http://dx.doi.org/10.4322/rca.1978

ARTIGO ORIGINAL

Efeito de adubos verdes sobre a podridão radicular de *Fusarium* em meloeiro (*Cucumis melo* L.)

Effect of green manure on Fusarium root rot in muskmelon (Cucumis melo L.)

Beatriz Letícia Silva da Cruz[1]
Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio[1]*
Maria Alice Formiga Porto[1]
Andréa Mirne de Macêdo Dantas[1]
Selma Rogéria de Carvalho Nascimento[1]
Glauber Henrique de Sousa Nunes[1]

[1] Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, BR-110, km 47, Costa e Silva, 59625-900, Mossoró, RN, Brasil
***Autor Correspondente:**
E-mail: marciamichelle@ufersa.edu.br

PALAVRAS-CHAVE
Melão
Fusarium solani
Materiais vegetais
Patógenos habitantes do solo

KEYWORDS
Melon
Fusarium solani
Soilborne pathogens
Plant material

RESUMO: O cultivo contínuo e intensivo do meloeiro tem proporcionado aumento na incidência e severidade de doenças causadas por patógenos habitantes do solo que apresentam difícil controle. O objetivo do trabalho foi verificar o efeito da adubação verde sobre o controle da fusariose do meloeiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2x2x4 [2 (solo esterilizado e não esterilizado) x 2 (solo infestado e não infestado com *Fusarium solani*) x 4 (solo com crotalária; solo com milheto; solo com mistura de feijão de porco + milheto e solo sem adubação verde)] e oito repetições. Foram avaliadas a incidência e a severidade da podridão radicular e as massas das matérias fresca e seca do meloeiro. A crotalária quando incorporada ao solo, esterilizado ou não, proporcionou menor incidência e severidade da podridão radicular em relação aos demais tratamentos. Em solo não esterilizado e não infestado, a incorporação de adubos verdes (crotalária, milheto e feijão de porco + milheto), propiciaram menor incidência e severidade da doença, quando comparado ao solo sem adubo verde. A incorporação de crotalária e feijão de porco + milheto ao solo proporcionaram maiores massas de matérias fresca e seca do meloeiro, sendo que a incorporação de crotalária proporcionou aumento de 66,39 e 67,13% a mais de matéria fresca e seca respectivamente, em relação ao solo sem adubo verde. A incorporação de milheto propiciou menor massa da matéria fresca e seca das plantas.

ABSTRACT: *The continuous and intensive cultivation of muskmelon has provided the increase of incidence and severity of diseases caused by soilborne pathogens, which has difficult control. The objective of this work was to investigate the effects of green manure on the control of Fusarium wilt in muskmelon. The experiment was conducted in a greenhouse and the experimental design was a randomized block with treatments arranged in a factorial design 2x2x4 [2 (sterile and non-sterile soil) x 2 (infested and non-infested soil with Fusarium solani) x 4 (soil with sunn hemp; soil with millet, soil with jack beans + millet and soil without green manure)] and eight repetitions. Were evaluated the incidence and severity of root rot and the masses of fresh and dry matter of muskmelon. Sun hemp incorporated into the soil, sterilized or not, showed lower incidence and severity of root rot compared to other treatments. The incorporation of green manure (sun hemp, millet and jack bean + millet) in non-sterile and non-infested soil resulted in a lower incidence and severity of disease, when compared to soil without green manure. The incorporation of sunn hemp and jack bean + millet to the soil provided higher values of fresh and dry matter of muskmelon, whereas the incorporation of sun hemp provided an increase of 66.39 and 67.13% more fresh and dry matter, respectively, compared to soil without green manure. The incorporation of millet to soil resulted in less fresh and dry weight of plants.*

Recebido: 10 abr. 2015
Aceito: 13 jun. 2016

1 Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores de melão do mundo (*Cucumis melo* L.), sendo uma das principais cucurbitáceas cultivadas e comercializadas em todas as regiões do país, destacando-se a região Nordeste, por ser responsável em 2013 por 94,9% da produção nacional (IBGE, 2015).

O Rio Grande do Norte possui grande potencial para essa cultura, devido às condições ambientais favoráveis e, também, devido ao crescente mercado consumidor, destacando-se no cenário nacional como um dos principais estados produtores no Brasil. O município de Mossoró-RN possui uma área cultivada de, aproximadamente, 6.200 hectares e apresentou uma produção no ano de 2013 de 178.500 toneladas (IBGE, 2015).

A expansão da área cultivada, associada ao cultivo intensivo e continuo durante todo o ano, bem como a ausência de rotação de culturas e clima favorável tem aumentado à incidência e a severidade de doenças fúngicas, principalmente aquelas ocasionadas por patógenos radiculares, como a podridão causada pelo fungo *Fusarium solani*. A ocorrência desta doença propicia danos quantitativos e qualitativos na produção, podendo ser um fator limitante ao seu cultivo (Lima & Costa, 2001) pois é uma doença de difícil controle, em virtude da alta capacidade do fungo sobreviver no solo, devido produzirem estruturas de resistência (clamidósporos), que permitem a sua permanência no solo em condições adversas e por vários anos (Leslie e Summerell, 2006). Outro aspecto que dificulta o controle é a inexistência de produtos registrados para o patógeno na cultura do melão (MAPA, 2013).

Uma alternativa que vem sendo estudada para o manejo do *F. solani* em meloeiro e que favorece a sustentabilidade do sistema agrícola é o uso da adubação verde, pois melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, proporciona aumento da atividade microbiana, favorecendo a supressividade do solo, por possuírem substâncias capazes de reduzir a densidade populacional do patógeno (Cruz et al., 2013).

As leguminosas e as gramíneas são as plantas mais utilizadas na adubação verde para o controle de patógenos, tais como *Fusarium solani* e *Rhizotonia* spp. em diversas culturas (Dantas et al., 2013; Oliveira, 2008; Toledo-Souza, 2008).

Tendo em vista a importância da doença causada por *F. solani* em campos de produção de meloeiro e a crescente busca por formas alternativas de controle de fitopatógenos que não causem desequilíbrio e contaminação ambiental, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de crotalária (*Crotalaria juncea* L.), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L) D.C) e milheto (*Pannisetun glaucun* (L) R. Brown) sobre a podridão radicular de *Fusarium solani* e no desenvolvimento do meloeiro.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação em Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil, cujas coordenadas geográficas são: 5º11' S e 37º20' W. As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal Rural do Semi-árido, durante os meses de maio a agosto de 2013.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2x2x4 [2 (solo esterilizado e não esterilizado) x 2 (solo infestado e não infestado com *Fusarium solani*) x 4 (adubos verdes: crotalária; milheto; mistura de feijão de porco + milheto e testemunha (sem adição de adubos)] e oito repetições.

O experimento foi conduzido em vasos plásticos com o volume de 3,0 L. Metade do ensaio conteve solo esterilizado, misturado com o substrato fibra de coco, numa proporção de 2:1(solo, fibra de coco). A esterilização da mistura foi realizada em autoclave a 120 °C por duas horas, durante dois dias consecutivos. Na outra metade do experimento utilizou-se solo não esterilizado, proveniente de área nativa.

O fungo *F. solani* foi isolado de plantas de meloeiro com sintomas de podridão radicular e, foi comprovada a sua patogenicidade, também em meloeiro, antes do início do experimento. Este foi repicado para placas de Petri contendo meio de cultura (BDA) + tetraciclina (0,05g/L). Para a multiplicação do fungo adotou-se a metodologia de Bueno (2004). A testemunha correspondeu ao meio de cultura extrato de malte líquido sem o patógeno, acrescido de talco neutro na mesma proporção utilizada na produção do inóculo.

Antes de iniciar o experimento, o inóculo foi plaqueado para averiguar a viabilidade. A infestação do solo nos vasos foi realizada oito dias antes da incorporação dos materiais vegetais, a 10 cm de profundidade e na proporção de 6% peso/volume (p/v - peso do inóculo por volume de solo) (Fenille & Souza, 1999).

Para a incorporação dos adubos verdes foram utilizados folhas e ramos de crotalária (*Crotalaria juncea* L.), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) D.C) e milheto (*Pennisetun glaucun* (L) R. Br), que foram triturados em forrageira e, posteriormente incorporados aos solos das parcelas pré-determinadas. A crotalária estava com 30 dias após o plantio (DAP) e o feijão de porco e o milheto estavam com 45 DAP. A proporção dos materiais vegetais utilizados foi de 6% peso/volume (p/v - peso do material vegetal por volume de solo) (Fenille & Souza, 1999).

O transplantio das mudas de melão foi realizado 18 dias após a infestação do solo. Utilizou-se mudas do híbrido `Platinum Life`, com cinco dias de idade. Foram colocadas duas mudas por vaso, de forma que cada vaso representou uma unidade experimental. Utilizou-se o sistema de irrigação por aspersão, sendo duas irrigações de dez minutos por dia.

Para a avaliação da incidência foi considerada a porcentagem de plantas com sintomas visíveis da doença, em relação ao total de plantas. Foram coletadas todas as plantas e levadas ao laboratório de Microbiologia e Fitopatologia e, posteriormente, foram lavadas e avaliadas quanto à presença de sintomas de podridão na raiz, colo e sistema vascular.

Foram realizados os isolamentos dos patógenos de todas as plantas sintomáticas, por meio da retirada de fragmentos da área limítrofe, que foram submetidos à desinfestação superficial. A seguir, realizou-se o plaqueamento dos fragmentos em meio de cultura BDA (Batata-dextrose-ágar), acrescido de tetraciclina (0,05 g L^{-1}). As placas foram mantidas em estufa incubadora tipo B.O.D a 28 ± 2 °C por sete dias. Após este período, identificaram-se os isolados fúngicos que ocorreram nas plantas sintomáticas.

Para a análise da severidade da doença, foi utilizada uma escala de notas subjetiva, proposta por CIAT (Shoonhoven & Pastor-corrales, 1987) e adaptada. Onde: 0= sem sintomas visíveis; 1, 3, 5 e 7 = aproximadamente 10, 25, 50 e 75% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões, respectivamente e 9= planta morta.

Após a avaliação da incidência e severidade da doença, as plantas foram pesadas em balança analítica, para averiguação do peso fresco. Posteriormente, as mesmas foram acondicionadas em saco de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 65 °C, até a obtenção de peso constante. Em seguida, foram pesadas para obtenção da massa seca.

Os dados de incidência e severidade da podridão radicular foram analisados pela técnica da análise de variância não-paramétrica para o modelo com três fatores (Shah et al., 2004). Este modelo foi escolhido devido os dados não possuírem distribuição gaussiana (normal) e os grupos serem heterocedásticos (variâncias desiguais). Os parâmetros de crescimento (massa da matéria fresca e seca) foram submetidos à análise paramétrica. O software utilizado para realizar as análises foi o Sistema de Análise Estatística SAS (Statiscal Analisys System).

3 Resultados e Discussão

Como os dados foram resultados de um arranjo fatorial triplo, os mesmos foram analisados em três condições: na primeira condição fixou-se os adubos verdes, na segunda a esterilização do solo e na terceira a inoculação.

Quando se avaliou a porcentagem de plantas com sintomas (PPS) na presença de crotalária (Tabela 1), onde se fixou os "adubos", verificou-se, em solo esterilizado, maior média quando procedeu a infestação com o patógeno. No entanto, em solo não esterilizado, verificou-se que não houve diferença na PPS, tanto no solo infestado quanto no solo não infestado. Este resultado pode ser explicado pelo fato do solo esterilizado e infestado apresentar somente o patógeno *Fusarium*, sem competição com outros microrganismos, facilitando a sua infecção na planta. Miranda et al., (2007) estudando a reação de cultivares de feijoeiro comum às podridões radiculares causadas por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* também

Tabela 1. Efeito relativo (p_i), intervalo de confiança do efeito relativo e média (entre parêntesis) porcentagem de plantas com sintomas e severidade estimados em quatro combinações dos fatores Solo e Infestação, fixando-se os adubos verdes. Mossoró-RN, 2013.

Table 1. Relative effect (pi) confidence interval of the relative and average effect (in brackets) percentage of plants with symptoms and severity estimated in four combinations of Soil and Infestation factors, setting up the green manure. Mossoró-RN, 2013.

Solo	% Plantas com sintomas		Severidade	
	Infestação do solo		Infestação do solo	
	Infestado	Não Infestado	Infestado	Não Infestado
	p_i (Média)			
	Crotalária			
Esterilizado	0,56 (31,25) aA [0,52;0,60]	0,38 (6,25) bA [0,34;0,42]	0,56 (1,81) aA [0,51;0,61]	0,39 (0,56) bA [0,34;0,43]
Não Esterilizado	0,46 (18,75) aA [0,37;0,4]	0,60 (43,75) aB [0,47;0,73]	0,45 (1,06) aA [0,37;0,53]	0,61 (3,56) aB [0,47;0,74]
	Feijão de porco + milheto			
Esterilizado	0,52 (43,72) aA [0,47;0,58]	0,43 (25,00) aA [0,34;0,52]	0,52 (2,69) aA [0,47;0,57]	0,38 (2,25) bA [0,31;0,45]
Não Esterilizado	0,52 (50,00) aA [0,43;0,6]	0,52 (43,75) aA [0,41;0,63]	0,57 (1,88) aA [0,47;0,67]	0,53 (1,69) aA [0,43;0,64]
	Milheto			
Esterilizado	0,73 (62,5) aA [0,62;0,85]	0,27 (0,0) bA [0,24;0,29]	0,70 (2,75) aA [0,59;0,80]	0,27 (0,0) bA [0,24;0,29]
Não Esterilizado	0,53 (62,5) aA [0,24;0,82]	0,53 (0,00) aB [0,31;0,77]	0,53 (1,38) aA [0,24;0,80]	0,48 (0,63) aB [0,17;0,87]
	Sem adubação			
Esterilizado	0,77 (93,75) aA [0,67;0,8]	0,28 (12,5) bA [0,19;0,37]	0,74 (6,06) bA [0,72;0,76]	0,26 (0,00) bA [0,21;0,32]
Não Esterilizado	0,55 (75,0) aA [0,27;0,8]	0,40 (31,25) aB [0,14;0,75]	0,63 (2,31) aB [0,55;0,71]	0,37 (1,81) bA [0,27;0,46]

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e letra maiúscula na vertical não difere entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

observaram que em condições de solo esterilizado, artificialmente, os fungos encontraram ambiente sem competidores, favorável para o desenvolvimento e incremento populacional.

Embora o solo tenha sido obtido de uma área nativa, onde se espera um ambiente com maior diversidade de microrganismos e com menor atividade de patógenos, no presente trabalho foi observado ocorrência de fitopatógenos radiculares nas plantas sintomáticas contidas no solo não esterilizado, entre eles, *Fusarium* sp., *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*, estudos realizados por Sales Jr. et al. (2012) mostraram que ervas daninhas nativa são hospedeiras alternativas de fitopatógenos causadores do colapso do meloeiro, tais como *M. phaseolina* e *R. solani*, o que pode contribuir para sua persistência no solo e aumentar a severidade da doença causada por estes fitopatógenos em meloeiro.

Em solo não infestado o número de plantas com sintomas foi maior quando o mesmo não foi esterilizado, quando comparado ao esterilizado, certamente em virtude do solo não esterilizado apresentar outros microrganismos patogênicos, confirmados através de isolamentos realizados de plantas de melão com sintomas. Resultados equivalentes foram observados para a severidade da doença (Tabela 1).

Ainda de acordo com a Tabela 1, verifica-se que os dados de porcentagem de plantas com sintomas e a severidade da doença, quando o solo foi incorporado com feijão de porco + milheto não apresentou diferença entre o solo esterilizado e não esterilizado, submetidos ou não a infestação. Possivelmente a mistura feijão de porco + milheto como adubo verde proporciona melhor efeito na atividade do patógeno *(F. solani*), quando ele foi infestado no solo, ou mesmo dos outros fitopatógenos que estavam presentes no solo não esterilizado (*Fusarium* sp., *M. phaseolina* e *R. solani*). Para Dias & Rezende (2010) o coquetel vegetal (mistura de diferentes espécies, normalmente leguminosas e gramíneas), tem grande importância por aumentar a diversidade de espécies na área, reduzindo as pressões dos patógenos que se encontram no local. Dantas et al. (2013) verificaram que o efeito de matérias vegetais ao solo proporcionou menor incidência de plantas com podridão radicular.

Além disso, o uso do coquetel, principalmente de leguminosas, permite a fixação de nitrogênio no solo e transporte de elementos químicos de camadas inferiores para as camadas superiores, pela ação dos diferentes sistemas radiculares presentes, melhorando química, física e biologicamente o solo da área onde foi instalado (Oliveira, 2008).

No tratamento onde se incorporou o milheto, tanto para a porcentagem de plantas com sintomas quanto para a severidade da doença, verificou-se que não houve diferença entre solo esterilizado e não esterilizado, quando o mesmo foi infestado com *F. solani*. Entretanto, quando não infestado, houve diferença entre o solo esterilizado e não esterilizado, sendo este o que apresentou maior incidência e severidade da doença. Provavelmente devido a presença dos patógenos *Fusarium* sp., *M. phaseolina* e *R. solani* que estavam no solo e foram detectados através de isolamentos realizados das plantas que apresentaram sintomas (Tabela 1). Pereira Neto & Blum (2010) relataram que a cobertura do solo com milheto diminui a severidade de doenças como a podridão do colo, causado por *Sclerotium rolfsii* em feijoeiro, microrganismo habitante do solo que também apresenta estrutura de resistência. Quando não se incorporou adubo verde (testemunha), no solo infestado, não foi verificado diferença estatística na PPS entre o solo esterilizado e não esterilizado, entretanto, ocorreu diferença na severidade da doença, sendo maior no solo esterilizado. No solo não infestado, houve diferença apenas na PPS (Tabela 1).

De acordo com a Tabela 2, onde fixou-se o fator "esterilização", é possível verificar em solo esterilizado, quando se realizou a infestação, que a crotalária foi o material que proporcionou menor PPS e severidade da doença, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

Este resultado corrobora com os obtidos por Oliveira (2008) que constataram menores níveis de severidade da murcha de *Fusarium* em feijão caupi, quando incorporaram *Crotalaria juncea* ao solo, segundo o referido pesquisador, a *C. juncea* tem grande potencial na indução da supressividade da referida doença. Este material vegetal vem sendo utilizado para o controle de patógenos radiculares, pois a sua decomposição pode liberar compostos tóxicos voláteis e não voláteis que podem exercer ação antifúngica sobre fitopatógenos habitantes do solo (SHARMA, 2006). Para Lazarovits (2001) a decomposição deste material pode liberar amônia e ácido nítrico que pode ocasionar um efeito tóxico a patógenos.

Em solo não esterilizado e infestado (Tabela 2), a crotalária se destacou entre os tratamentos, pois proporcionou valores menores para PPS e severidade, diferindo dos demais tratamentos. No solo não infestado, onde foi detectado plantas com podridão radicular, porém ocasionada por outros patógenos, como por exemplo *R. solani*, o milheto propiciou menor PPS em relação aos demais tratamentos, já a severidade foi menor no tratamento feijão de porco + milheto. Machado (2012) quando estudou a indução da supressividade a Rhizoctoniose do feijoeiro com adubos verdes, observou que a incorporação de *C. juncea* ao solo proporcionou um dos maiores índices de severidade da doença e o milheto estava entre os materiais que proporcionaram menor severidade. Portanto, fica evidente que a eficiência da incorporação de adubo verde ao solo varia, também, conforme o patossistema (planta-patógeno) a ser controlado.

Na Tabela 3, onde foi fixado o fator "infestação" observa-se que os tratamentos, sem adubo verde e solo + milheto foram os que apresentaram maiores PPS e severidade.

No solo esterilizado e infestado houve diferença entre os tipos de adubação, onde a Crotalária e o feijão de porco + milheto foram os adubos que proporcionaram reduções na PPS e severidade, ao contrário do solo sem adubação que proporcionou maior PPS e severidade, enfatizando, dessa forma, a importância da adubação verde na redução da podridão ocasionada por patógenos habitantes do solo, uma vez que esses adubos melhoraram a estrutura física, química e biológica do solo, liberando, também, compostos que podem apresentar toxicidade aos fitopatógenos.

Foi verificada resposta significativa às fontes de variações: esterilização, infestação e adubação(Tabela 4). A massa da matéria fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea do meloeiro variaram conforme as fontes de variações (adubos verdes, esterilização e infestação). A crotalária e o feijão de porco + milheto foram os adubos que proporcionaram maiores médias de matéria fresca e seca, sendo estatisticamente iguais. Porém, diferiram do milheto e da testemunha. Em relação ao solo esterilizado e não esterilizado, é possível verificar tanto para

Tabela 2. Efeito relativo (p_i), intervalo de confiança do efeito relativo e média (entre parêntesis) porcentagem de plantas com sintomas e severidade estimados em quatro combinações dos fatores Solo e Infestação, fixando-se a inoculação. Mossoró-RN, 2013.

Table 2. Relative effect (pi) confidence interval of the relative and average effect (in brackets) percentage of plants with symptoms and severity estimated in four combinations of Soil and Infestation factors, settling inoculation. Mossoró-RN, 2013.

Adubação	% Plantas com sintomas		Severidade	
	Infestação		Infestação	
	Infestado	Não Infestado	Infestado	Não Infestado
	p_i (Média)			
	Solo Esterilizado			
Crotalária	0,49 (31,25) aB [0,37;0,61]	0,32 (6,25) aA [0,24;0,40]	0,50 (1,81) aBC [0,37;0,56]	0,33 (1,06) aA [0,25;0,38]
Feijão + milheto	0,57 (43,75) aA [0,44;0,70]	0,45 (25,0) aA [0,32;0,57]	0,58 (2,69) aB [0,44;0,65]	0,48 (1,88) aA [0,34;0,55]
Milheto	0,69 (62,50) aA [0,59;0,79]	0,27 (0,0) bA [0,20;0,35]	0,66 (2,75) aB [0,57;0,70]	0,27 (1,88) bB [0,24;0,29]
Sem adubação	0,85 (93,75) aA [0,82;0,89]	0,35 (12,50) bA [0,24;0,46]	0,83 (6,06) aA [0,77;0,86]	0,36 (2,31) bAB [0,24;0,42]
	Solo Não Esterilizado			
Crotalária	0,37 (18,75) aD [0,32;0,43]	0,57 (44,75) bAB [0,49;0,65]	0,37 (1,88) aD [0,32;0,40]	0,63 (3,56) bA [0,43;0,54]
Feijão + milheto	0,68 (50,00) aB [0,63;0,74]	0,67 (43,75) aA [0,62;0,72]	0,68 (1,88) aB [0,63;0,71]	0,51 (1,69) aB [0,59;0,65]
Milheto	0,51 (37,50) aC [0,45;0,57]	0,48 (36,75) aB [0,43;0,53]	0,52 (1,38) aC [0,46;0,55]	0,50 (1,69) aAB [0,50;0,60]
Sem adubação	0,85 (75,00) aA [0,80;0,89]	0,55 (37,55) bAB [0,48;0,62]	0,90 (2,31) aA [0,86;0,91]	0,51 (0,87) bA [0,46;0,54]

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e letra maiúscula na vertical não difere entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

MF, quanto para MS diferenças estatísticas, sendo que o solo não esterilizado propiciou maiores médias, diferindo do solo esterilizado, provavelmente devido a presença de microrganismos que são eficientes em promover o crescimento de plantas. Não houve diferença estatística entre o solo infestado e não infestado nos referidos parâmetros de crescimento estudados.

A crotalária foi o adubo verde que proporcionou maior média tanto de MF quanto MS (18,24 e 2,83 respectivamente) apresentando 66,39 e 67,13% a mais que a testemunha na MF e MS respectivamente. Isto pode ser explicado devido às leguminosas apresentarem capacidade de fixarem nitrogênio atmosférico, através da simbiose com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, fato este que beneficia positivamente a planta, já que esse elemento químico é extremamente importante para o crescimento da mesma. Além disso, produzem boa quantidade de biomassa, são ricas em proteínas, possuem sistema radicular bem ramificado e profundo, capaz de extrair nutrientes que se encontram em camadas mais profundas do solo, que serão disponibilizados para absorção pelas plantas após a incorporação e decomposição no solo (Souza& Pires, 2002; Sharma, 2006).

O milheto foi o adubo verde que proporcionou menor MF e MS das plantas de meloeiro, provavelmente devido à alta relação carbono nitrogênio (C/N) do referido material que proporciona uma decomposição mais lenta. Teixeira et al. (2009) relataram que materiais com larga relação C/N, como por exemplo as gramíneas, permanecem no solo por mais tempo, pois no início da decomposição há tendência de imobilização de nutrientes já que a quantidade destes, principalmente o nitrogênio disponível no material não é adequada para a microbiota decompositora, o que implica na imobilização e diminuição da disponibilidade de alguns nutrientes para as culturas.

A média das plantas do solo não esterilizado foi superior ao do esterilizado, tanto na MF quanto na MS, resultando em um aumento de 40,9 e 29% respectivamente para MF e MS (Tabela 5). Este resultado pode ser explicado pela comunidade microbiana presente no solo não esterilizado, que podem liberar diferentes substâncias promotoras de crescimento e ainda favorecer a decomposição dos adubos verdes, tornando os nutrientes disponíveis mais rapidamente e, auxiliando no crescimento das plantas. Para Tortora (2005) as bactérias são os microrganismos que se apresentam em maiores quantidades no solo, elas promovem o crescimento das plantas, tanto através do aumento da disponibilidade de nutrientes, da produção de fitormônios, reduzindo os efeitos negativos de patógenos (Vessey, 2003). Estes microrganismos são considerados biofertilizantes, quando promovem o crescimento vegetal especificamente através do aumento da disponibilidade de nutrientes ou do

Tabela 3. Efeito relativo (p_i), intervalo de confiança do efeito relativo e média (entre parêntesis) porcentagem de plantas com sintomas e severidade estimados em quatro combinações dos fatores Solo e infestação, fixando-se a esterilização. Mossoró-RN, 2013.

Table 3. Effect on (pi) confidence interval of the relative and average effect (in brackets) percentage of plants with symptoms and severity estimated in four combinations of soil infestation and factors, setting up sterilization. Mossoró-RN, 2013.

Adubação	% Plantas com sintomas		Severidade	
	Infestação		Infestação	
	Esterilizado	Não Esterilizado	Esterilizado	Não Esterilizado
	p_i (Média)			
		Infestação		
Crotalária	0,38 (31,25) aAB [0,32;0,46]	0,61 (18,75) aA [0,46;0,76]	0,39 (1,81) aAB [0,30;0,49]	0,63 (1,06) aA [0,47;0,79]
Feijão + milheto	0,51 (43,76) aA [0,39;0,64]	0,68 (50,00) aA [0,57;0,79]	0,54 (2,69) aA [0,40;0,69]	0,67 (1,88) aA [0,56;0,78]
Milheto	0,33 (62,5) aB [0,31;0,34]	0,59 (37,50) bA [0,45;0,73]	0,33 (2,75) aA [0,25;0,40]	0,54 (1,38) bA [0,43;0,65]
Sem adubação	0,33 (93,75) aB [0,31;0,35]	0,57 (31,25) bA [0,44;0,70]	0,33 (6,06) aB [0,27;0,39]	0,57 (2,31) aA [0,44;0,71]
		Não infestado		
Crotalaria	0,37 (6,25) aC [0,32;0,41]	0,29 (43,73) aC [0,24;0,33]	0,39 (0,56) aBC [0,34;0,44]	0,28 (3,56) bC [0,24;0,33]
Feijão + milheto	0,45 (25) aBC [0,40;0,50]	0,49 (43,75) aB [0,45;0,53]	0,50 (2,25) aB [0,44;0,55]	0,48 (1,69) aB [0,44;0,53]
Milheto	0,57 (0,00) AB [0,53;0,61]	0,41 (37,50) bA [0,36;0,46]	0,57 (0,00) aB [0,53;0,61]	0,39 (0,63) aB [0,34;0,53]
Sem adubação	0,78 (12,5) aA [0,76;0,80]	0,65 (31,25) bA [0,61;0,70]	0,80 (0,00) aA [0,78;0,83]	0,59 (1,81) bA [0,55;0,62]

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal e letra maiúscula na vertical não difere entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Resumo da análise de variância das variáveis: Massa da matéria fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea do meloeiro, submetidas às fontes de variações Solo (esterilizado e não esterilizado); Infestação (solo infestado e não infestado com Fusarium solani) e Adubos verdes [crotalária; feijão de porco + milheto; milheto e testemunha (solo sem adubo verde)]. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Table 4. Resume of the analysis of variance of the variables: mass of fresh matter (FM) and dry (MS) of shoot melon, submitted to sources of variations Solo (sterile and non-sterile); Infestation (soil infested and not infested with Fusarium solani) and green fertilizers [sunnhemp; jack bean and millet; millet and control (soil without green manure)]. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

FV	Parâmetros de Crescimento	
	MS	MF
Solo (S)	26,52 **	11,62 **
Infestação (I)	7,13 **	1,06 n.s
Adubação Verde (A)	32,76 **	34,98 **
S x I	0,31 n.s	0,56 n.s
S x A	1,77 n.s	2,12 n.s
I x A	2,11 n.s	1,44 n.s
S x I x A	2,02 n.s	1,17 n.s
QM ERRO	32, 302	0, 826
CV (%)	48,89	49,08

**: Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F de Snedecor. FV: Fonte de variação. S=Solo. I=Infestação do solo com Fusarium solani. A= Adubação verde. QM= Quadrado médio. CV=Coeficiente de variação. n.s: não significativo.

Tabela 5. Médias das matérias frescas e secas da análise de variância das variáveis: massa da matéria fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea do meloeiro, submetidas às fontes de variações Solo (esterilizado e não esterilizado); Infestação (solo infestado e não infestado com Fusarium solani) e Adubos verdes [crotalária; feijão de porco + milheto; milheto e testemunha (solo sem adubo verde)]. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Table 5. Average of fresh and dry matter of the variables variance analysis: fresh weight (MF) and dry (MS) of shoot melon, submitted to sources of variations Solo (sterile and non-sterile); Infestation (soil infested and not infested with Fusarium solani) and green fertilizers [sunnhemp; jack bean and millet; millet and control (soil without green manure)]. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

Adubação verde	Parâmetros de Crescimento	
	MF	MS
Crotalária	18,24 a	2,83 a
Feijão + Milheto	16,43 a	2,77 a
Milheto	5,70 b	0,87 b
Sem adubação	6,13 b	0,93 b
CV(%)	48,89	49,08
Solo	MF	MS
Esterilizado	8,64 b	1,54 b
Não esterilizado	14,62 a	2,17 a
Infestação	MF	MS
Infestado	10,08 a	1,76 a
Não infestado	13,17 a	1,95 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey p>0,05.

acesso a eles pela planta, como através do incremento da área superficial da raiz (Somers et al., 2004).

Pode-se observar também na Tabela 5 que, embora não tenha sido constatada diferença estatística entre a MF e MS das plantas do solo infestado e não infestado com *F. solani*, quando este foi infestado, as matérias frescas e secas das plantas foram numericamente menores que as do solo não infestado. Certamente a infestação do solo com o patógeno pode ter provocado danos às raízes das plantas, dificultando a absorção de água e nutrientes, consequentemente, reduzindo o seu crescimento. Para Kurozawa et al. (2005) o fitopatógeno *F. solani* causa podridão nas raízes e colo do meloeiro, reduzindo o vigor, paralisando o crescimento e, ainda, causando murcha e seca das folhas. Poletto et al. (2010) avaliando a influência da inoculação de *Fusarium* spp. e níveis de sombreamento no crescimento e desenvolvimento da erva mate, concluíram que as plantas inoculadas com *Fusarium* tiveram menor desenvolvimento em comparação com as não inoculadas, sendo estes resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho. Os autores afirmam que a presença de *Fusarium* spp. foi prejudicial ao desenvolvimento das mudas, evidenciando o potencial deste patógeno em causar danos as plantas.

O presente estudo evidenciou a importância da utilização de adubos verdes como uma tática para o manejo da fusariose do meloeiro, sendo uma alternativa promissora, ecologicamente correta e de fácil utilização, que pode ser adotada por produtores de melão.

4 Conclusões

A incorporação de Crotalária ao solo, esterilizado ou não, proporcionou menor porcentagem de plantas com sintomas de podridão radicular e severidade da doença causada por *Fusarium solani* no meloeiro em relação aos demais tratamentos. Em solo não esterilizado e não infestado a incorporação de adubos verdes (crotalária, milheto e feijão de porco + milheto) proporcionou menor incidência e severidade de podridão radicular em meloeiro, quando comparado ao solo sem adubo verde. A incorporação de crotalária e feijão de porco + milheto ao solo proporcionaram maiores massas de matérias fresca e seca do meloeiro. A incorporação de crotalária ao solo proporcionou 66,39 e 67,13% a mais de matéria fresca e seca respectivamente, do meloeiro, em relação ao solo sem adubo verde.

Referências

BUENO, C.J.; AMBROSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L.; CEREZINI, 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*, v. 30, n.3, p.356-364, 2004.

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. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052013000300006.

DANTAS, A. M. M.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NASCIMENTO, S. R. C.; SENHOR, R. F.; CÉSAR, 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, 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i3.1257.

DIAS, R. C. S.; REZENDE, G. M. Embrapa–sistema de Produção da melancia. Embrapa semiárido. Sistemas de produção. Versão eletrônica. Ago/2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia. embrapa. br/FontesHT ML/Melancia/SistemaProducaoMelancia.htm>. Acesso em: 13 junho 2016.

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

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: março de 2015.

KUROZAWA, M.; REZENDE, J. A. M. Doenças das cucurbtáceas. In: KIMATE, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M; FILHO, A. B.; CAMARGO, L. E. (EDS.) *Manual de Fitopatologia*, São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 294-308.

LAZAROVITS, G. Management of soilborrne plant pathogens with organic soil amendments: a disease control strategy salvaged from the past. *Canadian Journal of Plant Pathology*, v.23, p.1-7, 2001. DOI**:**10.1080/07060660109506901

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. The Fusarium Laboratory Manual – Blackwell Publishing, Oxford, UK; 2006.

LIMA, M. F.; COSTA, N. D. Doenças detectadas em cucurbitáceas no submédio do vale do São Francisco no período de 1998 a 2000. *Horticultura Brasileira*, V.19, n. suplemento CD-ROM, 2001.

MACHADO, L. P. *Indução da supressividade a rhizoctoniose do feijão-caupi pela rotação de cultura e adubação verde*. 2012.107 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

MIRANDA, B. A.; JÚNIOR, M. L; CUNHA, M. G. Reações de cultivares do feijoeiro comum as podridões radiculares causadas por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*. *Pesquisa agropecuária tropical*, v. 37, n. 4, p. 221-226, 2007.

MAPA. *Instrução normativa conjunta n°1, de 10 de setembro*. Disponível em <http:// www.agricultura.gov.br/vegetal/agrotoxicos/legislaçao>. Acesso em: 31 de junho de 2014.

OLIVEIRA, S. A. S. *Indução da supressividade a murcha-de-Fusário do caupi pela adubação verde*. 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

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

POLETTO, I.; MUNIZ, M. F. B.; CECONI, D. E.; MEZZOMO, R.; RODRIGUES, J. Influência da inoculação de *Fusarium* spp. e níveis de sombreamento no crescimento e desenvolvimento da erva-mate. *Revista Ciências Florestais*, v. 20, n. 3, p. 513-521, 2010. DOI: http://dx.doi.org/10.5902/198050982065

SALES JÚNIOR, R.; OLIVEIRA, O. F.; MEDEIROS, E. V.; GUIMARÃES. I. M.; CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Ervas daninhas como hospedeiras alternativas de patógenos causadores do colapso do meloeiro. *Revista Ciências Agronômica*, v. 43, n. 1, p.195-198, 2012. http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000100024

SHAH, D. A.; MADDEN, L.V. Nonparametric Analysis of ordinal data in designed factorial experiments. *Phytopathology*, v. 94, n. 1, p.33-34, 2004. http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.1.33

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

SHOONHOVEN, A.VAN; PASTOR-CORRALES, M. A. *Sistema estándas para La evaluación de germoplasma de frijol*. *Cali*: CIAT, 1987.

SOMERS, E.; VANDERLEYDEN, J.; SRINIVASAN, M. Rhizosphere bacterial signaling: A love parade beneth our feet. *Critical Reviews in Microbiology*, v.30, p.235-240, 2004. DOI: 10.1080/10408410490468786

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; *Adubação verde e rotação de culturas*. Viçosa: UFV, 2002. 72 p. (UFV. Cadernos Didáticos, 96).

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; ANDRADE, M. S. R.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhada de milheto e milheto + crotalária no plantio direto do feijoeiro. *Revista Maringá*, v.31, n.4, p.647-653, 2004. DOI: 10.4025/actasciagron.v31i4.1356

TOLEDO-SOUZA, E. D. DE; SILVEIRA, P. M. DA.; JUNIOR, M.L; FILHO, A. C. C. Sistemas de cultivo, sucessões de culturas, densidade do solo e sobrevivência de patógenos de solo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.43, n.8, p.971-978, 2008.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*, traduzido por Roberta Marchiori Martins. 8.ed.- Porto Alegre: Artmed, 2005.

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

Contribuição dos autores: Beatriz Letícia Silva da Cruz conduziu o experimento, tabulou os dados e participou da escrita do manuscrito; Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio participou da condução do experimento e da escrita do manuscrito; Maria Alice Formiga Porto participou da condução do experimento e realizou a tradução do resumo e títulos das tabelas; Andréa Mirne de Macêdo Dantas participou da condução do experimento; Selma Rogéria de Carvalho Nascimento participou da condução do experimento; Glauber Henrique de Sousa Nunes realizou a análise estatística.

Fonte de financiamento: CNPq.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.