórfica do fungo *Haematonectria haematococca* (FISCHER et al., 2005; BEDENDO, 2011). Segundo Michereff et al. (2005), a doença ocorre em solos com umidade elevada e temperatura de 20 a 28 °C.

2.3.2 *Macrophomina phaseolina*

O fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Gold. pertence ao filo Ascomycota e classe Ascomycetes. Forma picnídios escuros, não estromáticos, medindo 120 a 150 micra de diâmetro, sendo seus conídios elípticos, hialinos, alongados, unicelulares, com membrana espessa (BIANCHINI et al., 2005). É um fungo habitante do solo e pode sobreviver de um ano para outro em seus hospedeiros ou em restos de cultura, favorecido pela sua capacidade saprofítica e pela formação de escleródios (KIMATI, 2005). Esses microescleródios geralmente encontram-se agrupados e localizados próximo à

superfície do solo, numa profundidade de 0-20 cm (MIHAIL, 1989), podendo sobreviver de 2-15 anos dependendo das condições ambientais e de associação a tecidos do hospedeiro (BAIRD et al., 2003).

Segundo Farr e Rossman (2015), *M. phaseolina* apresenta extensa gama de hospedeiros, sendo patogênico a mais de 680 espécies botânicas. A fonte de inóculo primária é constituída pela semente infectada, restos de cultura colonizados pelo micélio do fungo e escleródios (CHIBA et al., 2000). Este fungo foi constatado nas Américas do Norte e do Sul, Ásia, África e Europa. Entretanto, ele é economicamente mais importante em regiões semiáridas de países com clima tropical a subtropical (NDIAYE, 2007). No Brasil, *M. phaseolina* causa sérios problemas em diversas culturas, como algodão (*Gossypium hirsutum*), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), gergelim (*Sesamum indicum*), girassol (*Helianthus annuus*), melão (*Cucumis melo*), milho (*Zea mays*), soja (*Glycine Max*), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), dentre outras, possuindo ampla distribuição geográfica, cuja maior incidência ocorre em regiões de altas temperaturas e deficiência hídrica (KIMATI et al., 1997). Temperatura variando de 28 a 35°C e estresse hídrico do solo com capacidade de campo menor que 50% foram consideradas favoráveis à sobrevivência do fungo (DHINGRA e SINCLAIR, 1978).

Esse fitopatógeno também vem sendo relatado em diversas plantas daninhas. Sales Júnior et al. (2012) avaliaram a presença de patógeno de solo em 16 espécies de plantas daninhas provenientes de áreas produtoras de melão dos estados do Ceará e Rio Grande do Norte e constataram a presença de *M. phaseolina* em 13 espécies, pertencentes a 10 famílias botânicas.

2.3.3 *Rhizoctonia solani*

O fungo *Rhizoctonia solani* Kuhn, teleomorfo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, é classificado como um fungo mitosporico da classe *Agaricomycetes* e ordem *Cantharellales* ou Micelia Sterillia (MASSOLA JÚNIOR e KRUGNER, 2011). O micélio é caracterizado pela ramificação em ângulo reto com septação imediatamente e após o ramo, constrição na base da ramificação e septo doliporo (ADAMS, 1988).

É um fungo habitante do solo, com elevada capacidade de competição saprofítica e ampla gama de hospedeiros (FARR e ROSSMAN, 2015), possuindo mais de 500 espécies de plantas hospedeiras e sendo frequentemente encontrado parasitando raízes de meloeiro com sintomas de colapso (AEGERTER et al., 2000). Os propágulos de *Rhizoctonia* sobrevivem no solo como hifas com paredes espessas melanizadas e esclerócios associados com restos de culturas e outros detritos orgânicos, principalmente na camada superficial do solo. Atuam em regiões de temperaturas elevadas e chuvas frequentes acompanhadas de alta umidade (95%), sendo estes fatores limitantes ao cultivo de várias culturas, como, por exemplo, o melão (VILGALYS e CUBETA, 1994).

2.4 Associação de patógenos habitantes do solo

É frequente a observação da associação de patógenos habitantes do solo causando podridão radicular em diversas culturas como melão, beterraba e feijão (ANDRADE et al., 2005; MIRANDA et al., 2007; HANSON, 2010), muitas vezes potencializando os sintomas da doença.

Em beterraba, Hanson (2010) avaliou a interação entre *Rhizoctonia solani* e *Rhizopus stolonifer* causando podridão radicular e verificou que as plantas contidas no solo infestado apenas com *R. stolonifer* não apresentaram sintomas, mas a podridão radicular foi potencializada quando o *R. stolonifer* foi associado a *Rhizoctonia solani*. Miranda et al. (2007) observaram que *R. solani* e *F. solani* f. sp. *phaseoli*, sozinhos, causaram, respectivamente, 25% e 8% de mortalidade na fase de emergência das plântulas de feijão, mas quando inoculados juntos mostraram efeito sinérgico com 67% de mortalidade. Andrade et al. (2005) avaliaram a frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro no Nordeste brasileiro, verificando que em 88,9% das áreas avaliadas havia associação entre *F. solani* e outros patógenos habitantes do solo. Aegerter et al. (2000) avaliaram a ocorrência e patogenicidade de fungos associados à podridão de raízes e declínio do meloeiro na Califórnia, relatando a associação de patógenos causando estas doenças, sendo, muitas vezes, esta interação verificada até na mesma lesão.

2.5 Controle de patógenos habitantes do solo

O controle de doenças veiculadas pelo solo é uma tarefa difícil devido à complexidade do solo, onde medidas de controle têm sua eficiência bastante prejudicada e aplicação dificultada.

A utilização de cultivares resistentes é a principal forma de controle de patógenos radiculares. No entanto, existem hospedeiros nos quais ainda não foram identificados níveis de resistência para esses patógenos, como é o caso do meloeiro. Para Bedendo (2011), a natureza agressiva desses patógenos, aliada à falta de especificidade em relação ao hospedeiro, torna difícil a obtenção de materiais resistentes.

O controle químico desses fitopatógenos baseou-se durante anos na utilização do brometo de metila (NOLING e BECKER, 1994). No entanto, a restrição da utilização desse fumigante, aliada à preocupação da sociedade com as contaminações dos alimentos e os impactos dos pesticidas no ambiente, resultaram em esforços para desenvolver sistemas de cultivo mais sustentáveis e que permitam o fornecimento de alimentos mais seguros à população (GHINI, 2000).

Práticas culturais como a rotação de culturas, adubação verde e a eliminação de restos culturais contribuem para o controle dessas doenças, eliminando hospedeiros alternativos e reduzindo o potencial de inóculo para a cultura subsequente (BERNI et al., 2002). A rotação de culturas pode ser eficiente quando promove alteração qualitativa na microflora do solo, favorecendo o crescimento e o estabelecimento de microrganismos antagônicos ao patógeno (SUMNER e BELL, 1994).

A adubação verde consiste no plantio de uma espécie vegetal que, depois de atingir seu pleno desenvolvimento vegetativo, será cortada, acamada ou dessecada, sendo sua massa verde deixada sobre a superfície ou incorporada ao solo, com a finalidade de manter ou aumentar o conteúdo de matéria orgânica, proporcionando melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo, bem como o favorecimento no crescimento e rendimento das culturas econômicas em sucessão (ABAWI e WIDMER, 2000; SOUZA et al., 2012). Essa prática também favorece os fungos micorrízicos arbusculares (ESPÍNDOLA et al., 1998).

A cobertura ou incorporação de materiais vegetais no solo oferece melhor desempenho às culturas por criar um ambiente favorável às plantas e desfavorável a patógenos (SOUZA e RESENDE, 2006), em virtude da diminuição das populações dos patógenos e/ou as atividades patogênicas no solo (SCHOENMAKER e GHINI, 2001; DAVET, 2004; SHARMA, 2006). Além disso, melhora a capacidade de retenção e infiltração de água, diminuição da oscilação da temperatura do solo, mobilização e reciclagem de nutrientes (ARAÚJO et al., 2003).

Em sistemas de manejo de doenças envolvendo a incorporação de material orgânico ao solo, o aumento dos teores de carbono (C), associado à diminuição da quantidade de Nitrogênio (N) livre, tem levado à supressão das doenças (DAVET, 2004). No entanto, a resposta do patógeno pode ser variável, em função do tipo de material orgânico incorporado ao solo, da sua relação C/N e do nível de decomposição, dentre outros fatores (HASNA et al., 2007). Segundo Grünwald et al. (2000), alguns resíduos promovem aumento da incidência de doenças, por prover uma base alimentar, aumentando a sobrevivência do patógeno. Segundo Davet (2004), adubos verdes com alta relação C/N tendem a inibir a germinação de fungos habitantes do solo, como *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* (Burk.) Snyder & Hansen, que necessitam de fontes exógenas de nitrogênio para germinar, pois esses materiais imobilizam o nitrogênio mineral indisponibilizando para o patógeno.

A ação de compostos orgânicos na redução de doenças causadas por patógenos de solo é conhecida, e vários adubos verdes, resíduos culturais e orgânicos são usados na busca desse efeito (HOITINK et al., 1996). Dentre as plantas que são utilizadas como adubos verdes, estão as leguminosas – guandu-anão (*Cajanus cajan* L.), crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), crotalária (*Crotalaria spectabilis*); feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) DC] – e as gramíneas: milheto (*Pennisetum glaucum* cv. BN-2), sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L.), capim-mombaça (*Panicum maximum* cv.

Mombaça), braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e milho (*Zea mays* L.) (TOLÊDO-SOUZA et al., 2008).

A inclusão de leguminosas como cobertura do solo é uma estratégia que resulta em diversos benefícios tais como aumento de matéria orgânica e húmus, ciclagem de nutrientes, proteção contra erosão, além de ter papel na diversidade e dinâmica dos microrganismos (SOUZA et al., 2012). As gramíneas, em geral, apresentam elevado desenvolvimento radicular superficial, o que favorece a atividade dos microrganismos que exercem forte competição com muitos agentes causadores de doenças (BARRADAS, 2010).

O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) é uma leguminosa anual ou bianual, de crescimento ereto e hábito determinado, que atinge a altura de 0,6 a 1,2 m (SANTOS; FONTANÉTTI, 2007). É uma planta de origem tropical, adaptada ao clima seco, sendo muito cultivada em regiões quentes e semiáridas como cobertura de solo e adubação verde. Essa espécie tem ampla adaptação às condições edáficas, tolerando, além de solos ácidos e de baixa fertilidade, solos salinos e mal drenados, com texturas variando de arenosas a argilosas (BURLE et al., 2006).

Normalmente, plantas leguminosas são utilizadas para o controle de fitopatógenos do solo, por possuírem substâncias capazes de reduzir a densidade populacional do patógeno. A incorporação da parte aérea de leguminosas, entre elas feijão-de-porco, proporcionou eficiência no controle da fusariose do tomateiro, com maior percentual de controle obtido com os resíduos de amendoim forrageiro (40 g L⁻¹), feijão-de-porco (60 g L⁻¹) e leucena (80 g L⁻¹), apresentando um percentual de controle de 73,3% (CRUZ, 2013). Por outro lado, Dhingra e Coelho Neto (2001) observaram que alguns adubos verdes, como o feijão-de-porco, são plantas hospedeiras alternativas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* e podem contribuir para sua persistência no solo e aumentar a incidência de murcha em feijoeiro.

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.) tem origem africana, ciclo vegetativo variando de 60 a 90 dias para variedades precoces e 100 a 150 dias para as tardias (PERRET; SCATENA, 1985), crescimento cespitoso e ereto, com excelente produção de massa verde em solos arenosos e pobres, desde que não sejam úmidos (VILELA, 2011). É uma gramínea de origem tropical, anual de verão, de fácil implantação e manejo, destacada por sua adaptação a uma grande diversidade de ambientes e condições de clima e solo, caracterizando-se por sua precocidade, alto potencial de produção e qualidade nutritiva (NICOLAU SOBRINHO et al., 2009).

Essa cultura é uma excelente opção para a produção de palha para cobertura de solos no sistema de plantio direto, sendo fundamental na implantação e desenvolvimento deste sistema de produção no Brasil (SOUZA et al., 2012). As palhadas de gramíneas são excelentes fornecedoras de nutrientes às culturas sucessoras, graças ao elevado acúmulo dos nutrientes na matéria seca e às suas altas taxas de mineralização (TORRES et al., 2008). A cultura do milheto tem o sistema radicular que pode chegar a

3 metros de profundidade, o que torna fácil a ciclagem de nutrientes para as camadas mais superficiais (PACHECO et al., 2007).

Pereira Neto e Blum (2010) avaliaram o efeito da adição de palha de milho sobre a podridão do colo causada pelo fungo *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), verificando que a adição desta palha ao solo pode reduzir a severidade da doença e favorecer a população de *Pseudomonas fluorescense*. Tolêdo-Souza et al. (2008) constataram que plantios prévios de gramíneas, em geral, são supressores das populações de *Rhizoctonia* spp. e de *Fusarium* spp. em áreas infestadas.

REFERÊNCIAS

- ABAWI, G. S.; WIDMER, T. L. Impact of soil health management practices on soil-borne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 37-47, 2000.
- ADAMS, G. C. *Thanatephorus cucumeris (Rhizoctonia solani)*, a species complex of wide host range. **Advances in Plant Pathology**, London, v. 6, p. 535-552, 1988.
- AEGERTER, B. J.; GORDON, T. R.; DAVIS, R. M. Occurrence and pathogenicity of fungi associated with melon root rot and vine decline in California. **Plant Disease**, v. 84, n. 3, p. 224-230, 2000.
- ANDRADE, D. E. G. T.; MICHEREFF, S. J.; BIONDI, C. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; SALES JR., R. Frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro e relação com características físicas, químicas e microbiológicas dos solos. **Summa Phytopathologica**, v. 31, p. 327-333, 2005.
- ARAÚJO, A. P.; NEGREIROS, M. Z.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; PEDROSA, J. F.; BEZERRA NETO, F.; SOBRINHO, J. E.; FERREIRA, R. L. F.; NOGUEIRA, I. C. C. Rendimento de melão amarelo cultivado em diferentes tipos de cobertura do solo e métodos de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 123-126, 2003.
- BAIRD, R. E.; WATSON, C. E.; SCRUGGS, M. Relative longevity of *Macrophomina phaseolina* and associated mycobiota on residual soybean roots in soil. **Plant Disease**, v. 87, p. 563-566, 2003.
- BARRADAS, C. A. A. **Uso da adubação verde**. Programa Rio Rural. Manual Técnico; Niterói, p. 10, 2010.
- BEDENDO, I. P. **Podridão de raiz e colo**. Em: Manual de fitopatologia. Lilian Amorim, Jorge Alberto Marques Rezende e Armando Bergamin Filho. 4ª ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 704p. 2011.
- BELTRÁN, R.; VICENT, A.; SALES JR, R.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. Population dynamics of *Monosporascus cannonballus* ascospores in marsh soils in eastern Spain. **European Journal of Plant Pathology**, v. 113, n. 03, p. 357-365, 2005.
- BERNI, R. F.; SILVEIRA, P. M.; COSTA, J. L. S. Influência do preparo de solo e da rotação de culturas NA SEVERIDADE DE PODRIDÕES RADICULARES NO FEIJOEIRO COMUM. Pesquisa **Agropecuária Tropical**, v. 32, n. 2, p. 69-74, 2002.
- BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Em: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.;

CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia**: doenças de plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2005. p. 333.

BRUTON, B. D. Soilborne diseases in cucurbitaceae: pathogen virulence and host resistance. Em: MCCreight, J. (org.). **Cucurbitaceae '98**. Alexandria: International Society for Horticultural Science, 1998. p. 143-166.

BURLE, M. L. et al. Caracterização das espécies de adubo verde. Em: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (org.). **Cerrado**: adubação verde. Planaltina: Embrapa Cerrado, 2006. p. 71-142.

CHIBA, E. Y. K. S.; VECHIATO, M. H.; LASCA, C. C. Efeito do tratamento de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) com fungicidas no controle de *Macrophomina phaseolina* e na emergência de plântulas. **Arquivos Instituto Biológico**, v. 69, n. 12000.

COSTA, N. D.; DIAS, R. C. S.; FARIA, C. M. B.; TAVARES, S. C. C. H.; TERAQ, D. **Cultivo do melão**. Petrolina: Embrapa Semi Árido, 2000. 67p. (Circular Técnica, 59).

CRUZ, S. M. C.; RODRIGUES, A. A. C.; CANDIDO E SILVA, E. K.; OLIVEIRA, L. J. M. G. Supressividade por incorporação de resíduo de leguminosas no controle da fusariose do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 3, p. 180-185, 2013.

DANTAS, A. M. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NASCIMENTO, S. R. C.; SENHOR; R. F.; CÉZAR, M. A.; LIMA, J. S. S. Incorporation of plant materials in the control of root pathogens in muskmelon. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 3, p. 338-344, set.-dez. 2013.

DAVET, P. **Microbial ecology of the soil and plant growth**. Enfield: Science Publishers, 2004.

DHINGRA, O. D.; COELHO NETO, R. A. Reservoir and non-reservoir host of bean-wilt pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli*. J. **Phytopathology**, v. 149, p. 463-467, 2001.

DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. **Biology and pathology of *Macrophomina phaseolina***. 166f. Monografia - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1978.

DIAS, R. C. S.; COSTA, N. D.; CERDAN, C.; SILVA, P. C. G.; QUEIROZ, M. A.; OLIVEIRA, F. Z.; LEITE, L. A. S.; PESSOA, P. F. A. P.; TERAQ, D. A cadeia produtiva do melão no Nordeste. Em: CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J.; FREITAS FILHO, A.; VASCONCELOS, J. R. P. (org.). **Cadeias produtivas e sistemas naturais**: Prospecção tecnológica. Brasília: EMBRAPA.SPI/ EMBRAPA-DPD, 1998. p. 441-494.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R.; SOUZA, F. A. Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção da batata-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, p. 339-347, 1998.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The agricultural production domain covers.** Online. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. **Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory**, ARS, USDA. Disponível em: <<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>>. Acesso em: 22 fev. 2015.

FERNANDES, O. B.; PEREIRA, F. H. F.; ANDRADE JÚNIOR, W. P.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino no meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 93-103, 2010.

FISCHER, I. H.; KIMATI, H.; REZENDE, J. A. M. Doenças do maracujazeiro. Em: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (org.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 467-474.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. Em: FONTES, P. C. R. (org.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005. p. 407-428.

GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J.; SALES JR., R.; JORDÁ, C.; BRUTON, B. D. Fungal pathogens associated with melon plants collapse in Spain. **EPPO BULLETIN**, Paris, v. 30, p. 169-173, 2000.

GHINI, R. Solarização do solo para cultivo de hortaliças. Em: Anais... **III Reunião Intinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico**. Mogi das Cruzes. p. 23-27, 2000.

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

GRÜNWARD, N. J.; HU, S.; VAN BRUGGEN, A. H. C. Short-term cover crop decomposition in organic and conventional soils: characterization of soil C, N, microbial and plant pathogen dynamics. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 106, n. 1, p. 37-50, 2000.

HANSON, L. E. Interaction of *Rhizoctonia solani* and *Rhizopus stolonifer* causing root rot of sugar beet. **Plant Disease**, v. 94, p. 504-509, 2010.

HASNA, M. K.; MÅRTENSSON, A.; PERSSON, P.; RÄMERT, B. Use of compost to manage corky root disease in organic tomato production. **Annals of Applied Biology**, London, v. 151, n. 3, p. 381-390, 2007.

HOITINK, H. A. J.; BOEHM, M. J. Interactions between organic matter decomposition level, biocontrol agents and plant pathogens in soilborne disease. Em: **Reunião brasileira sobre controle biológico de doenças de plantas**, 4., 1991, Campinas. Anais... Campinas: Emopi, 1991. p. 63-77.

HOITINK, H. A. J.; MADDEN, L. V.; BOEHM, M. J. Relationships among organic matter decomposition level, microbial species diversity, and soilborne disease severity. Em: HALL, R. (Ed.). **Principles and practice of managing soilborne plant pathogens**. St. Paul: APS Press, 1996. p. 237-249.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados de produção 2011**: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=rn>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia**: Doenças das plantas cultivadas. 3. Ed. São Paulo: Agronômica ceres, 1997.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia**: Doenças das Plantas Cultivadas. 4ª ed. Vol. 2. Piracicaba -São Paulo: Agronomica Ceres, 2005. p. 467-474.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The *Fusarium* laboratory manual**. Ames: Blackwell, 2006.

MARINHO, R. E. M.; SALES JR., R.; MARACAJÁ, P. B.; SILVA, G. F.; COSTA, F. M.; SILVA, E. C. Identificação da micoflora associada a raízes de meloeiro nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. **Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. 1/2, p. 25-28, 2002.

MASSOLA JR, N. S.; KRUGNER, T. L. Fungos fitopatogênicos. Em: **Manual de Fitopatologia**. Lilian Amorim, Jorge Alberto Marques Rezende e Armando Bergamin Filho. 4ª ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. p. 704.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, 2005. v. 1, p. 398.

MIHAIL, J. D. *Macrophomina phaseolina*: spatio-temporal dynamics of inoculum and of disease in a highly susceptible crop. **Phytopathology**, Arizona, v. 79, p. 848-855, 1989.

MIRANDA, B. A.; LOBO JÚNIOR, M.; CUNHA, M. G. Reação de cultivares do feijoeiro comum às podridões radiculares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 4, p. 221-226, dez. 2007.

NDIAYE, M. **Ecology and management of charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) on cowpea in the Sahel**. 2007. 114f. PhD Thesis Wageningen University, the Netherlands, 2007.

NICOLAU SOBRINHO, W.; SANTOS, R. V.; MENEZES JÚNIOR, J. C.; SOUTO, J. S. Acúmulo de nutrientes nas plantas de milho em função da adubação orgânica e mineral. **Caatinga**, v. 22, n. 3, p.107-110, 2009.

NOLING J. W.; BECKER J. O. Supplement to Journal of Nematology. **The Society of Nematologists**, v. 26, p. 573-586, 1994.

PACHECO, L. P.; PETTER, F. A.; CÂMARA, A. C. F.; LIMA, D. B. C.; PROCÓPIO, S. O.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVA, I. S. Tolerância do milho (*Pennisetum americanum*) ao 2,4-D. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 173-179, 2007.

PEREIRA, A. M.; QUEIROGA, R. C. F.; SILVA, G. D.; NASCIMENTO, M. G. R.; ANDRADE, S. E. O. Germinação e crescimento inicial de meloeiro submetido ao osmocondicionamento da semente com NaCl e níveis de salinidade da água. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 205-211, jul.-set. 2012.

PEREIRA NETO, J. V.; BLUM, L. E. B. Adição de palha de milho ao solo para redução da podridão do colo em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 354-361, jul./set. 2010.

PERRET, V.; SCATENA, C. M. Milho: um cereal alternativo para os pequenos produtores do Sertão da Bahia. Salvador: EMATER-BA: CPATSA, 103 p. **Série Pesquisa e Desenvolvimento**, 9. 1985.

SALES JR., R. **Secuencia del ataque de patógenos fúngicos a raíz de melón. Histopatología de la infección por *Acremonium cucurbitacearum*** Alfaro-Gracia, W. Gams et J. Garcia-Jiménez. 199. 204f. Tesis (Doctoral em Fitopatologia) – Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 1999.

SALES JÚNIOR, R.; OLIVEIRA, O. F.; MEDEIROS, É. V.; GUIMARÃES, I. M.; CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Ervas daninhas como hospedeiras alternativas de patógenos causadores do colapso do meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 195-198, jan.-mar. 2012.

SANTOS, A. A.; FREIRE, F. C. O.; LIMA, J. A. A.; CARDOSO, J. E. **Doenças do meloeiro em áreas irrigadas no estado do Ceará**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindustrial Tropical, 11 p. (Boletim de Pesquisa, 35). 2000.

SANTOS, I. C.; FONTANÉTTI, A. 349 p. Em: **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Em: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (org.). Belo Horizonte-MG: EPAMIG, 2007.

SEIFERT, K. A. *Fusarium* and anamorphic generic concepts. Em: SUMMERELL, B. A. et al. (org.). **Fusarium**: Paul E. Nelson symposium. St. Paul: APS Press, 2001. p. 15-49.

SCHOENMAKER, I. A. S.; GHINI, R. Biofumigação do solo para o controle de *Pythium* spp. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 308-309, 2001.

SHARMA, R. D. Adubação verde no controle de fitonematóides. Em: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (org.). **Cerrado**: adubação verde. Planaltina: Embrapa Cerrado, 2006. p. 237-264.

SILVA, H. R.; COSTA, N. D.; CARRIJO, O. A. Exigência de clima e solo e época de plantio. Em: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (org.). **Melão produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. (Frutas do Brasil, 33), 2002. p. 23-24.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa, MG: UFV, 2012.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2006.

STONE, A. G.; SCHEUERELL, S. J.; DARBY, H. M. Suppression of soilborne diseases in field agricultural systems: organic matter management, cover cropping, and other cultural practices. Em: MAGDOFF, F.; WEIL, R. R. (org.). **Soil organic matter in sustainable agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 2004. p. 132-164.

SUMNER, D. R.; BELL, D. K. Survival of *Rhizoctonia* spp. and root diseases in a rotation of corn, snap bean, and peanut in microplots. **Phytopathology**, v. 84, n. 2, p. 113- 118, 1994.

TOLÊDO-SOUZA, E. D.; SILVEIRA, P. M.; LOBO JUNIOR, M.; CAFÉ FILHO, A. C. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 971-978. 2008.

TOLÊDO-SOUZA, E. D.; LOBO JÚNIOR, M.; SILVEIRA, P. M.; CAFÉ FILHO, A. C. Interações entre *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Rhizoctonia solani* na severidade da podridão radicular do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 13-17, jan./mar. 2009.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 421-428, 2008.

VILELA, H. **Pastagem**: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011.

VILGALYS, R.; CUBETA, M. A. Molecular systematics and population biology of *Rhizoctonia*. **Annual Review of Phytopathology**, v. 32, p. 135-155, 1994.

CAPÍTULO I

ASSOCIAÇÃO ENTRE *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* CAUSANDO PODRIDÃO RADICULAR EM *Cucumis melo*

RESUMO

A ocorrência de doenças radiculares representa uma das principais causas de perda de rendimento na cultura do melão, com destaque para patógenos causadores das podridões de raízes e colos, como os fungos *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*, frequentemente observados no meloeiro de forma isolada ou associados. Portanto, objetiva-se avaliar o efeito das interações dos patógenos *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani* na incidência e severidade de podridão radicular e na massa da matéria fresca e seca do meloeiro em casa de vegetação. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com 8 tratamentos (*F. solani*; *M. phaseolina*; *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina*; *F. solani* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina* + *R. solani*; Solo não infestado) e 8 repetições, com unidade experimental de 1 vaso (3,5 L) com 2 plantas. As características avaliadas foram: incidência e severidade da podridão radicular das plantas de melão no final do ciclo, além da matéria fresca e seca do meloeiro. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com nível de significância a 5% de probabilidade ($\alpha = 0,05\%$). Os três patógenos *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani* associados propiciaram baixa incidência de plantas com sintomas da doença, não diferindo estatisticamente da testemunha. O fitopatógeno *R. solani* foi o que menos prevaleceu nas associações. Quando o solo foi infestado com *F. solani*, isoladamente, apresentou baixo acúmulo de matéria fresca e seca.

Palavras-chave: meloeiro; patógenos radiculares; infestação do solo.

ABSTRACT

INTERACTION BETWEEN *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* CAUSING ROOT ROT IN *Cucumis melo*

The occurrence of root diseases is one of the main reasons of yield loss in melon crop, especially the pathogens that causes root and collar rot, as the fungi *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Gold. and *Rhizoctonia solani* Kuhn, being observed in muskmelon either alone or in association. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of the interactions between the pathogens *F. solani*, *M. phaseolina* and *R. solani* in the incidence and severity of root rot and fresh and dry weight of muskmelon. It was used a randomized block design with 8 treatments (*F. solani*; *M. phaseolina*, *R. solani*, *F. solani* + *M. phaseolina*, *F. solani* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani*, *F. solani* + *M. phaseolina* + *R. solani*, non-infested soil) and 8 repetitions with experimental unit of one vase (3.5 L) with 2 plants. The characteristics evaluated were: the incidence of root rot of melon plants at the end of the cycle, disease severity based on a scale notes and the fresh and dry weight of muskmelon. The results were submitted to the nonparametric test of Kruskal-Wallis with significance level of 5% of probability ($\alpha = 0.05\%$). The three pathogens *F. solani*, *M. phaseolina* and *R. solani* associated resulted in lower incidence of plants with symptoms, with no statistical difference from the control. The pathogen *R. solani* was the least prevalent in the associations. The lowest accumulation of fresh and dry matter happened when the soil was infested with *F. solani* alone.

Keywords: muskmelon; root pathogens; infested soil.

1 INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma cucurbitácea de grande importância no mercado internacional. Cerca de 29 milhões de toneladas foram produzidos em todo o mundo no ano de 2013, sendo China, Turquia e Irã os maiores produtores (FAO, 2015). A região nordeste do Brasil apresenta ótimas condições para seu desenvolvimento, tais como temperaturas elevadas e irrigação localizada, levando esta a alcançar posição de destaque nos mercados interno e externo com a exportação desta olerícola. Apesar disso, a expansão desta cultura nas regiões de cultivo de todo o mundo, inclusive no Brasil, tem levado ao aumento da incidência e severidade de doenças, principalmente aquelas provocadas por patógenos habitantes do solo.

As doenças causadas por esses fitopatógenos são responsáveis por grandes perdas de produtividade na cultura do melão e podem ser ocasionadas por diversos fungos, sendo observado com frequência em plantas sintomáticas de melão cultivadas em regiões produtoras do Nordeste do Brasil, *Fusarium solani* (Mart.), *Macrophomina phaseolina* Tassi (Goid.) e *Rhizoctonia solani* Kühn, os quais ocorrem tanto isoladamente como em associação.

A infestação conjunta de microrganismos habitantes do solo muitas vezes estimula a expressão dos sintomas nas plantas (HANSON, 2010). Avaliando a ocorrência e patogenicidade de fungos associados com a podridão de raízes e declínio do meloeiro na Califórnia, Aegerter et al. (2000) relataram a associação de patógenos causando estas doenças e que, muitas vezes, esta interação de fitopatógenos é verificada na mesma lesão. Já Andrade et al. (2005) avaliaram a frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro no Nordeste brasileiro, constatando que em 88,9% das áreas avaliadas havia associação entre *F. solani* e outros patógenos habitantes do solo.

Esses microrganismos podem provocar diferentes sintomas, incluindo amarelecimento, podridão de raízes, colo e colapso, que ocorre pouco antes da colheita, resultando em maturação prematura dos frutos, acúmulo de baixo teor de açúcar e exposição de frutos ao solo (AEGERTER et al., 2000).

O controle desses fitopatógenos é difícil devido à extensa gama de hospedeiros e às suas estruturas de resistência, capazes de sobreviver no solo por longos períodos na ausência de seus hospedeiros, sobrevivendo ainda em restos de cultura e em sementes por um longo tempo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das interações dos patógenos *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* na incidência e severidade de podridão radicular e na massa da matéria fresca e seca do meloeiro em cultivos sucessivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação localizada em Mossoró-RN (5° 11' 17" Sul, 37° 20' 39" Oeste). Avaliou-se o efeito da infestação do solo com três patógenos habitantes do solo (*Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* sozinhos e associados) na incidência e severidade de podridão radicular e na massa da matéria fresca e seca do meloeiro.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com 8 tratamentos (*F. solani*; *M. phaseolina*; *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina*; *F. solani* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina* + *R. solani*; solo não infestado) e 8 repetições. A infestação do solo foi realizada apenas no primeiro experimento. O segundo experimento foi iniciado aos sete dias após a colheita do primeiro, quando foi feito novo semeio utilizando o mesmo solo e vasos do primeiro experimento, caracterizando o cultivo sucessivo da cultura e com o objetivo de verificar o comportamento dos patógenos de um ciclo para outro. Os parâmetros e metodologias adotadas foram os mesmos para ambos os experimentos.

O solo utilizado foi coletado em área com vegetação nativa (solo não cultivado), a uma profundidade de 0-30 cm e adicionou-se fibra de coco na proporção de 2:1 (solo: fibra de coco). Em seguida, o substrato foi esterilizado em autoclave a 120 °C durante uma hora, por duas vezes, com intervalo de 24 horas e colocado o volume de 3,0 L em vasos plásticos com capacidade de 3,5 L. Cada unidade experimental consistiu de um vaso com duas plantas de meloeiro híbrido Iracema.

Os isolados dos patógenos foram obtidos de plantas de melão com sintomas de podridão radicular emultiplicados em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) + oxitetraciclina (0,05 g L⁻¹). A patogenicidade dos isolados foi comprovada em meloeiro antes da produção dos inóculos.

Para a multiplicação do *F. solani*, foi adotada a metodologia de Bueno (2004), que consiste em multiplicar o fungo em meio líquido de extrato de malte (Figura 1A), a 28± 2°C em estufa incubadora tipo BOD, por 7 dias. Após o crescimento do fungo, a suspensão foi colocada em bandeja de alumínio, acrescentando talco neutro (Figura 1B) na proporção 2:1 (v/p), sendo duas partes de talco para uma parte de meio líquido, deixando secar em temperatura ambiente (30± 2 °C) por 14 dias. Antes da infestação do solo, foi constatada a viabilidade por meio do plaqueamento do inóculo em meio de cultura BDA + oxitetraciclina (0,05 g L⁻¹), conforme ilustrado na Figura 1A.

Para multiplicação dos fungos *M. phaseolina* e *R. solani*, foram transferidos em câmara asséptica, separadamente, oito discos de 5 mm de diâmetro retirados dos bordos das colônias em crescimento para os frascos contendo substrato areno-orgânico (Figura 1C), conforme a metodologia desenvolvida por Lefèvre e Souza, (1993) que consiste em três partes de esterco curtido, uma parte de areia lavada, 2% de aveia (v/p) e 20 ml de água destilada para cada 100 ml de substrato. O substrato foi autoclavado a 120 °C durante uma hora, por duas vezes, com intervalo de 24 horas. Os frascos com os

respectivos fungos foram mantidos em estufa tipo BOD a $28 \pm 2^\circ\text{C}$, por quinze dias, sendo periodicamente agitados com o objetivo de homogeneizar a infestação. Antes da infestação do solo, foi realizado o plaqueamento dos inóculos, para testar a viabilidade, conforme ilustrado na Figura 1C.

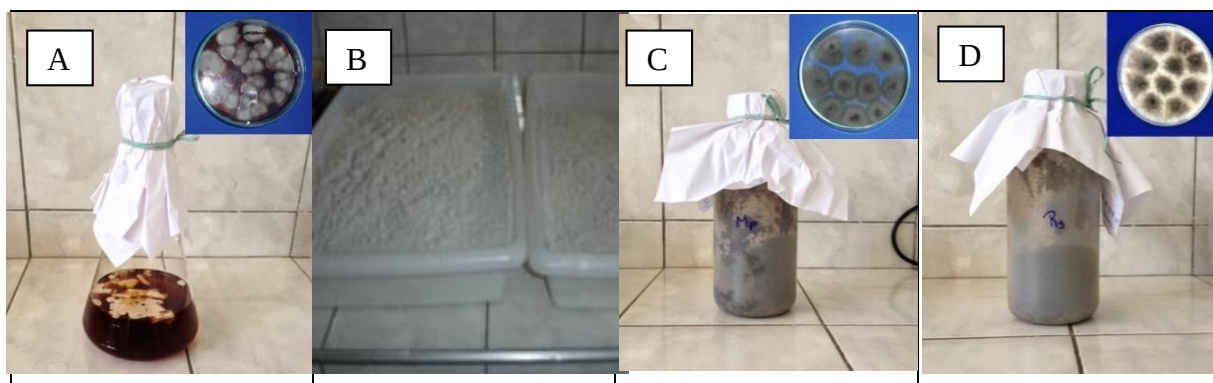


Figura 1. Erlenmeyer contendo meio líquido de extrato de malte com *Fusarium solani* e a viabilidade do inóculo em meio de cultura BDA (A); Bandejas contendo talco neutro com *Fusarium solani* (B); Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Macrophomina phaseolina* e a viabilidade do inóculo em meio BDA (C); Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Rhizoctonia solani* e a viabilidade do inóculo em meio BDA(D). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Os inóculos dos patógenos foram colocados na superfície do solo contido nos vasos, alcançando uma profundidade máxima de 5 cm, imediatamente antes da semeadura, na proporção de 6% volume/volume (v/v - volume do inóculo por volume de solo) e recoberto com uma fina camada de solo esterilizado. Após a infestação do solo foram semeadas três sementes de melão e, após desbaste, foram deixadasduas plantas.

Ao fim do ciclo da cultura, foram avaliadas as variáveis: incidência dos patógenos (porcentagem de plantas com sintomas visíveis da doença em relação ao total de plantas); severidade da doença (utilizando uma versão modificada da escala de notas proposta por Mao et al. (1998), sendo 1= Planta sadia; 2= 1 a 30% de tecidos infectados; 3= 31 a 60% de tecidos infectados; 4= mais que 60 % de tecidos infectados e 5= Planta morta) e a matéria fresca e seca da parte aérea (com auxílio de balança analítica) do meloeiro. Para isso, as plantas foram levadas ao laboratório, lavadas e avaliadas quanto à incidência e severidade da podridão radicular. Posteriormente, foi realizado o isolamento dos patógenos presentes nas plantas sintomáticas (Figura 2A), por meio da retirada de fragmentos da área limítrofe e submetidos à desinfestação superficial (Figura 2B) (álcool 70%, hipoclorito de sódio 2% e água destilada esterilizada). Em seguida, os fragmentos foram plaqueados em meio de cultura BDA + oxitetraciclina ($0,05 \text{ g L}^{-1}$).

As placas foram mantidas em estufa incubadora tipo BOD a 28 ± 2 °C por sete dias, com fotoperíodo de 12 horas. Após este período, foram identificados os patógenos (Figura 2C) com o auxílio do microscópio óptico.

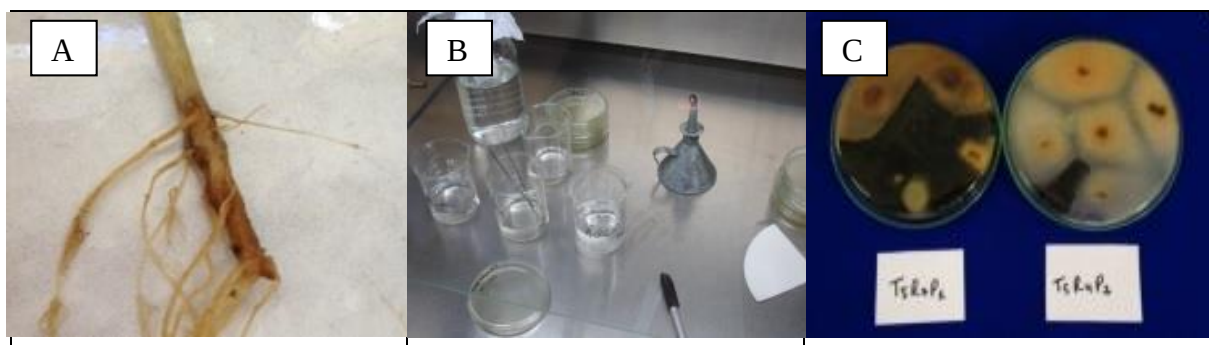


Figura 2. Análise das plantas sintomáticas (A); Desinfestação superficial dos fragmentos (B); Placas de Petri contendo colônias dos patógenos que ocorreram nos fragmentos retirados de planta sintomática(C). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Após a retirada dos fragmentos das plantas sintomáticas para a realização do isolamento dos patógenos, foi obtida a matéria fresca da parte aérea. Em seguida, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65 °C até obtenção de peso constante, sendo posteriormente pesadas para a obtenção da matéria seca.

Os dados foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade por meio do programa PAST version 2.17b (HAMMER et al., (2001).

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a incidência de doença no primeiro experimento (Figura 3), verifica-se a ausência de plantas com sintomas de podridão radicular quando os patógenos *F. solani* (Fs), *M. phaseolina* (Mp) e *R. solani* (Rs) estavam associados, sendo estatisticamente igual ao tratamento controle (Figura 3). Isso sugere uma possível ação antagônica entre os microrganismos. Porém, no segundo experimento, quando os três patógenos estavam associados ocorreu aumento na incidência da doença, mesmo sendo estatisticamente igual ao controle, no qual não ocorreu doença (Figura 3), fato ocorrido, possivelmente, devido ao maior tempo de permanência dos fitopatógenos no solo, demonstrando que houve a estabilização destes no solo e, posteriormente, efeito sinérgico.

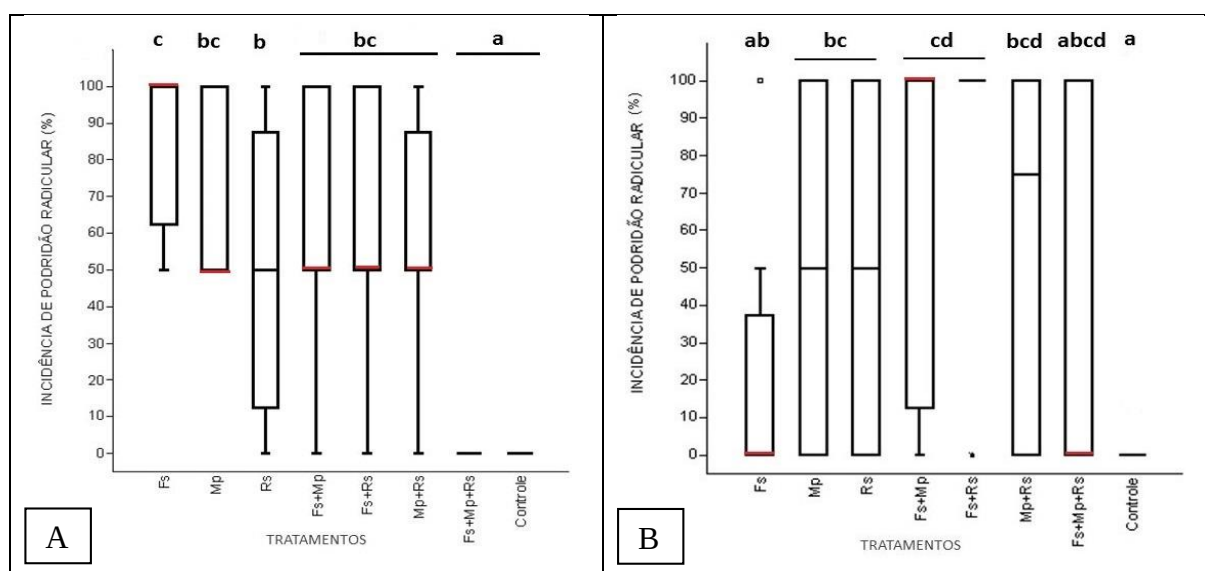


Figura 3. Box plot mostrando a incidência de podridão radicular nas plantas de melão nos diferentes tratamentos A=Primeiro experimento; B= Segundo experimento. Fs= *Fusarium solani* Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs=*Rhizoctonia solani*. Pontos acima ou abaixo dos gráficos indicam outliers¹. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney (P<0,05). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Avaliando a patogenicidade relativa de diferentes fitopatógenos habitantes do solo (*R. solani*, *F. solani phaseoli*, *Pythium* spp. e *M. phaseolina*) em solos esterilizados com brometo de metila, Pedrosa e Teliz (1992) relataram que isolados de *R. solani* e *F. solani phaseoli* causaram 25 e 8% de morte pré-emergente, respectivamente, quando infestados separadamente. Mas quando infestados conjuntamente, *R. solani* e *F. solani phaseoli* apresentaram efeito sinérgico, causando 67% de morte pré-emergente no feijoeiro. Efeito sinérgico também foi observado por Hanson (2010), quando avaliou a interação entre *R. solani* e *Rhizopus stolonifer* causando podridão radicular em beterraba, verificando que as plantas contidas no solo infestado apenas com *R. stolonifer* não apresentaram sintomas, mas a podridão radicular foi potencializada quando o *R. stolonifer* foi associado a *R. solani*.

Entretanto, esse efeito nem sempre é observado em interações de fitopatógenos, como relataram Mao et al. (1998) quando estudaram a associação entre *Phoma terrestris*, *Pythium irregulare* e *Fusarium acuminatum*, sozinhos e combinados, verificando que a combinação de *P. irregulare* + *F. acuminatum* apresentou taxa de doença igual aos patógenos isolados, mas a combinação de *P. irregulare* + *P. terrestris* proporcionou incidência de podridões de raiz maior do que qualquer outro.

No presente trabalho, *F. solani*, quando sozinho, ocasionou elevada incidência de podridão radicular no primeiro experimento, representando a maior porcentagem de doença entre os tratamentos

¹ Em tradução livre: Pontos fora da curva.

(Figura 3), com mediana de 100%. Como relatado por Andrade et al. (2005), *F. solani* tem ampla distribuição em áreas de produção do Nordeste do Brasil, sendo constatada a presença desse patógeno em 100% dos campos de meloeiro amostrados. Também foi observada nesse mesmo tratamento maior incidência da doença em relação aos tratamentos Rs; Fs+Mp+Rs e o controle, mas com a nova implantação da cultura no segundo experimento, *F. solani* apresentou baixa ocorrência de doença, sendo estatisticamente igual ao tratamento controle, no qual não ocorreu doença, certamente devido à falta de competição.

Em relação à severidade da doença (Figura 4), no primeiro experimento, a associação dos três patógenos foi estatisticamente igual ao controle, ambos diferindo dos demais tratamentos. O segundo experimento, Fs+Rs, embora não tenha diferido estatisticamente dos tratamentos Mp, Rs, Fs+Mp, Mp+Rs e Fs+Mp+Rs, apresentou tendência numérica de maior severidade da doença, com mediana de 3,75, o que corrobora com a informação relatada por Tolêdo-Souza et al. (2009), os quais sugerem que *R. solani* estimula a expressão dos sintomas de *F. solani*.

Quando o solo foi infestado com os patógenos isoladamente, ocorreu a presença destes em 100% dos fragmentos isolados, como previsto.

Na associação de *F. solani* com *R. solani*, ocorreu prevalência de *F. solani* em ambos os experimentos, sugerindo que *Fusarium* é mais competitivo que *Rhizoctonia*.

Na Figura 5a, pode ser observado que *M. phaseolina*, tanto em associação com *F. solani* quanto com *R. solani*, apresentou maior prevalência, mostrando que a ocorrência de *M. phaseolina* pode ter sido estimulada por *F. solani* e *R. solani*. O fato de *M. phaseolina* ser um microorganismo competitivo e de grande ocorrência também foi observado por Andrade et al. (2005), os quais relataram a presença de *M. phaseolina* em 100% das áreas de meloeiro dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, possivelmente devido à sua capacidade de competir com outros patógenos, aliada às condições ambientais favoráveis a esse microorganismo, o que certamente explica os resultados obtidos no presente estudo.

O fungo *R. solani*, em ambos os ciclos de cultivo, foi o patógeno que apresentou menor prevalência nas associações (Figura 5). Menor severidade de *R. solani* também foi verificada por Yildiz e Benlioğlu (2014), estudando a patogenicidade de isolados de *R. solani* e *M. phaseolina*. Porém, Tolêdo-Souza et al. (2009) verificaram as interações entre *F. solani* f. sp. *phaseoli* e *R. solani* na severidade da podridão radicular do feijoeiro e observaram que *R. solani* provocou maior severidade da doença.

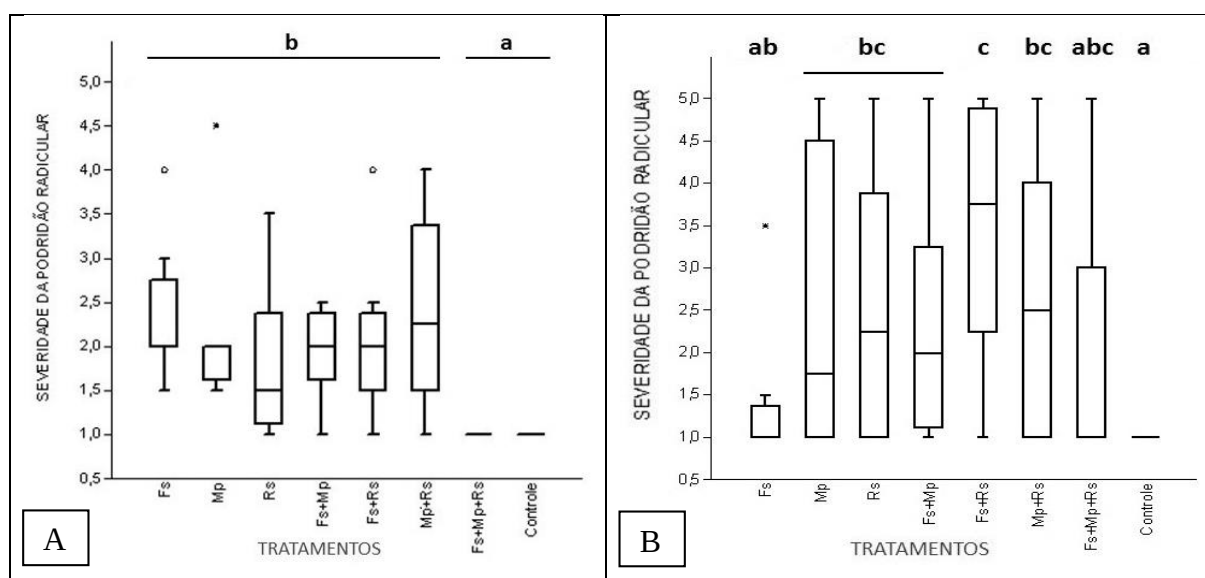


Figura 4. Box plot mostrando a severidade da podridão radicular nas plantas de melão nos diferentes tratamentos. A= Primeiro experimento; B= Segundo experimento. Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Pontos acima ou abaixo dos gráficos indicam outliers². Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P < 0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

No segundo experimento (Figura 5 B), verifica-se que no tratamento Fs+Mp+Rs, o *Fusarium* foi o patógeno que mais prevaleceu, estando presente em mais de 70% das plantas avaliadas e Rs foi o que menos prevaleceu, sugerindo possível ação antagônica do Fs em relação aos demais patógenos e baixa competitividade da Rs, fato também observado por Tolêdo-Souza et al. (2009), os quais sugerem que *R solani* estimula a expressão dos sintomas de *F. solani* e que *F. solani* inibe os sintomas de *R. solani*.

A ocorrência de Fs em campos de produção do meloeiro no Nordeste brasileiro também foi constatado por Andrade et al. (2005), que relataram a presença deste patógeno em 100% das áreas amostradas, ao passo que Rs foi um dos que apresentaram menor ocorrência, presente em 40% dos campos avaliados. Esses mesmos autores afirmam, ainda, que apenas 11,1% de infecções eram causadas apenas por *F. solani* e em 88,9% havia associação deste com outros patógenos.

² Em tradução livre: Pontos fora da curva.

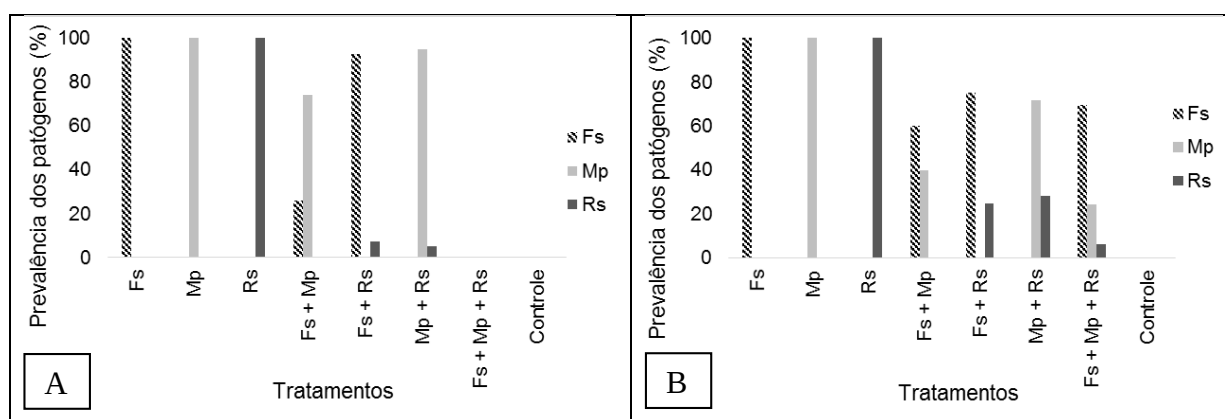
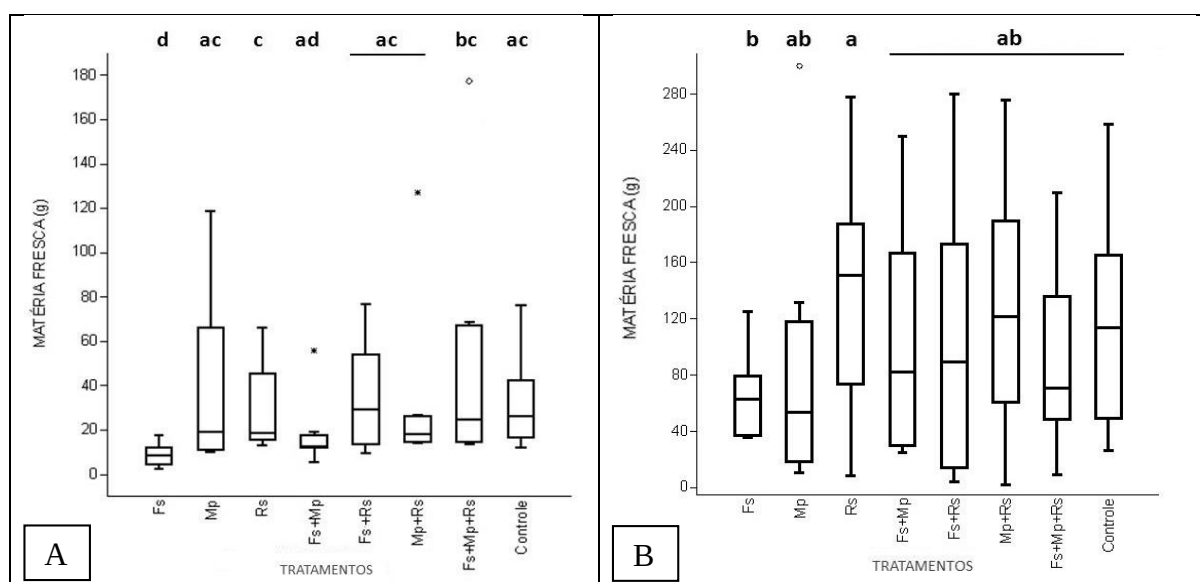


Figura 5. Prevalência dos patógenos isolados de plantas de melão com sintomas de podridão radicular nos diferentes tratamentos. A= Primeiro experimento; B= Segundo experimento. Fs= *Fusarium solani* Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Em relação ao desenvolvimento da parte aérea do meloeiro (Figura 6), o tratamento com Fs sozinho, no primeiro experimento, apresentou menor massa da matéria fresca, sendo estatisticamente igual apenas ao tratamento Fs+Mp e diferente de todos os demais ($P > 0,05$). Sob condições favoráveis, o fungo *F. solani* torna as plantas amareladas, reduzem seu desenvolvimento e produção. Quando as plantas são severamente atacadas, apresentam seu sistema radicular completamente comprometido, levando à morte da parte aérea (BEDENDO, 2011).

No segundo experimento, o tratamento Rs foi o que menos interferiu na redução da massa da matéria fresca do meloeiro, com mediana próxima a 150g, embora não tenha diferido estatisticamente dos tratamentos Mp, Fs+Mp, Fs+Rs, Mp+Rs, Fs+Mp+Rs e o controle. Resultados diferentes foram encontrados por Tolêdo-Souza et al. (2009), para quem o dano ao desenvolvimento de plântulas de feijoeiro causado por *R. solani* sozinha foi maior do que o dano causado por *F. solani phaseoli* sozinha. Mas esses mesmos autores relatam que o dano ao desenvolvimento da parte aérea causado por *F. solani phaseoli* é aumentado em infestação conjunta com *R. solani*, demonstrando resultado semelhante ao presente trabalho, quando o tratamento Fs+Rs apresentou mediana próxima a 90g.



Em relação à massa da matéria seca da parte aérea das plantas de melão no primeiro experimento (Figura 7), ocorreu resultado semelhante quando comparado à massa da matéria fresca do mesmo experimento, onde o tratamento Fs proporcionou menor massa da matéria seca, sendo diferente de todos os outros tratamentos. No segundo experimento, não houve diferença estatística entre os tratamentos, embora o tratamento Fs tenha apresentado tendência numérica em proporcionar menor acúmulo de matéria seca.

³ Em tradução livre: Pontos fora da curva.

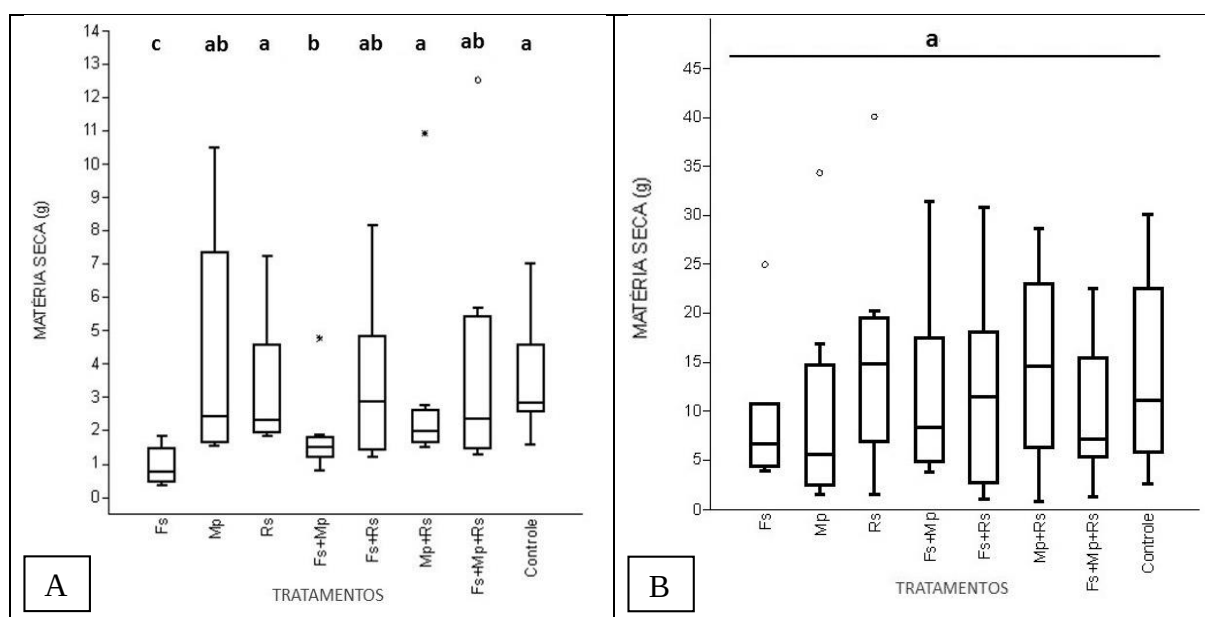


Figura 7. Box plot mostrando a massa da matéria seca do meloeiro nos diferentes tratamentos. A= Primeiro experimento; B= Segundo experimento. Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Pontos acima ou abaixo dos gráficos indicam outliers⁴. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P < 0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

⁴ Em tradução livre: Pontos fora da curva.

4 CONCLUSÕES

- ✓ Os três patógenos associados (*Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*), quando já estabilizados no solo (segundo experimento), causaram baixa incidência de podridão radicular, sendo estatisticamente iguais ao controle;
- ✓ O solo infestado com *Fusarium solani*, isoladamente, apresentou baixo acúmulo de matéria fresca e seca do meloeiro;
- ✓ *Rhizoctonia solani* foi o fungo que menos prevaleceu nas associações.

REFERÊNCIAS

- AEGERTER, B. J.; GORDON, T. R.; DAVIS, R. M. Occurrence and pathogenicity of fungi associated with melon root rot and vine decline in California. **Plant Disease**, v. 84, n. 3, p. 224-230, 2000.
- ANDRADE, D. E. G. T.; MICHEREFF, S. J.; BIONDI, C. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; SALES JR., R. Frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro e relação com características físicas, químicas e microbiológicas dos solos. **Summa Phytopathologica**, v. 31, p. 327-333, 2005.
- BEDENDO, I. P. Podridão de raiz e colo. Em: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. 4ª ed. Piracicaba: **Agronômica Ceres**, p. 829-837, 2011.
- BUENO, C. J.; AMBROSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L.; CERZINI, P. C. Controle de *Fusarium oxysporum f.sp. Lycopersici* RAÇA 2, *Macrophomina phaseolina* e *Sclerotium rolsii* em microcosmo simulando solarização com prévia incorporação de couve (*Brassicae oleracea* var. *Acephala* L.) **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 356-364, 2004.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The agricultural production domain covers**. Online. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 15 jan. 2015.
- HANSON, L. E. Interaction of *Rhizoctonia solani* and *Rhizopus stolonifer* causing root rot of sugar beet. **Plant Disease**, v. 94, p. 504-509, 2010.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST - **Palaeontological statistics**. Disponível em: <www.uv.es/~pardomv/pe/2001_1/past/pastprog/past.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015, v. 25, n. 07, p. 2009, 2001.
- LEFÈVRE, A. F.; SOUZA, N. L. Determinação da temperatura letal para *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolsii* e efeito da solarização sobre a temperatura do solo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 19, n. 2, p. 107-112, 1993.
- MAO, W.; CARROLL, R. B.; WHITTINGTON, D. P. Association of *Phoma terrestris*, *Pythium irregulare*, and *Fusarium acuminatum* in causing red root rot of corn. **Plant Disease**, v. 82, p. 337-342, 1998.
- PEDROSA, A.; TELIZ, D. Patogenicidad relativa de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Pythium* spp. y *Macrophomina phaseolina* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de invernadero. **Revista Mexicanade Fitopatologia**, Ciudad Obregón, v. 10, n. 2, p. 134- 138, 1992.

TOLÊDO-SOUZA, E. D. D.; LOBO JÚNIOR, M.; SILVEIRA, P. M. D.; CAFÉ FILHO, A. C. Interações entre *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* e *Rhizoctonia solani* na severidade da podridão radicular do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 13-17, jan./mar. 2009.

YILDIZ, A.; BENLIOĞLU, S. A laboratory bioassay for evaluating pathogenicity of *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* isolates to strawberry stolons. **Phytoparasitica**, v. 42, n. 3, p. 367–369, 2014.

CAPÍTULO II

ASSOCIAÇÃO DE *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani* CAUSANDO PODRIDÃO RADICULAR EM MELOEIRO SOB EFEITO DE ADUBOS VERDES

RESUMO

A ocorrência de doenças radiculares representa uma das principais causas de perda de rendimento na cultura do melão, com destaque para patógenos causadores das podridões de raízes e colos, como os fungos *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*, sendo observados no meloeiro tanto de forma isolada quanto associada. A utilização de material vegetal e restos de culturas, além de melhorar as propriedades físicas do solo e favorecer a atividade microbiana das espécies presentes neste ambiente, pode interferir negativamente sobre a população de patógenos. Portanto, objetiva-se com esse trabalho verificar o efeito de materiais vegetais na podridão radicular causada pelos patógenos *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani* quando sozinhos ou associados. Foram realizados dois experimentos simultaneamente, sendo um deles utilizando o Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC) e o outro com Milheto (*Pennisetum glaucum*), onde se adotou para ambos o delineamento experimental de blocos casualizados, com esquema fatorial 8 x 4, sendo 8 tipos de fungos/associações (*F. solani*; *M. phaseolina*; *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina*; *F. solani* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina* + *R. solani*; solo não infestado), 4 formas de manejo [incorporado, cobertura, filme de polietileno (*mulching*) e sem manejo] com 4 repetições. As características avaliadas foram: incidência de podridão radicular das plantas de melão no final do ciclo, e a massa da matéria fresca e seca do meloeiro. Os resultados de incidência de doença obtidos foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e a massa da matéria fresca e seca foi analisada pelo teste de Scott-Knott, ambos com nível de significância a 5% de probabilidade ($\alpha = 0,05\%$). O feijão-de-porco em cobertura proporcionou menor incidência de podridão radicular do meloeiro quando o *Fusarium solani* estava sozinho e em associação tripla (*F. solani* + *M. phaseolina* e *R. solani*). A utilização do milheto não apresentou efeito na incidência de podridão radicular na maioria dos tratamentos. Tanto na utilização do feijão-de-porco quanto do milheto, *Macrophomina phaseolina* foi o fungo que prevaleceu na maioria das associações nas quais estava presente. O feijão-de-porco e o milheto não proporcionaram aumento na massa da matéria fresca e seca do meloeiro na maioria dos tratamentos.

Palavras-chave: meloeiro; patógenos radiculares; material orgânico.

ABSTRACT

ASSOCIATION OF *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina* and *Rhizoctonia solani* CAUSING ROOT ROT IN MUSKMELON UNDER EFFECT OF GREEN MANURE

The occurrence of root diseases is one of the main reasons of yield loss in melon crop, especially the pathogens that causes root and collar rot, as the fungi *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Gold. and *Rhizoctonia solani* Kuhn, being observed in muskmelon either alone or associated. The use of crop residues and plant material, besides the improvement in the physical properties of the soil, also favors microbial activity of the species present in this environment and affects negatively on pathogens population. Therefore, the purpose of this work was to verify the effect of green manure in root rot caused by *F. solani* pathogens, *M. phaseolina* and *R. solani* alone or associated. Two experiments were conducted simultaneously, one of them using Jack beans (*Canavalia ensiformis* DC) and another with Pearl millet (*Pennisetum glaucum*), for which we adopted a complete randomized block design with factorial 8 x 4, {8 types of fungi / associations (*F. solani*; *M. phaseolina*, *R. solani*, *F. solani* + *M. phaseolina*, *F. solani* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani*, *F. solani* + *M. phaseolina* + *R. solani*, non-infested soil), 4 forms of management [incorporated, in coverage, polyethylene film (mulching) and without management]} with 4 repetitions. The characteristics evaluated were the incidence of root rot of melon plants at the end of the cycle, and the fresh and dry weight of muskmelon. The results of disease incidence were submitted to the nonparametric test of Kruskal-Wallis and the fresh and dry weight of muskmelon were analyzed by the Scott-Knott test, both with significance level of 5% of probability ($\alpha = 0.05\%$). Jack beans in coverage provided lower root rot incidence in muskmelon with *Fusarium solani* alone and in triple association (*F. solani* + *M. phaseolina* e *R. solani*). The use of Pearl millet had no effect on root rot incidence in most treatments. In both experiments (Jack beans and Pearl millet), *Macrophomina phaseolina* was the fungus that prevailed in almost all associations. Jack bean and Pearl millet did not increase the fresh and dry weight of muskmelon in most treatments.

Keywords: melon; root pathogens; organic material.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma das principais olerícolas de expressão econômica no mercado mundial, sendo também uma das mais cultivadas no Brasil e tem encontrado na região Nordeste ótimas condições para seu desenvolvimento, levando a região a alcançar posição de destaque nos mercados interno e externo com a exportação desta olerícola, representando 82,50% da produção nacional (IBGE, 2015). Em compensação, a grande expansão da área cultivada, aliada à realização de práticas culturais inadequadas, tem proporcionado o aumento da ocorrência de patógenos habitantes do solo causando podridão radicular nessa cultura. No Brasil, doenças do sistema radicular são relatadas em praticamente todas as regiões de cultivo e apresentam sérios problemas para os produtores devido à sua ampla gama de hospedeiros e por apresentarem estruturas especializadas de resistência que garantem sua sobrevivência no solo por longos períodos.

Essas doenças podem ser provocadas por *Fusarium solani* (Mart.), *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Grif. e Maubl, *Macrophomina phaseolina* Tassi (Goid.), *Myrothecium roridum* Tode, *Monosporascus cannonballus* Pollack e Uecker e *Rhizoctonia solani* Kühn., os quais atuam tanto isoladamente como em associação sinérgica e provocam sintomas de fácil identificação, de vez que as plantas afetadas apresentam principalmente necroses e podridões nas raízes, que têm como consequência a murcha e morte na época próxima à formação dos frutos (GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000).

Os fungos *F.solani*, *M. phaseolina* e *R. solani* podem sobreviver, além do solo (por meio de estruturas de resistência), em restos de culturas. Estes patógenos podem destruir sementes ou órgãos de propagação, causar o tombamento de plântulas, apodrecimento e destruição de raízes ou murcha (BEDENDO, 2011). A capacidade que os fungos veiculados pelo solo apresentam em produzir estruturas de resistência, aliada à ampla gama de hospedeiras que algumas espécies possuem, torna as atuais medidas de controle ineficientes. O método de controle químico assumiu posição de destaque no controle de doenças de plantas, principalmente devido à sua simplicidade e previsibilidade. O principal tratamento químico utilizado é a fumigação com brometo de metila, mas a proibição desse produto gerou a necessidade da obtenção de alternativas para reduzir o potencial de inóculo desses patógenos.

Com isso, as recentes preocupações com os efeitos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente, causados pelo uso frequente e excessivo de produtos químicos sintéticos na agricultura, bem como a resistência dos patógenos aos fungicidas e o desafio de aumentar a produção agrícola com sustentabilidade, cada vez mais estudos têm sido realizados com o intuito de obter um eficiente controle de fitopatógenos por meio da utilização de produtos e técnicas alternativas e eficazes.

A adubação verde é uma prática que vem sendo estudada como alternativa para a redução do potencial de inóculo de fitopatógenos habitantes do solo, promovendo efeito benéfico nas características

físicas, químicas e biológicas do solo (HOITINK e BOEHM, 1991), além de aumentar a quantidade de matéria orgânica, melhorar a fertilidade do solo e induzir a planta a produzir substâncias com ação antagônica a esses microrganismos (STONE et al., 2004).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de materiais vegetais na podridão radicular causada pelos patógenos *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani*, quando sozinhos ou associados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos simultaneamente em casa de vegetação localizada em Mossoró-RN (5° 11' 17" Sul, 37° 20' 39" Oeste), sendo um com feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) DC] e outro com milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.]. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com esquema fatorial 8 x 4, sendo 8 fungos/associações (*F. solani*; *M. phaseolina*; *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina*; *F. solani* + *R. solani*; *M. phaseolina* + *R. solani*; *F. solani* + *M. phaseolina* + *R. solani*; solo não infestado), 4 formas de manejo [material vegetal incorporado, material vegetal em cobertura, filme de polietileno (*mulching*) e sem manejo] com 4 repetições.

O solo utilizado foi coletado de área com vegetação nativa (solo não cultivado) e adicionou-se fibra de coco na proporção de 2:1 (solo: fibra de coco). Em seguida, o substrato foi esterilizado em autoclave a 120 °C durante uma hora, por duas vezes, com intervalo de 24 horas, e colocado o volume de 3,0L em vasos plásticos com capacidade de 3,5L. Cada unidade experimental consistiu de um vaso com duas plantas de meloeiro híbrido Goldex.

Os isolados dos patógenos foram provenientes da micoteca do laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do DCV, onde foram obtidos de plantas de melão (*Cucumis melo*) doentes e multiplicados em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) + oxitetraclina (0,05 g L⁻¹). A patogenicidade dos isolados foi comprovada em meloeiro antes da produção dos inóculos.

Para a multiplicação dos patógenos, foram transferidos, em câmara asséptica, separadamente, oito discos de 5 mm de diâmetro retirados dos bordos das colônias em crescimento para os frascos contendo o substrato areno-orgânico (Figura 1), conforme metodologia adotada por Lefèvre e Souza (1993), que consiste em três partes de esterco curtido, uma parte de areia lavada, 2% de aveia (v/p) e 20 ml de água destilada para cada 100 ml de substrato, autoclavado a 120°C durante uma hora, por duas vezes, com intervalo de 24 horas. Os frascos com os respectivos fungos foram mantidos em estufa tipo BOD a 28±2 °C no escuro, por quinze dias, sendo periodicamente agitados com o objetivo de homogeneizar o inóculo. Antes da infestação do solo, foi realizado o plaqueamento dos inóculos para comprovar que eles estavam viáveis, conforme ilustrado na Figura 1.

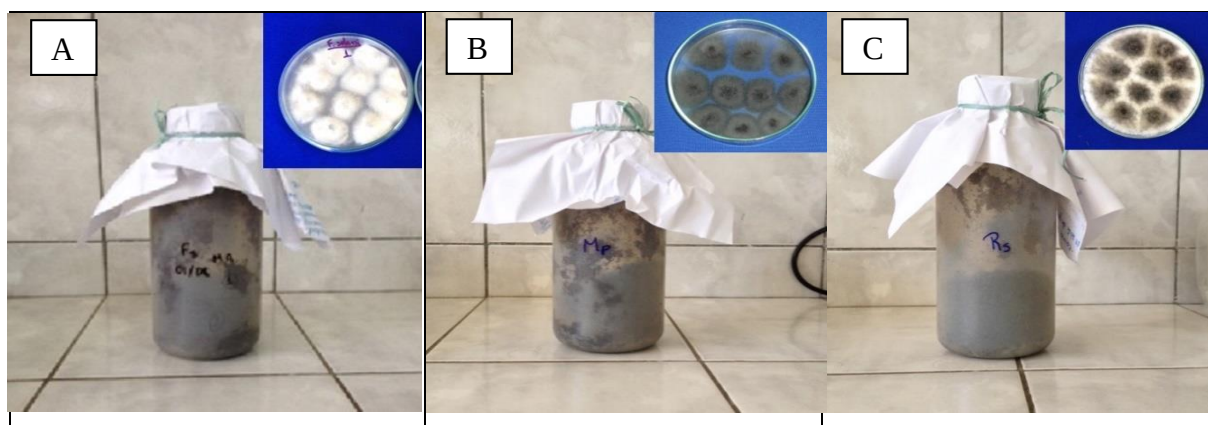


Figura 1. Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Fusarium solani* e viabilidade do inóculo em meio BDA (A); Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Macrophomina phaseolina* e viabilidade do inóculo em meio BDA (B); Frasco contendo substrato areno-orgânico com *Rhizoctonia solani* e viabilidade do inóculo em meio BDA (C) Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Os inóculos dos patógenos foram colocados na superfície do solo contido nos vasos 10 dias antes da semeadura dos materiais vegetais, na proporção de 6% volume/volume (v/v - volume do inóculo por volume de solo) e recoberto com uma fina camada de solo esterilizado.

O plantio dos materiais vegetais foi realizado em épocas diferentes, tendo em vista a diferença de ciclo entre as espécies, observada em ensaios preliminares. A infestação do solo foi realizada 10 dias antes da semeadura do feijão-de-porco e 17 dias do milho, para que houvesse a estabilização dos patógenos no solo. Foram semeadas 4 sementes de feijão-de-porco, mantendo duas plantas por vaso. O milho foi semeado 7 dias após o feijão-de-porco mantendo 10 plantas por vaso. O desbaste foi realizado 10 dias após a semeadura de cada material vegetal.

Após 37 dias da semeadura do feijão-de-porco e 30 dias do milho, as plantas foram adubadas com 10 mL de solução nutritiva completa adaptada e, após 15 dias, nova adubação com 5 mL da mesma solução. A solução nutritiva foi constituída por: NO_3^- 16,5 mmol L⁻¹, H_2PO_4^- 1,8 mmol L⁻¹, K^+ 4,8 mmol L⁻¹, Ca^{2+} 5,9 mmol L⁻¹, Mg^{2+} 1,7 mmol L⁻¹, SO_4^{2-} 2 mmol L⁻¹, B^{-1} 20 µmol L⁻¹, Cu^{-1} 0,5 µmol L⁻¹, Fe^{-1} 43 µmol L⁻¹, Mn^{-1} 19 µmol L⁻¹, Mo^{-1} 0,7 µmol L⁻¹, Zn^{-1} 4,0 µmol L⁻¹ (MARTINEZ, 2002). Os materiais vegetais também foram adubados com solução de sulfato de amônia na quantidade de 1g por vaso, dois dias após a segunda aplicação da solução nutritiva. As adubações foram feitas em todos os tratamentos, com e sem material vegetal, para que não houvesse diferenças após a implantação da cultura principal.

Ao atingir o estágio de plena floração (> 50% das plantas em florescimento), as plantas para adubação verde foram dessecadas com Glyphosate (1.020 g ha⁻¹), com pulverizador costal manual calibrado para aplicar volume de calda de 100 L ha⁻¹. Em seguida, foram picados e incorporados ao solo ou cortados rente ao solo, deixando-os sobre o solo como cobertura. Foi deixado um intervalo de 30 dias

entre a incorporação e o transplante das mudas de melão para a decomposição parcial dos materiais vegetais, conforme metodologia adotada por Souza et al. (2012).

Os tratamentos: solo sem manejo e solo coberto com o filme de polietileno foram mantidos sem vegetação durante o período de crescimento dos materiais vegetais, sendo que o filme de polietileno (lona de plástico preto) foi colocado sobre a superfície dos vasos antes do transplante das mudas de melão. Para permitir o transplante e a irrigação, foram efetuados dois orifícios com diâmetro de 3,0 cm no filme de cada vaso com o auxílio de uma tesoura. As mudas de meloeiro foram provenientes da empresa Topplant e transplantadas após 10 dias da semeadura.

Ao fim do ciclo da cultura, foi avaliada a incidência dos patógenos (porcentagem de plantas com sintomas visíveis da doença em relação ao total de plantas) e a matéria fresca e seca da parte aérea da cultura (utilizando balança analítica). Para isso, as plantas foram levadas ao laboratório, lavadas e avaliadas quanto à presença de sintomas de podridão radicular.

Foi realizado o isolamento dos patógenos em todas as plantas sintomáticas (Figura 2A), por meio da retirada de fragmentos da área limítrofe e submetidos à desinfestação superficial (Figura 2B) (Álcool 70%, hipoclorito de sódio 2% e água destilada esterilizada). Em seguida, os fragmentos foram colocados em meio de cultura BDA + oxitetraciclina ($0,05 \text{ g L}^{-1}$). As placas foram mantidas em estufa incubadora tipo BOD a $28 \pm 2^\circ \text{C}$ por sete dias. Após esse período, foram identificados os patógenos (Figura 2C) que ocorreram nas plantas sintomáticas com o auxílio do microscópio óptico.

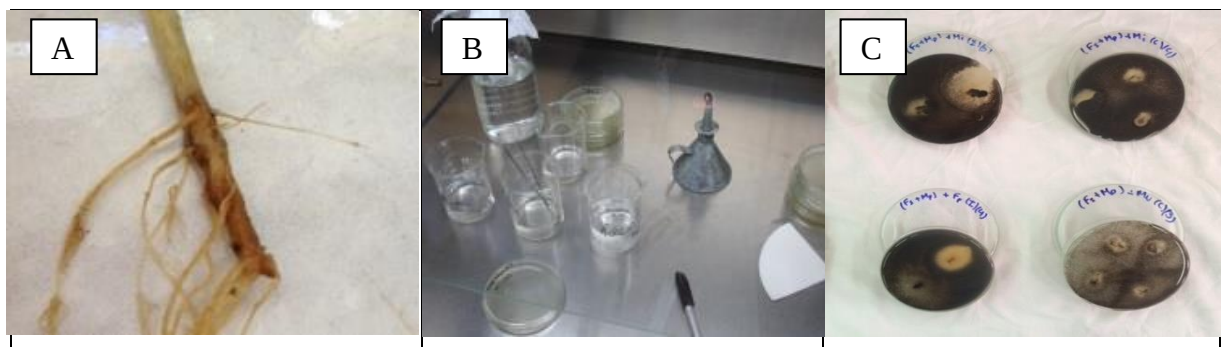


Figura 2. Análise das plantas sintomáticas (A); Desinfestação superficial dos fragmentos (B); Placa de Petri contendo colônias dos patógenos que ocorreram nos fragmentos retirados de planta sintomática (C). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Após a retirada dos fragmentos para a realização do isolamento dos patógenos, foi obtida a matéria fresca da parte aérea. Em seguida, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar sob temperatura de 65°C , até obtenção de massa constante, sendo posteriormente pesadas para a obtenção da matéria seca.

Os dados da incidência da podridão radicular foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade por meio do programa PAST version 2.17b (HAMMER

et al., 2001) e a massa da matéria fresca e seca do meloeiro foram analisados pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2009)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento utilizando o feijão-de-porco

As maiores incidências de podridão radicular foram observadas nos tratamentos Mp, Fs+Mp, Fs+Mp+Fp(I), Fs+Mp+Fp(C), Mp+Rs+Fp(C), Fs+Mp+Rs, Fs+Mp+Rs+Fp(I), Fs+Mp+Rs+Fp(C), Fs+Mp+Rs+Mu, diferindo estatisticamente das testemunhas (Ni; Ni+Fp (I); Ni+Fp(C) e Ni+Mu) e estatisticamente igual aos demais tratamentos. Conforme esperado, nos tratamentos onde o solo não foi infestado não se verificou podridão radicular (Figura 3).

Não houve diferença estatística entre os tratamentos onde os três patógenos estavam associados, independentemente da forma de manejo. Porém, comparando o feijão-de-porco incorporado e em cobertura, foi possível constatar que quando esse material foi utilizado incorporado, a incidência de doença ocorreu em 100% das plantas avaliadas, sugerindo que a incorporação tende a favorecer essa associação em relação à cobertura. Segundo Zambolim et al. (2000), os resíduos deixados na superfície do solo se decompõem mais lentamente em relação a quando são incorporados, consequentemente são disponibilizados mais tardiamente, o que pode desfavorecer os microrganismos por restrição alimentar. Dhingra e Coelho Neto (2001) observaram que alguns adubos verdes, como o feijão-de-porco, são plantas hospedeiras alternativas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* e podem contribuir para sua persistência no solo e aumentar a doença causada por este patógeno em feijoeiro.

Na associação de Fs e Rs utilizando a cobertura plástica (*Mulch*), ocorreu baixa incidência de doença em relação aos tratamentos: Fs+Mp; Fs+Mp+Fp(C); Fs+Mp+Rs; Fs+Mp+Rs+Fp(I); Fs+Mp+Rs+Fp(C), sendo diferentes estatisticamente. Isso pode ter ocorrido devido à sensibilidade que a associação de Fs e Rs apresenta à alta temperatura proporcionada pelo *mulch*, embora Brutton (1998) tenha relatado que o uso de cobertura plástica (*mulch*) se destaca como uma das principais práticas que contribuem para o aumento de patógenos causadores de podridão radicular.

Os tratamentos onde o solo foi infestado apenas com Fs foram estatisticamente iguais, porém, considerando as formas de manejo, o feijão-de-porco em cobertura proporcionou menor incidência, com mediana de 25%, conforme relatado anteriormente. Esse fato também foi observado nos tratamentos onde os três patógenos estavam associados, certamente porque o material em cobertura requer maior tempo para sua decomposição, como relatado por Zambolim et al. (2000). Já os tratamentos onde feijão-de-porco foi incorporado e quando se utilizou o *mulch* como cobertura, as medianas foram iguais a 50%.

Nos tratamentos onde os solos foram infestados com Mp e Rs, isoladamente, não houve diferença estatística ($P > 0,05$), independentemente da forma de manejo adotada, ou seja, a utilização da cobertura plástica (*Mulch*) e do feijão-de-porco incorporado ou em cobertura não influenciou na incidência de podridão radicular.

Não foram verificadas diferenças estatísticas entre as formas de manejo quando os patógenos Mp e Rs foram infestados isoladamente.

No tratamento Fs+Mp, observa-se que a cobertura plástica proporcionou menor incidência da doença em relação a esta associação sem material e com o material em cobertura.

Nas associações Fs+Rs e Mp+Rs, não foram verificadas diferenças estatísticas. Entretanto, observou-se que quando o feijão-de-porco estava em cobertura no tratamento Mp+Rs houve tendência numérica em apresentar maior incidência da podridão radicular.

Não foi observado que o feijão-de-porco apresentou efeitos positivos na redução da incidência de podridão radicular causada pelos patógenos isoladamente ou associados. Entretanto, Cruz et al. (2013) relataram que a incorporação da parte aérea de feijão-de-porco e outras leguminosas, tais como leucena (*Leucaena leucocephala* Wiltt.), feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov.) demonstram eficiência no controle da fusariose, com maior percentual de controle obtido com os resíduos de amendoim forrageiro (40 g L^{-1}), feijão-de-porco (60 g L^{-1}) e leucena (80 g L^{-1}), apresentando percentual de controle de 73,3%.

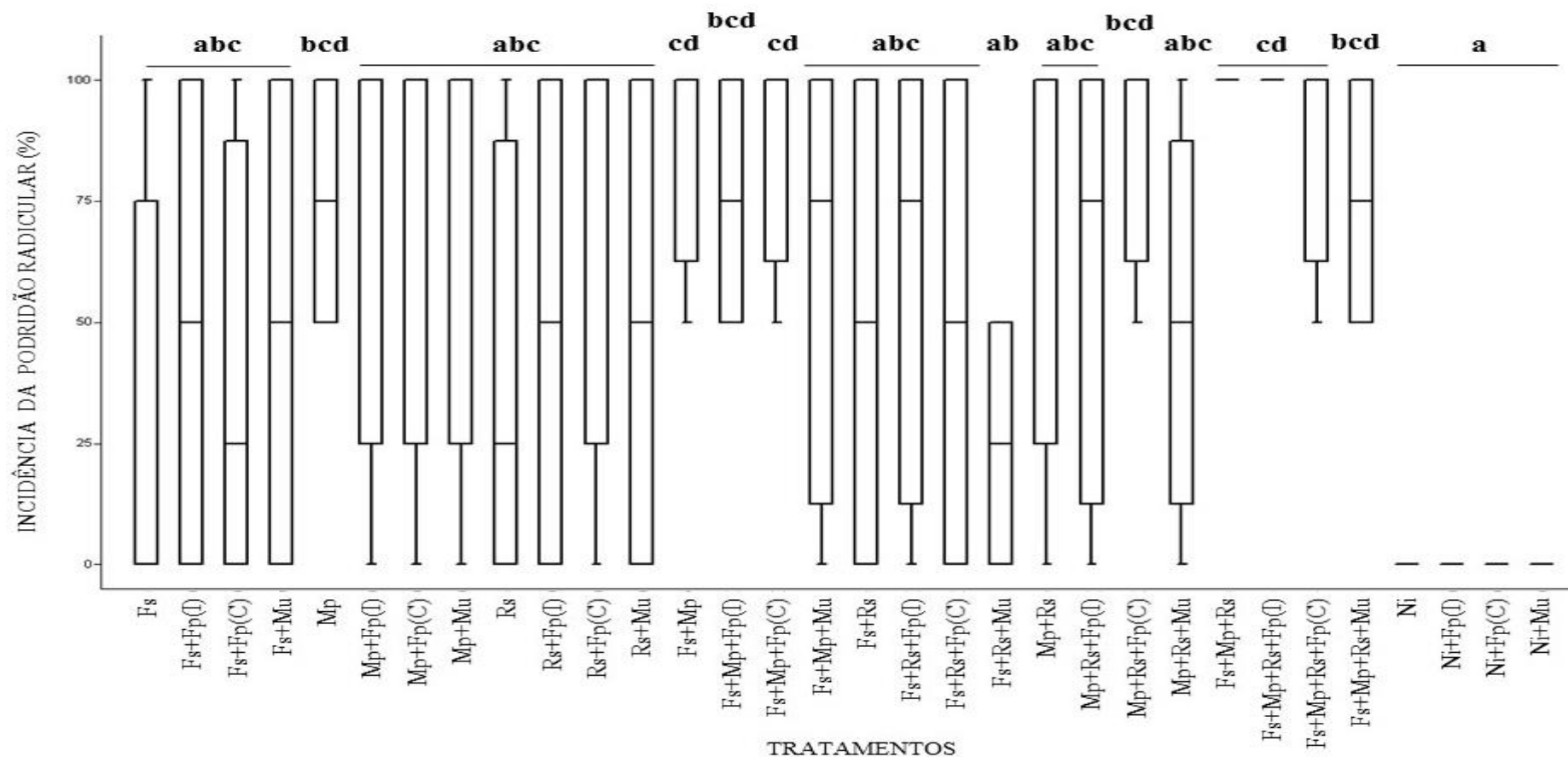


Figura 3. Box plot mostrando a incidência de podridão radicular nas plantas de melão no experimento utilizando feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC). Fp=feijão-de-porco; C=cobertura; I=incorporado; Mu= *mulch*; Ni=não infestado; Fs= *Fusarium solani* Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P < 0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Nas associações onde *M. phaseolina* estava presente, ocorreu a prevalência deste fungo, indicando alta agressividade desse patógeno, aliada a melhores condições para seu desenvolvimento em relação a Fs e Rs (Figura 4).

Quando o Fs estava associado a Rs, na maioria das formas de manejo utilizadas (com exceção do Fs + Rs sem nenhuma forma de manejo), constatou-se maior prevalência de Rs nos fragmentos plaqueados. Isto indica que a utilização do material vegetal incorporado ou em cobertura e a utilização do *mulch* potencializou a ocorrência de Rs em relação a Fs. Segundo Reis (2011), o fungo *R. solani* apresenta grande habilidade de competição saprofítica, mantendo-se viável no solo por tempo indefinido e dificilmente controlado pela rotação de cultura, pois potencialmente qualquer espécie vegetal alternativa, integrante do sistema de rotação, pode lhe servir de substrato.

Já na associação de Mp com Rs, foi verificado que na maioria dos tratamentos *M. phaseolina* prevaleceu, sugerindo que, certamente, ocorreu o aumento da temperatura do solo com a utilização do material vegetal e da cobertura plástica, favorecendo esse fungo, que é termotolerante (BASSETO et al., 2011).

Também foi constatada, na maioria dos tratamentos onde os três patógenos estavam associados, maior prevalência de Mp. Nesta associação, a prevalência dos patógenos ocorreu na seguinte ordem: Mp>Fs>Rs. Para Kimati et al. (1997), o fungo *M. phaseolina* possui ampla distribuição geográfica e sua maior incidência ocorre em regiões de altas temperaturas e deficiência hídrica, o que justifica sua grande incidência no presente estudo, onde estas condições ambientais predominam.

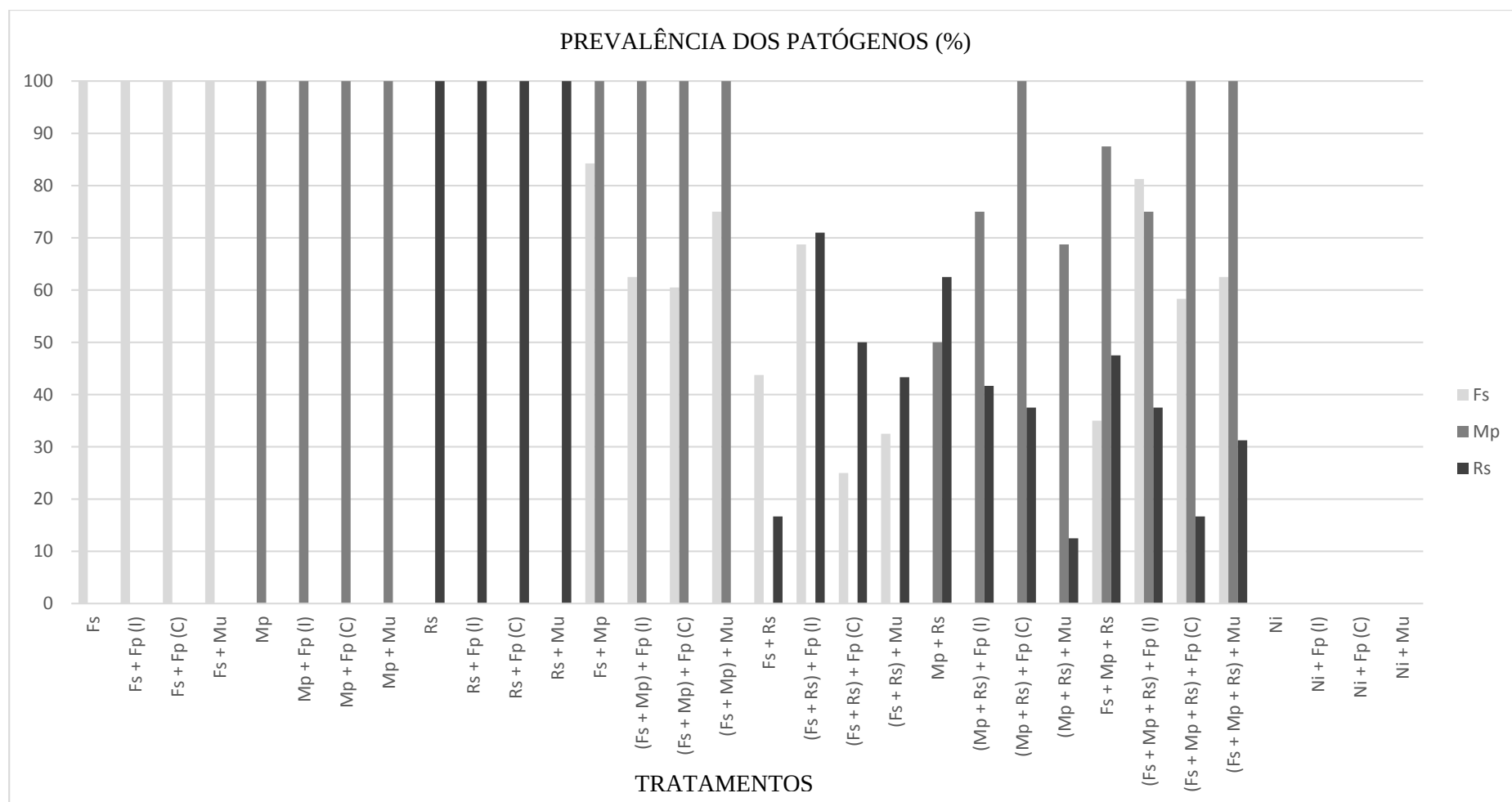


Figura 4. Prevalência dos patógenos isolados de plantas de melão com sintomas de podridão radicular no experimento utilizando feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC). Fp= Feijão-de-porco; C= cobertura; I= incorporado; Mu= mulch; Fs= *Fusarium solani* Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*; Ni= não infestado. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Resíduos culturais na superfície do solo constituem importante reserva de nutrientes, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa (ROSOLEM et al., 2003), ou lenta e gradual, conforme a interação entre os fatores climáticos, principalmente precipitação pluvial, temperatura, atividade macro e microbiana do solo e qualidade e quantidade do resíduo vegetal (ALCÂNTARA et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2002). No presente trabalho, quando se utilizou o feijão-de-porco, não se verificou diferença significativa sobre o acúmulo de matéria fresca da parte aérea do meloeiro (Tabela 1) entre as interações dos patógenos sozinhos ou associados e entre as formas de manejo adotadas. Já em relação à massa da matéria seca das plantas de melão desse mesmo experimento, embora não se tenha verificado diferença significativa nas interações, verificou-se diferença entre as formas de manejo adotadas no tratamento onde se utilizou o *mulch*, sendo este superior aos tratamentos sem manejo e com o material vegetal incorporado ou em cobertura quando o solo não foi infestado e na associação Fp+Rs.

Embora esse material seja bastante utilizado por apresentar melhorias nas características química, físicas e biológicas do solo, no presente estudo não foi possível verificar aumento na matéria fresca das plantas de melão quando foi utilizado o feijão-de-porco. Trabalho comparando a produção de matéria seca do milho, com ou sem adubação verde, foi realizado por Araújo e Almeida (1993), os quais verificaram aumento de 21% na matéria seca do milho após a utilização do feijão-de-porco.

Tabela 1: Médias da matéria fresca da parte aérea do meloeiro quando foi utilizado o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Patógenos/Associação	Formas de Manejo			
	Sem manejo	Incorporado	Cobertura	<i>Mulch</i>
Fs	4,1044 aA	5,1191 aA	5,9929 aA	5,0944 aA
Mp	4,6578 aA	4,6391 aA	7,1535 aA	5,8977 aA
Rs	4,7129 aA	4,7067 aA	4,2009 aA	5,6366 aA
Fs+Mp	3,9879 aA	4,3257 aA	6,3266 aA	5,8194 aA
Fs+Rs	5,1259 aA	4,5792 aA	4,5928 aA	6,8372 aA
Mp+Rs	4,2061 aA	6,2469 aA	4,7731 aA	8,1765 aA
Fs+Mp+Rs	3,4353 aA	5,1179 aA	4,6076 aA	6,7276 aA
Ni	5,1208 aA	3,7028 aA	5,7826 aA	7,9663 aA

CV (%) = 41.60

Para a análise estatística, os dados foram transformados em raiz quadrada de X. Letras maiúsculas na horizontal e letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Fp= Feijão-de-porco; C= cobertura; I= incorporado; Mu= *mulch*; Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*; Ni= não infestado.

Efeito positivo da utilização de feijão-de-porco como cobertura foi obtido por Barros et al. (2013), estudando plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão, verificando que o milho

verde, quando cultivado nas parcelas com palhadas de leguminosas, como o feijão-de-porco, apresentou maior produtividade em comparação com a palhada de gramínea. Valadares et al. (2012) observaram que o feijão-de-porco, embora tenha proporcionado rápida cobertura do solo, apresentou baixo rendimento de massa seca do milho, possivelmente pela menor proporção de plantas em estágio de maturação fisiológica. Segundo Braz et al. (2004), para que uma espécie seja eficaz na ciclagem de nutrientes, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse comercial, cultivada em sucessão.

Tabela 2: Médias da matéria seca da parte aérea do meloeiro quando foi utilizado o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L. DC). Mossoró-RN, UFRSA, 2015.

Patógenos/Associação	Formas de Manejo			
	Sem manejo	Incorporado	Cobertura	Mulch
Fs	1,4094 aA	1,6963 aA	1,8502 aA	1,9057 aA
Mp	1,4458 aA	1,6025 aA	2,1017 aA	2,3812 aA
Rs	1,5644 aA	1,5547 aA	1,2557 aA	1,9642 aA
Fs+Mp	1,2286 aA	1,6602 aA	1,9665 aA	1,9063 aA
Fs+Rs	1,5199 aB	1,5666 aB	1,3112 aB	2,6467 aA
Mp+Rs	1,5902 aA	1,9036 aA	1,4197 aA	2,5853 aA
Fs+Mp+Rs	1,2466 aA	1,7257 aA	1,2106 aA	1,8718 aA
Ni	1,5546 aB	1,3905 aB	1,7240 aB	2,6721 aA
CV (%) = 37.11				

Para a análise estatística, os dados foram transformados em raiz quadrada de X. Letras maiúsculas na horizontal e letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Fp= Feijão-de-porco; C= cobertura; I= incorporado; Mu= *mulch*; Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*; Ni= não infestado.

3.2 Experimento utilizando o milheto

Nesse experimento, também não foram constatadas plantas com sintoma de podridão radicular nos tratamentos onde não houve infestação do solo, os quais foram estatisticamente diferentes de Mp; Mp+Mi(I); Mp+Mi(C); Fs+Mp; Fs+Mp+Mi(I); Fs+Rs+Mi(I); Mp+Rs+Mi(C); Fs+Mp+Rs; Fs+Mp+Rs+Fp(I); Fs+Mp+Rs+Fp+Mu, que apresentaram maior incidência da doença (Figura 5).

Quando os patógenos Fs e Rs foram infestados isoladamente, não se constataram diferenças estatísticas entre os tratamentos, certamente devido a esses microrganismos terem encontrado um ambiente sem competidores, favorável ao seu desenvolvimento e incremento populacional.

Na maioria dos tratamentos, a utilização do milheto (Figura 5) não apresentou efeito sobre a incidência de podridão radicular. Embora este material seja muito utilizado como adubo verde por proporcionar melhoria na capacidade de retenção e infiltração de água, diminuição da oscilação da

temperatura do solo, mobilização e reciclagem de nutrientes, além de auxiliar o controle de doenças radiculares, no presente estudo não foi constatado controle da podridão radicular. Como o milho apresenta alta relação carbono-nitrogênio (SOUZA et al., 2012), certamente o tempo não foi suficiente para a sua decomposição e, conseqüentemente, redução da doença. Porém, alguns autores relatam que a atividade saprofítica de *R. solani* é suprimida por resíduos com alta relação C:N (PAPAVIZAS e DAVEY, 1961; HOITINK et al., 1996). Cassiolato (1998) relata que a cobertura proporcionada por milho diminui a incidência de doenças como o mofo-branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum*, patógeno habitante do solo que também apresenta estrutura de resistência. Segundo Hoitink e Fahy (1986), o uso de compostos orgânicos ou materiais vegetais no controle de doenças de plantas varia de acordo com o patossistema e com o tipo de material empregado.

Nos tratamentos onde se infestou o solo apenas com Mp, observou-se que o milho incorporado ou em cobertura propiciou maior incidência da doença em relação aos tratamentos sem material vegetal e com cobertura plástica, havendo diferença estatística entre eles, o que sugere que este adubo verde favoreceu o desenvolvimento de Mp. Embora não tenha sido encontrado nenhum trabalho que indicasse o milho como hospedeiro de *Macrophomina*, nem mesmo foram observadas, durante a condução do experimento, plantas de milho com sintomas de podridão radicular causada por este patógeno, o resultado deste estudo sugere que este material seja hospedeiro de Mp. Entretanto, são necessários trabalhos complementares que comprovem se o milho é realmente hospedeiro deste fitopatógeno.

Contudo, pesquisadores relatam a eficiência do uso do milho para o controle de diversos patógenos, como, por exemplo, Meyer (1996), que aponta redução no inóculo de *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis*, causador do cancro da haste em soja, ao cultivo prévio de milho. Pereira Neto e Blum (2010), quando avaliaram o efeito da adição de palha de milho sobre a podridão do colo causada pelo fungo *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), verificaram que a adição desta palha ao solo pode reduzir a doença e favorecer a população de *Pseudomonas fluorescense*, bactéria promotora de crescimento de plantas e que pode suprimir microrganismos patogênicos pela produção de β -1,3-glucanase, antibióticos, ácido cianídrico e sideróforos (FRIDLENDER et al., 1993; RAAIJMAKERS et al., 1997; OWEN e ZDOR, 2001; PIDELLO, 2003).

Na associação de Fs+Mp, não ocorreu diferença entre os tratamentos, mas foram verificados maiores valores numéricos de incidência de doença em Fs+Mp e Fs+Mp+Mi(I) em relação aos demais tratamentos dentro desta mesma associação.

Nos tratamentos em que Fs e Rs estavam associados, constatou-se que a incorporação do milho causou maior incidência da podridão radicular em relação ao uso da cobertura plástica, sendo estatisticamente diferentes, o que indica que o adubo verde foi favorável para o desenvolvimento dos patógenos envolvidos nessa associação. No trabalho de Tolêdo-Souza et al. (2008), foi constatado que plantios prévios de gramíneas, como, por exemplo, o milho, em geral são supressores das populações

de *Rhizoctonia* spp. e de *Fusarium* spp. em áreas infestadas, porém os pesquisadores tratam do estudo destes patógenos isolados.

Na associação de Mp+Rs (Figura 5), não houve diferença entre os tratamentos, embora quando o material vegetal estava em cobertura tenha sido observada tendência de maior incidência de doença em relação aos demais tratamentos. Quando os três patógenos estavam associados, também não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos. Todavia, foi observado que o tratamento com o milho em cobertura apresentou grande amplitude dos dados, sendo estatisticamente igual à testemunha.

Verifica-se em outros trabalhos efeito de diferentes gramíneas no controle de patógenos habitantes do solo. Costa e Silveira (1997) relataram que, embora não tenham trabalhado com milho, propágulos de *F.solani* na cultura do feijão foram reduzidos após o cultivo de outra gramínea (*Brachiaria brizantha*). Estes pesquisadores também observaram que a incidência de *R. solani* foi menor em áreas onde se cultivou o feijoeiro após o cultivo de *Brachiaria ruziziensis* e *B. brizantha*. Trabalhos conduzidos por Costa (2001, 2002), em condições controladas, demonstraram que *Brachiaria plantaginea* apresentou capacidade de reduzir o inóculo de *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* no solo em 60%. Já em experimentos de campo, realizados em área de produtores, este resultado foi confirmado, indicando ainda que a *B. plantaginea* poderia induzir supressividade também a *R. solani* (COSTA, 2002).

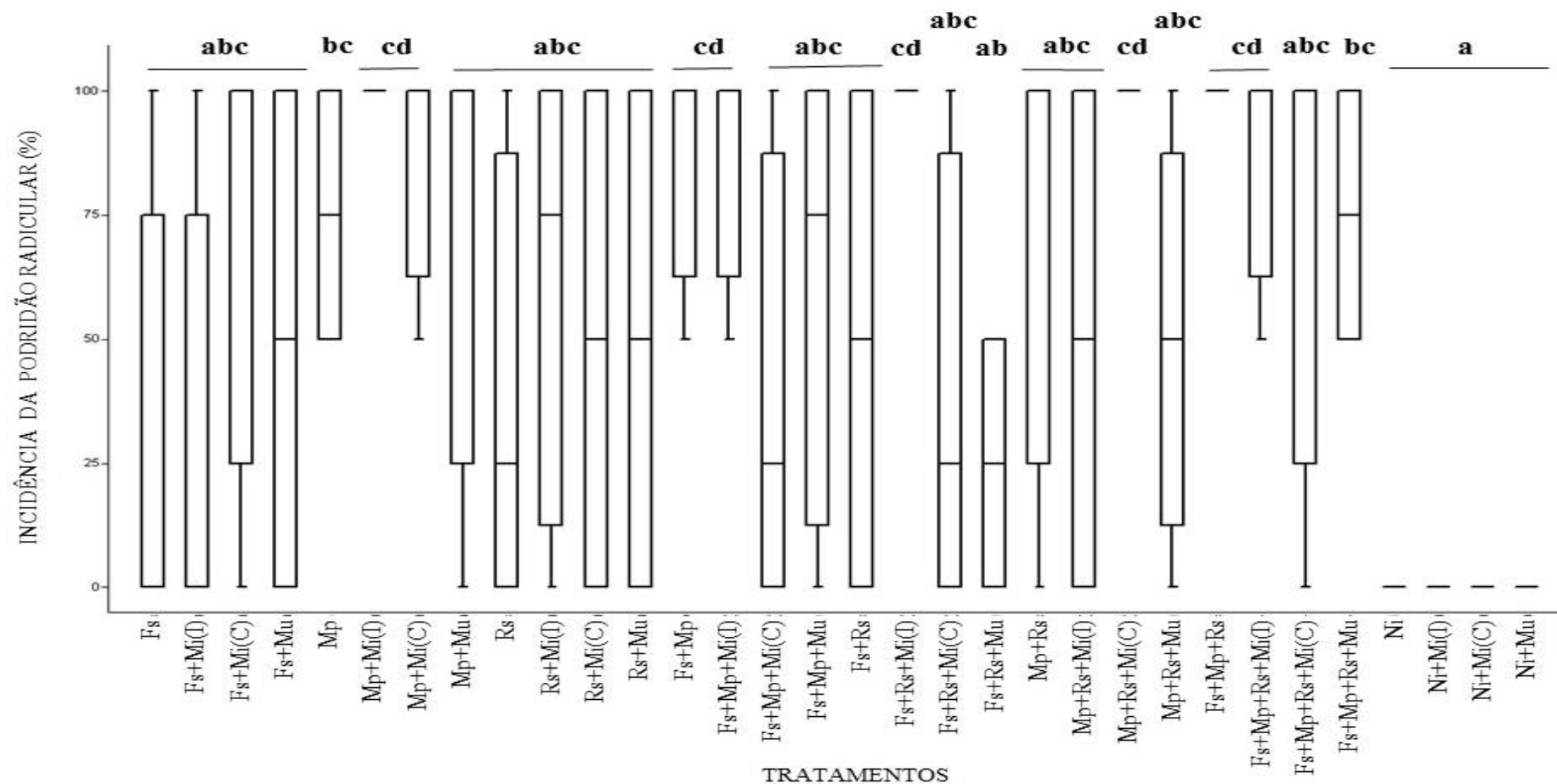


Figura 5. Box plot mostrando a incidência de podridão radicular nas plantas de melão no experimento utilizando milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). Mi=milheto; C=cobertura; I=incorporado; Mu= *mulch*; Ni=não infestado; Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa calculada pelo teste de Kruskal-Wallis associado ao teste U de Mann-Whitney ($P < 0,05$). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Em relação à prevalência dos patógenos isolados das plantas com sintomas de podridão radicular, igualmente ao que ocorreu no experimento onde se utilizou o feijão-de-porco, pode-se verificar que nos tratamentos onde os patógenos estavam sozinhos (Fs; Mp e Rs), sem associação entre eles, não ocorreu contaminação, haja vista que em 100% dos fragmentos plaqueados só desenvolveu o patógeno que foi infestado no solo (Figura 6).

De forma geral, em praticamente todos os tratamentos onde a Mp estava presente, tanto em associações duplas quanto na tripla (Figura 6), este fungo prevaleceu em relação aos outros patógenos.

Na associação de Fs com Rs, verificou-se maior prevalência de Fs em todos os tratamentos onde foi utilizada qualquer forma de manejo (milheto incorporado ou em cobertura e *mulch*), sendo o tratamento sem manejo o que proporcionou maior prevalência de Rs. Isso indica que a utilização do milheto, bem como a cobertura plástica, aumentou o potencial de inóculo de Fs em relação a Rs; certamente este adubo verde, bem como as condições ambientais, favoreceu o *Fusarium* em detrimento da *Rhizoctonia*.

Quando os três patógenos estavam associados, a ordem de prevalência foi Mp>Fs>Rs, indicando que a condição foi mais favorável para *M. phaseolina*.

Os resultados do presente estudo indicam que o milheto não apresenta efeito negativo sobre os patógenos *F. solani*, *M. phaseolina* e *R. solani* na cultura do meloeiro, embora não se possa afirmar que diante de um novo cultivo do melão, quando o tempo de incorporação do adubo verde seja maior, o mesmo resultado possa acontecer.

O fitopatógeno *Macrophomina phaseolina* encontrou ótimas condições para seu desenvolvimento, o que foi demonstrado pela sua grande prevalência nos tratamentos. O material vegetal utilizado, o milheto, não indicou que algum composto liberado por sua decomposição pudesse ter ação fitotóxica sobre ele, que é um patógeno de ampla distribuição geográfica, com maior incidência em regiões de altas temperaturas (28 a 35°C) e estresse hídrico do solo com capacidade de campo menor que 50% (DHINGRA e SINCLAIR, 1978; KIMATI et al., 1997). As condições ambientais favoráveis a *M. phaseolina* são as mesmas encontradas na região onde o presente estudo foi conduzido.

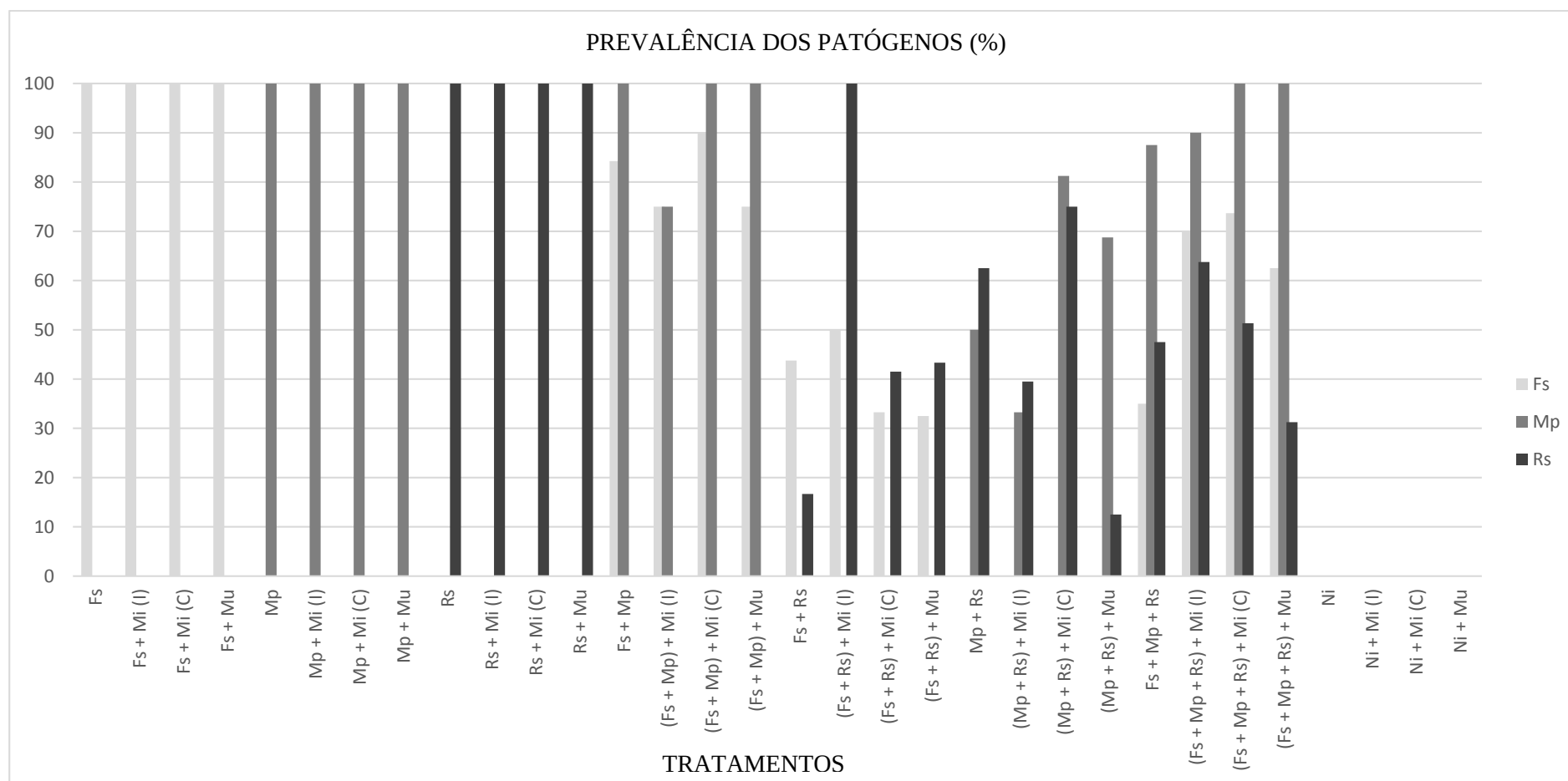


Figura 6. Prevalência dos patógenos isolados de plantas de melão com sintomas de podridão radicular no experimento utilizando o milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). Mi=milho; C=cobertura; I=incorporado; Mu= *mulch*; Ni=não infestado; Fs= *Fusarium solani* Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Quando se utilizou o milho, a massa da matéria fresca do meloeiro (Tabela 3) apresentou diferença estatística apenas em Mp (quando infestado no solo isoladamente) e na associação Mp + Rs. Quando *Macrophomina* não estava associada com *Rhizoctonia*, o material vegetal incorporado no solo apresentou efeito negativo, sendo estatisticamente diferente das demais formas de manejo. Porém, quando associada, a cobertura plástica apresentou maior acúmulo de matéria fresca em relação às demais. Não ocorreu diferença estatística entre os patógenos/associações dentro de cada forma de manejo.

Tabela 3: Médias da matéria fresca da parte aérea do meloeiro quando foi utilizado o milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). Mossoró-RN, UFRSA, 2015.

Patógenos/Associação	Formas de Manejo			
	Sem manejo	Incorporado	Cobertura	Mulch
Fs	4.1044 aA	5.3976 aA	4.5416 aA	5.0944 aA
Mp	4.6606 aA	2.4727 aB	5.9473 aA	5.8977 aA
Rs	4.7129 aA	5.1167 aA	2.6169 aA	5.6366 aA
Fs+Mp	3.9860 aA	4.2853 aA	6.4177 aA	5.8194 aA
Fs+Rs	5.1259 aA	2.9774 aA	4.8045 aA	6.8372 aA
Mp+Rs	4.2061 aB	4.5240 aB	3.2418 aB	8.1765 aA
Fs+Mp+Rs	3.4353 aA	4.5674 aA	5.9489 aA	6.7276 aA
Ni	5.1208 aA	5.8868 aA	5.8739 aA	7.9663 aA

CV (%) = 39.52

Para a análise estatística, os dados foram transformados em raiz quadrada de X. Letras maiúsculas na horizontal e letras minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Mi= milho; C= cobertura; I= incorporado; Mu= mulch; Fs= *Fusarium solani*; Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*; Ni= não infestado.

Contudo, quando se avaliou a massa da matéria seca (Tabela 4), ocorreu diferença estatística apenas entre as formas de manejo no tratamento Mp + Rs, sendo que a utilização da cobertura plástica apresentou-se superior às demais formas de manejo. Também não foi verificada diferença estatística entre os patógenos/associações dentro de cada manejo.

De acordo com os resultados do presente estudo, onde Mp prevaleceu na associação com Rs, sugere-se que nessa associação Rs pode potencializar Mp, haja vista que quando Mp não estava associada a Rs, a utilização da cobertura plástica foi estatisticamente igual ao tratamento sem manejo, ou seja, o mulch não favoreceu Mp. Com o fungo *Macrophomina*, supostamente potencializado, a cobertura plástica desfavoreceu a associação. Consequentemente, as plantas apresentaram melhor desenvolvimento. Como Mp é um fungo termotolerante (BASSETO et al., 2011), ou seja, suporta altas temperaturas, o fator que influenciou negativamente essa associação foi certamente a maior umidade proporcionada pela cobertura plástica, de vez este fungo não suporta alta umidade, como relatam Mihail et al. (1988).

Na maioria dos tratamentos, não foi verificado efeito do milho sobre a matéria fresca e seca do meloeiro, embora esse adubo verde seja bastante utilizado com o objetivo de reciclar nutrientes em solos de baixa fertilidade natural (TEIXEIRA et al., 2011), além de proporcionar maior produção em diferentes culturas (BORDIN et al., 2003).

Outro fator que pode ter contribuído para que o milho não tivesse efeito sobre as matérias fresca e seca do meloeiro é a alta relação C/N desse adubo verde, em torno de 30, fornecendo palhada mais duradoura, o que pode proporcionar efeito mais tardio nas plantas em sucessão. (KLIEMANN et al., 2006). Isto sugere que em um novo plantio do meloeiro sobre a palhada de milho, melhores resultados poderão ser observados.

É importante ressaltar que os dois experimentos (utilizando feijão-de-porco e milho) foram realizados em solo infestado apenas com patógenos. Em condição natural, o resultado é diferente, pois existe uma comunidade microbiana diretamente envolvida, haja vista que todo solo apresenta microrganismos. A decomposição e consequente liberação de substâncias podem estar relacionadas à atividade microbiana, que foi prejudicada pela esterilização. O material vegetal, seja incorporado ou em cobertura, muitas vezes aumenta a quantidade e diversidade de microrganismos no solo (antagonistas), pois com a decomposição do material, os nutrientes ficam disponíveis para estes organismos. Estes microrganismos são responsáveis pelos processos de mineralização, representando, eles próprios, uma quantidade considerável de nutrientes potencialmente disponíveis para as plantas, além de serem, comprovadamente, biocontroladores (ANDREOLA; FERNANDES, 2007). Diante dessa condição, o efeito do material vegetal provavelmente seria mais bem pronunciado.

Tabela 4: Médias da matéria seca da parte aérea do meloeiro quando foi utilizado o milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Patógenos/Associação	Formas de Manejo			
	Sem manejo	Incorporado	Cobertura	Mulch
Fs	1.4094 aA	1.6488 aA	2.2951 aA	1.9057 aA
Mp	1.4458 aA	1.0465 aA	1.7955 aA	2.3812 aA
Rs	1.5644 aA	1.6781 aA	0.8057 aA	1.9642 aA
Fs+Mp	1.2286 aA	1.8859 aA	1.9228 aA	1.9063 aA
Fs+Rs	1.5199 aA	1.3298 aA	1.7053 aA	2.6467 aA
Mp+Rs	1.5902 aB	1.5367 aB	1.0337 aB	2.5853 aA
Fs+Mp+Rs	1.2466 aA	1.6293 aA	1.9620 aA	1.8718 aA
Ni	1.5546 aA	1.8558 aA	1.7850 aA	2.6721 aA
CV (%) = 45.86				

Para a análise estatística, os dados foram transformados em raiz quadrada de X. Letras maiúsculas na horizontal e letras minúsculas na vertical não se diferem pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Mi= milho; C= cobertura; I= incorporado; Mu= mulch; Fs= *Fusarium solani* Mp= *Macrophomina phaseolina*; Rs= *Rhizoctonia solani*; Ni= não infestado.

4 CONCLUSÕES

- ✓ O feijão-de-porco em cobertura proporcionou menor incidência de podridão radicular do meloeiro quando o *Fusarium solani* estava sozinho e em associação tripla (*F. solani* + *M. phaseolina* e *R. solani*);
- ✓ A utilização do milho não apresentou efeito na incidência de podridão radicular na maioria dos tratamentos;
- ✓ Tanto na utilização do feijão-de-porco quanto do milho, *Macrophomina phaseolina* foi o fungo que prevaleceu na maioria das associações nas quais estava presente;
- ✓ O feijão-de-porco e o milho não proporcionaram aumento na massa da matéria fresca e seca do meloeiro na maioria dos tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 277-288, 2000.
- ANDREOLA, F.; FERNANDES, S. A. P. A. Microbiota do Solo na Agricultura Orgânica e no Manejo das Culturas. Em: SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental**. Campinas-SP: Instituto Agronômico, 2007. p. 312.
- ARAÚJO, A. P.; ALMEIDA, D. L. Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 245-251, 1993.
- BARROS, D. L.; GOMIDE, P. H. O.; CARVALHO, G. J. Biosci. J., **Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão**. Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 308-318, mar./apr. 2013.
- BASSETO, M. A.; BUENO, C. J.; CHAGAS, H. A.; ROSA, D. D.; PADOVANI, C. R.; FURTADO, E. L. Efeitos da simulação da solarização do solo com materiais vegetais sobre o crescimento micelial de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 116-120, 2011.
- BEDENDO, I. P. Podridão de raiz e colo. Em: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia**. 4ª ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. p. 704.
- BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 417-428, 2003.
- BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, p. 83-87, 2004.
- BRUTTON, B. D. Soilborne diseases. Em: MCCREIGHT, J. (org.). **Cucurbitae'98**. Alexandria: International Society of Horticultural Science, 1998. p. 143-166.
- CASSIOLATO, A. M. R. Ecologia de fungos fitopatogênicos formadores de esclerócios. Em: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (org.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa, 1998. p. 139-165.
- COSTA, J. L. S.; SILVEIRA, P. M. Influência dos métodos de preparo de solo e rotação de culturas na ocorrência de podridões radiculares de feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 258, 1997.
- COSTA, J. L. S. Feijão: o perigo vem de baixo. **Cultivar**, Pelotas, v. 3, n. 29, p. 10-11, 2001.

COSTA, J. L. S. Reconstrução do solo e manejo de culturas no controle de podridões radiculares em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. S37-S38, ago. 2002. Suplemento. Edição de Resumos do XXXV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Recife-PE. 2002.

CRUZ, S. M. C.; RODRIGUES, A. A. C.; CANDIDO E SILVA, E. K.; OLIVEIRA, L. J. M. G. Supressividade por incorporação de resíduo de leguminosas no controle da fusariose do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 3, p. 180-185, 2013.

DHINGRA, O. D.; COELHO NETO, R. A. Reservoir and non-reservoir host of bean-wilt pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli*. **J. Phytopathology**, v. 149, p. 463-467, 2001.

DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. **Biology and pathology of *Macrophomina phaseolina***. 166f. Monografia - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 1978.

FRIDLENDER, M.; INBAR, J.; CHET, I. Biological control of soilborne plant pathogens by a B-1,3-glucanase-producing *Pseudomonas cepacia*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 1211-1221, 1993.

GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J.; SALES JR., R.; JORDÁ, C.; BRUTON, B. D. Fungal pathogens associated with melon plants collapse in Spain. **EPPO BULLETIN**, Paris, v. 30, p. 169-173, 2000.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST- **Palaeontological statistics**, v. 25, n. 07, p. 2009, 2001. Disponível em: <www.uv.es/~pardomv/pe/2001_1/past/pastprog/past.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015

HOITINK, H. A. J.; BOEHM, M. J. Interactions between organic matter decomposition level, biocontrol agents and plant pathogens in soilborne disease. Em: **Reunião brasileira sobre controle biológico de doenças de plantas**, 4ª ed., 1991, Campinas. Anais... Campinas: Emopi, p. 63-77. 1991.

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

HOITINK, H. A. J.; MADDEN, L. V.; BOEHM, M. J. Relationships among organic matter decomposition level, microbial species diversity, and soilborne disease severity. Em: HALL, R. (Ed.). **Principles and practice of managing soilborne plant pathogens**. St. Paul: APS Press, p. 237-249, 1996.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados de produção 2011**: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=rn>>. Acesso em: 15 fev. 2015.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997.

KLIEMANN, J. H.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 21-28, 2006.

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.

MARTINEZ, H. E. P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. **Caderno didático 1**, Editora UFV, 61p, 2002.

MEYER, M. C. Efeito de sistemas de semeadura, adubação potássica em cobertura e tratamentos químicos sobre a incidência de doenças fúngicas da soja. Em: **Reunião de Pesquisa da Soja da Região Central**, 18 p., 1996, Uberlândia. Anais... Uberlândia: UFU, p. 304-305. 1996.

MIHAIL, J. D.; YOUNG, D. J.; ALCORN, S. M. *Macrophomina*: A plant pathogen of concern in arid lands. Em: International Research and Development Conference, 1985, Tucson, Arizona. **Proceedings**... Tucson: p. 1305-1310, 1988.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1079-1087, 2002.

OWEN, A.; ZDOR, R. Effect of cyanogenic rhizobacteria on the growth of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and corn (*Zea mays*) in autoclaved soil and the influence of supplemental glycine. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, p. 801-809, 2001.

PAPAVIZAS, G. C.; DAVEY, C. B. Saprophytic behaviour of *Rhizoctonia* in soil. **Phytopathology**, v. 51, p. 693-699, 1961.

PEREIRA NETO, J. V.; BLUM, L. E. B. Adição de palha de milho ao solo para redução da podridão do colo em feijoeiro. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 354-361, jul./set. 2010

PIDELLO, A. The effect of *Pseudomonas fluorescens* strains varying in pyoverdine production on the soil redox status. **Plant and Soil**, v. 253, p. 373-379, 2003.

RAAIJMAKERS, J. M.; WELLER, D. M.; THOMASHOW, L. S. Frequency of antibiotic-producing *Pseudomonas* spp. in natural environments. **Applied Environmental Microbiology**, v. 63, p. 881-887, 1997.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 355-362, 2003.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. Em: **World Congress on computers in Agriculture**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.

STONE, A. G.; SCHEUERELL, S. J.; DARBY, H. M. Suppression of soilborne diseases in field agricultural systems: organic matter management, cover cropping, and other cultural practices. Em: MAGDOFF, F.; WEIL, R. R. (org.). **Soil organic matter in sustainable agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 2004. p. 132-164.

TEIXEIRA, M. B.; LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milheto e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 3, p. 867-876, 2011.

TOLÊDO-SOUZA; E. D.; SILVEIRA, P. M.; LOBO JUNIOR, M.; CAFÉ FILHO, A. C. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 971-978, 2008.

VALADARES, R. V.; DUARTE, R. F.; MENEZES, J. B. C.; FERNANDES, L. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; SAMPAIO, R. A.; MOTA, T. C.; ALMEIDA, R. M. Fertilidade do solo e produtividade de milho em sistemas de adubação verde no norte de Minas Gerais. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 505-516, 2012.

ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E. M. Sistema de plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia brasileira**, v. 25, p. 585-595, 2000.