

CHEYLA MAGDALA DE SOUSA LINHARES

**COBERTURAS DO SOLO SOBRE A SOBREVIVÊNCIA DE
Macrophomina phaseolina E A INCIDÊNCIA E SEVERIDADE
DA PODRIDÃO CINZENTA DO CAULE NA CULTURA DO
FEIJÃO-CAUPI**

MOSSORÓ/RN
2014

CHEYLA MAGDALA DE SOUSA LINHARES

**COBERTURAS DO SOLO SOBRE A SOBREVIVÊNCIA DE
Macrophomina phaseolina E A INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA
PODRIDÃO CINZENTA DO CAULE NA CULTURA DO FEIJÃO-
CAUPI**

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

Orientador: Prof.º D. Sc. Francisco
Cláudio Lopes de Freitas
Coorientadora: Prof.ª D.Sc. Márcia
Michelle de Queiroz Ambrósio

MOSSORÓ/RN
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

L758c Linhares, Cheyla Magdala de Sousa.
Coberturas do solo sobre a sobrevivência de *macrophomina phaseolina* e a incidência e severidade da podridão cinzenta do caule na cultura do feijão-caupi. / Cheyla Magdala de Sousa Linhares. -- Mossoró, 2014
91f.: il.

Orientador: Prof. D. Sc. Francisco Cláudio Lopes de Freitas.
Co-orientadora: Prof.^a D.Sc. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio.
Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.

1. *Vigna unguiculata* (L.). 2. Plantio direto. 3. Patógeno radicular.
I.Título.

RN/UFERSA/BCOT CDD: 633.372

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB-15/120

CHEYLA MAGDALA DE SOUSA LINHARES

COBERTURAS DO SOLO SOBRE A SOBREVIVÊNCIA DE *Macrophomina phaseolina* E A INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA PODRIDÃO CINZENTA DO CAULE NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

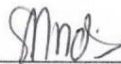
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

APROVADA EM: 13/03/14

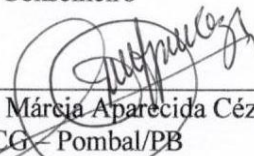
BANCA EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Francisco Cláudio Lopes de Freitas
UFERSA – Mossoró/RN
Orientador



Prof. D. Sc. Glauber Henrique de Sousa Nunes
UFERSA – Mossoró/RN
Conselheiro



Prof.ª D. Sc. Márcia Aparecida César
UFCC – Pombal/PB
Membro externo

Aos meus amados pais, Raimundo Linhares Mendes e Maria de Fátima de Sousa Linhares, pelo amor, dedicação, educação, atenção, sou eternamente grata.

Dedico

A DEUS, pela minha vida, por me capacitar, pela sabedoria, força, alegria e por TUA presença em minha vida.

Ao meu esposo Junior Freire, pelo companheirismo, amor, carinho e paciência.

Aos meus sobrinhos Thaís, Lívia e Cauã, por fazer meus dias mais felizes e agradáveis.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À UFERSA pelo ensino e pesquisa, bem como o programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela contribuição na minha formação profissional.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

As minhas irmãs Chirley, Sharlyany e Chirlene pelo apoio, preocupação e carinho e demais familiares, por acreditarem em mim, pelas palavras de carinho e de encorajamento que sempre recebi.

Ao meu orientador Professor Dr. Francisco Cláudio Lopes de Freitas, pelos ensinamentos adquiridos que contribuíram para o meu crescimento profissional, incentivo, paciência. Obrigada pela confiança e oportunidade desde a graduação.

A minha Co-orientadora Professora Dra. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, pelo exemplo de profissionalismo e como pessoa, pela paciência, por estar sempre disposta a me ajudar, pela enorme contribuição a este trabalho e pela agradável convivência.

Ao Professor Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes pelo auxílio na análise estatística.

À Professora Dra. Márcia Aparecida César pela participação na banca examinadora e contribuição para melhoria da qualidade do trabalho.

Ao professor Saulo Tasso pela ajuda para obtenção dos dados climáticos.

À minha amiga Hérica Tertulino pelo apoio, torcida pelo meu sucesso e pelas orações. Sei que sempre posso contar com você.

À minha amiga Kaliane Silva pelo carinho, atenção e agradável convivência.

Aos que me ajudaram na condução do experimento: Juliana, Louise, Beatriz, Andréa, Cristiane, Maria Alice, Vitória, Rebeca, Paulinha, Gabi, Mayky, Alex, Donato, Márcio, Daniely e Arthur. E também aos funcionários da Horta, Sr. Antônio, Alderí e Nanan por estarem sempre dispostos a me ajudar.

Muito obrigada a todos!

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

Provérbios 2:6

RESUMO

LINHARES, Cheyla Magdala de Sousa. **Coberturas do solo sobre a sobrevivência de *Macrophomina phaseolina* e a incidência e severidade da podridão cinzenta do caule na cultura do feijão-caupi**. 2014. 95f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

A ocorrência de doenças radiculares representa uma das principais causas de perda de rendimento nas culturas, com destaque para a podridão cinzenta do caule causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, que ocorre em diversas espécies cultivadas como o algodão, feijão-caupi, feijão-comum, melão, milho e soja, e tem como condições favoráveis solos com baixa umidade e temperaturas elevadas, sendo uma das mais importantes doenças fúngicas nas condições ambientais do Nordeste brasileiro. A prática da cobertura do solo com material de origem vegetal apresenta diversas funções, dentre elas, a redução do aquecimento e a manutenção da umidade do solo, podendo assim, criar condições desfavoráveis à ocorrência do fungo *M. phaseolina*. Diante disso, conduziu-se esta pesquisa em vasos em casa de vegetação dividida em duas etapas. Na primeira, foram conduzidos dois experimentos no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, com cinco coberturas do solo (*Brachiaria brizantha*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria spectabilis*, solo coberto com filme de polietileno e solo sem cobertura) e duas formas de utilização do solo (esterilizado e não esterilizado), sendo que para o primeiro experimento as plantas de coberturas foram cultivadas nos vasos e dessecadas com herbicida, para posterior plantio do feijão-caupi e o segundo experimento consistiu do plantio da cultura em sucessão ao primeiro cultivo. Nos dois experimentos, para a avaliação da sobrevivência de *M. phaseolina*, foram colocadas em cada vaso a 10 cm de profundidade, no dia do plantio da cultura, quatro bolsas de tecido sintético de náilon contendo, cada uma, 10 gramas de inóculo de *M. phaseolina*, das quais, duas foram retiradas aos 30 dias após o plantio e duas no final do ciclo da cultura (65 dias após o plantio), para posterior plaqueamento em meio de cultura específico e determinação da sobrevivência das colônias de *M. phaseolina* em laboratório. Mediram-se também as médias semanais das temperaturas máximas e mínimas diárias do solo no período experimental. Os tratamentos com solo coberto por material vegetal apresentaram menor elevação da temperatura em relação ao solo coberto com filme de polietileno e sem cobertura, que elevaram a temperatura em até 5,9 e 3,9 °C, respectivamente, em relação ao solo coberto com palhada de *P. glaucum*. O solo coberto com filme de polietileno e solo sem cobertura apresentaram maiores taxas de sobrevivência de *M. phaseolina* e o solo coberto com palhada de *P. glaucum* a menor taxa de sobrevivência. Maior

sobrevivência de *M. phaseolina* foi observada no solo não esterilizado em relação ao esterilizado. Na segunda etapa, cujo objetivo foi avaliar efeito de coberturas do solo sobre a incidência e severidade da podridão cinzenta do caule no feijão-caupi, foram conduzidos dois ensaios em esquema fatorial 5x 2 x 2, com cinco coberturas de solo (*Brachiaria brizantha*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria spectabilis*, solo coberto com filme de polietileno e solo sem cobertura); duas formas de utilização do solo (esterilizado e não esterilizado) e duas condições de infestação do (solo infestado com *M. phaseolina* e não infestado), sendo que para o primeiro experimento as plantas de cobertura foram cultivadas nos vasos e dessecadas com herbicida, para posterior plantio do feijão-caupi e o segundo experimento consistiu do novo plantio da cultura em sucessão ao primeiro cultivo. As características avaliadas foram índice de ocorrência (incidência) e severidade da podridão cinzenta e massa da matéria seca do feijão caupi, além da variação da temperatura do solo ao longo do dia. A cobertura do solo com *P. glaucum*, *B. brizantha*, e *C. spectabilis* reduziram o aquecimento e a amplitude térmica em relação ao solo sem cobertura, enquanto que o filme de polietileno proporcionou incremento nos respectivos índices. Dentre as plantas de cobertura, o *P. glaucum* proporcionou menores valores de incidência e severidade da podridão cinzenta do caule, e proporcionou maior média de massa de matéria seca de feijão-caupi, no primeiro ensaio. O solo não esterilizado e infestado com *M. phaseolina* proporcionou maiores índices de incidência e severidade da doença. Em solo não esterilizado, a *B. brizantha* foi a cobertura vegetal que proporcionou a maior incidência da doença. A massa de matéria seca das plantas de feijão-caupi foi maior em solo não esterilizado e quando utilizou-se o *P. glaucum* como cobertura. O tratamento filme de polietileno não apresentou diferença das demais coberturas vegetais na massa de matéria seca quando o solo foi infestado.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* (L.). Plantio direto. Patógeno radicular.

ABSTRACT

LINHARES, Cheyla Magdala de Sousa. Soil covers on the survival of *Macrophomina phaseolina*, and the incidence and severity of botrytis stem culture of cowpea. 2014. 80f. Dissertation (MSc in Crop Science) - Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró, RN, 2014.

The occurrence of root diseases represent a major cause of yield loss in crops, especially botrytis stem caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, which occurs in many cultivated species as cotton, cowpea, beans common, melons, corn and soybeans, and it has favorable soil conditions with low humidity and high temperatures, one of the most important fungal diseases in the environmental conditions of the Brazilian Northeast. The practice of covering the soil with mulch has several functions, including the reduction of heating and maintaining soil moisture and can thus create unfavorable conditions for the occurrence of the fungus *M. phaseolina*. Therefore, this research was conducted in pots in a greenhouse divided into two stages. At first, two experiments were conducted in a greenhouse in a completely randomized design in a factorial 5 x 2 with five soil covers (*Brachiaria brizantha*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria spectabilis*, soil covered with polyethylene film and bare soil) and two forms of use soil (sterilized and unsterilized). In the first experiment, the ground cover plants were grown in pots and desiccated with herbicide, for later planting cowpea and in the second one, the planting of the crop was performed after the first harvest. In both experiments, to evaluate the survival of *M. phaseolina*, were placed in each pot to a depth of 10 cm on the day of planting the Cowpea, four bags synthetic nylon fabric each containing 10 grams of inoculum, of which two were taken at 30 days after planting and two at the end of the cycle (65 days after planting) for subsequent plating on medium culture and determining the survival of colonies of *M. phaseolina*. It was also conducted monitoring of weekly averages of daily maximum and minimum soil temperatures during the experimental period. The treatments with soil covered with straw mulch had lower temperature rise in relation to soil covered with polyethylene film without cover, which raised the temperature up to 5.9 and 3.9 °C, respectively, relative to the ground covered with straw *P. glaucum*. The soil ground covered with polyethylene film and uninsured had higher survival rates of *M. phaseolina* and the one covered with straw *P. glaucum* the lowest survival rate. Increased survival of *M. phaseolina* was more observed in non-sterile soil than sterilized. In the second stage, which purpose was to evaluate the effect of soil covers

on the incidence and severity of botrytis stem in cowpea, two experiments were conducted in a factorial 5 x 2 x 2, with five cover soil (*B. brizantha*; *P. glaucum*; *C. spectabilis*; covered with polyethylene film and bare soil), two ways of using the soil (sterilized and unsterilized) and two infestation conditions (soil infested with *Macrophomina phaseolina* and not infested). In the first experiment, the cover crops were grown in pots and desiccated with herbicide, for later planting cowpea and the second one consisted of the new sugarcane planting in succession to the first crop. The characteristics evaluated were rate of occurrence (incidence) and severity of gray mold and dry matter of cowpea plus variation of soil temperature throughout the day. The treatments with straw mulch (*B. brizantha*, *P. glaucum* and *C. spectabilis*) reduced heating and thermal amplitude relative to bare soil, while the polyethylene film provided an increase in the respective rates. Among the cover crops, *P. glaucum* provided lower rates of incidence and severity of botrytis stem and the greater production of dry matter of cowpea in the first crop. The non-sterilized and infested soil with *M. phaseolina* provided higher incidence and severity of disease. In non-sterile soil, among the cover crops, the *B. brizantha* was the treatment with the highest incidence of the disease. The mass of dry matter yield of cowpea was higher in non-sterile soil and when it was used *P. glaucum* as cover. Treatment polyethylene film was not different from other cover crops in the production of dry matter when the soil was infested.

Keywords: *Vigna unguiculata* (L.). No-tillage. Root pathogen.

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1:	Massa de palhada (gramas vaso ⁻¹) por ocasião do plantio do feijão-caupi no primeiro e no segundo cultivo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	48
Tabela 2:	Efeito de diferentes coberturas na sobrevivência de <i>Macrophomina phaseolina</i> em dois cultivos sucessivos com feijão-caupi e dois tipos de utilização do solo. Mossoró-RN, 2014.....	50

Capítulo II

Tabela 1:	Massa da matéria seca de palhada (gramas vaso ⁻¹) por ocasião do plantio do feijão-caupi no primeiro e no segundo cultivo, para as diferentes plantas de cobertura em solos com e sem esterilização e infestados e não infestados com <i>Macrophomina phaseolina</i> . Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	71
Tabela 2:	Incidência e severidade da podridão cinzenta do caule para os níveis dos fatores esterilização e infestação do solo dentro de cada cobertura, para os experimentos 1 e 2. Mossoró-RN, 2014.....	74
Tabela 3:	Incidência da podridão cinzenta do caule em feijão-caupi, pela interação entre os fatores esterilização e infestação do solo, para o tratamento sem cobertura no experimento 1. Mossoró, 2014.....	79
Tabela 4:	Incidência da podridão cinzenta do caule em feijão-caupi, pela interação entre os fatores esterilização e infestação do solo, para a cobertura milheto no	

	experimento 2. Mossoró, 2014.....	80
Tabela 5:	Severidade da podridão cinzenta do caule em feijão-caupi, pela interação entre os fatores esterilização e infestação do solo, para a cobertura milheto no experimento 2. Mossoró, 2014.....	81
Tabela 6:	Incidência e severidade da podridão cinzenta do caule para os níveis dos fatores coberturas e esterilização do solo, fixando-se a infestação do solo, para os experimentos 1 e 2. Mossoró-RN, 2014.....	83
Tabela 7:	Incidência e severidade da podridão cinzenta do caule para os níveis dos fatores coberturas e infestação do solo, fixando-se a esterilização do solo, para os experimentos 1 e 2. Mossoró-RN, 2014.....	85
Tabela 8:	Resumo da análise de variância para a variável massa da matéria seca (MS) das plantas de feijão-caupi, submetidas às fontes de variações Esterilização do solo, Infestação do solo com <i>Macrophomina phaseolina</i> e Coberturas do solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	86
Tabela 9:	Massa da matéria seca (MS) das plantas de feijão-caupi, submetidas às fontes de variações Solo (esterilizado e não esterilizado); Infestação (solo infestado e não infestado com <i>Macrophomina phaseolina</i>) e Coberturas (braquiária; crotalária; milheto; filme e solo sem cobertura). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	87
Tabela 10:	Interação entre os fatores coberturas e infestação do solo, sobre a produção de matéria seca no experimento I. Mossoró, 2014.....	89

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

- Figura 1:** Substrato areno-orgânico contendo o patógeno *Macrophomina phaseolina* (A); Teste de viabilidade do inóculo (B) e bolsas de tecido sintético contendo o inóculo (C) Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 48
- Figura 2:** Média semanal das temperaturas máximas (A) e mínimas (B) diárias do solo, para as diferentes coberturas no período de 3 a 10 semanas após o plantio do feijão-caupi, no primeiro cultivo. Mossoró/RN, 2014..... 49

Capítulo II

- Figura 1:** Frascos contendo substrato areno-orgânico infestado com estruturas de *Macrophomina phaseolina* (A); Teste de viabilidade do inóculo (B) e Infestação do solo com o patógeno (C) Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 67
- Figura 2:** Análise das plantas sintomáticas (A) Planta de feijão-caupi com sintomas de podridão cinzenta do caule (B) Placa de Petri contendo colônias de *M. phaseolina* que desenvolveram dos fragmentos retirados de planta sintomática (C). Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 68
- Figura 3:** Temperatura média do solo ao longo do dia (A) e amplitude térmica do solo (B) para as diferentes coberturas no período de 14 a 60 dias após o plantio do feijão-caupi, no primeiro cultivo. Mossoró/RN, 2014..... 72

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 A Cultura do feijão-caupi.....	20
2.2 <i>Macrophomina phaseolina</i>	21
2.3 Podridão cinzenta do caule do feijão-caupi.....	24
2.4 Controle da Podridão cinzenta do caule.....	25
2.5 Plantio Direto no controle de doenças.....	26
REFERÊNCIAS.....	30

CAPÍTULO I – SOBREVIVÊNCIA DE *Macrophomina phaseolina* EM SOLO SUBMETIDO A DIFERENTES COBERTURAS NO FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L. Walp.)

RESUMO.....	38
ABSTRACT.....	39
1. INTRODUÇÃO.....	40
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4. CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

CAPÍTULO II - COBERTURAS DO SOLO SOBRE A PODRIDÃO CINZENTA DO CAULE EM FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L. Walp.)

RESUMO.....	58
ABSTRACT.....	60

1. INTRODUÇÃO.....	61
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
4. CONCLUSÕES.....	90
REFERÊNCIAS.....	91

1. INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] está entre as mais importantes espécies destinadas à alimentação humana. No Brasil, historicamente, a produção de feijão-caupi concentra-se nas regiões Nordeste e Norte, em sistema de agricultura familiar. No entanto, a cultura vem conquistando espaço na região Centro-Oeste, despertando o interesse de produtores que praticam agricultura tecnificada (FREIRE FILHO et al., 2011; FREITAS et al., 2013). Estima-se que no ano de 2011 a área destinada à cultura no Brasil foi de 1.687.304 hectares, e a região nordeste com 1.507.017 ha de área cultivada e produtividade de 412 kg ha⁻¹ (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2012).

Dentre as doenças que infectam a cultura do feijão-caupi, especialmente nas condições de clima semiárido do Nordeste brasileiro destaca-se a podridão cinzenta do caule, causada por *Macrophomina phaseolina*. O fungo *M. phaseolina* ocorre em diversas outras culturas como o algodão (*Gossypium hirsutum*), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*), gergelim (*Sesamum indicum*), girassol (*Helianthus annuus*), melão (*Cucumis melo*), milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), (KIMATI et al., 1997), além de sobreviver em uma gama de plantas daninhas (RODRIGUES, 2013).

As condições ambientais que favorecem a sobrevivência do patógeno e a ocorrência da podridão cinzenta do caule incluem altas temperaturas e baixo nível de umidade do solo (BIANCHINI et al., 2005). Diante disso, práticas culturais como a cobertura do solo com resíduos vegetais (cobertura morta/palhada) que reduzem o aquecimento (COELHO et al., 2013a) e a perda de água do solo, mantendo-o em condições de maior umidade em relação ao solo descoberto (TEÓFILO et al., 2012, COELHO et al. 2013b) apresentam-se como alternativa para reduzir o potencial do inóculo no solo e a incidência da doença nas culturas, pelo fato de interferir na biologia

e sobrevivência do patógeno, promovendo ambiente inadequado ao desenvolvimento e/ou favorecendo organismos antagonistas (KENDIG et al., 2000).

Além de resíduos vegetais, o solo pode ser coberto com filme de polietileno, entretanto, esta prática que promove o aquecimento do solo foi evidenciada por Coelho et al. (2013a), que pode potencializar a ocorrência da doença. Isso pode ser evidenciado também por Cunha (2012) relatando que a cobertura do solo propiciou aumento de danos provocados pelo fungo *M. phaseolina* em plantas de pimentão cultivadas em solo coberto com filme de polietileno. O sistema de plantio direto já tem sido amplamente utilizado na cultura da soja e milho. Esse sistema tem como princípios o revolvimento mínimo do solo, a rotação de culturas e a cobertura do solo com material vegetal (palhada) (AGNES et al., 2006) que podem afetar, negativamente, patógenos habitantes do solo e doenças radiculares (ABAWI;WIDMER, 2000).

Alguns trabalhos como o realizado por Görgen et al. (2009), verificaram uma redução de 98% dos apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum*, comparando áreas com e sem palhada de *Brachiaria ruziziensis*. Stone et al. (2004) verificaram que o plantio direto, contribui para o desenvolvimento de microflora supressora a fitopatógenos. A palhada sobre a superfície do solo, nesse sistema, oferece condições favoráveis à comunidade microbiana, por apresentar menor variação térmica, acúmulo de matéria orgânica e maior teor de umidade do solo (BALOTA et al., 2003; SOUZA; RESENDE, 2006), além de poder liberar substâncias voláteis e não voláteis que podem ser tóxicas à fitopatógenos.

Diante do exposto, o trabalho objetivou avaliar diferentes coberturas do solo sobre a sobrevivência de *M. phaseolina*, e a incidência e severidade da podridão cinzenta do caule na cultura do feijão-caupi.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Cultura do feijão-caupi

O feijão-caupi, também denominado de feijão-de-corda ou feijão macassar, é uma dicotiledônea pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinae, gênero *Vigna* e espécie *Vigna unguiculata* (L.) (ONOFRE, 2008). Destaca-se, pela sua rusticidade. Os maiores produtores e consumidores mundiais são a Nigéria, Níger e Brasil (SINGH et al., 2002). É uma cultura de grande importância no Brasil, especialmente, nas regiões Norte e Nordeste, por desempenhar função de destaque socioeconômico, por fixar mão-de-obra no campo, gerar emprego e renda e ser a principal fonte de proteína (FREIRE FILHO et al., 2005).

No Brasil, historicamente, a produção de feijão-caupi concentra-se nas regiões Nordeste e Norte. No entanto, a cultura vem conquistando espaço na região Centro-Oeste, em razão do desenvolvimento de cultivares eretas e semieretas, favorecendo o cultivo mecanizado (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2009), despertando o interesse de grandes produtores que praticam agricultura tecnificada (FREITAS et al., 2009b).

Como alimento, é uma excelente fonte de proteínas (ANDRADE JÚNIOR, et al., 2003). Pode ser consumido na forma de vagem verde, grão verde e seco, além de outras formas de preparo (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2000). Suas folhas e ramos podem ser utilizados como complemento na alimentação animal e sua massa verde pode ser incorporada aos solos, sendo utilizada como fonte de matéria orgânica (VIEIRA et al., 2000). Pode se desenvolver em solos com pouca fertilidade e, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, tem a habilidade para fixar nitrogênio do ar (ANDRADE JÚNIOR, et al., 2003).

A temperatura mais adequada para o desenvolvimento do feijão-caupi encontra-se na faixa de 20°C a 30°C. Altas temperaturas durante o florescimento

podem ser prejudiciais à cultura, além de diminuir a nodulação nas raízes. Assim como temperaturas abaixo de 20°C podem causar a paralisação do desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA; CARVALHO, 1988), justificando, deste modo, a adaptação dessa cultura às condições climáticas da região Nordeste (MOUSINHO, 2005). As exigências hídricas do feijão comum variam de 300 mm a 400 mm durante o seu ciclo (DOORENBOS; KASSAM, 2000).

Apesar de ser considerada uma cultura rústica, muitos patógenos podem causar danos ao feijão-caupi, destacando-se *Macrophomina phaseolina* (ATHAYDE SOBRINHO, 2004), *Fusarium* sp. (RODRIGUES; MENEZES, 2002), *Alternaria* sp. (MARQUES et al., 2006), *Curvularia* sp. e *Trichoderma* sp. (SINHA et al., 1999), os quais já foram detectados em sementes de feijão-caupi, além dos fungos de armazenamento, *Aspergillus* sp e *Penicillium* sp. (TORRES; BRINGEL, 2005). A ocorrência de *M. phaseolina* em feijão-caupi foi relatada em vários estados brasileiros (RODRIGUES et al., 1997; SOBRINHO et al., 2004)

2.2 *Macrophomina phaseolina*

O fungo *Macrophomina phaseolina* 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 microrganismo que apresenta grande variabilidade patogênica e alta capacidade de sobrevivência em condições adversas. A persistência de patógenos radiculares e habitantes do solo na ausência de um hospedeiro ou, em condições ambientais desfavoráveis, é comumente prolongada pela formação de estruturas de resistência.

O patógeno sobrevive no solo como saprófita ou sob a forma de microescleródios escuros (estruturas de resistência) (BUENO, 2004). Esses microescleródios, usualmente encontram-se agrupados, e localizados próximos à

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

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). As condições ambientais que favorecem a podridão cinzenta do caule incluem altas temperaturas, solos secos, estresse hídrico, florescimento precoce e senescência de tecidos (PANDE, 1986; WYLLIE, 1989). De um modo geral, a temperatura ótima para o crescimento desse fungo é relatada entre 30 e 35 ° C (DHINGRA; SINCLAIR, 1978). Entretanto, Bianchini et al. (2005) afirmam que o fungo se desenvolve melhor na cultura do feijão em condições de temperatura acima de 27°C e, estresse hídrico.

Diversos trabalhos já relataram a capacidade deste patógeno sobreviver em altas temperaturas. A abundante produção de microescleródios desse fungo foi alcançada a temperatura de 30 °C, enquanto a sua inativação térmica foi obtida em discos de celofane esterilizados a temperatura de 50 °C por um período de 2 h (DAS, 1988). Além da temperatura, estudos realizados por Banerjee et al. (1982) revelaram que a umidade, mas não a saturação é necessária para a germinação dos microescleródios de *M. phaseolina*. Foi verificado que, em geral, os patógenos que infectam raízes, incluindo *M. phaseolina*, são favorecidos por baixo teor de umidade no solo (VALE; ZAMBOLIM, 1996).

Outra característica importante é que o patógeno infecta mais de 680 espécies botânicas (FARR et al., 2010). No Brasil, esse patógeno causa sérios problemas em diversas culturas como o 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*), entre outras, além de possuir ampla distribuição geográfica (KIMATI et. al., 1997).

De acordo com Santos et al. (1984), em quase todas essas espécies de plantas citadas anteriormente, o fungo é eficientemente transmitido por sementes. Alguns estudos têm revelado a presença de *M. phaseolina* nas sementes de feijão-caupi nas condições do Brasil (CHOUDHURY, 1987). ATHAYDE SOBRINHO et al. (1998) observaram incidência de 45-95% de *M. phaseolina* em sementes de caupi, considerando a cultivar e o nível de infecção das plantas, em condições de campo. O patógeno tem sido também, relatado em outros países em associação com as sementes de feijão-caupi (ABDELMONEM, 2000).

Além das sementes e culturas de interesse agrônômico, *M. phaseolina* pode também sobreviver em plantas infestantes. Rodrigues (2013) constatou presença da *M. phaseolina* em isolados de 12 espécies de plantas infestantes pertencentes a nove famílias botânicas [*Amaranthus spinosus* L., *Amaranthus viridis* L., *Ipomea bahiensis* Willd. Ex Rolan; Schult, *Waltheria americana* L., *Boerhavia diffusa* L., *Senna obtusifolia* (L.) Irwin; Barneby, *Calotropis procera* Ait., *Portulaca Oleracea* L., *Trianthema portulacastrum* L., *Commelina* sp, *Kallstroemia tribuloides* (Mart) Steud., *Mimosa modesta* Mart. Var. *ursinoides* (Harms) Barneby].

A fonte de inóculo primária é constituída pela semente infectada, restos de cultura colonizada pelo micélio do fungo, microescleródios e plantas hospedeiras (culturas e plantas daninhas) (CHIBA, et al., 2000). Infecções precoces, derivadas de sementes contaminadas, microescleródios e/ou micélios do fungo presentes em solos contaminados, são caracterizadas por cancos pretos, deprimidos, com margens bem definidas, frequentemente com anéis concêntricos, os quais podem rodear completamente o caule, levando ao amarelecimento e murchamento das plântulas (CARDOSO, 1994).

A planta adulta apresenta lesões de coloração cinzenta, com presença de picnídios. Neste estágio de desenvolvimento, a progressão da doença ocorre de forma mais gradativa, sendo observados sintomas de raquitismo, clorose e desfolhamento nas plantas infectadas. Além da parte aérea da planta, o fungo pode também atacar as

vagens do feijoeiro comum (CARDOSO, 1994). Plantas severamente infectadas morrem prematuramente em virtude da produção de toxinas do fungo e pelo bloqueio dos vasos do xilema (NDIAYE, 2007; ISLAM et al., 2012).

2.3 Podridão cinzenta do caule do caupi

A podridão cinzenta do caule ou cancro da haste foi descrita pela primeira vez na cultura do feijão, em 1905 por Maublanc. A partir daí tem sido relatada em quase todo o mundo (ZAMBOLIM; CHAVES, 1978). No Brasil foi registrada pela primeira vez em material colhido de feijão comum no município de Campinas – SP, por Bittencourt (COELHO NETO, 1994). Segundo Abawi; Pastor-Corrales (1990) é uma doença que ataca o colo e raiz da planta, comumente encontrada em muitos países da América e África, causando sérios prejuízos.

O agente causal da podridão cinzenta do caule é o fungo *M. phaseolina* que apresenta uma ampla gama de plantas hospedeiras e vasta distribuição geográfica, podendo sobreviver no solo como escleródio ou em restos de cultura como picnídios (BIANCHINI et al., 2005). Esta doença está presente em muitas áreas produtoras do Brasil (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000) e, conforme Pio-Ribeiro e Assis Filho (1997), torna-se mais severa quando as condições ambientais mostram-se secas e com temperaturas elevadas.

Os sintomas da doença iniciam-se com lesões irregulares na haste da planta, ligeiramente deprimidas e escuras. As lesões adquirem coloração cinza e pode ocorrer clorose, murcha e morte de ramos ou de toda planta. Com o desenvolvimento das lesões, pode haver enfraquecimento do caule, resultando em quebra da planta. Em ataques severos, observa-se em lesões velhas a presença de numerosos pontos negros, formados por picnídios e microescleródios do patógeno (BIANCHINI et al., 2005). Com isso, na dependência da cultivar utilizada, observa-se significativa redução da

população ideal de plantas, com reflexos diretos no rendimento da cultura (CARDOSO et al., 2000).

Para o feijão-caupi, a doença pode ser severa a partir de 25 °C (DHINGRA; SINCLAIR, 1978). Esses mesmos autores verificaram que quando a umidade atinge 65 ou 100% da capacidade de campo, há um decréscimo na população de escleródios de 96 a 99%. Em condições artificiais, Sandhu; Singh (1999) verificaram máxima incidência da doença em plântulas de feijão-caupi cultivadas em solo com estresse hídrico (40% da capacidade de campo). Estudos realizados com isolados de *M. phaseolina* obtidos de soja e feijão-comum confirmaram que a associação da alta temperatura e baixa umidade do solo favorece o desenvolvimento da doença, sendo a baixa umidade do solo o fator mais importante (MAYEK-PÉREZ et al. 2002).

2.4 Controle da Podridão cinzenta do caule

O controle da podridão cinzenta do caule é muito difícil, pois a espécie *M. phaseolina*, se desenvolve no solo, penetra via sistema radicular, infectando uma ampla gama de hospedeiros. Além disso, é capaz de sobreviver no solo por longos períodos na forma de microescleródios, o que dificulta sua erradicação (BEDENDO, 1995).

Logo, a contínua cobertura do solo e a concentração dos resíduos na superfície, no sistema de plantio direto, é uma boa alternativa de controle, pois proporciona menor aquecimento do solo em relação ao plantio convencional, além da menor amplitude térmica, a qual, em condições de clima tropical, com temperatura ambiente elevada, favorece o desenvolvimento das culturas (RESENDE et al., 2005; COELHO, 2013a), além de propiciar condições favoráveis em termos de disponibilidade de água, oxigênio e substrato, favorecendo a comunidade microbiana do solo e desfavorecendo alguns patógenos como *M. phaseolina* (MUZILLI, 1983).

2.5 Plantio Direto no controle de doenças

O sistema de plantio direto é considerado um sistema de manejo sustentável e consiste na semeadura sem que haja o revolvimento do solo, sendo este preparado somente na linha de plantio para colocação das sementes, preservando a palhada da cultura anterior ou de plantas cultivadas para este fim.

Caracteriza-se pelo desenvolvimento de sistemas de produção integrados, semeadura sem revolvimento do solo, uso de rotação de culturas, e pela cobertura permanente do solo (OLIVEIRA et al., 2001). Segundo Vidor (1992) o plantio direto tende a aumentar a população e atividade microbiana nos 2 cm superficiais do solo ou na camada superficial de 0-5 cm, tal como observado por Cattelan; Vidor, (1990) e Cunha (2012) . Têm sido relatados vários benefícios com a utilização das plantas de cobertura no plantio direto. Além da produção de fitomassa, que melhora as condições físicas do solo, podem também liberar grandes quantidades de nutrientes na superfície, após sua decomposição (TORRES; PEREIRA, 2008).

A ação de certos compostos orgânicos na redução das doenças causadas por patógenos habitantes do solo é amplamente reconhecida, visto que vários adubos verdes, resíduos de culturas e muitos outros materiais orgânicos têm sido usados na busca desse efeito (OSUNLAJA, 1990). Esses resíduos são convertidos em compostos orgânicos via mineralização biológica, e além de seu efeito benéfico nas características físico-químicas do solo e como fertilizantes orgânicos, podem induzir supressividade a este, com a intensificação da atividade microbiana do solo e a competição entre os microrganismos, promovendo a lise de estruturas dos patógenos (HUANG; KUHLMAN, 1991). Entretanto, alguns resíduos promovem o aumento da incidência de doenças, por prover uma base alimentar, aumentando a sobrevivência do patógeno (GRÜNWALD et al., 2000).

A formação da palhada para o plantio direto pode ser obtida através de restos culturais de cultivos anteriores ou através do cultivo de plantas destinadas a este fim, dentre as quais se destacam as gramíneas, principalmente as braquiárias e o milheto

(*Pennisetum glaucum*), devido à facilidade de cultivo, potencial de produção de massa seca, facilidade de dessecação e, principalmente, ao maior teor de lignina, que retarda a taxa de decomposição, protegendo o solo por mais tempo.

As Braquiárias (*Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* e *B. ruziziensis*) são espécies perenes com crescimento inicial lento e grande capacidade produção de palhada, que têm sido muito empregadas no sistema integração-lavoura-pecuária em consórcio com culturas anuais, principalmente o milho, em semeio simultâneo. Após a colheita da cultura, a braquiária cresce livremente podendo formar pastagem na entressafra e palhada no cultivo seguinte (FREITAS et al., 2008). O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma espécie anual que apresenta rápido crescimento inicial e ciclo de desenvolvimento curto. Desta forma, poderia ser indicado para situações onde se deseja uma rápida produção de massa seca, como plantio na primavera, antecedendo o cultivo da safra, para regiões que apresentam condições favoráveis a esta técnica (MACHADO; ASSIS, 2010). Silva Hirata et al. (2009) avaliando diversas espécies de cobertura, verificaram que o milheto foi a espécie que proporcionou maior cobertura do solo até a colheita do tomate, todavia, a taxa de decomposição da palha foi maior que a das *B. decumbens* e *B. ruziziensis*.

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; PEREIRA, 2008). Segundo Davet (2004) adubos verdes com alta relação C/N, tendem a inibir a germinação de fungos habitantes do solo, pelo fato de imobilizarem o nitrogênio mineral indisponibilizando para o patógeno. Essas também apresentam elevado desenvolvimento radicular superficial, o que favorece a atividade microbiana benéfica que exerce forte competição com muitos agentes causadores de doenças (BARRADAS, 2010).

Braz et al. (2004) verificaram que o milheto, a braquiária e o capim-mombaça têm capacidade de acumular grande quantidade de nutrientes. A palhada de braquiária tem exercido importante papel na redução da incidência de doenças. Os autores Costa;

Silveira (1997) relatam a redução dos propágulos de *Fusarium solani*, após o cultivo de *B. brizantha* e que a incidência de *Rhizoctonia solani* foi menor em áreas onde se cultivava o feijoeiro após *B. ruziziensis* e *B. brizantha*. Trabalhos conduzidos por Costa et al. (2003), em condições controladas, demonstraram que a *B. plantaginea* apresentou capacidade de reduzir o inóculo de *Fusarium solani* f.sp. phaseoli no solo em 60%. Em experimentos de campo realizados em área de produção comercial, este resultado foi confirmado, indicando ainda que a *B. plantaginea* poderia induzir supressividade também ao fungo *Rhizoctonia solani* (COSTA, 2002).

Outros materiais vegetais que podem ser utilizados no plantio direto são as leguminosas. Entretanto, devido à baixa relação C/N, o que facilita a sua decomposição, são mais empregadas como adubos verdes para serem incorporadas, isoladamente, ou em consórcio com outras espécies como as gramíneas. A inclusão de leguminosas como cobertura do solo é uma estratégia que resulta em diversos benefícios, tais como, seu efeito nos estoques de matéria orgânica e húmus, ciclagem de nutrientes, proteção contra erosão, além de ter papel na diversidade e dinâmica dos microrganismos (KENNEDY; PAPENDICK, 1995).

No manejo de doenças radiculares devem ser usados adubos verdes como crotalárias, mucunas e guandu que reduzam a população dos patógenos no solo e melhorem as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de manter o caráter econômico do sistema de produção. 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).

Têm-se observado que a incorporação de material orgânico ao solo, o aumento dos teores de C associado à diminuição da quantidade de N livre tem levado à supressão das doenças (DAVET, 2004). Moraes et al. (2006) avaliando a influência de leguminosas no controle de fitopatógenos em alface americana e repolho, concluíram que a incorporação das leguminosas mucuna-preta e crotalária, em cultivo orgânico,

reduziu a população de *Meloidogyne* spp. em 42 e 51%, respectivamente, nessas hortaliças.

REFERÊNCIAS

- ABDELMONEM, A.M. Status of seed pathology and seed health testing in Egypt. **Seed Science and Technology**, v.28, p.533-547, 2000.
- ABAWI, G.S.; PASTOR-CORRALES, M.A. **Root rots of beans in Latin America and Africa: diagnoses, research methodologies and management strategies**. Colômbia. CIAT. 1990.
- ABAWI, G.S.; WIDMER, T.L. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. **Applied Soil Ecology**, v.15, p.37-47, 2000.
- AGNES, E.L.; FREITAS, F.C.L.; FREITAS, F.H.L. de. **Plantio direto na palha manualmente e com tração animal: adubação, plantio e tratos culturais**. Brasília-SENAR, 2006. 72 p.
- ANDRADE JÚNIOR et al. **Cultivo de feijão-caupi - solos e adubação**. Versão Eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijão/FeijãoCaupi/solosa_dubacao.htm>, 2003. Acesso em: 22 de mar. de 2013.
- ATHAYDE SOBRINHO, C. **Patossistema Caupi x *Macrophomina phaseolina*: método de detecção em sementes, esporulação e controle do patógeno**. 2004. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- ATHAYDE SOBRINHO, C. et al. **Microrganismos associados às sementes de feijão caupi com ênfase à presença de *Macrophomina phaseolina***. Teresina: EMBRAPA, CPAMN, 1998. 8p. (EMBRAPA CPAMN. Comunicado Técnico, 88).
- ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F.M.P.; SANTOS, A.A. Doenças do feijão caupi. In: CARDOSO, M.J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p.120-145.
- BAIRD, R. E.; WATSON, C. E.; SCRUGGS, M. Relative longevity of *Macrophomina phaseolina* and associated mycobiota on residual soybean roots in soil. **Plant Disease**, Saint-Paul, v.87, p.563-566, 2003.

BALOTA, E. L. et al. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 38, n.1, p.15-20, 2003.

BANERJEE, S., MUKHERJEE, B. SEN. C. Fungistasis and germination patterns of sclerotia of *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. in different soils. **Indian Journal of Microbiology**, 22:190-193. 1982.

BARRADAS, C. A. de. A. **Uso da adubação verde**. Programa Rio Rural. Manual Técnico; Niterói, p.10, 2010.

BEDENDO, I. Podridões de raiz e colo. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, n 1995. p. 829-837. (Princípios e conceitos, v. 1)

BIANCHINI, A. et al. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**, 4. ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 2005, v. 2, cap. 37, p. 333.

BUENO, C. J. **Produção e preservação de estruturas de resistência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo**. 2004, 101 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista/ FCA, Botucatu – SP.

CARDOSO, J. E. Podridão cinzenta do caule. In: SARTORATO, J.A.; RAVA, C.A. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA, 1994. p. 143-150.

CARDOSO, M.J. **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. 264p.

CATTELAN, AJ. VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 14, p. 133-142, 1990.

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**. São Paulo-SP, v. 69, n.1, 2000.

CHOUDHURY, M.M. Testes de sanidade de sementes de caupi. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.371-385.

COELHO NETO, R. A. **Metodologia e avaliação da resistência de feijoeiro a podridão cinzenta do caule, em laboratório e casa-de-vegetação**. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1994.

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

COELHO, M. E. H. et al. Production and efficiency of water usage in capsicum crops under no-tillage and conventional planting systems. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 44, p. 741-749, 2013b.

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**, Brasília-DF, v. 22, p. 258, 1997.

COSTA, J. L. da S. Reconstrução do solo e manejo de culturas no controle de podridões radiculares em feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. S37-S38, 2002.

COSTA, J.L. da S.; RAVA, C.A. Infl uência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.523-533.

CUNHA, Jorge Luiz Xavier Lins. **Sistemas de plantio no manejo de plantas daninhas e na comunidade microbiana do solo na cultura do pimentão**. 2012. 106f Tese (Doutorado Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

DAS, N.D. Effect of different sources of carbon, nitrogen and temperature on the growth and sclerotial production of *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. causing root rot / charcoal rot disease of castor. **Indian Journal of Plant Pathology**, v. 6, p. 97-98, 1988.

DAVET, P. **Microbial ecology of the soil and plant growth**. Enfield: Science Publishers, 2004. 392p.

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

DOORENBOS, J. ; KASSAM, A. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Trad.de H.R Gheyi et al. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 2000. 221p.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, Goiânia, GO. **Home Page.** 2012. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

EMBRAPA MEIO-NORTE, Teresina, PI. **Estatística da produção de feijão-caupi.** 2009. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34241>>. Acesso em: 30 jan. 2013.

FARR, D. F. et al. **Fungus-host distribution database.** 2010. Disponível em: <<http://nt.ars-grin.gov/fungalDATABASES/fungushost/fungushost.cfm>>. Acesso em: 02 jun. 2013.

FREIRE FILHO et al. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Eds.). **Caupi: avanços tecnológicos.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 27-92.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Melhoramento genético de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] na região do Nordeste.** Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>>. Acesso: 16 dez. 2011.

FREITAS, F. C. L. et al. Desafios, avanços e soluções no manejo de plantas daninhas: palestras apresentadas no II Simpósio sobre manejo de plantas daninhas no Nordeste. **Manejo de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi.** 1ed., 2013, v. , p. 115.

FREITAS, F. C. L. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2.,2009, Belém. **Palestras...**Belém, 2009b. CD ROM.

FREITAS, F. C. L. et al. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodossulfuron-methyl para o manejo da forrageira. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, p. 215-221, 2008.

GÖRGEN, C. A. et al. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 44, n. 12, p. 1583-1590, 2009.

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.

HASNA, M. K et al.. 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.

HUANG, J. W.; KUHLMAN, E. G. Mechanisms inhibiting damping-off pathogens of slash pine seedlings with a formulation soil amendment. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, n. 3, p. 171-177, 1991.

ISLAM, S. et al. Genome of one of the most destructive plant pathogenic fungi *Macrophomina phaseolina*. **BMC Genomics**, v.13, p.493-509, 2012.

KENDIG, S. R., RUPE, J. C., SCOTT, H. D. Effect of irrigation and soil water stress on densities of *Macrophomina phaseolina* in soil and roots of two soybean cultivars. **Plant Disease**, Saint-Paul, v. 84, p. 895–900, 2000.

KENNEDY, A.C., AND R.I. PAPENDICK. Microbial characteristics of soil quality. **Journal of Soil and Water Conservation**. 50:243-248.1995.

KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 3. Ed. São Paulo: Agronômica ceres, 1997, v. 2, 774p.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.45, n.4, p.415-422, 2010.

MARQUES, R.O.; ALVES, V.M.; LIMA, M.L.P et al. Avaliação sanitária e fisiológica de feijão oriundos de Unai – MG, Paracatu-MG e Cristalina- GO. **Summa Phytopathologica**, Botucatu-SP, v.32, (Suplemento), p.44, 2006.

MAYEK-PEREZ, N. et al. Water relations, histopathology and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during drought stress. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 60, p.185–195, 2002.

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

MORAES, S.R.G. et al. Influência de leguminosas no controle de fitonematóides em cultivo orgânico de alface americana e repolho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF, v.31, p.188-191, 2006.

MOUSINHO, F. E. P. **Viabilidade econômica da irrigação do feijão-caupi no Estado do Piauí. 2005.** 125p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP, 2005.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional sobre fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v.7, n.1, p.95-102, 1983.

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

OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. et al. A cultura do Feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Estado de Roraima. **Embrapa Informa**; Ano VI – Nº 01, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, agosto, 2000.

OLIVEIRA, I. P. de; CARVALHO, A.M. de. A cultura do caupi nas condições de clima e de solo dos trópicos úmido e semi-árido do Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de (Org). **O caupi no Brasil.** IITA/ EMBRAPA. Brasília, DF. 722p., 1988.

OLIVEIRA, M.R. et al. Efeito da palha e da mistura atrazine e metolachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.36, p.37-41, 2001.

OSUNLAJA, S.O. Effect of organic soil amendments on the incidence of stalk rot of maize. **Plant and Soil**, The Hague, v.127, p.237-241, 1990.

PANDE, S. 1986. Charcoal Rot. Pages 29-30 in: **Compendium of Sorghum Diseases.** R. A. Frederiksen, ed. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, F.M. Doenças do caupi. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** 3ed. São Paulo: Ceres, 1997. v.2, p.233-244.

RESENDE, F. V. et al. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência Agrotécnica**, Lavras-MG, v.29, n.1, p.100-105, 2005.

RODRIGUES, A. A. C; MENEZES, M. Detecção de fungos endofíticos em sementes de caupi provenientes de Serra Talhada e de Caruaru, Estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.5, p. 532-537, 2002.

RODRIGUES, A.P.M.S. **Ocorrência de plantas daninhas como hospedeiras alternativas de fitopatógenos radiculares e avaliação da patogenicidade sobre as culturas do melão e da melancia.** 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, 2013.

RODRIGUES, V.J.L.B; MENEZES, M.; COELHO, R.S.B Efeito da temperatura, papel de filtro e meio de cultura na fisiologia de *Macrophomina phaseolina*. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba-PR, v. 40, n.1, p 197-203, 1997.

SANDHU, A.; SINGH, R.D. Factors influencing susceptibility of cowpea to *Macrophomina phaseolina*. **Journal of Micology and Plant Pathology**, v. 29, n. 3, p. 421-424, 1999.

SINGH, B. B. et al. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C. A. et al. (Eds.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production.** Ibadan: IITA, 2002. p. 22-40.

SINHA, A.; SINGH, S.K.; QAISAR, J. Seed mycoflora of French bean and its control by means of fungicides. **Tropenlandwirt**. Witzenhousen, v.11, n.1, p.59-67, 1999.

SILVA HIRATA, A.C. et al. Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do tomate em plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, p. 465-472, 2009.

SOBRINHO, C.A.; MORAES, M.H.D.; MENTEN, O.M. Detecção de *Macrophomina phaseolina* em sementes de caupi de diversos estados brasileiros. **Fitopatologia Brasileira**, v.29 (Suplemento), p.68, 2004.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica.** 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2006. 843p.

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. In: MAGDOFF, F.;WEIL, R. (Ed.). **Soil organic matter in sustainable agriculture.** Boca Raton: CRC Press, 2004. p.131-177.

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

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 32, p. 1609-1618, 2008.

TORRES, S.B.; BRINGEL, J.M.M. Avaliação da qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão macassar. **Caatinga**, Mossoró-RN, v.18, n.2, p.88-92, 2005.

VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, F. Influência da temperatura e da umidade nas epidemias de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo-RS, 4:149-207. 1996.

VIDOR, C. Relações entre sistemas de manejo e a microbiota dos solos. **II Simpósio Brasileiro sobre Microbiologia do Solo**, São Paulo-SP, p. 13-14, 1992.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; CALDAS, M.T.; Comportamento do feijão-fradinho na primavera-verão na zona da mata de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 35, p.1359-1365, 2000.

WYLLIE, T. D. 1989. Charcoal Rot. Pages 30- 33 in: **Compendium of Soybean Diseases**. 3 ed. J. B. Sinclair and P. A. Backman, eds. American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G. M. **Doenças do feijoeiro e seu controle**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte-MG, v. 4, n. 46, p. 50-63, 1978.

CAPÍTULO I

EFEITO DE COBERTURAS DO SOLO SOBRE A SOBREVIVÊNCIA DE *Macrophomina phaseolina* NO FEIJÃO-CAUPI

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a sobrevivência do patógeno *Macrophomina phaseolina* em solo submetido a diferentes coberturas, conduziu-se dois experimentos em casa de vegetação, no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, com cinco coberturas do solo (*Brachiaria brizantha*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria spectabilis*, solo coberto com filme de polietileno e solo sem cobertura) e duas formas de utilização do solo (esterilizado e não esterilizado). No primeiro experimento, as plantas de coberturas foram cultivadas nos vasos e dessecadas com herbicida, para posterior plantio do feijão-caupi e no segundo, o plantio da cultura foi realizado em sucessão ao primeiro cultivo. Nos dois experimentos, para a avaliação da sobrevivência de *M. phaseolina*, foram colocadas em cada vaso a 10 cm de profundidade, no dia do plantio da cultura, quatro bolsas de tecido sintético de náilon contendo, cada uma, 10 gramas de inóculo, das quais, duas foram retiradas aos 30 dias após o plantio e duas no final do ciclo da cultura, para posterior plaqueamento e determinação da sobrevivência das colônias de *M. phaseolina*. Realizou-se também o monitoramento das médias semanais das temperaturas máximas e mínimas diárias do solo no período experimental. Os tratamentos com solo coberto material vegetal apresentaram menor elevação da temperatura em relação ao solo coberto com filme de polietileno e sem cobertura, que elevaram a temperatura em até 5,9 e 3,9 °C, respectivamente, em relação ao solo coberto com palhada de *P. glaucum*. O solo coberto com filme de polietileno e sem cobertura apresentaram maiores taxas de sobrevivência de *M. phaseolina* e o solo coberto com palhada de *P. glaucum* a menor taxa de sobrevivência. Maior sobrevivência de *M. phaseolina* foi observada no solo não esterilizado em relação ao esterilizado.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* (L.). Cobertura do solo. Patógeno radicular

ABSTRACT

Aiming to evaluate the survival of the pathogen *Macrophomina phaseolina* under different soil covers, two experiments were conducted in a greenhouse in a completely randomized design in a factorial 5 x 2 with five soil covers (*Brachiaria brizantha*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria spectabilis*, soil covered with polyethylene film and bare soil) and two forms of use soil (sterilized and unsterilized). In the first experiment, the ground cover plants were grown in pots and desiccated with herbicide, for later planting cowpea and in the second one, the planting of the crop was performed after the first harvest. In both experiments, to evaluate the survival of *M. phaseolina*, were placed in each pot to a depth of 10 cm on the day of planting the Cowpea, four bags synthetic nylon fabric each containing 10 grams of inoculum, of which two were taken at 30 days after planting and two at the end of the cycle for subsequent plating on medium culture and determining the survival of colonies of *M. phaseolina*. It was also conducted monitoring of weekly averages of daily maximum and minimum soil temperatures during the experimental period. The treatments with soil covered with straw mulch had lower temperature rise in relation to soil covered with polyethylene film without cover, which raised the temperature up to 5.9 and 3.9 °C, respectively, relative to the ground covered with straw *P. glaucum*. The soil ground covered with polyethylene film and uninsured had higher survival rates of *M. phaseolina* and the one covered with straw *P. glaucum* the lowest survival rate. Increased survival of *M. phaseolina* was more observed in non-sterile soil than sterilized.

Keywords: *Vigna unguiculata* (L.). Ground cover. Root pathogen.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma cultura importante para as populações de países subdesenvolvidos, principalmente pela significativa contribuição socioeconômica como suprimento alimentar, na fixação de mão de obra no campo e como componente da produção agrícola (BEZERRA et al., 2008; ROCHA et al., 2009). Os maiores produtores e consumidores mundiais são a Nigéria, Níger e Brasil (SINGH et al., 2002), sendo neste último amplamente cultivado nas regiões Norte e Nordeste principalmente por pequenos produtores, mas nos últimos anos verifica-se o crescimento da área plantada com a cultura, em cultivos comerciais sob alta tecnologia, especialmente na região Centro-Oeste (FREIRE FILHO et al. 2011, FREITAS et al., 2013).

Apesar de ser considerada uma cultura rústica, muitos patógenos podem causar danos ao feijão-caupi destacando-se *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goldanich, agente causal da podridão cinzenta do caule (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000). Este patógeno já foi detectado em mais de 680 espécies vegetais com ampla distribuição geográfica (FARR, 2010). É um habitante natural do solo, de grande variabilidade patogênica e alta capacidade de sobrevivência sob condições adversas, de um ano para o outro em restos de culturas e hospedeiros alternativos, devido a sua capacidade saprofítica e formação de microescleródios que ficam viáveis no solo (KIMATI, 2005).

No Brasil, esse patógeno causa sérios problemas em diversas culturas como o 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*), entre outras (KIMATI, 2005), apresentando também diversas espécies de plantas daninhas como hospedeiras alternativas (RODRIGUES, 2013).

As condições ambientais que favorecem a ocorrência da podridão cinzenta do caule, causada por esse patógeno incluem, altas temperaturas e baixo nível de umidade do solo (BIANCHINI et al., 2005). Diante disso, práticas culturais como a cobertura do solo com resíduos vegetais (cobertura morta/palhada) utilizadas no sistema de plantio direto que reduzem o aquecimento (RESENDE et al., 2005; COELHO et al., 2013a) e a perda de água do solo, mantendo-o em condições de maior umidade em relação ao solo descoberto (TEÓFILO et al., 2012, COELHO et al. 2013b) apresentam-se como alternativa para reduzir o potencial do inóculo e a incidência da doença nas culturas.

As gramíneas são mais utilizadas como cobertura morta no sistema de plantio direto, por possuir maior relação C/N, em comparação com as leguminosas. Trabalhos com feijoeiro e soja têm mostrado redução de alguns fungos do solo no plantio direto, em comparação com o cultivo convencional (NAPOLEÃO et al., 2005). Segundo Costa e Rava (2003) há redução do potencial de inóculo de alguns patógenos de solo e tendência de obtenção de maiores rendimentos de feijão, quando braquiárias são utilizadas como fonte de cobertura morta, no sistema de plantio direto.

Para Hasna et al. (2007) a melhor opção para o manejo de doenças radiculares deve ser o uso de adubos verdes (leguminosas e/ou gramíneas) que reduzam a população dos patógenos no solo e melhorem as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de manter o caráter econômico do sistema de produção. A matéria orgânica no solo pode influenciar na supressividade de doenças, pelo estímulo da atividade da biota, aumentando as comunidades de agentes de biocontrole e diminuindo o potencial de inóculo dos fitopatógenos pela ação de compostos liberados durante a decomposição da matéria orgânica (BETTIOL; GHINI, 2005; BETTIOL et al., 2009).

Contudo, práticas culturais como a cobertura do solo com filme de polietileno, empregado em cultivo de hortaliças, promovem aquecimento do solo (RESENDE et al., 2005, COELHO et al., 2013a), podendo potencializar a ocorrência da doença.

CUNHA (2012) relatou que a cobertura do solo com filme de polietileno propiciou aumento de danos provocados pelo fungo *M. phaseolina*.

Diante disso, esse capítulo teve por objetivo avaliar o efeito de coberturas do solo sobre a sobrevivência de *macrophomina phaseolina* no feijão-caupi.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS:

Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró-RN (5° 11' 17" Sul, 37° 20' 39" Oeste) sendo o primeiro de março a maio de 2013 e o segundo de junho a agosto de 2013. As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, do setor de Fitossanidade do DCV da UFERSA.

2.2 EXPERIMENTO I

2.2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco tipos de cobertura do solo [Braquiária (*Brachiaria brizantha*); Milheto (*Pennisetum glaucum*); Crotalária (*Crotalaria spectabilis*); solo coberto com filme de polietileno e solo sem cobertura] e duas formas de utilização do solo (esterilizado e não esterilizado), com quatro repetições.

Cada unidade experimental foi constituída por vasos com 18 l de solo coletado em área nativa da Caatinga, no município de Mossoró-RN, composta, principalmente por plantas de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth), mulungú (*Erythrina mulungu* Marth) e sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). Após a coleta o solo foi passado em peneira de 4,0 mm, sendo para os tratamentos com esterilização, o mesmo foi umedecido até atingir cerca de 70% da capacidade de campo para posterior

autoclavagem, que foi realizada duas vezes, em intervalos de 24 horas, durante uma hora à temperatura de 120°C.

2.2.2 ADUBAÇÃO DO SOLO

Antes de ser colocado nos vasos, incorporou-se aos solos, com e sem esterilização, 2,0 kg m⁻³ da formulação N-P-K – 04-14-08 e 3,0 kg m⁻³ de superfosfato simples e no cultivo do feijão-caupi foram realizadas duas adubações com 5,0 g vaso⁻¹ da formulação N-P-K – 10-14-10, aos 10 e 25 dias após o plantio.

2.2.3 COBERTURAS

A semeadura das coberturas vegetais foi realizada em épocas diferentes, tendo em vista a diferença de ciclo entre as espécies. Primeiro semou-se a braquiária e vinte dias após, o milho e a crotalária. Por ocasião da floração da crotalária e do milho, 50 dias após o semeio destas e 70 dias após o semeio da braquiária, as plantas foram dessecadas com o glyphosate (1.020 g ha⁻¹), com pulverizador costal manual, calibrado para aplicar volume de calda de 100 l ha⁻¹.

Os tratamentos com solo sem cobertura e com solo coberto com filme de polietileno foram mantidos sem vegetação durante o período de crescimento das plantas de cobertura, sendo que o filme de polietileno (lona de plástico preto) foi colocado sobre a superfície dos vasos, antes da semeadura do feijão-caupi. Para permitir o semeio e a emergência das plântulas e a irrigação, foram efetuados três orifícios com diâmetro de 3,0 cm no filme, em cada vaso.

Aos 15 dias após a dessecação, quando as plantas de cobertura se encontravam secas, as mesmas foram cortadas rente ao solo, levadas à estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C até obtenção de massa constante e pesada, para

determinação da massa seca da palhada e recolocadas sobre o solo nos respectivos vasos para cobertura do solo.

2.2.4 PLANTIO DO FEIJÃO-CAUPI

A semeadura do feijão-caupi, cultivar BRS Guariba, foi realizada colocando-se seis sementes por vaso a 3,0 cm de profundidade, efetuando-se após a emergência, o desbaste, mantendo-se três plantas por vaso.

2.2.5 PRODUÇÃO DO INÓCULO

O inóculo foi produzido a partir do isolado de *Macrophomina phaseolina* proveniente da micoteca do laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, cujo isolamento foi obtido a partir de planta doente de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), com sintomas típicos de podridão seca. O patógeno foi cultivado em meio BDA (batata-dextrose-ágar) + tetraciclina (0,05g/L) e, posteriormente, repicado para substrato areno-orgânico, composto de três partes de esterco curtido, uma parte de areia lavada e 2% de aveia (v/p), onde foram adicionados 20 ml de água destilada para cada 100 ml de substrato (LEFÈVRE; SOUZA, 1993).

Os frascos contendo o substrato com o patógeno (Figura 1A) foram mantidos no escuro, por quinze dias, em estufa tipo BOD a 32°C sendo periodicamente agitados com o objetivo de homogeneizar a infestação. Antes da infestação do solo foi realizado o plaqueamento do inóculo (substrato infestado com as estruturas do fungo) para testar a sua viabilidade, conforme ilustrado na Figura 1B.

Concomitantemente à semeadura do feijão-caupi, foram enterradas a 10 cm de profundidade, em cada vaso, quatro bolsas de tecido sintético (náilon) contendo cada uma 10 gramas de inóculo de *M. phaseolina*. As bolsas foram amarradas com linha de

náilon e identificadas em sua extremidade livre com fita crepe para facilitar a retirada das mesmas (Figura 1C).

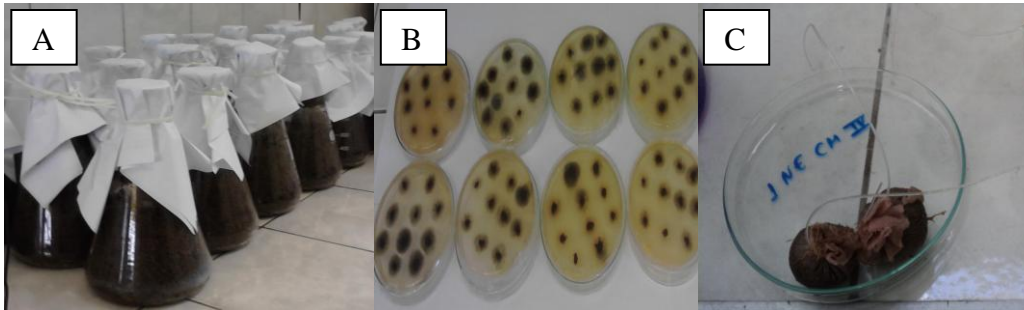


Figura 1. Substrato areno-orgânico contendo o patógeno *Macrophomina phaseolina* (A); Teste de viabilidade do inóculo (B) e bolsas de tecido sintético contendo o inóculo (C) Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

2.2.6 MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DO SOLO

Para cada tratamento foram instalados sensores tipo termopares de *cobre-constantan*, a 5 cm de profundidade, para monitorar a temperatura do solo. Os dados foram coletados a cada 10 minutos e armazenados em *dataloggers* Campbell CR 1000. A partir dos registros obtidos, avaliou-se, para cada intervalo de uma semana durante o período de 03 a 10 semanas, a média das temperaturas máxima e mínima diárias.

2.2.7 AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA

A avaliação da sobrevivência de *M. phaseolina* foi realizada aos 30 dias após a emergência e no final do ciclo da cultura (65 dias após o plantio). Em cada época, foram retiradas do solo infestado com o patógeno, duas bolsas de cada vaso, e, posteriormente, realizadas desinfestações superficiais das mesmas, com álcool 70% por 5 segundos, hipoclorito de sódio, por 20 segundos e água destilada esterilizada. Em seguida, foi realizado o plaqueamento em meio de cultura RB modificado

(NASCIMENTO et al, 2013), semi-seletivo para *M. phaseolina* e elaborado na proporção de 39 g de BDA (Batata dextrose agar), Previcur (0,5 mL/1000L de água), Rifampicina (100 mg/1000mL de água) e 1000 mL de água destilada e esterilizada.

Foram transferidos, com auxílio de uma pinça devidamente esterilizada, dez porções do inóculo desinfestado para placas contendo o referido meio. Para cada bolsa foram elaboradas cinco placas. Estas foram mantidas por seis dias em estufa a 32°C, no escuro, para em seguida, serem contados os sobreviventes que se manifestaram através do crescimento do micélio em torno da porção plaqueada. No final do ciclo foi repetido esse mesmo procedimento para as demais bolsas.

2.3 EXPERIMENTO II

Aos 20 dias após a colheita do primeiro ciclo do feijão-caupi, procedeu-se a nova pesagem das coberturas para verificar o efeito residual e realizou-se novo semeio da cultura nos mesmos vasos com as respectivas coberturas da fase anterior. O inóculo do patógeno e as bolsas foram confeccionadas e instaladas nos vasos, conforme o experimento I. A condução da cultura e as avaliações de sobrevivência do patógeno também seguiram os mesmos procedimentos do primeiro cultivo.

Os dados obtidos nos dois experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O software utilizado foi o Sistema de Análise Estatística SAS (*Statiscal Analysis System*).

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milheto foi a cobertura que apresentou maior produção de palhada, seguido pela braquiária, enquanto que a crotalária apresentou menores índices de cobertura (Tabela 1). Além da maior produção de palhada, as gramíneas (milheto e braquiária) possuem maior relação carbono/nitrogênio e maior teor de lignina em relação à crotalária, levando mais tempo para decompor e, conseqüentemente, cobrindo o solo por mais tempo, conforme pode ser constatado pela baixa quantidade de massa seca da leguminosa por ocasião da colheita do primeiro cultivo e plantio do segundo cultivo. Estes resultados corroboram com Braz et al. (2003), que avaliando o tempo de decomposição da palhada de diferentes espécies de cobertura do solo, verificaram que a meia vida, ou seja o tempo necessário para decomposição de 50% da massa seca da palhada de *B. brizantha* e *Crotalaria* sp foi de 140 e 45 dias após a dessecação, respectivamente.

Tabela 1. Massa seca de palhada (gramas vaso⁻¹) por ocasião do plantio do feijão-caupi no primeiro e no segundo cultivo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Cobertura	1º cultivo		2º cultivo	
	Esterilizado	Não esterilizado	Esterilizado	Não esterilizado
Braquiária	154,0 b	125,5 b	26,97 b	27,82 b
Crotalária	25,6 c	92,7 c	2,03 c	19,66 b
Milheto	357,7 a	280,2 a	53,5 a	43,61 a
Filme de polileno	-	-	-	-
Sem cobertura	-	-	-	-
CV(%)	(24,34)		(40,21)	

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A maior quantidade de palhada cobrindo o solo durante o primeiro cultivo do feijão-caupi nos tratamentos com milheto e braquiária, foi consequência do maior acúmulo de massa seca e da menor taxa de decomposição (Tabela 1), resultando em

maior proteção do solo da incidência da radiação solar e menor aquecimento, conforme pode ser constatado na Figura 2A, enquanto que, os tratamentos com cobertura filme de polietileno e sem cobertura apresentaram maior elevação da temperatura, com diferença de até 5,9 e 3,9 °C em relação ao solo coberto com palhada de milho, respectivamente, na 7ª semana após o plantio do feijão-caupi. Coelho et al. (2013a), avaliando o efeito de coberturas orgânicas e inorgânicas sobre a temperatura do solo, em condições de campo, verificaram que os solos cobertos com filme de polietileno e sem cobertura apresentaram elevação na temperatura máxima diária, a 5 cm de profundidade, na ordem de 8 e 5,5°C, respectivamente, em comparação com o solo mantido com cobertura morta de *Brachiaria brizantha*.

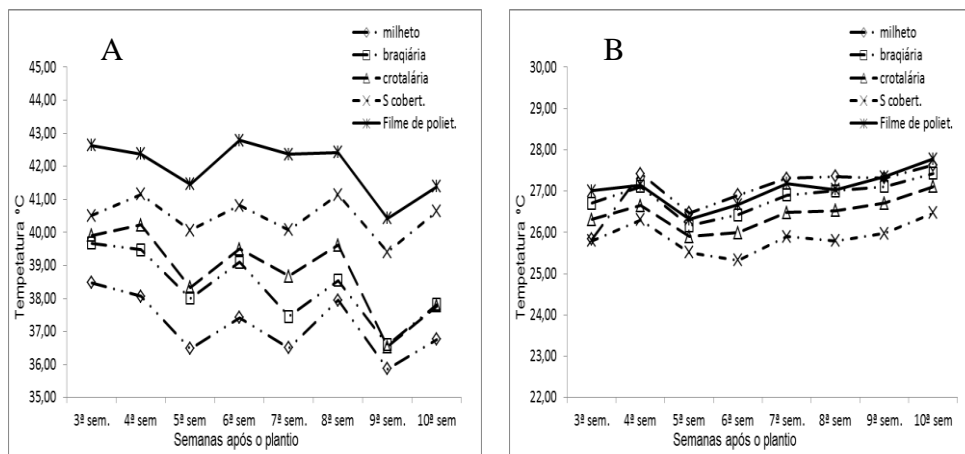


Figura 2. Média semanal das temperaturas máximas (A) e mínimas (B) diárias do solo, para as diferentes coberturas no período de 3 a 10 semanas após o plantio do feijão-caupi, no primeiro cultivo. Mossoró/RN, 2014.

A temperatura mínima diária apresentou pouca variação entre as coberturas avaliadas durante o período experimental (Figura 2 B), embora, seja possível perceber que o solo sem cobertura foi o que apresentou menores valores, enquanto que os tratamentos com maior quantidade de palhada, milho e braquiária, que apresentaram menor aquecimento, resultaram também em menor perda de temperatura durante a noite, indicando que a cobertura morta, reduz tanto o aquecimento quanto a perda de

calor, reduzindo a amplitude térmica do solo no decorrer do dia. Estes resultados corroboram com Coelho et al (2013b), onde verificaram que a cobertura morta do solo no cultivo de pimentão em plantio direto reduziu a amplitude térmica do solo em relação ao solo sem cobertura e com filme de polietileno, no plantio convencional.

No primeiro cultivo do feijão-caupi, os tratamentos com o filme de polietileno e o solo sem cobertura apresentaram maior sobrevivência de *Macrophomina phaseolina* aos 30 dias após o plantio (DAP) (Tabela 2), devido à maior temperatura do solo (Figura 2A), enquanto que o solo coberto com palhada de milho apresentou menores índices de sobrevivência, indicando o efeito positivo dessa cobertura no manejo do patógeno, que proporcionou o menor aquecimento (Figura 2A), devido a maior quantidade de massa de palhada produzida (Tabela 1), atuando na manutenção da umidade do solo, criando assim condições desfavoráveis ao patógeno que se adapta melhor em solos com altas temperaturas e pouca umidade (BASSETO et al., 2011).

Tabela 2. Efeito de diferentes coberturas na sobrevivência de *Macrophomina phaseolina* em dois cultivos sucessivos com feijão-caupi e dois tipos de utilização do solo. Mossoró-RN, 2014.

Coberturas do solo	Nº médio de sobreviventes			
	1º cultivo		2º cultivo	
	30 dias	Final do ciclo	30 dias	Final do ciclo
Braquiária	5,4 ab	3,5 a	5,5 b	4,5 c
Crotalaria	5,9 ab	2,3 a	8,4 ab	6,4 bc
Milho	2,8 b	2,1 a	6,7 ab	4,3 c
Filme de polietileno	8,1 a	2,9 a	9,1 a	8,2 ab
Solo sem cobertura	8,1 a	4,2 a	8,7ab	9,6 a
Esterilização do solo				
Solo esterilizado	5,7 a	2,2 b	7,3 a	6,9 a
Solo não/ esterilizado	6,5 a	3,8 a	8,1 a	6,2 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Outra possível explicação para redução da sobrevivência do patógeno no tratamento com cultivo de milho para formação de palhada é a inativação do fungo,

devido provavelmente à liberação de compostos tóxicos. Resultado semelhante também foi observado por Pereira Neto e Blum (2010) quando utilizaram palha de milho ao solo, para a redução da podridão do colo do feijoeiro, causado pelo patógeno *Sclerotium rolfsii*, também considerado um patógeno habitante do solo de difícil controle. Esses pesquisadores observaram tendência significativa de redução da doença e justificaram que pode ter sido devido ao aumento da população estimada de *Pseudomonas* do grupo fluorescente. Estas bactérias produzem vários antibióticos, ácido cianídrico (HCN) e sideróforos, que podem estar envolvidos no biocontrole de patógenos (O'SULLIVAN; O'GARA, 1992). A cobertura proporcionada por milho também diminuiu a incidência de doenças como o mofo-branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (CASSIOLATO, 1998). As demais plantas de cobertura (braquiária e crotalária) apresentaram índice de sobrevivência intermediário.

Ainda para o primeiro cultivo, não se verificou diferença nos índices de sobrevivência da *M. phaseolina* na avaliação realizada por ocasião da colheita (65 dias) entre os diferentes tipos de cobertura, entretanto, os níveis de sobrevivência foram inferiores aos 30 dias (1ª coleta). Uma das possíveis causas dessa redução é que com o crescimento da cultura ocorre o sombreamento do solo, reduzindo a incidência direta da radiação solar e conseqüente redução do aquecimento do solo, além da redução da taxa evaporativa do solo, mantendo-o com melhores níveis de umidade, condição esta que é prejudicial ao desenvolvimento do patógeno (MIHAIL et al., 1988).

No segundo cultivo do feijão-caupi, menores índices de sobrevivência do patógeno *M. phaseolina* foram verificados nos tratamentos com as gramíneas, milho e braquiária, em relação ao solo coberto com filme de polietileno, sem cobertura e cultivado com crotalária (Tabela 2), sendo que esta última é uma leguminosa com baixa relação C/N, o que propicia rápida decomposição, resultando em baixa cobertura do solo no segundo cultivo, conforme pode ser constatado na Tabela 1.

Vários benefícios têm sido relatados com a utilização das plantas de cobertura no plantio direto. Além da produção de fitomassa, podem também liberar grandes

quantidades de nutrientes na superfície, após sua decomposição (TORRES et al., 2008). Balota et al. (1995) relatam que os exsudatos radiculares liberados pelas coberturas estimulam o crescimento da população de bactérias diazotróficas, in vitro, a partir das primeiras 24 horas. Paula e Siqueira (1990) mencionam que exsudatos liberados por essas plantas podem atuar como sinais moleculares, que ativam o crescimento micelial dos fungos e bactérias. Assim, com o aumento da população microbiana antagonista, há maior produção de metabólitos que podem possuir efeito fungistático.

Com relação à variável esterilização do solo, observou-se que os tratamentos em que o solo passou pelo processo de esterilização, no geral, apresentaram menor número de sobreviventes, para os dois cultivos analisados, apresentando, no primeiro ensaio, diferença estatística significativa, no final do ciclo da cultura. Embora o esperado fosse que no solo obtido de área nativa, não esterilizado, houvesse menor número de sobreviventes, uma vez que, normalmente, nesse solo ocorre maior número de microrganismos antagonistas, o que não ocorreu provavelmente devido à presença do fitopatógeno *M. phaseolina* no solo, inclusive adaptado ao ambiente.

Para Almeida et al. (2003) não se pode ignorar a diversidade genética de populações nativas de *M. phaseolina* naturalmente encontrados em solos “virgens” que ao longo dos anos infectaram culturas comerciais, logo que esses solos foram utilizados para finalidade comercial. Portanto, é possível supor que o solo não esterilizado, utilizado no presente trabalho, apresentava *M. phaseolina* apta a infectar o hospedeiro, dessa forma, com a infestação artificial ocorreu o aumento do potencial de inóculo no referido solo.

4. CONCLUSÕES

- O tratamento solo coberto com Milheto foi o que apresentou maior redução na sobrevivência do fungo *M. phaseolina*;
- Os tratamentos solo coberto com filme de polietileno e solo sem cobertura apresentaram maiores médias de sobrevivência de *Macrophomina phaseolina*;
- Maior sobrevivência de *M. phaseolina* foi observada no solo não esterilizado em relação ao esterilizado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA AMR, ABDELNOOR RV, ARIAS CAA, CARVALHO VP, FILHO DSJ, MARIN SRR, BENATO LC, PINTO MC, CARVALHO CGP, 2003. Genotypic diversity among Brazilian isolates of *Macrophomina phaseolina* revealed by RAPD. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 279–85.

ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F.M.P.; SANTOS, A.A. Doenças do feijão caupi. In: CARDOSO, M.J. (Org.). **A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p.120-145.

BALOTA, E. L. et al. Interações e efeitos fisiológicos de bactéria diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares na mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 30, n. 11, p. 1335-1345. 1995.

BASSETO, M. A.; BUENO, C. J.; CHAGAS, H. A.; ROSA, D. D.; PADOVANI, C. R.; FURTADO, E. L. Efeitos da simulação da solarização do solo com materiais vegetais sobre o Crescimento micelial de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu-SP, v.37, n.3, p.116-120, 2011.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Solos Supressivos. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (Eds.). **Ecologia manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE - Imprensa Universitária, 2005. p. 125-152.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; MARIANO, R. M. L.; MICHEREFF, S. J.; MATTOS, L. P. V.; ALVARADO, I. C. M.; PINTO, Z. P. Supressividade a fitopatógenos habitantes do solo. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Eds.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio-Ambiente, 2009. p. 183- 205.

BEZERRA, A. A. C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, p. 85-93, 2008.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: 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, v. 2, cap. 37, p. 333.

BRAZ, A. J. B. P. **Fitomassa e decomposição de espécies de cobertura do solo e seus efeitos na resposata do feijoeiro e do trigo ao nitogênio**. 2003. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

CASSIOLATO, A. M. R. Ecologia de fungos fitopatogênicos formadores de esclerócios. In: MELO , I. S. de; AZEVEDO, J. L. de (Eds.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa, 1998. p. 139-165.

COELHO, M. E. H.; FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J. L. X. L.; SILVA, K. S.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, J. B. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 369-378, 2013a.

COELHO, M. E. H. ; FREITAS, F. C. L. ; CUNHA, J. L. X. L. ; MEDEIROS, J. F. ; SILVA, M.G.O. Production and efficiency of water usage in capsicum crops under no-tillage and conventional planting systems. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 44, p. 741-749, 2013b.

COSTA, J. L. da S.; RAVA, C. A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavourapeçuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 523-533

CUNHA, Jorge Luiz Xavier Lins. **Sistemas de plantio no manejo de plantas daninhas e na comunidade microbiana do solo na cultura do pimentão**. 2012. 106f. Tese (Doutorado Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

FARR, D. F. et al. **Fungus-host distribution database**. 2010. Disponível em: <<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/fungushost/fungushost.cfm>>. Acesso em: 02 jun. 2013.

FREIRE FILHO, F. R. (Ed.). **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

HASNA, M. K et al.. 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.

KIMATI, HIROSHI...(et al.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 4ª ed. Vol. 2. São Paulo: Agronomica Ceres, 2005.

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**, Botucatu-SP, v. 19, n. 2, p. 107-112, 1993.

MIHAIL, J. D.; YOUNG, D. J.; ALCORN, S. M. *Macrophomina*: A plant pathogen of concern in arid lands. In: INTERNATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT CONFERENCE, 1985, Tucson, Arizona. **Proceedings**...Tucson: 1988. p. 1305-1310.

NAPOLEÃO, R.; CAFE-FILHO, A.C.; NASSER, L.C.B.; LOPES, C.A.; SILVA, H.R. Intensidade do mofo-branco do feijoeiro em plantio convencional e direto sob diferentes lâminas d'água. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras-MG, v.30, p.374-379, 2005.

O'SULLIVAN, D. J.; O'GARA, F. Traits of fluorescent *Pseudomonas* spp. involved in suppression of plant root pathogens. **Microbiology and Molecular Microbiology Reviews**, Madison, v. 56, n. 4, p. 662-676, 1992.

PAULA, M. A.; SIQUEIRA, S. D. Stimulation of hyphal growth of the va mycorrhizal fungus *Gigaspora margarita* by suspension-cultured *Pueraria phaseoleoides* cells and cell products. **New Phytologist**, Cambridge, v. 115, n. 1, p. 69-75,1990.

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-GO, v. 40, n. 3, p. 354-361, 2010.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S. de; OLIVEIRA, P. S. R. de; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência Agrotécnica**, Lavras-MG, v.29, n.1, p.100-105, 2005.

ROCHA, M. de M. et al. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 44, n. 03, p. 270-275, 2009.

RODRIGUES, A.P.M.S. **Ocorrência de plantas daninhas como hospedeiras alternativas de fitopatógenos radiculares e avaliação da patogenicidade sobre as culturas do melão e da melancia**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró, 2013.

SINGH, B. B. et al. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C. A. et al. (Eds.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002. p. 22-40.

TEÓFILO, TM da S. *et al.* . Eficiência não OSU da Água e Interferência de Plantas daninhas não meloeiro cultivado nn Sistemas de Plantio Direto e convencional. **Planta daninha**, v 30, n.3, p.547-556, 2012.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 32, p. 1609-1618, 2008.

CAPÍTULO II

EFEITO DE COBERTURAS DO SOLO SOBRE A PODRIDÃO CINZENTA DO CAULE EM FEIJÃO-CAUPI

RESUMO

Com o objetivo de avaliar efeito de coberturas do solo sobre a incidência e severidade da podridão cinzenta do caule no feijão-caupi, foram conduzidos dois ensaios em esquema fatorial 5 x 2 x 2, com cinco coberturas de solo (*Brachiaria brizantha*, *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria spectabilis*, solo coberto com filme de polietileno e solo sem cobertura), duas formas de utilização do solo (esterilizado e não esterilizado) e duas condições de infestação do (solo infestado com *M. phaseolina* e não infestado). No primeiro experimento, as plantas de cobertura foram cultivadas nos vasos e dessecadas com herbicida, para posterior plantio do feijão-caupi e o segundo se consistiu do novo plantio da cultura em sucessão ao primeiro cultivo. A avaliação da incidência da doença foi realizada no final do ciclo da cultura, contando-se o número de plantas que apresentaram sintomas da podridão cinzenta do caule em relação ao total e para a avaliação da severidade utilizou-se uma escala de notas. As plantas com sintomas da podridão cinzenta do caule foram levadas ao laboratório para isolamento dos patógenos e confirmação da doença. Realizou-se também a determinação da massa seca do feijão-caupi após secagem em estufa com circulação forçada de ar e o monitoramento da variação da temperatura do solo ao longo do dia por meio de sensores com os dados armazenados em dataloggers Campbell CR 1000. Os tratamentos com cobertura morta (*P. glaucum*, *B. brizantha*, *C. spectabilis*) reduziram o aquecimento e a amplitude térmica em relação ao solo sem cobertura, enquanto que o filme de polietileno proporcionou incremento nos respectivos índices. Dentre as plantas de cobertura, o *P. glaucum* proporcionou menores índices de incidência e severidade da podridão cinzenta do caule, bem como a maior produção de massa de matéria seca de feijão-caupi no primeiro cultivo. O solo não esterilizado e infestado com *M. phaseolina* proporcionou maiores índices de incidência e severidade da doença. Em solo não esterilizado, a *B. brizantha* foi a cobertura vegetal que proporcionou a maior incidência da doença. A massa de matéria seca das plantas de feijão-caupi foi maior em solo não esterilizado e quando utilizou-se o *P. glaucum* como cobertura. O tratamento filme de polietileno não apresentou diferença das demais coberturas vegetais na massa de matéria seca quando o solo foi infestado.

Palavras-chave: *Macrophomina phaseolina*. Cobertura morta. Incidência. Severidade. *Vigna unguiculata*.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of soil covers on the incidence and severity of botrytis stem in cowpea, two tests were conducted in a factorial 5 x 2 x 2 with five cover soil (Brachiaria Brizantha; Pennisetum glaucum; Crotalaria spectabilis; covered with polyethylene film and bare soil), two ways of using the soil (sterilized and unsterilized) and two infestation conditions (soil infested with *Macrophomina phaseolina* and not infested). In the first experiment, the cover crops were grown in pots and desiccated with herbicide, for later planting cowpea and the second one consisted of the new sugarcane planting in succession to the first crop. The evaluation of the incidence of the disease was performed at the end of the cowpea cycle, counting the number of plants showing symptoms of botrytis stem relative to the total and the evaluation the severity it was used a scale of notes. Plants with symptoms of botrytis stem were taken to the laboratory for isolation of pathogens and disease confirmation. It was also conducted to determine the dry mass of the cowpea after drying in a stove with forced air circulation and monitoring the variation of the soil temperature throughout the day by means of sensors with data stored in data loggers Campbell CR 1000. The treatments with straw mulch (*B. brizantha*, *P. glaucum* and *C. spectabilis*) reduced heating and thermal amplitude relative to bare soil, while the polyethylene film provided an increase in the respective rates. Among the cover crops, *P. glaucum* provided lower rates of incidence and severity of botrytis stem and the greater production of dry matter of cowpea in the first crop. The non-sterilized and infested soil with *M. phaseolina* provided higher incidence and severity of disease. In non-sterile soil, among the cover crops, the *B. brizantha* was the treatment with the highest incidence of the disease. The mass of dry matter yield of cowpea was higher in non-sterile soil and when it was used *P. glaucum* as cover. Treatment polyethylene film was not different from other cover crops in the production of dry matter when the soil was infested.

Keywords: *Macrophomina phaseolina*. Straw mulch. Incidence. Severity. *Vigna unguiculata*.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma planta herbácea, autógama, anual, sendo um importante alimento e componente essencial dos sistemas de produção nas regiões secas dos trópicos (SINGH et al., 2002). Possui grande importância alimentícia e social, sendo um gerador de emprego e renda (FROTA et al., 2008). No Brasil, historicamente, a produção de feijão-caupi concentra-se nas regiões Nordeste e Norte, onde é cultivado principalmente por pequenos produtores (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2009). Segundo levantamento da Embrapa Arroz e Feijão (2012) estima-se que no ano de 2011 a área destinada à cultura no Brasil foi de 1.687.304 hectares, cultivados nas regiões Nordeste (1.507.017 ha), Norte (56.804 ha) e Centro-Oeste (123.483 ha), com produtividade de 412 kg ha⁻¹, 756 kg ha⁻¹ e 963 kg ha⁻¹, respectivamente.

Apesar de ser considerada uma cultura rústica é acometida por diversas doenças, dentre elas, destaca-se a podridão cinzenta do caule ou cancro da haste causada pelo fungo *M. phaseolina*, cuja associação com o feijão-caupi foi relatada em vários estados brasileiros (SOBRINHO et al., 2004). Este patógeno pode sobreviver de um ano para o outro em restos de culturas e hospedeiros alternativos, devido a sua capacidade saprofítica e formação de microescleródios, que podem permanecer por longo tempo no solo (ALMEIDA et al. 2005; KIMATI, 2005).

Sabe-se que sistemas de cultivo, como o plantio direto, ou sistema conservacionista, que consiste no preparo do solo apenas na linha de plantio, mantendo o solo coberto com material vegetal (palhada) são conhecidos por afetar patógenos habitantes do solo (ABAWI; WIDMER, 2000). Trabalho realizado por Napoleão et al. (2005) mostraram que houve redução de alguns fungos fitopatogênicos em áreas cultivadas no sistema de plantio direto em comparação com o cultivo convencional.

A cobertura do solo com material de origem vegetal no sistema de plantio direto constitui-se em uma barreira física, evitando a incidência direta da radiação solar, diminuindo a transferência de energia e vapor de água para a atmosfera e reduzindo a magnitude das oscilações diárias da temperatura do solo, principalmente próximo à superfície (GASPARIM et al., 2005; COELHO et al., 2013a) e reduzindo também a perda de água na forma de vapor e, conseqüentemente, mantendo-o com maior nível de umidade em relação ao solo descoberto (COELHO et al., 2013b). As condições relatadas nesses trabalhos, com menor aquecimento e maior conservação de água no solo, são desfavoráveis ao patógeno causador da podridão cinzenta do caule, que é favorecido por condições de solo seco e temperatura elevada.

No sistema Plantio Direto (SPD) é importante à utilização de plantas de cobertura com alta capacidade de produção de massa seca para manter o solo coberto durante todos os períodos de desenvolvimento da cultura (CERETTA et al., 2002). Dentre as espécies empregadas merecem destaque as gramíneas, devido à facilidade de cultivo, potencial de produção de massa seca, facilidade de dessecação e, principalmente, ao maior teor de lignina, que retarda a taxa de decomposição.

Dentre as gramíneas, destacam-se as espécies do gênero *Brachiaria* e o milheto (*Penisetum glaucum*). Silva Hirata et al. (2009) avaliando diversas espécies de cobertura, verificaram que o milheto a espécie que proporcionou maior cobertura do solo até a colheita do tomate; todavia, a taxa de decomposição da palha foi maior que a das *Brachiaria decumbens* e *B. ruziziensis*. Segundo Davet (2004) adubos verdes com alta relação C/N tendem a inibir a germinação de fungos habitantes do solo, pelo fato de imobilizarem o nitrogênio mineral, indisponibilizando para o patógeno.

Embora em menor escala que as gramíneas, devido à baixa relação C/N que proporciona rápida decomposição e menor tempo de cobertura do solo, as leguminosas também são empregadas na formação de palhada, seja consorciadas com gramíneas ou isoladamente. Segundo Kennedy e Papendick (1995), a inclusão de leguminosas é uma

das principais estratégias para o manejo de doenças causadas por patógenos veiculados pelo solo.

Outra forma de cobertura do solo empregada em culturas sensíveis ao fungo *M. phaseolina* como o melão e melancia é o filme de polietileno, que segundo promovem aquecimento do solo (RESENDE et al., 2005, COELHO et al., 2013a), podendo potencializar a ocorrência da doença. CUNHA (2012) relatou que a cobertura do solo com filme de polietileno propiciou aumento de danos provocados pelo fungo *M. phaseolina* em plantas de pimentão em relação ao solo com cobertura morta com palhada de *Brachiaria brizantha* em cultivo no sistema de plantio direto.

Diante do exposto objetivou-se avaliar as coberturas do solo sobre a incidência e severidade da podridão cinzenta do caule em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS:

Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró-RN (5° 11' 17" Sul, 37° 20' 39" Oeste) sendo o primeiro de março a maio de 2013 e o segundo de junho a agosto de 2013. As análises foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, do setor de Fitossanidade do DCV da UFERSA.

2.2 EXPERIMENTO I

2.2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 5 x 2 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco tipos de cobertura do solo: [Braquiária (*Brachiaria brizantha*); Milheto (*Pennisetum glaucum*); Crotalária (*Crotalaria spectabilis*); solo coberto com filme de polietileno e solo sem cobertura]; duas formas de utilização do solo (esterilizado e não esterilizado), e duas formas de infestação (solo infestado com *Macrophomina phaseolina* e não infestado), com quatro repetições.

Cada unidade experimental foi constituída por vasos com 18 l de solo coletado em área nativa da Caatinga, no município de Mossoró-RN, composta, principalmente por plantas de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth), mulungú (*Erythrina mulungu* Marth) e sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). Após a coleta o solo foi passado em peneira de 4,0 mm, sendo para os tratamentos com esterilização, o mesmo foi umedecido até atingir cerca de 70% da capacidade de campo

para posterior autoclavagem, que foi realizada duas vezes, em intervalos de 24 horas, durante uma hora à temperatura de 120°C.

2.2.2 ADUBAÇÃO DO SOLO

Antes de ser colocado nos vasos, incorporou-se aos solos, com e sem esterilização, 2,0 kg m⁻³ da formulação N-P-K – 04-14-08 e 3,0 kg m⁻³ de superfosfato simples e no cultivo do feijão-caupi foram realizadas duas adubações com 5,0 g vaso⁻¹ da formulação N-P-K – 10-14-10, aos 10 e 25 dias após o plantio.

2.2.3 COBERTURAS

A semeadura das plantas destinadas à formação das coberturas vegetais foi realizada em épocas diferentes, tendo em vista a diferença de ciclo entre as espécies. Primeiro semou-se, em vasos, a braquiária e vinte dias após, o milheto e a crotalária. Por ocasião da floração da crotalária e do milheto, 50 dias após a semeadura destas e 70 dias após o semeio da braquiária, as plantas foram dessecadas com o glyphosate (1.020 g ha⁻¹), com pulverizador costal manual calibrado para aplicar volume de calda de 100 L ha⁻¹.

Os tratamentos com solo sem cobertura e com solo coberto com filme de polietileno foram mantidos sem vegetação durante o período de crescimento das plantas de cobertura, sendo que o filme de polietileno (lona de plástico preto) foi colocado sobre a superfície dos vasos, antes da semeadura do feijão-caupi. Para permitir o semeio e a emergência das plântulas e a irrigação, foram efetuados três orifícios com diâmetro de 3,0 cm no filme, em cada vaso.

Aos 15 dias após a dessecação, quando as plantas de cobertura se encontravam secas, as mesmas foram cortadas rente ao solo, levadas à estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C até obtenção de massa constante e pesada, para

determinação da massa seca da palhada e recolocadas sobre os respectivos vasos para formação da palhada.

2.2.4 PLANTIO DO FEIJÃO-CAUPI

A semeadura do feijão-caupi, cultivar BRS Guariba, foi realizada colocando-se seis sementes por vaso a 3,0 cm de profundidade, efetuando-se após a emergência, o desbaste, mantendo-se três plantas por vaso.

2.2.5 PRODUÇÃO DO INÓCULO

O inóculo foi produzido a partir do isolado de *Macrophomina phaseolina* proveniente da micoteca do laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, cujo isolamento foi obtido a partir de planta doente de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), com sintomas típicos de podridão seca. O patógeno foi cultivado em meio BDA (batata-dextrose-ágar) + tetraciclina (0,05g/L) e, posteriormente, repicado para substrato areno-orgânico, composto de três partes de esterco curtido, uma parte de areia lavada e 2% de aveia (v/p), onde foram adicionados 20 ml de água destilada para cada 100 ml de substrato (LEFÈVRE; SOUZA, 1993).

Os frascos contendo o substrato com o patógeno (Figura 1A) foram mantidos no escuro, por quinze dias, em estufa tipo BOD a 32°C sendo periodicamente agitados com o objetivo de homogeneizar a infestação. Antes da infestação do solo foi realizado o plaqueamento do inóculo (substrato infestado com as estruturas do fungo) para testar a sua viabilidade, conforme ilustrado na Figura 1B. Após esse período, o solo das parcelas pré-determinadas foi infestado com *M. phaseolina*, antes do plantio das coberturas, nos primeiros 10 cm de profundidade, em vasos de 18 litros (Figura 1 C).

2.2.6 MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DO SOLO

Para cada tratamento foram instalados sensores tipo termopares de *cobre-constantan*, a 5 cm de profundidade, para monitorar a temperatura do solo. Os dados foram coletados a cada 10 minutos e armazenados em *dataloggers* Campbell CR 1000. A partir dos registros obtidos, avaliou-se, para cada intervalo de uma semana durante o período de 03 a 10 semanas, a média das temperaturas máxima e mínima diárias.

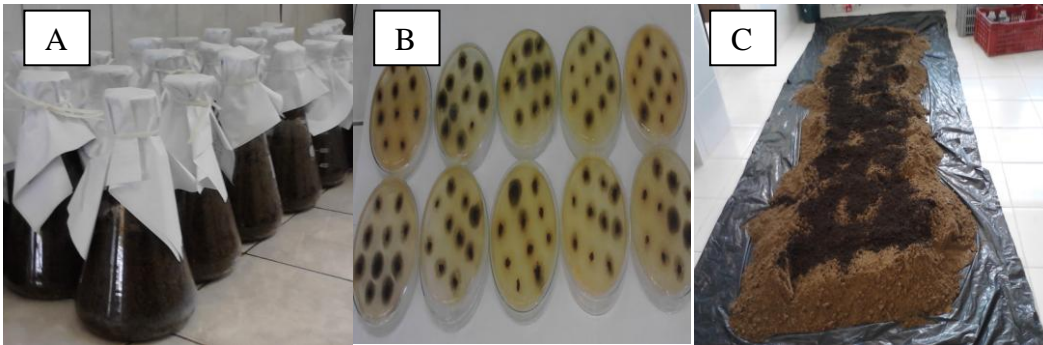


Figura 1. Frascos contendo substrato areno-orgânico infestado com estruturas de *Macrophomina phaseolina* (A); Teste de viabilidade do inóculo (B) e Infestação do solo com o patógeno (C) Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

2.2.7 AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA E SEVERIDADE

Ao final do ciclo da cultura todas as plantas foram levadas ao laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do DCV da UFERSA, as quais foram lavadas em água corrente e logo após, avaliadas quanto à presença dos sintomas da doença. A incidência da doença foi realizada contando-se o número de plantas que apresentaram sintomas da podridão cinzenta do caule em relação ao total. Para a avaliação da severidade utilizou-se a escala de notas de 1-9, descrita por Abawi e Pastor-Corrales (1990) onde: 1- sem sintomas; 3- lesões limitadas às folhas cotiledonares; 5- lesões progredindo das folhas

cotiledonares a 2 cm do caule; 7- lesões extensivas, presença de clorose e necrose nas folhas e caule; 9- presença de picnídios no caule e morte das plantas.

Das plantas que apresentaram sintomas foram retirados fragmentos da área limítrofe, estes foram desinfestados com álcool 70%, hipoclorito de sódio 0,5% por 20 segundos e água destilada esterilizada. Posteriormente, 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 acondicionadas em estufa incubadora tipo B.O.D a 28 ± 2 °C por sete dias, com fotoperíodo de 12 horas. Após este período, os patógenos foram identificados por meio de microscópio óptico e confirmado a presença de *M. phaseolina* nas plantas sintomáticas.



Figura 2. Análise das plantas sintomáticas (A) Planta de feijão-caupi com sintomas de podridão cinzenta do caule (B) Placa de Petri contendo colônias de *M. phaseolina* que desenvolveram dos fragmentos retirados de planta sintomática (C). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Após a retirada dos fragmentos para a realização do isolamento do patógeno, as plantas com e sem sintomas foram acondicionadas em sacos de papel e, encaminhadas à estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 65 °C. Após a obtenção de peso constante, foram pesadas para obtenção da massa seca.

Os dados da incidência e severidade da podridão radicular foram analisados pela análise de variância não paramétrica para o modelo com dois fatores (SHAH; MADDEN, 2004). O esquema de dois fatores foi analisado pelo procedimento não

paramétrico pelo fato dos resíduos não possuírem distribuição gaussiana (normal) e os grupos serem heterocedásticos (variâncias desiguais). O caráter de crescimento (massa da matéria seca) foi submetido à análise pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi utilizado o Sistema de Análise Estatística SAS (*Statiscal Analisys System*).

2.3 EXPERIMENTO II

Aos 20 dias após a colheita do primeiro ciclo do feijão-caupi, procedeu-se a nova pesagem das coberturas (Tabela 1) e realizou-se novo semeio da cultura nos mesmos vasos com as respectivas coberturas da fase anterior, verificando-se a persistência do patógeno e o efeito residual das coberturas sobre a podridão cinzenta do caule, durante dois ciclos da cultura. A condução da cultura, a obtenção da matéria seca e as avaliações de incidência e severidade da doença também seguiram os mesmos procedimentos do primeiro cultivo.

Os dados da incidência e severidade da podridão radicular foram analisados pela análise de variância não paramétrica para o modelo com dois fatores (SHAH; MADDEN, 2004). O esquema de dois fatores foi analisado pelo procedimento não paramétrico pelo fato dos resíduos não possuírem distribuição gaussiana (normal) e os grupos serem heterocedásticos (variâncias desiguais). O caráter de crescimento (massa da matéria seca) foi submetido à análise pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi utilizado o Sistema de Análise Estatística SAS (*Statiscal Analisys System*).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COBERTURAS DO SOLO

Não se verificou variação na produção de massa seca para as variáveis esterilização e infestação do solo, todavia, houve diferença entre a massa seca de palhada produzida pelas espécies de cobertura do solo, na seguinte ordem decrescente: milheto, braquiária e crotalária (Tabela 1). Silva Hirata et al. (2009) também verificaram maior produção de biomassa de milheto para formação de palhada em relação à espécies do gênero *Brachiaria*. Segundo Suzuki; Alves (2006) e Machado et al. (2010) o milheto apresenta rápido desenvolvimento inicial, ciclo de desenvolvimento curto, com um ponto de máxima produção de massa vegetal, o qual declina em função do processo de senescência das folhas, conduzindo para o final do ciclo.

Desta forma, o milheto poderia ser indicado para situações onde se deseja uma rápida produção de massa seca, com curto período entre o semeio e a dessecação antecedendo o cultivo da safra, para regiões que apresentam condições favoráveis a esta técnica, enquanto que a *Braquiária brizantha*, é uma espécie perene, de crescimento inicial lento, mais adequada para cultivo em consorciação com culturas anuais como milho, no sistema integração lavoura-pecuária (FREITAS et al, 2008), crescendo livremente após a colheita da cultura principal, durante a entressafra para formar palhada para o cultivo seguinte, ou para semeio após a colheita da cultura para formação de palhada para o cultivo seguinte em regiões com maior período de disponibilidade hídrica.

Tabela 1. Massa da matéria seca de palhada (gramas vaso⁻¹) por ocasião do plantio do feijão-caupi no primeiro e no segundo cultivo, para as diferentes plantas de cobertura em solos com e sem esterilização e infestados e não infestados com *Macrophomina phaseolina*. Mossoró-RN, UFRS, 2014.

Coberturas do solo	Solo infestado	Solo não infestado	Solo Infestado	Solo não infestado
	Primeiro cultivo		Segundo cultivo	
	Solo esterilizado			
Braquiária	154,00 b	156,50 b	26,975 b	29,55 b
Crotalária	19,25 c	8,75 c	2,0375 c	4,1925 c
Milheto	357,75 a	176,75 a	53,5 a	39,975 a
Filme de polietileno	-	-	-	-
Sem cobertura	-	-	-	-
	Solo não esterilizado			
Braquiária	125,5 b	108,5 b	27,825 b	38,575 b
Crotalária	92,75 c	50,25 c	25,975 b	10,575 c
Milheto	280,25 a	268,25 a	43,61 a	40,60 a
Filme de polietileno	-	-	-	-
Sem cobertura	-	-	-	-
CV(%)	31,4		37,23	

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Além da maior produção de massa seca por ocasião da dessecação, que corresponde ao primeiro plantio do feijão-caupi, as gramíneas milheto e braquiária, apresentaram também maior quantidade de palhada por ocasião do segundo cultivo (Tabela 1), que se deve ao maior volume produzido e principalmente à menor perda por decomposição durante o primeiro cultivo em relação à crotalária que é uma leguminosa com altos teores de N na matéria vegetal e produzem, em geral, palhadas de baixa relação C/N, cuja decomposição é relativamente rápida, com expressiva disponibilização de N para as lavouras subsequentes (ALVARENGA et al., 2001).

A cobertura do solo com a palhada reduziu o aquecimento do solo devido à proteção contra incidência dos raios solares, bem como a perda de calor durante a noite (Figura 3A), reduzindo assim a amplitude térmica nestes tratamentos em relação ao solo mantido sem cobertura, podendo se observar na Figura 3 B, que essa redução foi de 3,4, 2,9 e 1,8 °C para os tratamentos com milheto, braquiária e crotalária,

respectivamente, em relação ao solo sem cobertura. Por outro lado, a cobertura do solo com filme de polietileno proporcionou maior aquecimento do solo, mantendo-o em temperatura elevada durante maior período de tempo (Figura 3A), proporcionando também, maior amplitude térmica (Figura 3B) em relação ao solo sem cobertura e, principalmente, ao solo coberto com material vegetal.

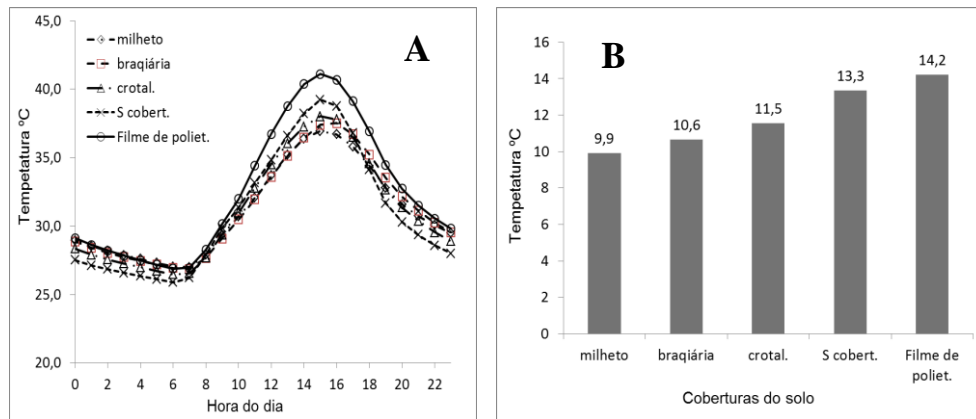


Figura 3. Temperatura média do solo ao longo do dia (A) e amplitude térmica do solo (B) para as diferentes coberturas no período de 14 a 60 dias após o plantio do feijão-caupi, no primeiro cultivo. Mossoró/RN, 2014.

Maior temperatura do solo coberto com filme de polietileno, em relação à cobertura do solo com material de origem vegetal, foi constatada também por Ibarra-Jiménez et al. (2008) e Coelho et al. (2013a), sendo que estes últimos autores verificaram que o solo coberto com filme de polietileno e sem cobertura apresentaram elevação na temperatura máxima diária do solo em 6,7 e 5,0 °C, respectivamente, em relação ao solo coberto com palhada de braquiária no sistema de plantio direto. Neste mesmo trabalho, a amplitude térmica no solo coberto com filme de polietileno e com palhada de braquiária foi de 11,0 e 6,0 °C, respectivamente. Segundo Trevisan et al. (2002), o sombreamento ocasionado pela palhada reduz a incidência de radiação e absorção de energia para evaporação devido à formação de uma massa de ar, que, por possuir menor condutividade térmica, retarda o aquecimento do solo.

3.2 INCIDÊNCIA E SEVERIDADE

Para as variáveis incidência e severidade da podridão cinzenta do caule, houve interação significativa entre os fatores cobertura, infestação e esterilização do solo. Diante disso, os dados foram analisados em três condições, na primeira, fixaram-se as coberturas, na segunda a infestação e, por último, a esterilização. Quando se avaliou a incidência e a severidade da doença com o solo coberto com palhada de braquiária não se verificou efeito da infestação do solo, demonstrando assim o possível efeito desse material vegetal sobre a infecção do patógeno, para os dois cultivos do feijão-caupi (Tabela 2).

De acordo com Costa; Rava (2003), a rotação com *Brachiaria* sp. em plantio direto tem sido uma alternativa viável para o controle de patógenos que sobrevivem no solo. Esses pesquisadores verificaram que o extrato aquoso de *Braquiaria* sp. reduziu o crescimento micelial em torno de 64% na dose de 1%, sendo esse efeito atribuído à concentração de saponinas, que são glicosídeos de esteroides ou de terpenos policíclicos (SCHENKEL et al., 2001), que determinam uma resistência pré-formada para ataque fúngicos (OSBOURN, 1996) e que agem rompendo membranas celulares, liberando cianeto de hidrogênio de glicosídeos cianogênicos para inibir a respiração celular e cardenolídeos que são específicos para inibir a ATPase Na^+/K^+ (WITTSTOCK; GERSHENZON, 2002).

Tabela 2. Incidência e severidade da podridão cinzenta do caule para os níveis dos fatores esterilização e infestação do solo dentro de cada cobertura, para os experimentos 1 e 2. Mossoró-RN, 2014.

Cobertura do solo	Braquiária	Crotalária	Milheto	Filme de polietileno	Sem cobertura	
Incidência da doença¹						
Infestação do solo						
Exp. 1	Infest.	5,12(45,9) a	6,25(37,5) a	5,0(16,5) a	6,0(29,1) a	5,25(46,0) a
	N/infest.	3,87(8,4) a	2,75(25,1) b	4,0(8,3) a	3,0(0,0) b	3,75(4,1) a
	Esterilização do solo					
	Ester.	3,0(0,0) b	4,12(29,1) a	5,0(12,4) a	5,13(16,6) a	3,0(20,9) a
	N/Ester.	6,0(54,3) a	4,87(33,4) a	4,0(12,4) a	3,88(12,5) a	6,0(29,3) a
Infestação do solo						
Exp. 2	Infest.	5,25(66,6) a	4,75(54,0) a	5,25(37,5) a	4,62(29,1) a	5,25(62,4) a
	N/infest.	3,75(37,5) a	4,25(33,3) a	3,75(37,5) a	4,37(12,4) a	3,75(8,3) a
	Esterilização do solo					
	Ester.	5,75(54,1) a	6,0(33,3) a	4,0(25,0) a	3,87(12,5) a	3,25(29,1) a
	N/ ester.	3,25(50,0) a	3,0(24,9) a	5,0(50,0) a	5,12(29,0) a	5,75(41,6) a
Severidade da doença²						
Cobertura do solo	Braquiária	Crotalária	Milheto	Filme de polietileno	Sem cobertura	
Infestação do solo						
Exp. 1	Infestado	4,25(1,8) a	4,75(3,3) a	4,25(1,3) a	6,0(2,3) a	5,25(2,6) a
	N/infest.	4,75(2,3) a	4,25(2,8) a	4,75(1,7) a	3,0(1,0) b	3,75(1,2) a
	Esterilização do solo					
	Ester.	3,0(1,0) b	4,12(2,2) a	4,88(1,5) a	4,25(1,5) a	3,75(1,8) a
	N/ester.	6,0(2,5) a	4,87(4,7) a	4,13(1,5) a	4,75(1,8) a	5,75(2,0) a
Infestação do solo						
Exp. 2	Infestado	5,63(4,4) a	6,0(3,9) a	3,75(3,5) a	5,13(2,9) a	5,75(5,2) a
	N/infes.	3,38(3,5) a	3,0(3,6) a	5,25(3,9) a	3,88(1,8) a	3,25(1,7) a
	Esterilização do solo					
	Ester.	5,0(4,1) a	4,88(3,0) a	3,75(2,6) a	3,0(1,9) b	3,5(3,3) a
	N/ ester.	4,0(3,8) a	4,13(2,3) a	5,25(4,8) a	6,0(2,8) a	5,5(3,6) a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

^{1/} Valores referentes à incidência são “rank” médios obtidos por análise não paramétrica fatorial (SHAH; MADDEN, 2004), com valores reais em porcentagem apresentados entre parêntese.

^{2/} Valores referentes à severidade são “rank” médios obtidos por análise não paramétrica fatorial (SHAH; MADDEN, 2004), com valores reais apresentados entre parênteses, em notas com escala de 1 a 9, descrita por Abawi e Pastor-Corrales (1990) onde: 1- sem sintomas; 3- lesões limitadas às folhas cotiledonares; 5-

lesões progredindo das folhas cotiledonares a 2 cm do caule; 7- lesões extensivas, presença de clorose e necrose nas folhas e caule; 9- presença de picnídios no caule e morte das plantas.

Costa; Silveira (1997) relatam que propágulos de *Fusarium solani* foram reduzidos após *B. brizantha* na cultura do feijão e que a incidência de *Rhizoctonia solani* foi menor em áreas onde se cultivava o feijoeiro após *B. ruziziensis*, *B. brizantha* e soja. A introdução de braquiárias nos sistemas de cultivo do feijoeiro, também, apresentou resultados promissores na redução de inóculo de *Fusarium solani* no solo, com redução de 60% de incidência da doença. Resultados indicaram supressão à *Rhizoctonia solani*, bem como, no controle de Mofo Branco no feijoeiro (COSTA, 2002). Cogitou-se que a palhada serviria de barreira física que impediria a germinação dos escleródios, pela falta de luz (COSTA; COSTA, 2004). Brandão et al. (2008) verificaram que em áreas com um, dois e três anos de cultivo com *B. brizantha* germinaram, respectivamente, 96, 66,3 e 22,7% de escleródios.

No presente trabalho foi obtido, ainda, para o tratamento com cobertura de braquiária e primeiro cultivo (experimento 1), maiores médias em solo não esterilizado, tanto para a incidência quanto para severidade, provavelmente devido a este solo já apresentar o patógeno *M. phaseolina*, uma vez que, foi observado através de isolamentos, a ocorrência deste e outros fitopatógenos radiculares nas plantas sintomáticas contidas no solo não esterilizado, como *Fusarium* sp. e *Rhizoctonia solani*, apesar de se tratar de um solo proveniente de uma área nativa, onde espera-se encontrar um ambiente teoricamente em equilíbrio, com maiores quantidades e diversidade de microorganismos antagonísticos, utilizando-se de diferentes formas de antagonismo (Tabela 2).

Para Almeida et al., (2003), não se deve ignorar a diversidade genética de populações de *M. phaseolina*, naturalmente encontrados em solos "virgens", que ao longo dos anos infectaram culturas comerciais, logo que esses solos foram utilizados para finalidade comercial. Da mesma forma, estudos feitos por Almeida et al (2001) na Embrapa Soja mostraram que *M. phaseolina* é naturalmente encontrado em solos da

mata nativa e segundo os autores do referido estudo, nesses solos a concentração encontrada foi de 0,42 microescleródios/g de solo seco.

Para a cobertura do solo com palhada de milho não se verificou efeito significativo para a incidência e severidade da doença, nos dois experimentos (Tabela 2), demonstrando que essa cobertura não permitiu que o patógeno se expressasse mesmo na condição de maior quantidade do inóculo, que pode ter relação com o menor aquecimento e maior estabilidade da temperatura do solo (Figuras 3A e 3B), da manutenção da umidade, devido à barreira física imposta pela palhada, que reduz taxa de evaporação de água do solo e também, devido possivelmente à liberação de compostos tóxicos a patógenos e estímulo aos antagonistas. Pereira Neto e Blum (2010) também obtiveram resultado semelhante quando utilizaram palha de milho ao solo, para a redução da podridão do colo do feijoeiro, causado pelo patógeno *Sclerotium rolfsii*, também considerado um patógeno habitante do solo de difícil controle.

Esses pesquisadores observaram tendência significativa de redução da doença e justificaram que pode ter sido devido ao aumento da população estimada de *Pseudomonas* do grupo fluorescente. Estas bactérias produzem vários antibióticos, ácido cianídrico (HCN) e sideróforos, que podem estar envolvidos no biocontrole de patógenos (O'SULLIVAN; O'GARA, 1992). A cobertura proporcionada por milho (*Pennisetum glaucum*) também diminuiu a incidência de doenças como o mofo-branco, causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (CASSIOLATO, 1998). Machado (2012) observou que o milho estava entre os materiais que proporcionaram menor severidade da Rhizoctoniose em feijoeiro, após a incorporação de *Crotalaria juncea* ao solo.

Para o tratamento com cobertura crotalaria, observou-se maior incidência da podridão cinzenta do caule, quando se procedeu à infestação, sobretudo no primeiro cultivo do feijão-caupi, apesar de não ter sido verificada diferença estatística no segundo experimento semelhante a severidade da doença. Já o fator esterilização do

solo, não influenciou as variáveis estudadas, com o emprego dessa cobertura (Tabela 2), a qual proporcionou menor potencial de redução da doença, dentre os materiais orgânicos, que pode ter como causa a menor quantidade de palhada produzida associada à maior taxa de decomposição (Tabela 1), resultando em menor proteção do solo ao aquecimento (Figura 3A) e à perda de umidade, condições estas favoráveis à *M. phaseolina*. Esse resultado contraria os encontrados por Cruz (2013) quando trabalhou com a incorporação de crotalária no controle de *Fusarium* sp. No meloeiro, também patógeno habitante do solo que apresenta estrutura de resistência de difícil controle. Para esse pesquisador, a crotalária foi o material que proporcionou menor porcentagem de plantas com sintomas.

Para Lazarovits (2001) a decomposição de crotalária no solo pode liberar amônia e ácido nítrico que pode ocasionar um efeito tóxico a patógenos. No caso do fungo *M. phaseolina*, certamente, esses compostos liberados, ou a suposta baixa concentração, não causam toxicidade ao referido fitopatógeno, ou mesmo o material vegetal pode ser hospedeiro desse patógeno, como relatam Basu-Chaudhary e Pal (1982) sobre a ocorrência de infecção em sementes de crotalária por *M. phaseolina*, sob a forma de escleródios, picnídios ou de micélio. Segundo os mesmos autores, o referido fitopatógeno foi detectado em todas as partes da semente de crotalária estudadas e, as infectadas com escleródios ou picnídio não germinaram.

Após três anos de avaliação da incidência da fusariose no feijão, Stone et al., 2004 verificaram que o aumento da doença foi particularmente evidente após o cultivo da crotalária e guandu. 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 milho estava entre os materiais que proporcionaram menor severidade. Contrariamente, Oliveira (2008) utilizando a espécie *C. juncea*, antecedendo ao cultivo de feijão-caupi, observou redução na severidade da murcha-de-fusário, enquanto que, o feijão-de-porco, labe-labe, mucuna-preta e feijão-guandu demonstraram pouca

eficácia. Portanto, pode-se afirmar que a eficiência do adubo verde ao solo varia, também, com o patógeno a ser controlado.

No caso do tratamento utilizando filme de polietileno, a incidência e severidade da doença foram maiores quando o solo foi infestado com *M. phaseolina*, nos dois experimentos, apesar de não ter sido constatado diferenças significativas para o experimento 2. E a severidade foi maior em solo não esterilizado, apesar de não ter havido diferença significativa no primeiro experimento. (Tabela 2). A maior potencialização da incidência e severidade da doença foi observada com o solo infestado quando se utilizou a cobertura com filme de polietileno podendo ter relação com o maior aquecimento e amplitude térmica do solo (Figuras 3A e 3B).

É importante ressaltar que esse tipo de cobertura é amplamente utilizado na região semiárida do Nordeste brasileiro em cultivos de hortaliças como melão e melancia, associado ao sistema de irrigação por gotejamento, no entanto, a elevação da temperatura pode criar condições propícias à incidência de patógenos termotolerantes, como por exemplo, o fungo habitante do solo *M. phaseolina*, nessas culturas, as quais são suscetíveis. Cunha (2012) relatou que o solo coberto com filme de polietileno proporcionou maior incidência de plantas de pimentão com *M. phaseolina* em relação ao solo coberto com palhada de braquiária, o que se deve segundo o autor do trabalho, ao maior aquecimento do solo proporcionado pela cobertura com material sintético.

Quando não se utilizou cobertura, não foi constatada diferença estatística entre os fatores (solo esterilizado e não esterilizado; solo infestado e não infestado), tanto na incidência quanto na severidade da doença, nos dois experimentos realizados (Tabela 2). A cobertura vegetal, em muitos casos, tende a reduzir a população do patógeno, por vários fatores já enfatizados anteriormente. Porém, quando não se tem cobertura, mesmo que o solo apresente condições favoráveis para o desenvolvimento do patógeno, como altas temperaturas e déficit hídrico este pode não ser estimulado a ponto de se sobressair, é o que pode ter acontecido no presente trabalho. Houve

interação entre os fatores, esterilização e infestação do solo quando não se utilizou cobertura para a variável incidência da doença no experimento 1 (Tabela 3).

Tabela 3. Incidência da podridão cinzenta do caule em feijão-caupi, pela interação entre os fatores esterilização e infestação do solo, para o tratamento sem cobertura no experimento 1. Mossoró, 2014.

Infestação	Solo	
	Esterilizado	Não esterilizado
Infestado	3,0(25,0) aB	7,5(50,0) aA
Não infestado	4,5(33,3) aA	3,0(16,8) bA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Considerando o fator solo esterilizado, não houve diferença estatística entre solo infestado e não infestado. Porém, quando o solo não foi esterilizado, observou-se que a incidência da podridão cinzenta do caule foi maior quando se procedeu a infestação (Tabela 3). Provavelmente, isso ocorreu devido à presença de *M. phaseolina* no solo não esterilizado, que ao ser infestado também artificialmente, pode ter aumentado o potencial de inóculo já que nesse tratamento não foi utilizado nenhuma cobertura que pudesse induzir à supressividade do solo, pelo estímulo aos antagonistas de ocorrência natural, a competição com os antagonistas foi menor e o patógeno obteve maior facilidade para causar a doença. Além disso, obteve-se uma das maiores temperaturas do solo nesse tratamento (Figura 3) e, conseqüentemente, menor umidade do solo devido à falta de barreira física para reduzir a perda de água na forma de vapor, propiciando condições ótimas para o desenvolvimento desse patógeno, com temperaturas elevadas e solo com baixo nível de umidade (BUENO, 2004) favoreciam a maior incidência de fungo *M. phaseolina*.

Também foi constatada interação entre os fatores, esterilização e infestação do solo, quando se utilizou o milheto como cobertura para a incidência e severidade da doença no experimento 2 (Tabela 4). Observou-se que a incidência da podridão cinzenta do caule foi maior quando o solo não foi esterilizado e quando se procedeu a infestação (Tabela 4). É provável que os compostos oriundos da decomposição do

milheto, bem como, o estímulo aos antagonistas, tenham apresentado menor ação sobre o potencial de inóculo de *M. phaseolina* que havia naquela condição (solo infestado e não esterilizado). O milheto é um material promissor para controle de patógenos radiculares (CASSIOLATO, 1998) e, também apresentou efeito no presente trabalho, porém, é interessante ressaltar que o estímulo aos antagonistas ocorre de forma lenta e, quando se tem um alto potencial de inóculo de um determinado patógeno em uma determinada área, no caso *M. phaseolina*, o seu controle pode se apresentar de forma mais lenta.

Tabela 4. Incidência da podridão cinzenta do caule em feijão-caupi, pela interação entre os fatores esterilização e infestação do solo, para a cobertura milheto no experimento 2. Mossoró, 2014.

Infestação	Solo	
	Esterilizado	Não esterilizado
Infestado	5,0(16,5) aB	7,5(16,5) aA
Não infestado	3,0(8,3) aA	2,5(8,3) bA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Observou-se que a severidade da doença podridão cinzenta do caule foi maior quando o solo não foi esterilizado e quando não se procedeu a infestação (Tabela 5). Uma possível explicação para tal fato deve-se ao suposto potencial de inóculo de *M. phaseolina* que se encontrava no solo não esterilizado. Certamente, como relatado anteriormente, esse fitopatógeno estava adaptado ao ambiente e quando encontrou o hospedeiro, seus mecanismos de ataque foram ativados mais rapidamente. Em contrapartida, esperava-se que a severidade da doença fosse maior quando se infestou o solo, ocorrendo um somatório de inóculo de *M. phaseolina*, o que se encontrava no solo e o que foi introduzido. Porém, pode ser ressaltada a suposição de que o patógeno produzido artificialmente precisa de um tempo para se adaptar ao ambiente ao qual foi introduzido e, jamais, conseguirá ser tão hábil quanto àquele que já se encontra no seu habitat natural. Dessa forma, se estabelece no solo de forma fraca, causa doença, mas, a sua severidade é reduzida. Além disso, ainda tem que enfrentar a competição com

outros microrganismos que se encontravam no solo e foram estimulados pela cobertura vegetal.

Tabela 5. Severidade da podridão cinzenta do caule em feijão-caupi, pela interação entre os fatores esterilização e infestação do solo, para a cobertura milho no experimento 2. Mossoró, 2014.

Infestação	Solo	
	Esterilizado	Não esterilizado
Infestado	3,0(1,3) aA	3,0(1,3) bA
Não infestado	4,5(1,7) aB	7,0(1,7) aA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas colunas, e maiúsculas, nas linhas, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade.

Na Tabela 6, onde foi fixado o fator “infestação do solo”, pode-se observar que para a incidência, não houve efeito das coberturas quando se procedeu a infestação ou não, nos dois experimentos, embora se perceba no primeiro experimento, níveis mais baixos de incidência e severidade com solo coberto com palhada de milho comparando-se com as coberturas vegetais. Observou-se ainda, em ambos os experimentos que a maior incidência da doença ocorreu no solo não esterilizado (Tabela 6), certamente como relatado anteriormente, ao fato do patógeno *M. phaseolina* já se encontrar no solo.

Já com relação à severidade, ainda na tabela 6, pode-se constatar que só houve efeito significativo das coberturas quando não se procedeu a infestação no primeiro experimento, sendo a crotalaria responsável pela maior média, que pode ter como explicação a maior retenção de umidade no solo pelas coberturas orgânicas ou inorgânicas, criando assim um ambiente desfavorável à ocorrência da doença. Verificaram-se plantas doentes em solo não infestado e esterilizado devido, provavelmente, a ocorrência de *M. phaseolina* nas sementes do *Vigna unguiculata*. Alguns estudos têm revelado a presença de *M. phaseolina* nas sementes de feijão-caupi nas condições do Brasil (ARAÚJO, 1985; CHOUDHURY, 1987). Já Athayde Sobrinho et al., (1998) estudando a detecção de *M. phaseolina* em sementes de feijão-caupi no Brasil, verificaram a presença de *M. phaseolina* em 62% das amostras

analisadas. E ainda considerando o solo não infestado, também no primeiro ensaio, não foi constatado diferença entre o solo esterilizado e não esterilizado, tanto para a incidência quanto para a severidade da doença.

Constatou-se também, em ambos os experimentos, que a maior severidade da doença ocorreu no solo não esterilizado (Tabela 6)

Tabela 6. Incidência e severidade da podridão cinzenta do caule para os níveis dos fatores coberturas e esterilização do solo, fixando-se a infestação do solo, para os experimentos 1 e 2. Mossoró-RN, 2014.

Incidência da doença¹				
Cobertura	Infestação do solo			
	Experimento 1		Experimento 2	
	Infestado	N/ infestado	Infestado	N/ infestado
Braquiária	11,0 (45,9) a	11,75 (8,4) a	14,25 (66,6) a	10,75 (37,5) a
Crotalaria	10,25 (37,5) a	15,4(25,0) a	12,25(54,0) a	7,63 (4,1) a
Milheto	9,75 (16,5) a	10,38 (8,3) a	6,75(37,5) a	16,0 (37,5) a
Filme	9,75 (29,5) a	7,5(0,0) a	6,25 (29,1) a	9,13(12,4) a
Sem cobertura	11,75 (46,5) a	7,5(4,1) a	13,0(62,4) a	9,0 (8,4) a
Esterilização do solo				
Esterilizado	7,1(21,7) b	10,35(8,4) a	13,5 (56,6) b	9,25(5,0) a
Não esterilizado	13,9(48,4) a	10,65(10,0) a	7,5 (43,3) a	11,75(35,0) a
Severidade da doença²				
Cobertura	Infestação do solo			
	Experimento 1		Experimento 2	
	Infestado	N/ infestado	Infestado	N/ infestado
Braquiária	9,13 (1,8) a	10,13(1,7) ab	12,25 (4,4) a	11,0(3,5) a
Crotalaria	13,0 (3,3) a	17,13(3,6) a	12,25(3,9) a	12,75(3,9) a
Milheto	8,13(1,3) a	11,25(1,7) ab	9,75 (3,5) a	9,0(1,3) a
Filme	10,5(2,3) a	7,0(1,0) b	4,38(2,9) a	10,13(1,8) a
Sem Cobertura	11,75 (2,6) a	7,0(1,2) b	13,88 (5,2) a	9,63(1,7) a
Esterilização do solo				
Esterilizado	6,85(1,6) b	9,6(1,5) a	9,3(3,4) a	7,0(1,4) b
Não esterilizado	14,15(2,9) a	11,4(2,1) a	11,7(4,5) a	14,0(3,5) a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{1/} Valores referentes à incidência são “rank” médios obtidos por análise não paramétrica fatorial (SHAH; MADDEN, 2004), com valores reais em porcentagem apresentados entre parêntese.

^{2/} Valores referentes à severidade são “rank” médios obtidos por análise não paramétrica fatorial (SHAH; MADDEN, 2004), com valores reais apresentados entre parênteses, em notas em escala de 1 a 9, descrita por Abawi e Pastor-Corrales (1990) onde: 1- sem sintomas; 3- lesões limitadas às folhas cotiledonares; 5- lesões progredindo das folhas cotiledonares a 2 cm do caule; 7- lesões extensivas, presença de clorose e necrose nas folhas e caule; 9- presença de picnídios no caule e morte das plantas.

Na Tabela 7, onde foi fixado o fator “esterilização do solo”, é possível verificar, que as coberturas influenciaram na incidência e severidade da doença em solo não esterilizado do experimento 1, e no experimento 2 apenas para a incidência, onde foi verificado maiores médias quando utilizou-se as coberturas braquiária e crotalária. O efeito dos compostos, assim como, a quantidade e diversidade de antagonistas presentes no solo, não foram suficientes para reduzir de maneira significativa o fungo *M. phaseolina*. Cunha (2012) relata efeito contrário da braquiária proporcionando menor incidência de *M. phaseolina* na cultura do pimentão em relação ao filme de polietileno, em condição de campo.

Tabela 7. Incidência e severidade da podridão cinzenta do caule para os níveis dos fatores coberturas e infestação do solo, fixando-se a esterilização do solo, para os experimentos 1 e 2. Mossoró-RN, 2014.

Incidência da doença¹				
Cobertura	Esterilização do solo			
	Experimento 1		Experimento 2	
	Esterilizado	N/ esterilizado	Esterilizado	N/ esterilizado
Braquiária	13,5(0,0) a	18,0(54,3) a	25,81(54,1) a	25,81(50,0) a
Crotalária	26,19(29,1) a	14,0(33,4) a	21,38(33,3) ab	21,38 (50,0) ab
Milheto	20,06(12,4) a	5,0(12,4) b	18,88(25,0) ab	18,88 (29,0) ab
Filme	20,94(16,3) a	7,5 (12,5) b	15,75(12,5) b	15,75(24,9) b
Sem cobertura	21,81(20,9) a	8,0(29,3) b	20,69(29,1) ab	20,69(41,6) ab
Infestação do				
Infestado	22,78(21,7) a	13,33(48,2) a	28,25(56,6) a	28,25(43,3) a
N/ infestado	18,23(10) a	6,25(8,4) b	12,75(5,0) b	12,75(35,0) b
Severidade da doença²				
Cobertura	Esterilização do solo			
	Experimento 1		Experimento 2	
	Esterilizado	N/ esterilizado	Esterilizado	N/ esterilizado
Braquiária	13,0(1,0) a	14,25(2,0) ab	24,88(4,1) a	12,75(3,8) a
Crotalária	26,31(2,2) a	15,25(4,7) a	21,06(3,0) a	6,38(2,3) a
Milheto	19,94(1,5) a	4,0(1,5) c	18,88(2,6) a	15,25 (4,8) a
Filme	20,19(1,5) a	6,25 (1,8) c	16,13(1,9) a	8,0 (2,8) a
Sem Cobertura	23,06(1,8) a	12,75(2,5) ab	21,56(3,3) a	10,13 (3,6)
Infestação do				
Infestado	22,38(1,6) a	11,08(2,9) a	28,08(4,5) a	12,0(3,5) a
N/ infestado	18,63(1,5) a	9,63(2,1) a	12,92(1,4) b	8,25(3,4) a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{1/} Valores referentes à incidência são “rank” médios obtidos por análise não paramétrica fatorial (SHAH; MADDEN, 2004), com valores reais em porcentagem apresentados entre parêntese.

^{2/} Valores referentes à severidade são “rank” médios obtidos por análise não paramétrica fatorial (SHAH; MADDEN, 2004), com valores reais apresentados entre parênteses, em notas em escala de 1 a 9, descrita por Abawi e Pastor-Corrales (1990) onde: 1- sem sintomas; 3- lesões limitadas às folhas cotiledonares; 5- lesões progredindo das folhas cotiledonares a 2 cm do caule; 7- lesões extensivas, presença de clorose e necrose nas folhas e caule; 9- presença de picnídios no caule e morte das plantas

Machado (2012) observou que a incorporação de *Crotalária* sp. ao solo proporcionou um dos maiores índices de severidade da Rhizoctoniose do feijoeiro,

causada *Rhizoctonia*, também patógeno habitante do solo que apresenta escleródios como estruturas de resistência. Já Oliveira (2008) observou menores níveis de severidade da murcha de *Fusarium* em feijão caupi utilizando a crotalária. Dessa forma, pode-se concluir que a eficiência de adubo verde no manejo de doenças radiculares de solo depende do patógeno a ser controlado (CRUZ, 2013).

Os tratamentos que tiveram menores médias de incidência foram os que utilizaram a cobertura milheto, por possivelmente liberar compostos tóxicos ao patógeno *M. phaseolina*, e com filme de polietileno, por manter a umidade do solo ao longo do ciclo da cultura, condição que é uma das principais para desfavorecer esse patógeno, embora tenha proporcionado maior elevação na temperatura. E para a severidade, isso ocorreu apenas em solo não esterilizado no experimento 1 (Tabela 7).

Verificou-se também que quando se procedeu a infestação do solo, tanto a incidência quanto a severidade da doença foram mais acentuados. (Tabela 7)

3.3 MASSA SECA DO FEIJÃO-CAUPI

Para a massa de matéria seca verificou-se resposta significativa às fontes de variações: Esterilização; Infestação e Coberturas, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para a variável massa da matéria seca (MS) das plantas de feijão-caupi, submetidas às fontes de variações Esterilização do solo, Infestação do solo com *Macrophomina phaseolina* e Coberturas do solo. Mossoró-RN, UFRSA, 2014.

FV	Experimento 1	Experimento 2
Coberturas do solo (C)	8,52**	2,74*
Infestação do solo (I)	20,79**	0,09 ^{ns}
Esterilização do solo (E)	12,31**	10,38*
CxI	6,57**	0,51 ^{ns}
CxE	2,71 ^{ns}	1,75 ^{ns}
IxE	1,43 ^{ns}	0,06 ^{ns}
CxIxE	1,35 ^{ns}	1,55 ^{ns}
Erro	27,93	21,05

** : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F de Snedecor. FV: Fonte de variação.

Conforme se observa na tabela 9, no experimento 1, o milho foi a cobertura que proporcionou maior média de massa de matéria seca de feijão-caupi, não diferindo estatisticamente, da braquiária e do filme de polietileno. Certamente, o fato de ter ocorrido um dos níveis mais baixos da incidência e severidade da doença no primeiro ensaio (Tabela 6), pode ter contribuído para o melhor desenvolvimento da cultura. O solo sem cobertura foi o tratamento que proporcionou menor média da MS, no entanto, não diferiu da crotalaria sendo esta uma das coberturas que provocou o maior índice de doenças nas plantas de feijão-caupi.

Tabela 9. Massa da matéria seca (MS) das plantas de feijão-caupi, submetidas às fontes de variações Solo (esterilizado e não esterilizado); Infestação (solo infestado e não infestado com *Macrophomina phaseolina*) e Coberturas (braquiária; crotalaria; milho; filme e solo sem cobertura). Mossoró-RN, UFRSA, 2014.

Coberturas	1º cultivo	2º cultivo
Braquiária	17,91 ab	7,99 b
Crotalaria	14,44 bc	9,69 ab
Milho	24,3 a	8,6 b
Filme	19,64 ab	12,37 a
Sem cobertura	9,81 c	7,11 b
Esterilização do solo		
Esterilizado	14,29 b	7,39 b
Não esterilizado	20,15 a	10,92 a
Infestação do solo		
Infestado	21,03 a	9,32 a
Não infestado	13,41 b	8,99 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao fator solo, se verifica maior média da massa seca acumulada pelo feijão-caupi em solo não esterilizado nos dois experimentos conduzidos (Tabela 9). De acordo com Cruz, (2013) este resultado pode ser explicado pela comunidade microbiana presente no solo não esterilizado, que apresenta maior quantidade e diversidade de microrganismos. Estes 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. Por exemplo, o fungo do gênero *Trichoderma* sp., presente nos solos, mundialmente, tem afetado positivamente tanto o crescimento quanto a produtividade de diversas culturas (HOYOS-CARVAJAL et al., 2009).

Adicionalmente, Galvão et al. (2010), relatam que muitas bactérias presentes no solo também podem melhorar o crescimento vegetal, através do aumento da disponibilidade de elementos para o vegetal, como por exemplo, o nitrogênio atmosférico através da fixação biológica, e Fe e P através da solubilização desses nutrientes antes indisponíveis para a planta; através da produção de fitormônios, como auxinas, citocininas e giberelinas, ou através da atividade da ACC deaminase que reduz os níveis de etileno induzidos por estresse. As bactérias também podem beneficiar as plantas indiretamente, competindo com patógenos e reduzindo seu crescimento e/ou atividade.

Portanto, solos submetidos à esterilização têm sua biomassa microbiana prejudicada, pois as altas temperaturas aplicadas afetam as funções metabólicas da microbiota, causando mudanças estruturais em suas moléculas e desnaturando proteínas ocasionando redução de sua atividade no solo, seguida por diminuição drástica nos processos de ciclagem de nutrientes e mineralização da matéria orgânica, prejudicando o crescimento e desenvolvimento de plantas. (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

E para o fator infestação, verificou-se maior produção de matéria seca quando se procedeu a infestação do solo no primeiro experimento, enquanto que, no segundo não houve variação (Tabela 9).

Quando o solo foi infestado, o tratamento filme de polietileno (Tabela 10) proporcionou a maior média de MS, não diferindo das coberturas vegetais e diferindo, apenas, do sem cobertura. Porém, quando não se procedeu a infestação, verificou-se que o milho se sobressaiu, proporcionando maior valor numérico dessa variável,

diferindo estatisticamente apenas do tratamento sem cobertura, que foi o que propiciou menor valor numérico de matéria seca.

Tabela 10. Interação entre os fatores coberturas e infestação do solo, sobre a produção de matéria seca no experimento I. Mossoró, 2014.

Cobertura	Infestação	
	Infestado	N/ infestado
Braquiária	16,76 ab	22,89 ab
Crotalária	10,97 ab	19,84 ab
Milheto	17,19 ab	26,88 a
Filme	21,29 a	19,6 ab
Sem cobertura	8,64 b	16,0 b

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4 CONCLUSÕES

- Dentre as plantas de cobertura, o milheto proporcionou menores valores de incidência e severidade da doença e foi a cobertura que proporcionou maior média de massa de matéria seca de feijão-caupi, no primeiro ensaio;
- O solo não esterilizado e infestado com *M. phaseolina* proporcionaram maiores índices de incidência e severidade da podridão cinzenta do caule;
- Em solo não esterilizado, a braquiária foi a cobertura vegetal que proporcionou a maior incidência da podridão cinzenta do caule no feijão caupi, em ambos os experimentos;
- As coberturas vegetais reduziram o aquecimento e a amplitude térmica em relação ao solo sem cobertura;
- A massa de matéria seca do feijão caupi, em ambos os experimentos, foi maior em solo não esterilizado;
- Quando o solo foi infestado com *Macrophomina phaseolina*, o tratamento filme de polietileno não apresentou diferença das demais coberturas vegetais na massa de matéria seca do feijão caupi.

REFERÊNCIAS

ABAWI, G. S.; PASTOR-CORRALES, M. A. **Root rots of bean in Latin America and Africa**: diagnosis, research methodologies and management strategies. Bogotá: Centro de Agricultura Tropical, 1990. 114p.

ABAWI, G.S.; WIDMER, T.L. Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. **Applied Soil Ecology**, v.15, p.37-47, 2000.

ALMEIDA, A. M. R.; TORRES, E.; FARIAS, J. R. B.; BENATO, L. C.; PINTO, M. C.; MARIN, S. R. R. **Macrophomina phaseolina em soja**: sistema de semeadura, sobrevivência em restos de cultura e diversidade genética. Londrina: Embrapa soja, 2001. 47 p.(Embrapa Soja. Circular técnica, 34).

ALMEIDA AMR, ABDELNOOR RV, ARIAS CAA, CARVALHO VP, FILHO DSJ, MARIN SRR, BENATO LC, PINTO MC, CARVALHO CGP, . Genotypic diversity among Brazilian isolates of *Macrophomina phaseolina* revealed by RAPD. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 279–85, 2003.

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN; L.M.; MEYER, M.C. Doenças da soja. In: **Manual de fitopatologia: doenças da plantas cultivadas**, KIMATI, H. et. al. 4 ed.: Ceres (ed.). São Paulo, 2005; 569-588.

ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.25-36, 2001.

ARAÚJO, E. Diagnóstico da patologia de sementes de caupi: *Vigna unguiculata* (L.) Walp. , no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR, v.7, p.91-103, 1985.

ATHAYDE SOBRINHO, C.; VIANA, F.M.P.; FREIRE FILHO, F.R.; MORAES, S.M.D. **Microrganismos associados às sementes de feijão caupi com ênfase à presença de *Macrophomina phaseolina***. Teresina: EMBRAPA, CPAMN, 1998. 8p. (EMBRAPA CPAMN. Comunicado Técnico, 88).

BASU-CHAUDHARY, KC; PAL, AK, 1982: Infection of sannhemp *Crotalaria juncea* seeds by *Macrophomina phaseolina*. **Seed science and technology** (1): 151-153.

BUENO, C. J.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. Produção e avaliação da sobrevivência de estruturas de resistência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. **Summa Phytopathologica**, v.33, p. 47-55, 2004.

CASSIOLATO, A. M. R. Ecologia de fungos fitopatogênicos formadores de esclerócios. In: MELO, I. S. de; AZEVEDO, J. L. de (Eds.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa, 1998. p. 139-165.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; FLECHA, A. M. T.; PAVINATO, P. S.; VIEIRA, F. C. B.; MAI, M. E. M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.26, n.1, p.163-171, 2002.

COELHO, M. E. H.; FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J. L. X. L.; SILVA, K. S.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, J. B. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 369-378, 2013a.

COELHO, M. E. H. ; FREITAS, F. C. L. ; CUNHA, J. L. X. L. ; MEDEIROS, J. F. ; SILVA, M.G.O. Production and efficiency of water usage in capsicum crops under no-tillage and conventional planting systems. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza-CE, v. 44, p. 741-749, 2013b.

CHOUHDURY, M. M. Testes de sanidade de sementes de caupi. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 371-385.

COSTA, G. R.; COSTA, J. L.da S. Efeito da aplicação de fungicidas no solo sobre a germinação carpogênica e miceliogênica de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília-DF, v. 34, p. 133-138, 2004.

COSTA, J. L. S. Reconstrução do solo e manejo de culturas no controle de doenças radiculares. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF, v. 27, n. Suplemento, p. 37-38, 2002.

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**, Brasília-DF, v. 22, p. 258, 1997.

COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR,

H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2003. p.523-533.

CUNHA, Jorge Luiz Xavier Lins. **Sistemas de plantio no manejo de plantas daninhas e na comunidade microbiana do solo na cultura do pimentão**. 2012. 106f Tese (Doutorado Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2012.

CRUZ, B. L. S. da. **Efeito de adubos verdes sobre a podridão radicular de Fusarium em meloeiro** (*Cucumis melo* L.). Monografia (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Graduação em Agronomia, 37f. : Mossoró, RN: 2013.

DAVET, P. **Microbial ecology of the soil and plant growth**. Enfield: Science Publishers, 2004. 392p.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, Goiânia, GO. **Home Page**. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

EMBRAPA MEIO-NORTE, Teresina, PI. **Estatística da produção de feijão-caupi**. 2009. Disponível em: <<http://www.portaldogronegocio.com.br/conteudo.php?id=34241>>. Acesso em: 30 jan. 2011.

FREITAS, F. C. L. ; SANTOS, M.V. ; MACHADO, A.F. L. ; FERREIRA, L.R. ; FREITAS, M.A.M. ; SILVA, M.G.O. . Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodosulfuron-methyl para o manejo da forrageira. **Planta Daninha**, v. 26, p. 215-221, 2008.

FROTA, K. de M. G. ; SOARES, R. A. M. ; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), cultivar BRS- Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 28, n. 2, p. 470-476, 2008.

GASPARIM E. ; RICIÉRE, R. P. ; SILVA, S. de L. ; DALLACORT, R. ; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.27, p.107 – 115, 2005.

GALVÃO et al., 2010. **Interação entre plantas e bactérias promotoras do crescimento vegetal**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010. 63 p. Embrapa Agrobiologia. Documentos, 270).

HOYOS-CARVAJAL, L., ORDUZ, S., BISSETT, J.. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. **Biological Control**, v. 51, p. 409–416, 2009.

IBARRA-JIMÉNEZ, L. et al. Photosynthesis, soil temperature and yield of cucumber as affected by colored plastic mulch. **Acta Agric. Scandinavica Section B - Soil Plant Sci.**, v. 58, n. 4, p. 372-378, 2008.

KENNEDY, A.C., AND R.I. PAPENDICK. Microbial characteristics of soil quality. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 50, p. 243-248, 1995.

KIMATI, HIROSHI...(et al.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**. 4ª ed. v. 2. São Paulo: Agronomica Ceres, 2005.

LAZAROVITS, G. Management of soilborne 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.

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**, Botucatu-SP, v. 19, n. 2, p. 107-112, 1993.

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

MACHADO, L.A.Z.; ASSIS, P.G.G. de. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.415-422, 2010.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

NAPOLEÃO, R. et al. Intensidade do mofo branco do feijoeiro em plantio convencional e direto sob diferentes lâminas d'água. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v.30, p.374-379, 2005.

O'SULLIVAN AND O'GARA, F.). Traits of fluorescent *Pseudomonas* spp. involved in suppression of plant root pathogens. **Microbiol**, v. 56, p.662-676, 1992.

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

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**, n. 40, p. 354-361, 2010.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S. de; OLIVEIRA, P. S. R. de; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência Agrotécnica**, Lavras-MG, v.29, n.1, p.100-105, 2005.

SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M.L. Saponinas. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS/Ed. UFSC, 2001. cap.27, p.597 - 619.

SHAH, D. A.; MADDEN, L.V. Nonparametric Analysis of ordinal data in designed factorial experiments. **Phytopathology**, v.94, n.1, p.33-34, 2004.

SINGH, B. B. et al. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C. A. et al. (Eds.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002. p. 22-40.

SILVA HIRATA, A.C. ; HIRATA, E. K. ; MONQUERO, P. A. ; ROS-GOLLA, A. ; NARITA, N. . Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do tomate em plantio direto. **Planta Daninha**, v. 27, p. 465-472, 2009.

SOBRINHO, C.A.; MORAES, M.H.D.; MENTEN, O.M. Detecção de *Macrophomina phaseolina* em sementes de caupi de diversos estados brasileiros. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF, v.29 (Suplemento), p.68. 2004.

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. In: MAGDOFF, F.; WEIL, R. (Ed.). **Soil organic matter in sustainable agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 2004. p.131-177.

SUZUKI, L.E.A.S.; ALVES, M.C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, v. 65, p.121-127, 2006.

TREVISAN, R. et al. Variação da amplitude térmica do solo em pomar de pessegueiro cultivado com aveia preta (*Avena* sp.) e em sistema convencional. **Revista Brasileira Agrocência**, v. 8, n. 2, p. 155-157, 2002.

WITTSTOCK, U.; GERSHENZON, J. Constitutive plant toxins and their role in defense against herbivores and pathogens. **Curr. Op. Plant Pathol.** 5:1-8. 2002