



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

WALLYSSON NASCIMENTO LIMA

**PATOGENICIDADE DE *Macrophomina* spp. PROVENIENTES DE PLANTAS  
DANINHAS FRENTE A LEGUMINOSAS E GRAMÍNEAS**

MOSSORÓ

2019

WALLYSSON NASCIMENTO LIMA

**PATOGENICIDADE DE *Macrophomina* spp. PROVENIENTES DE PLANTAS  
DANINHAS FRENTE A LEGUMINOSAS E GRAMÍNEAS**

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

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

Orientador: Rui Sales Júnior, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2019

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

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

L732p                      Lima, Wallysson Nascimento.  
Patogenicidade de *Macrophomina* spp. provenientes de plantas daninhas frente a leguminosas e gramíneas./ Wallysson Nascimento Lima. - 2019. 38 f. : il.

Orientador: Rui Sales Júnior.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2019.

1. Patógenos habitantes do solo. 2. Podridão-cinzenta-do-caule. 3. Escleródios. I. Sales Júnior, Rui, orient. II. Título.

WALLYSSON NASCIMENTO LIMA

**PATOGENICIDADE DE *Macrophomina* spp. PROVENIENTES DE PLANTAS  
DANINHAS FRENTE A LEGUMINOSAS E GRAMÍNEAS**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Proteção de Plantas

Defendida em: 15 / 02 / 2019.

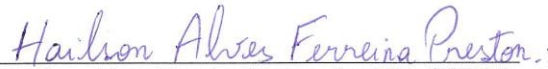
**BANCA EXAMINADORA**



Rui Sales Júnior, Prof. Dr. (UFERSA)  
Presidente



Marcia Michelle de Queiroz Ambrósio, Prof. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador



Hailson Alves Ferreira Preston, Prof. Dr. (UFRN)  
Membro Examinador

*À minha avó, Maria Helena, pelo amor, compreensão  
e apoio em todas as etapas da minha vida.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Jeová pelo dom da vida, por permitir todas as coisas boas na minha vida e por me dar forças e coragem para nunca desistir.

Agradeço à minha avó, Maria Helena do Nascimento, e à minha mãe, Laudecy Lima Freitas, por todo o amor, compressão e apoio.

À minha família, principalmente meus irmãos Leonardo Lima, Jheimisson Lima e Juliana Lima, por entender meus passos e sempre me apoiar.

Ao Prof. Rui Sales Júnior, pela orientação e por toda a ajuda que me foi dada durante o mestrado.

À Prof<sup>ra</sup>. Marcia Michelle de Queiroz Ambrósio, pelas orientações, conselhos e amizade.

Aos colegas e amigos do laboratório de Fitopatologia II da Ufersa, principalmente Naama Jéssica, Andreia Mitsa e Andreza Klyvia, pela amizade e ajuda durante todo o experimento.

Agradeço ao Programa de pós-graduação em Fitotecnia pela oportunidade de cursar o mestrado e ampliar meus conhecimentos.

A CAPES, pela concessão da bolsa durante o curso de mestrado.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, por todo o conhecimento adquirido na pós-graduação.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, por repassarem seus conhecimentos e colaborarem na minha formação.

Aos meus amigos Felipe Barros, Pâmela Alves, Bruno Paiva, Rafael Escórcio, Jonathan Kelfy, Renato Salazar, Wátala Santos, Leandro Carreiro, Gisellya Cruz, Felipe Ferreira e Deurimar Herênio pelo apoio e amizade de sempre.

Aos amigos que fiz no mestrado: Ariel Moura, Toni Hallan, Luana Mendes, Williane Lima, Darlan Borges, Marlenildo Ferreira, Isadora Medeiros, Josimar Nogueira, Jailson Castro e Jean, pelo companheirismo, amizade e os bons momentos que passamos juntos.

**Muito obrigado!**

“A persistência é o menor caminho do êxito”

Charlie Chaplin.

## RESUMO

LIMA, Wallysson Nascimento. **Patogenicidade de *Macrophomina* spp. provenientes de plantas daninhas frente a leguminosas e gramíneas.** 2019. 40f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró RN, 2019.

O gênero *Macrophomina* é constituído por fungos habitantes do solo capazes de infectar centenas de espécies de plantas. Estes fungos ocasionam podridões em raízes e podridão-cinzenta-do-caule. Depois de infectar os tecidos, *Macrophomina* spp. produzem microescleródios, principal fonte de inóculo deste patógeno. Nos últimos anos, duas espécies de plantas daninhas, *Trianthema portulacastrum* (brejo) e *Boerhavia diffusa* (pega-pinto), foram relatadas como hospedeiras alternativas destes patógenos no Nordeste brasileiro. Este trabalho teve como objetivo verificar a patogenicidade de duas espécies de *Macrophomina* oriundas de raízes de brejo e pega-pinto frente a espécies das famílias *Leguminosae* e *Gramíneae*. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação utilizando cinco culturas (feijão-caupi, feijão-de-porco, feijão-mungo, milho-verde e sorgo) inoculadas com seis isolados de *M. phaseolina* (CMM-4733, CMM-4749, CMM-4752, CMM-4758, CMM-4760 e CMM-4762) e seis isolados de *M. pseudophaseolina* (CMM-4777, CMM-4780, CMM-4788, CMM-4795, CMM-4801 e CMM-4826) oriundas de raízes das plantas daninhas de brejo e pega-pinto, e dois isolados de *M. phaseolina* oriundas de raízes de meloeiro (CMM-1531) e de feijão-caupi (MPH-FE). Para verificar a patogenicidade e a agressividade dos isolados nas diferentes culturas, foi usado o método de inoculação do palito de dente infestado. A severidade da doença nas diferentes culturas foi avaliada mediante uso de uma escala diagramática de notas com valores variando de 0 (assintomático) a 5 (mais de 50% dos tecidos infectados). O peso da matéria fresca e seca da parte aérea das culturas foi obtido mediante balança analítica. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições. Todos os isolados de *M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina* oriundas de plantas daninhas foram patogênicos a feijão-caupi, feijão-mungo, milho-verde e sorgo, provocando sintomas nas plantas. O feijão-de-porco não apresentou sintomas da doença após a inoculação com as espécies de *Macrophomina*. Todos os isolados das duas espécies de *Macrophomina* reduziram a massa fresca e seca da parte aérea de feijão-caupi, feijão-mungo, milho-verde e sorgo.

**Palavras-chave:** Patógenos habitantes do solo, podridão-cinzenta-do-caule, escleródios.



## ABSTRACT

LIMA, Wallysson Nascimento. **Pathogenicity of *Macrophomina* spp. from weeds in legumes and grasses.** 2019. 40p. Dissertation (Masters in Agronomy) - Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Mossoró RN, 2019.

The genus *Macrophomina* consists of soil-dwelling fungi capable of infecting hundreds of plant species. These fungi cause root rot and gray stem rot. After infecting the tissues, *Macrophomina* spp. produce microsclerodes, which are the main source of inoculum of this pathogen. In recent years, two species of weeds, *Trianthema portulacastrum* (breedo) and *Boerhavia diffusa* (pinto-pinto), have been reported as alternative hosts of these pathogens in Northeast Brazil. The objective of this work was to verify the pathogenicity of two species of *Macrophomina* from breedo and pega-pinto roots in relation to species of the *Leguminosae* and *Gramíneae* families. The experiment was carried out in a greenhouse using five cultures (cowpea, bean-pig, mung bean, corn-green and sorghum) inoculated with six isolates of *M. phaseolina* (CMM-4733, CMM-4749, CMM-4752, CMM-4758, CMM-4760 e CMM-4762) and six isolates of *M. pseudophaseolina* (CMM-4777, CMM-4780, CMM-4788, CMM-4795, CMM-4801 e CMM-4826) roots of weeds of breedo and pega-pinto, and two isolates of *M. phaseolina* originated from melon roots (CMM-1531) and cowpea (MPH-FE). In order to verify the pathogenicity and aggressiveness of the isolates in the different cultures, the infested toothpick inoculation method was used. Severity of disease in different cultures was assessed using a diagrammatic scale of scores ranging from 0 (asymptomatic) to 5 (more than 50% of infected tissues). The weight of the fresh and dry matter of the aerial part of the cultures was obtained by analytical balance. The experimental design was a completely randomized design with five replicates. All isolates of *M. phaseolina* and *M. pseudophaseolina* from weeds were pathogenic to cowpea, mung bean, corn-green and sorghum causing symptoms in plants. Bean-pigs did not show symptoms of the disease after inoculation with *Macrophomina* species. All isolates of both species of *Macrophomina* reduced the fresh and dry mass of the aerial part of cowpea, mung beans, corn-green and sorghum.

**Keywords:** Soil pathogens, gray stalk rot, sclerodes.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – *Boxplot* da severidade da Podridão-cinzenta-do-caule em feijão-caupi (A), feijão-mungo (B) e feijão-de-porco (C) inoculados com *M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina*. Mossoró, 2019. .... 25
- Figura 2 – *Boxplot* da severidade média da Podridão-cinzenta-do-caule entre as espécies de *Macrophomina* oriundas de raízes de plantas daninhas inoculadas em feijão-caupi (A), feijão-mungo (B) e feijão-de-porco (C). Mossoró, 2019..... 26
- Figura 3 – *Boxplot* da severidade média da Podridão-de-carvão em milho-verde (A) e sorgo (B) inoculadas com *M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina*. Mossoró, 2019..... 31
- Figura 4 – *Boxplot* da severidade média da Podridão-de-carvão entre as espécies de *Macrophomina* oriundas de raízes de plantas daninhas inoculadas em milho-verde (A) e sorgo (B). Mossoró, 2019.....32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Isolados de <i>Macrophomina</i> oriundos de raízes de breço ( <i>Trianthema portulacastrum</i> ) e pega-pinto ( <i>Boerhavia diffusa</i> ).....	20
Tabela 2	–	Massa fresca e seca da parte aérea de plantas leguminosas inoculadas com <i>Macrophomina phaseolina</i> e <i>Macrophomina pseudophaseolina</i> .....	27
Tabela 3	–	Massa fresca e seca da parte aérea de leguminosas e gramíneas frente à inoculação de espécies de <i>Macrophomina</i> oriundas de plantas daninhas .....	29
Tabela 4	–	Massa fresca e seca da parte aérea de leguminosas e gramíneas frente à inoculação de espécies de <i>Macrophomina</i> oriundas de plantas daninhas.....	30

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1 <i>Macrophomina</i> spp. ....	14
2.1.1 Etiologia .....	14
2.1.2 Sintomatologia e epidemiologia.....	15
2.1.3 Patogenicidade .....	17
2.1.4 Controle da Podridão-cinzenta-do-caule.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Considerações gerais.....	19
3.2 Isolados .....	19
3.3 Inoculação do patógeno .....	19
3.4 Avaliação da severidade da doença .....	21
3.5 Análises das matérias frescas e secas.....	21
3.6 Análises dos dados.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
4.1 Leguminosas .....	22
4.2 Gramíneas .....	28
5 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, doenças radiculares em plantas são encontradas praticamente em todas as regiões de cultivo, podendo ser causadas por fungos, oomicetos, bactérias e nematoides. Os fungos constituem o maior grupo de patógenos radiculares e são responsáveis pela redução na produtividade de culturas de interesse agrônomico. Entre os principais gêneros fúngicos causadores de doenças radiculares, estão: *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Sclerotium*, *Thielaviopsis* e *Verticillium* (CORREIA; MICHEREFF, 2018).

O fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid é um patógeno polífago e cosmopolita capaz de infectar raízes, caules, folhas e vagens de diferentes espécies vegetais, afetando mais de 500 culturas de importância econômica (FARR; ROSSMAN, 2018). Dentre as principais culturas atacadas, destacam-se: feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], milho (*Zea mays* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merrill], feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], citrus (*Citrus* spp.), café (*Coffea arabica* L.) e plantas medicinais (ISHIKAWA et al., 2018). As perdas se dão através de podridão de raízes, podridão do colo e tombamentos de plântulas, além de infectar sementes. *Macrophomina phaseolina* caracteriza-se por produzir microescleródios, estruturas de resistência que permitem sua sobrevivência no solo por longos períodos, atuando como principal fonte de inóculo (GUPTA et al., 2012). Este patógeno está distribuído em diferentes zonas climáticas do mundo, porém em áreas tropicais e subtropicais sua incidência é mais acentuada. Em regiões semiáridas, este patógeno se torna ainda mais importante, pois os danos causados por *Macrophomina* aumentam durante períodos de seca, incluindo estresse hídrico e altas temperaturas, que favorecem sua sobrevivência e desenvolvimento (RADWAN et al., 2014).

O gênero *Macrophomina* compreendia uma única espécie, *M. phaseolina*. Entretanto, alguns pesquisadores, seguindo uma abordagem polifásica por meio de caracteres morfológicos e análises filogenéticas, sugeriram que outra espécie, *M. pseudophaseolina* Crous, Sarr & Ndiaye, foi segregada de isolados previamente identificados como *M. phaseolina* (SARR et al., 2014). Logo após este estudo, Claudino e Soares (2014) levantaram a hipótese de que possivelmente outras espécies ocorreriam dentro de *M. phaseolina*.

Recentemente, duas outras espécies de *Macrophomina* foram relatadas no Brasil associadas à podridão de carvão em plantas oleaginosas, *M. pseudophaseolina* (SARR, et al. 2014) e *M. euphorbiicola* A.R. Machado, D.J. Soares & O.L. Pereira (MACHADO et al.,

2018). Este foi o primeiro relato de *M. pseudophaseolina* no Brasil, e a descrição de uma nova espécie, *M. euphorbiicola*, relatada como o agente etiológico da podridão do carvão em *Ricinus communis* L. (mamona) e *Jatropha gossypifolia* L. (pinhão-roxo).

Até o presente momento, não se tem conhecimento no Brasil sobre a patogenicidade de outras espécies de *Macrophomina* provenientes de raízes de plantas daninhas em cultivos. Diante disso, este trabalho objetivou verificar a patogenicidade de duas espécies de *Macrophomina* provenientes de raízes de plantas daninhas frente a espécies das famílias das leguminosas e gramíneas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Macrophomina* spp.

#### 2.1.1 Etiologia

A espécie *Macrophomina phaseolina* é o agente etiológico de doenças conhecidas como podridão-cinzenta-do-caule, podridão-de-carvão ou podridão-seca em diferentes culturas. O fungo pertence ao filo Ascomycota, classe Dothideomycetes, ordem Botryosphaerales, família Botryosphaeriaceae e gênero *Macrophomina*, possuindo duas fases bem definidas, a fase picnidial e a fase esclerodial (SARTORATO; RAVA, 1994).

A fase picnidial de *M. phaseolina* é caracterizada pela produção de estruturas globosas de cor acinzentada a preta, denominadas picnídios, inicialmente inseridas em tecido do hospedeiro e que se rompem quando maduros, sendo consideradas responsáveis pela fase patogênica da doença, ao passo que sua fase esclerodial é caracterizada pela formação de escleródios por meio do agregamento de cerca de 50 a 200 células individuais de hifas, ligadas por um material de melanina; tais estruturas são responsáveis pela fase saprófita do fungo (KAUR et al., 2012).

Considerado um dos patógenos mais destrutivos de plantas em países tropicais e subtropicais com climas áridos e semiáridos, *M. phaseolina* é um importante fitopatógeno habitante do solo capaz de infectar mais de 500 espécies de plantas, causando sérios prejuízos em feijão-comum, feijão-caupi, soja, milho, sorgo, algodão, dentre outras (FARR; ROSSMAN, 2018; GUPTA et al., 2012). No Brasil, este fungo foi detectado pela primeira vez no estado de São Paulo, em 1935, por Bittencourt, em feijão-comum, no município de Campinas (COELHO NETO, 1994). *M. phaseolina* é considerada difícil de controlar devido à sua heterogeneidade de hospedeiros e à especificidade de estruturas de resistência que podem sobreviver por mais de 10 anos sob condições de solo seco. A gravidade da doença está diretamente relacionada à população de escleródios viáveis no solo (AMBRÓSIO et al., 2015).

A distinção das espécies de *Macrophomina* com base apenas em caracteres morfológicos sempre foi controversa, principalmente devido à ampla variação morfológica atribuída a *M. phaseolina*, no entanto, após um estudo mais aprofundado de *M. phaseolina* usando uma abordagem polifásica, que ajudou a descobrir a aplicação genética e morfológica

para este nome, tornou-se possível segregarem novas espécies dentro deste importante gênero (SARR et al., 2014).

Com base em 189 isolados morfológicamente identificados como *M. phaseolina*, Sarr et al. (2014) identificaram, por meio de análise polifásica, outra espécie de *Macrophomina*, *M. pseudophaseolina*. Estes mesmos autores mencionaram que *M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina* são muito semelhantes, ressaltando-se que os conídios deste último são um pouco mais curtos. Em estudo recente, Machado et al. (2018) verificaram que os conídios de *M. pseudophaseolina* foram ainda menores (15-22 x 5.5-8µm), ao passo que as células conidiogênicas foram ligeiramente maiores e mais longas (10-17 x 4-5 µm) do que aquelas de *M. pseudophaseolina* fornecida por Sarr et al. (2014), corroborando o fato de que, dentro do gênero *Macrophomina*, características morfológicas clássicas não são suficientemente informativas para a diferenciação de espécies, ressaltando a importância da aplicação da análise filogenética para uma discriminação adequada das espécies do gênero.

Embora a morfologia de *M. pseudophaseolina* pareça amplamente semelhante à de *M. phaseolina*, seus atributos ecológicos exigem estudo mais aprofundado, na medida em que essa semelhança entre as duas espécies e a recente descoberta de outras espécies nos deixam sem informações sobre a epidemiologia e controle de *M. pseudophaseolina* na literatura. Até então, *M. pseudophaseolina* tinha sido relatada apenas no Senegal. No Brasil, a ocorrência da espécie foi relatada pela primeira vez por Machado et al. (2018) ocasionando podridão-de-carvão em amendoim (*Arachis hypogaea* L.), algodão e mamona, observando-se que mais de uma espécie de *Macrophomina* pode causar sintomas semelhantes em hospedeiros distintos, ressaltaram a importância de realizar estudos mais amplos para descobrir o papel de cada espécie na distribuição e prevalência da doença em todo o país para ajudar a controlar essa importante doença.

### **2.1.2 Sintomatologia e epidemiologia**

Na maioria das culturas atacadas por *M. phaseolina*, os sintomas vão desde podridão de sementes, podridão de raízes, podridões de caules, tombamento de mudas a morte de plantas. Os primeiros sintomas em plantas lenhosas se manifestam como lesões necróticas irregulares com centros cinzentos claros e margens marrons, com a presença de vários pontos pretos, os picnídios. Após uma infecção bem-sucedida, essas lesões são estendidas por todo o caule e raízes, resultando na murcha da planta (KAUR, 2012). Na medida em que as lesões se



coalescem, ocorre a formação de manchas maiores, levando à morte prematura da planta (DHINGRA; SINCLAIR, 1978).

Plantas infectadas apresentam raízes secas e deterioradas, e quando retiradas do solo se observam raízes finas, mal desenvolvidas e a presença de lesões escuras no caule da planta. Tais lesões levam à obstrução dos vasos xilemáticos, resultando na morte de raízes e caule. Estes sintomas são resultantes da ação patogênica dos microescleródios, da produção de toxinas e da ação enzimática das hifas do patógeno (MAYEK-PEREZ et al., 2002).

O fungo sobrevive no solo e produz microescleródios nas raízes e nos tecidos do caule de seus hospedeiros, fonte primária de inóculo, podendo permanecer viáveis por até 15 anos, dependendo das condições ambientais. Estas estruturas de sobrevivência estão adaptadas para sobreviver em condições ambientais adversas, tais como baixos níveis de fertilidade do solo e temperaturas acima de 30 °C, condições que prevalecem em países de clima tropical e subtropical (KAUR et al., 2012).

O ambiente físico, particularmente os parâmetros de temperatura e umidade do solo, influenciam fortemente na sobrevivência de microescleródios de *M. phaseolina*. Altas temperaturas, baixa umidade, temperatura variando de 28 a 35 °C e estresse hídrico do solo, com capacidade de campo menor que 50%, são condições ideais para a sobrevivência de *M. phaseolina* (MIHAIL et al., 1988).

Quando as sementes entram em contato com o solo infestado, elas se infectam e a doença é transmitida de semente para a planta (ANDRUS, 1938). A propagação do patógeno pode ocorrer por meio do plantio de lotes de sementes infectadas em áreas isentas deste, em virtude do aumento da concentração de inóculo no solo causado pelo sucessivo plantio em áreas já infestadas, uma vez que as fontes primárias de dispersão de *M. phaseolina* possuem pouca capacidade de propagar-se de uma planta para outra em um mesmo ciclo cultural (SOBRINHO et al., 2005).

Em estudos de prospecção de plantas daninhas provenientes de áreas de produção de cucurbitáceas nos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará, Sales Júnior et al. (2012) registraram 13 espécies de plantas daninhas pertencentes a 10 famílias botânicas como hospedeiras de *M. phaseolina*, o que evidenciou a importância das plantas daninhas como hospedeiras alternativas para *M. phaseolina* na época de entressafra da cultura do meloeiro no Nordeste e que o controle das plantas daninhas nessa época é essencial para o sucesso do manejo do colapso das ramas do meloeiro, doença de importância econômica para a região quando *M. phaseolina* predomina entre os agentes casuais. Posteriormente, Rodrigues (2013) observou 13 espécies de plantas daninhas como hospedeiras de patógenos radiculares

causadores do declínio de ramas de meloeiro e melancieira. Destas, 12 espécies de plantas daninhas foram relatadas como hospedeiras de *M. phaseolina*, dentre elas brejo e pega-pinto.

### 2.1.3 Patogenicidade

*M. phaseolina* não tem especificidade de hospedeiro e é altamente variável para agressividade, mesmo entre isolados obtidos de uma única planta (DHINGRA; SINCLAIR 1978). Vários trabalhos mostram diferentes reações de *M. phaseolina* em diferentes hospedeiros. Quando avaliaram a patogenicidade e agressividade de 27 isolados de *M. phaseolina* provenientes de seis espécies de plantas, Claudino e Soares (2014) verificaram que todos os isolados foram patogênicos em plantas de mamona e apresentaram diferentes níveis de agressividade na cultivar ‘BRS energia’, independentemente do hospedeiro de origem.

Estudando 65 isolados de *M. phaseolina* para a variabilidade morfológica associada ao cultivo de feijão-mungo, Iqbal; Mukhtar (2014) observaram diferenças significativas entre os 65 isolados em crescimento radial, tamanho e peso do esclerócio, bem como na patogenicidade. Os autores citam que dez isolados fúngicos foram menos agressivos, oito isolados de origem diversa mostraram-se altamente agressivos contra cultivares de feijão-mungo, ao passo que os demais isolados foram considerados moderadamente agressivos.

Ashraf et al. (2015) encontraram variabilidade patogênica entre diferentes isolados de *M. phaseolina* associada ao milho. Avaliando o comportamento de 16 isolados de *M. phaseolina* em oito hospedeiros diferentes, Srivastava (2017) observou que estes foram altamente agressivos em soja e grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), mas houve variabilidade quando estes isolados foram inoculados em outros hospedeiros, levando à conclusão de que existia biodiversidade entre estes 16 isolados, pois visualmente eles diferiam em sua taxa de crescimento, produção esclerótica, tamanho esclerótico e reação a hospedeiros diferentes.

Com o objetivo de identificar os isolados agressivos de *M. phaseolina* mostrando a patogenicidade do hospedeiro e caracterizar sua diversidade genética, Khan et al. (2017) avaliaram a patogenicidade de três isolados de *M. phaseolina*, em grão-de-bico e girassol (*Helianthus annuus* L.). Os autores observaram que todos os isolados de *M. phaseolina* causaram alta agressividade em grão-de-bico, ao passo que em girassol causaram índice de doença de 2 em condições controladas, enquanto o índice da doença variou de 5,8 a 6,0 sob condições de campo.

### 2.1.4 Controle da Podridão-cinzenta-do-caule

Fitopatógenos habitantes do solo apresentam características quanto à sua biologia, ecologia e sobrevivência no solo que dificultam seu manejo, além da baixa eficiência do controle químico. As estratégias básicas de manejo de patógenos radiculares envolvem a interrupção de uma ou mais fases do desenvolvimento da doença, representadas no ciclo das relações patógeno-hospedeiro (CORREIA; MICHEREFF, 2018). Isso pode ser alcançado por meio da resistência genética, medidas químicas (tratamento de sementes), físicas, biológicas, culturais, fisiológicas e genéticas, usando a desinfestação do solo (fumigação, solarização do solo, biofumigação, desinfestação do solo), biocontrole, suplementações orgânicas, cultivares resistentes e enxertia, fungicidas, adubação equilibrada, rotação de culturas, adubação verde e práticas culturais (CHELLEMI et al., 2015; LARKIN, 2015; KATAN, 2017).

A principal forma de manejo da podridão-cinzenta-do-caule é o uso da resistência genética do hospedeiro, podendo também ser gerenciada por meio de formas alternativas de manejo com o uso de práticas culturais que desfavoreçam o desenvolvimento do patógeno, como: a manutenção da fertilidade do solo, a rotação de culturas, o tratamento de sementes e o uso de sementes sadias e certificadas (SOBRINHO et al., 2005; NECHET et al., 2009). A rotação de culturas poderia ser uma alternativa no controle de *M. phaseolina*, no entanto, o fungo é polífago, sendo capaz de infectar e causar sérios danos em centenas de espécies vegetais (DHINGRA; SINCLAIR, 1978).

A alta variabilidade genética de *M. phaseolina* e a escassez de trabalhos contendo fontes de resistência em alguns hospedeiros induzem à busca por formas alternativas de controle que possam conter o desenvolvimento, a disseminação e a severidade da doença. Dessa forma, pesquisas relacionadas ao controle biológico e cultural do patógeno têm sido exploradas e demonstram bons resultados (BROETTO, 2013; NDIAYE et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2008).

Embora existam alguns resultados promissores quanto à adoção futura de métodos alternativos de controle de *M. phaseolina*, eficazes e ecologicamente corretos, a utilização de cultivares resistentes ainda é a principal e mais eficiente forma de controle do patógeno, na medida em que o menor custo torna viável sua adoção principalmente por pequenos e médios produtores (LIMA, 2015).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Considerações gerais

Foram realizados cinco experimentos para avaliar a patogenicidade de espécies de *Macrophomina*. Cada experimento foi realizado com uma cultura, sendo elas feijão-caupi, cv. ‘Potiguar’ feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.)], var. crioula, feijão-mungo var. crioula, milho-verde cv. ‘Ag 5201’ e sorgo cv. ‘BRS 330’. Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação e no laboratório de Fitopatologia II da Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, no município de Mossoró – RN, Brasil, situado nas coordenadas 5°11’15” de latitude Sul e 37°20’39” de longitude Oeste, com uma altitude de 16 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen, é ‘BSh’ (muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono) (ALVARES et al., 2014).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 15 tratamentos (isolados) e cinco repetições. A parcela experimental foi representada por um vaso contendo uma planta. O experimento foi repetido uma vez.

### 3.2 Isolados

Foram utilizados 14 isolados de *Macrophomina* spp., depositados na coleção de culturas “Prof<sup>a</sup>. Maria Menezes”, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Tabela 1), e preservados pelo método *Castellani*, no laboratório de Fitopatologia II da UFERSA. Seis isolados foram provenientes de raízes de breo, seis de raízes de pega-pinto, um isolado de *M. phaseolina* (CMM-1531) proveniente de raízes de meloeiro (*Cucumis melo* L.) e um de feijão-caupi (MPH-FE) (Tabela 1). Os isolados provenientes das raízes de breo e pega-pinto foram obtidos de plantas assintomáticas.

### 3.3 Inoculação do patógeno

Para cada ensaio, foram usados 70 vasos de 0,75 litros, contendo substrato comercial esterilizado Tropstrato HT<sup>®</sup> - hortaliças, onde foram semeadas três sementes em cada vaso. O

desbaste foi realizado 10 dias após a sementeira, mantendo uma planta por vaso e a inoculação foi feita 15 dias após a sementeira.

Tabela 1: Isolados de *Macrophomina* oriundos de raízes de breço (*Trianthema portulacastrum*) e pega-pinto (*Boerhavia diffusa*).

Hospedeiro	Espécies	Isolados
<i>Trianthema portulacastrum</i>	<i>M. phaseolina</i>	CMM-4733
	<i>M. phaseolina</i>	CMM-4749
	<i>M. phaseolina</i>	CMM-4752
	<i>M. pseudophaseolina</i>	CMM-4777
	<i>M. pseudophaseolina</i>	CMM-4780
	<i>M. pseudophaseolina</i>	CMM-4788
<i>Boerhavia diffusa</i>	<i>M. phaseolina</i>	CMM-4758
	<i>M. phaseolina</i>	CMM-4760
	<i>M. phaseolina</i>	CMM-4762
	<i>M. pseudophaseolina</i>	CMM-4795
	<i>M. pseudophaseolina</i>	CMM-4801
	<i>M. pseudophaseolina</i>	CMM-4826

O método de inoculação utilizado foi o do palito de dente infestado (SCANDIANI et al. 2011). Os isolados foram previamente repicados, separadamente, para meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) + tetraciclina (0,05 g/L) e mantidos em estufa tipo B.O.D. a  $28 \pm 2$  °C por 7 dias, até serem usados no preparo do inóculo. Pontas de palitos de dente (1,5 cm) foram inseridas verticalmente em um disco de papel filtro com o mesmo diâmetro interno da placa de Petri. Depois de colocados dentro das placas, com a parte afilada dos palitos voltada para cima, estes foram autoclavados a 121 °C, por 30 minutos.

Posteriormente, o meio BDA foi vertido nas placas contendo as pontas dos palitos autoclavados e deixado exposto a cerca de 2 mm da extremidade dos palitos. Após a solidificação do meio de cultura, foram repicados três discos de 0,5 mm de diâmetro com estruturas do fungo (micélio), distribuídos equidistantes e incubados por sete dias, em estufa tipo B.O.D a  $28 \pm 2$  °C para a completa colonização dos palitos.

Após 15 dias da colonização dos palitos, estes foram inseridos no colo das plantas na altura de 0,05 mm do solo. Foram inseridos também palitos autoclavados, sem o inóculo, nas plantas controle (testemunhas).

A irrigação foi realizada manualmente, com auxílio de uma pisseta, duas vezes ao dia.

### **3.4 Avaliação da severidade da doença**

As avaliações da severidade da doença foram realizadas 45 dias após a inoculação do patógeno. Para isso, utilizou-se a escala de notas diagramática descrita por Ambrósio et al. (2015), onde 0 = não assintomático; 1 = menos que 3% dos tecidos infectados; 2 = 3-10% dos tecidos infectados; 3 = 11-25% dos tecidos infectados; 4 = 26-50% dos tecidos infectados e 5 = mais de 50% dos tecidos infectados.

Após a avaliação da severidade, as plantas foram extraídas do solo e levadas ao laboratório, lavadas em água corrente para a retirada de solo nas raízes. Posteriormente, foi realizado o reisolamento do patógeno. Para isso, foram retirados fragmentos do colo e das raízes, seguindo-se desinfestação superficial em álcool 70 % durante 30 segundos, hipoclorito de sódio a 2,0 % por um minuto e lavados em água destilada e esterilizada. Os fragmentos desinfestados foram plaqueados em meio de cultura BDA + tetraciclina (0,05g/L) e incubados em estufa B.O.D por cinco dias. Assim, foi confirmada a patogenicidade do fungo pela sua caracterização morfológica.

### **3.5 Análises das matérias frescas e secas**

Após a retirada dos fragmentos das plantas sintomáticas para a realização do isolamento, foi realizada a análise da matéria fresca da parte aérea com auxílio de uma balança analítica. Em seguida, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 65 °C até a obtenção de peso constante. Posteriormente, foram pesadas para obtenção da massa seca.

### **3.6 Análises dos dados**

Os dados da severidade da doença e massa da matéria fresca e seca da parte aérea foram analisados via testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney ao nível de 5% de probabilidade, por meio do programa Assistat 7.7. (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Leguminosas

Todos os isolados de *Macrophomina* oriundos das plantas daninhas foram patogênicos em feijão-caupi, ocasionando a podridão-cinzenta-do-caule (Figura 1a), não havendo diferença significativa de patogenicidade entre as duas espécies testadas (*M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina*) quando inoculadas nesta cultura (Figura 2a).

Os isolados oriundos de breo causaram diferentes níveis de severidades em feijão-caupi, sendo o isolado CMM-4749 (*M. phaseolina*) o mais agressivo, semelhantemente ao isolado de feijão-caupi.

Os isolados oriundos de pega-pinto causaram severidades semelhantes, com notas variando de 3 a 5 (Figura 1a). O isolado CMM-4795 (*M. pseudophaseolina*) causou maior severidade, mostrando agressividade equivalente ao isolado oriundo de feijão-caupi (Figura 1a).

Ndiaye et al. (2015), investigando a patogenicidade de nove isolados de *M. phaseolina* e dez de *M. pseudophaseolina* em três variedades de feijão-caupi sob dois regimes de temperatura, concluíram que *M. pseudophaseolina* provocou menor incidência de doença no feijão-caupi a 34 °C do que a 36 °C. Na temperatura de 36 °C, *M. pseudophaseolina* é tão prejudicial quanto *M. phaseolina* no feijão-caupi. Muito embora os dados encontrados pelos referidos autores venham a corroborar os obtidos neste estudo, cabe ressaltar que a maioria dos isolados de *Macrophomina* foram oriundos de plantas daninhas.

Todos os isolados reduziram a massa fresca e seca da parte aérea de plantas de feijão-caupi (Tabela 2), porém apenas os isolados CMM-4733 (*M. phaseolina*) e CMM-4777 (*M. pseudophaseolina*) diferiram estatisticamente da testemunha. Entre os isolados de breo, o CMM-4777 (*M. pseudophaseolina*) apresentou a menor massa fresca e seca, respectivamente, porém não houve diferença do isolado que causou maior agressividade (CMM-4749).

Dentre os isolados de pega-pinto, CMM-4801 (*M. pseudophaseolina*) apresentou os menores valores de massa fresca e seca, respectivamente, apesar de não ter havido diferença significativa entre eles.

Em feijão-mungo, todos os isolados de *Macrophomina* foram patogênicos, causando sintomas nas plantas (Figura 1b), porém não houve diferença significativa para severidade entre as duas espécies de *Macrophomina* testadas (Figura 2b).

Os isolados de breço e pega-pinto causaram níveis diferentes de severidades, com valores de notas variando de 1 a 5, sendo o isolado CMM-4760 (*M. phaseolina*), oriundo de pega-pinto, o mais agressivo, mostrando-se semelhante ao isolado oriundo de feijão-caupi quanto a sua agressividade.

Essa variabilidade entre os isolados corrobora os resultados obtidos por Iqbal; Mukhtar (2014), que, ao estudar 65 isolados de *M. phaseolina* para a variabilidade morfológica associada ao cultivo de feijão-mungo, observaram diferenças significativas entre todos os 65 isolados em crescimento radial, tamanho e peso do esclerócio, bem como na patogenicidade, onde dez isolados fúngicos pareciam menos agressivos, ao passo que oito isolados de origem diversa mostraram-se altamente agressivos contra cultivares de feijão-mungo e os demais isolados foram considerados moderadamente agressivos.

Todos os isolados provenientes de breço e pega-pinto reduziram a massa fresca e seca da parte aérea de feijão-mungo, sendo o isolado CMM-4760 responsável pelo menor valor de massa fresca (0,08 g) e massa seca (0,02 g), respectivamente (Tabela 2). Estes resultados mostram a importância deste isolado, uma vez que é capaz de reduzir a massa fresca e seca da parte aérea de plantas de feijão-mungo, bem como o isolado oriundo de feijão-caupi.

Em estudo avaliando a resistência de 26 genótipos de feijão-mungo a *M. phaseolina*, Khan et al. (2016) observaram que todos os genótipos tiveram as massas fresca e seca reduzidas pelo patógeno, corroborando os resultados obtido no presente estudo.

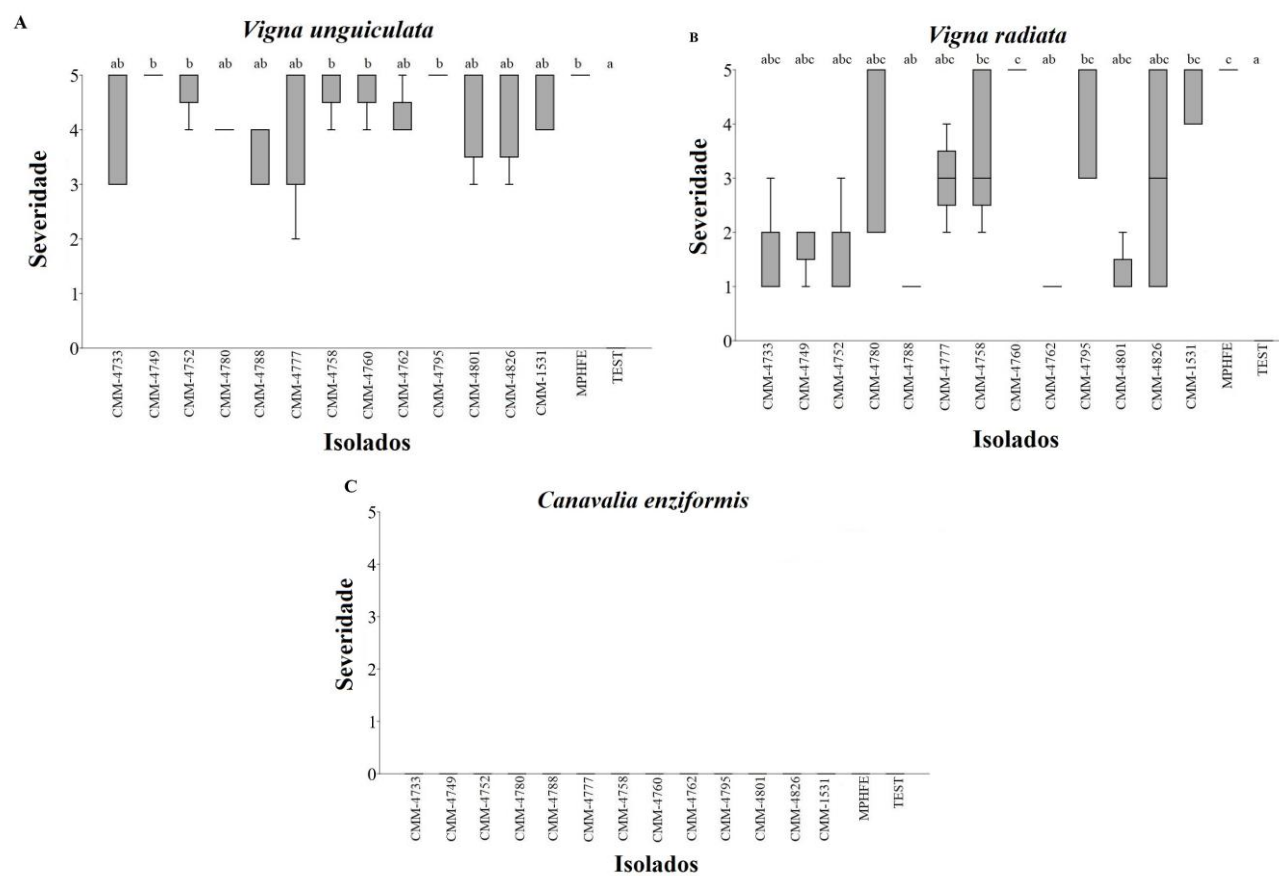
Em feijão-de-porco, nenhuma das espécies de *Macrophomina* inoculadas se mostrou patogênica à cultura, pois as plantas não apresentaram sintomas da doença (Figura 1c). Não houve diferença significativa para severidade entre as duas espécies de *Macrophomina* testadas (Figura 2c), porém todos os isolados reduziram a massa fresca e seca da parte aérea da cultura (Tabela 2).

Segundo Surdi et al. (2012), plantas de cobertura e/ou adubação verde não devem ser hospedeiras de doenças e pragas que prejudiquem a cultura comercial. Ressalte-se que a utilização de leguminosas como o feijão-de-porco na adubação verde tem sido relatada como estratégia de manejo de fitopatógenos habitantes do solo, como *M. phaseolina* (PORTO et al., 2016) e *Fusarium solani* (CRUZ et al., 2016).

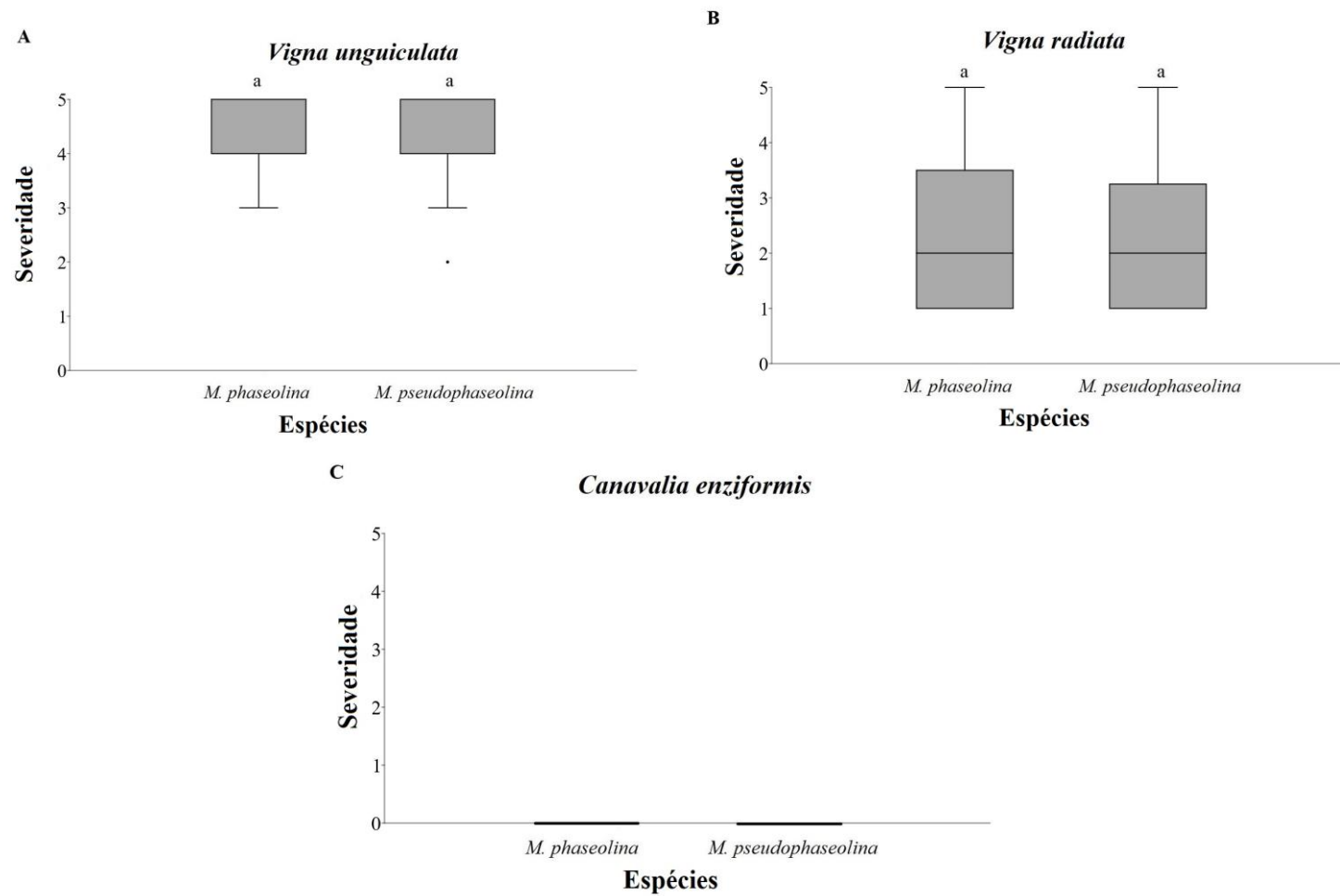
O feijão-de-porco possui substâncias, tais como enzimas, glicoproteínas, polipeptídeos e compostos provenientes do metabolismo de aminoácidos, capazes de reduzir a densidade



populacional do patógeno. A principal isoforma da enzima urease dessa leguminosa inibe o crescimento vegetativo e a germinação de diversas espécies de fungos filamentosos, como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, entre outros (SILVA LÓPEZ, 2012). Isso explica o motivo pelo qual as espécies de *Macrophomina* testadas não apresentaram sintomas quando inoculadas em plantas de feijão-de-porco. Além disso não existe relato de *Macrophomina* spp. causando doença nesta cultura.



**Figura 1:** Boxplot da severidade da Podridão-cinzenta-do-caule em feijão-caupi (A), feijão-mungo (B) e feijão-de-porco (C) inoculados com *M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina*. Mossoró, 2019. Médias seguidas pela mesma letra no Boxplot não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.



**Figura 2:** *Boxplot* da severidade média da Podridão-cinzenta-do-caule entre as espécies de *Macrophomina* oriundas de raízes de plantas daninhas inoculadas em feijão-caupi (A), feijão-mungo (B) e feijão-de-porco (C). Mossoró, 2019. Médias seguidas pela mesma letra no *Boxplot* não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

**Tabela 2:** Massa fresca e seca da parte aérea de plantas leguminosas inoculadas com *M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina*.

Isolados de <i>Macrophomina</i>	Feijão-caupi				Feijão-de-porco				Feijão-mungo			
	Massa Fresca		Massa Seca		Massa Fresca		Massa Seca		Massa fresca		Massa Seca	
	Rank	Média <sup>c</sup>	Rank	Média	Rank	Média	Rank	Média	Rank	Média	Rank	Média
CMM-4733 <sup>a</sup>	23.40	0,13 a	22.10	0.05 a	32.80	5.90 ab	30.00	1.52 ab	50.20	0.40 ab	31.30	0.08 abc
CMM-4749 <sup>a</sup>	30.20	0,08 ab	35.50	0.05 ab	45.90	7.95 ab	37.50	1.71 ab	50.20	0.40 ab	38.10	0.08 abc
CMM-4752 <sup>a</sup>	35.80	0,11 ab	33.10	0.06 ab	21.20	4.25 ab	21.40	1.26 ab	43.90	0.35 ab	41.60	0.09 abc
CMM-4758 <sup>a</sup>	52.90	0,13 ab	51.60	0.07 ab	50.00	8.42 ab	59.00	2.52 b	45.80	0.36 ab	57.10	0.11 bc
CMM-4760 <sup>a</sup>	45.80	0,12 ab	42.80	0.06 ab	39.00	6.95 ab	40.40	1.80 ab	11.10	0.08 ab	7.50	0.02 a
CMM-4762 <sup>a</sup>	41.80	0,10 ab	40.30	0.06 ab	15.80	3.56 ab	14.70	0.97 ab	38.10	0.31 ab	54.10	0.11 abc
CMM-4777 <sup>b</sup>	16.70	0,07 a	21.70	0.04 a	29.00	5.63 ab	37.80	1.74 ab	40.80	0.32 ab	36.40	0.09 abc
CMM-4780 <sup>b</sup>	28.00	0,08 ab	27.80	0.04 ab	42.00	7.50 ab	42.10	1.95 ab	29.50	0.24 ab	40.50	0.09 abc
CMM-4788 <sup>b</sup>	31.80	0,08 ab	39.40	0.05 ab	50.50	8.42 ab	42.90	1.90 ab	5.,20	0.44 b	45.40	0.10 abc
CMM-4795 <sup>b</sup>	35.80	0,09 ab	33.10	0.05 ab	24.40	4.83 ab	30.80	1.53 ab	43.40	0.32 ab	47.50	0.10 abc
CMM-4801 <sup>b</sup>	28.10	0,08 ab	27.10	0.04 ab	50.30	8.51 ab	46.60	1.97 ab	47.40	0.38 ab	38.60	0.08 abc
CMM-4826 <sup>b</sup>	60.90	0,17 ab	58.90	0.09 ab	37.40	6.61 ab	44.20	1.94 ab	32.30	0.33 ab	37.80	0.10 abc
CMM-1531 <sup>a</sup>	28.10	0,08 ab	39.40	0.05 ab	48.10	8.67 ab	51.10	1.83 ab	19.30	0.14 ab	17.40	0.06 ab
MPH-FE <sup>a</sup>	37.70	0,10 ab	24.20	0.04 a	58.10	10.04 ab	55.30	2.46 b	7.00	0.05 a	11.00	0.03 ab
TEST	73.00	1,10 b	73.00	0.52 b	62.00	10.39 ab	60.20	2.60 b	55.80	0.43 b	65.70	0.13 c
$c\chi^2$	33.21		30.80		34.56		34.55		34.60		39.28	

<sup>a</sup>*Macrophomina phaseolina*. <sup>b</sup>*M. pseudophaseolina*. <sup>c</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste Kruskal–Wallis a 5% de probabilidade.

## 4.2 Gramíneas

Todos os isolados de *Macrophomina* apresentaram sintomas de podridão-de-carvão em plantas de milho-verde (Figura 3a), porém não houve diferença significativa para severidade entre as duas espécies de *Macrophomina* testadas (Figura 4a).

Os isolados de breço CMM-4733, CMM-4749 (*M. phaseolina*) e CMM-4777 (*M. pseudophaseolina*) se mostraram mais agressivos.

Os isolados de pega-pinto apresentaram diferentes níveis de severidade com valores de notas variando de 2 a 5. O isolado CMM-4801 (*M. pseudophaseolina*) causou maior agressividade em plantas de milho-verde, com notas de severidade variando de 3 a 5.

Estudando 24 isolados de *M. phaseolina* de diferentes distritos da província de Punjab, no Paquistão, quanto à sua morfologia e patogenicidade em milho, Ashraf et al. (2015) observaram variações em diferentes características morfológicas, tais como tamanho do esclerócio e população, bem como em sua agressividade, observando que nove isolados de diversas origens provaram ser altamente agressivos; oito isolados foram considerados moderadamente agressivos e sete isolados fúngicos foram menos agressivos contra a cultivar de milho usada. Estes resultados corroboram o presente estudo, na medida em que os isolados utilizados apresentaram variações quanto à agressividade. A discussão é sobre essas variações morfológicas e patogênicas em vários isolados de *M. phaseolina* como informação de linha de base para o manejo de doenças e desenvolvimento de cultivares resistentes à podridão-de-carvão.

As plantas inoculadas com os isolados de breço CMM-4733, CMM-4749 (*M. phaseolina*) apresentaram os menores valores de massa fresca e seca da parte aérea (Tabela 3).

Em plantas de sorgo, todos os isolados de *Macrophomina* foram patogênicos, provocando sintomas de podridão-de-carvão (Figura 3b) e causando severidades com valores de notas variando de 3 a 5, porém não houve diferença entre as duas espécies de *Macrophomina* testadas, considerando essa variável (Figura 4b).

Os isolados de breço CMM-4733, CMM-4749 (*M. phaseolina*) e CMM-470 (*M. pseudophaseolina*) causaram severidade semelhante àquela provocado pelo isolado oriundo de melão (CMM-1531).

Os isolados de pega-pinto CMM-4760 (*M. phaseolina*), CMM-4801 e CMM-4826 (*M. pseudophaseolina*) se demonstraram mais agressivos, causando severidade semelhante ao isolado oriundo de melão.

Muito embora Sales Junior et al. (2012) tenham relatado que o sorgo é uma das principais culturas adotadas para rotação com o meloeiro no Nordeste brasileiro, principalmente no período da entressafra, este fato é preocupante se considerarmos que as duas espécies de *Macrophomina* provenientes de breo e pega-pinto foram altamente agressivas a esta cultura.

Quando inoculados, os isolados de breo CMM-4733 e CMM-4749 (*M. phaseolina*) proporcionaram os menores valores de massa fresca da parte aérea (Tabela 3). O isolado CMM-4733 proporcionou maior redução da massa seca da parte aérea. O isolado CMM-4801 (*M. pseudophaseolina*), oriundo de pega-pinto, ocasionou maior redução da massa fresca e da massa seca da parte aérea.

Tabela 3: Massa fresca e seca da parte aérea de leguminosas e gramíneas frente à inoculação de espécies de *Macrophomina* oriundas de plantas daninhas.

Isolados de <i>Macrophomina</i>	Milho-verde				Sorgo			
	Massa Fresca		Massa Seca		Massa Fresca		Massa Seca	
	Rank	Média <sup>c</sup>	Rank	Média	Rank	Média	Rank	Média
CMM-4733 <sup>a</sup>	9.90	0,21 a	10.20	0,10 a	13.10	0,54 a	12.00	0,16 a
CMM-4749 <sup>a</sup>	6.40	0,14 a	8.70	0,09 a	23.40	0,76 abc	29.90	0,26 ab
CMM-4752 <sup>a</sup>	34.10	1,12 abc	40.60	0,42 abc	66.40	2,3 bc	63.60	0,62 b
CMM-4758 <sup>a</sup>	31.50	0,79 abc	25.40	0,22 abc	27.80	0,91 abc	28.90	0,28 ab
CMM-4760 <sup>a</sup>	71.80	4,15 c	64.50	0,88 bc	28.20	0,87 abc	24.80	0,24 ab
CMM-4762 <sup>a</sup>	63.40	3,15 bc	64.10	0,90 bc	67.40	2,03 c	67.80	0,60 b
CMM-4777 <sup>b</sup>	26.40	0,56 abc	32.10	0,25 abc	43.70	1,54 abc	46.10	0,49 ab
CMM-4780 <sup>b</sup>	21.70	0,52 ab	18.70	0,17 ab	49.00	1,37 abc	45.70	0,37 ab
CMM-4788 <sup>b</sup>	53.40	2,42 ab	52.20	0,66 abc	47.70	1,31 abc	48.80	0,39 ab
CMM-4795 <sup>b</sup>	40.40	1,4 abc	36.70	0,36 abc	39.80	1,17 abc	37.80	0,33 ab
CMM-4801 <sup>b</sup>	24.30	0,79 abc	26.80	0,27 abc	18.60	0,72 abc	19.80	0,22 ab
CMM-4826 <sup>b</sup>	27.60	0,61 abc	26.60	0,22 abc	31.10	0,97 abc	29.60	0,28 ab
CMM-1531 <sup>a</sup>	49.20	1,72 abc	47.20	0,47 abc	20.40	0,67 abc	21.30	0,21 ab
MPH-FE <sup>a</sup>	48.80	1,60 abc	47.00	0,47 abc	54.30	1,53 abc	51.30	0,44 ab
TEST	61.10	2,83 bc	69.20	1,00 c	39.70	1,13	42.60	0,35 ab
$c\chi^2$	56.30		54.61		41.54		38.60	

<sup>a</sup>*Macrophomina phaseolina*. <sup>b</sup>*M. pseudophaseolina*. <sup>c</sup>Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste Kruskal–Wallis a 5% de probabilidade.

Avaliando um grupo de 49 híbridos experimentais e comerciais de sorgo para grãos quanto à sua reação a *M. phaseolina* e adaptação ao Nordeste do México, Williams-Alanís et al. (2004) observaram que o rendimento de grãos foi afetado por *M. phaseolina* e é inversamente proporcional ao comprimento da lesão causada pelo fungo. Mayek-Pérez et al. (2002) relataram correlação negativa entre o prejuízo causado por *M. phaseolina* e o acúmulo de peso seco da planta.

Todos os isolados provenientes de raízes de plantas daninhas reduziram a massa fresca e seca da parte aérea em todas as culturas em estudo, porém não houve diferença significativa entre as duas espécies de *Macrophomina* para essas variáveis (Tabela 4).

Tabela 4: Massa fresca e seca da parte aérea de leguminosas e gramíneas frente à inoculação de espécies de *Macrophomina* oriundas de plantas daninhas.

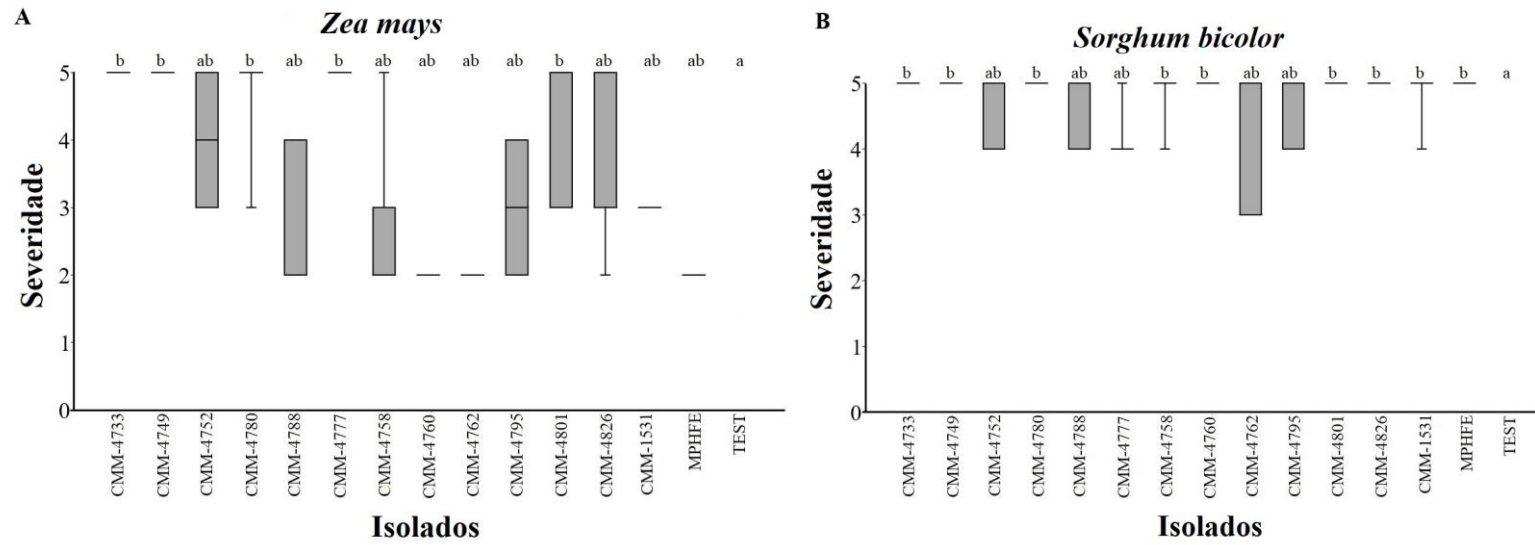
Culturas	Massa Fresca					Massa Seca				
	<i>M. phaseolina</i>		<i>M. pseudophaseolina</i>		$Z_{calc}$	<i>M. phaseolina</i>		<i>M. pseudophaseolina</i>		$Z_{calc}$
	Rank	Média*	Rank	Média		Rank	Média	Rank	Média	
Feijão-caupi	16.22	0.12 a	14.28	0.09 a	0.86	15.87	0.06 a	14.63	0.05 a	0.55
Feijão-mungo	15.03	0.32 a	15.47	0.34 a	0.18	14.76	0.09 a	15.74	0.10 a	0.43
Feijão-de-porco	14.27	6.17 a	16.23	6.92 a	0.86	13.81	1.63 a	16.69	1.84 a	1.27
Milho-verde	15.43	1.59 a	15.07	1.05 a	0.16	15.51	0.44 a	14.99	0.32 a	0.22
Sorgo	15.14	1.24 a	15.36	1.18 a	0.09	15.16	0.36 a	15.34	0.35 a	0.07

\* Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas, não diferem entre si pelo teste Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

Considerando que os isolados de *Macrophomina* utilizados no presente estudo são provenientes de plantas daninhas de áreas produtoras de melão do nordeste brasileiro, ganha força a hipótese de Machado et al. (2018) de que *M. pseudophaseolina* está distribuída por ampla área geográfica dentro do Brasil e que são tão agressivos quanto os isolados de *M. phaseolina*.

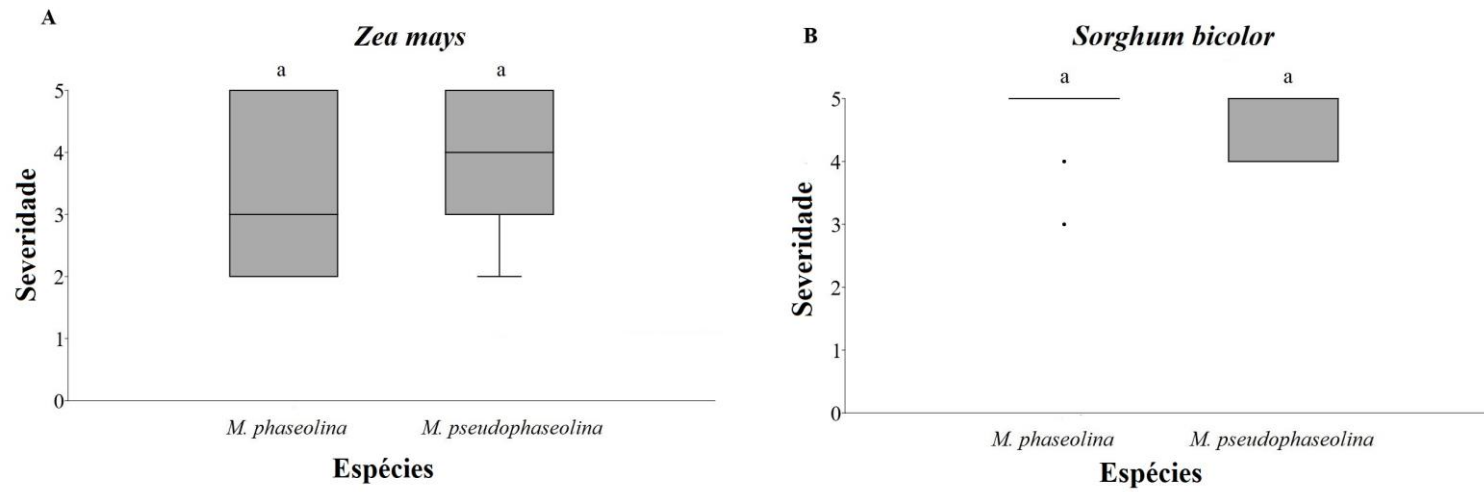
Os resultados do presente estudo mostram que plantas de feijão-caupi, feijão-mungo, milho-verde e sorgo apresentaram diferentes níveis de severidade quando as duas espécies de *Macrophomina* provenientes de plantas daninhas foram inoculadas, corroborando os resultados obtidos por Khan et al. (2017), quando avaliaram a patogenicidade de três isolados de *M. phaseolina*, em grão-de-bico e girassol. Os autores observaram que todos os isolados de *M. phaseolina* causaram alta agressividade em grão-de-bico; em girassol, os isolados de *M. phaseolina* causaram índice de doença de 2 em condições controladas, ao passo que o índice da doença variou de 5,8 a 6,0 sob condições de campo.

Verificando a patogenicidade e a agressividade de 27 isolados de *M. phaseolina* obtidos de seis espécies de plantas a mamona, Claudino; Soares (2014) observaram que todos os isolados foram patogênicos e exibiram diferentes níveis de agressividade na cultivar utilizada, independentemente do seu hospedeiro de origem. Vale ressaltar que não existem na literatura trabalhos de patogenicidade de isolados de *Macrophomina* provenientes de plantas daninhas para as culturas utilizadas neste estudo.



**Figura 3:** Boxplot da severidade média da Podridão-de-carvão em milho-verde (A) e sorgo (B) inoculados com *M. phaseolina* e *M. pseudophaseolina*. Mossoró, 2019. Médias seguidas pela mesma letra no Boxplot não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.





**Figura 4:** *Boxplot* da severidade média da Podridão-de-carvão entre as espécies de *Macrophomina* oriundas de raízes de plantas daninhas inoculadas em milho-verde (A) e sorgo (B). Mossoró, 2019. Médias seguidas pela mesma letra no *boxplot* não diferem entre si pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

## 5 CONCLUSÃO

Os isolados de *M. pseudophaseolina* se mostraram tão agressivos quanto os de *M. phaseolina* para feijão-caupi, feijão-mungo, milho-verde e sorgo.

O feijão-de-porco não apresentou sintomas da doença após a inoculação com as espécies de *Macrophomina*.

Os isolados das duas espécies reduziram a massa fresca e seca da parte aérea de todas as culturas em estudo. Porém, em feijão-de-porco não houve diferença significativa.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. Disponível em: <[https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen\\_s\\_climate\\_classification\\_map\\_for\\_Brazil](https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil)> Acesso em: 03 jan. 2019.
- ANDRUS, C. F. Seed transmission of *Macrophomina phaseoli*. **Phytopathology**, v. 28, p. 620-643, 1938.
- AMBRÓSIO, M. M. Q. Screening a variable germplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to *Macrophomina phaseolina*. **Euphytica**, v. 206, n. 2, p. 287-300, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-015-1452-x>>. Acesso em: 03 dez. 2018.
- ARAUJO, A. S. **Biochar e *Trichoderma harzianum* no controle de *Macrophomina phaseolina***. 2018. 70f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/32072>>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- ASHRAF, W. et al. Morphological and Pathogenic Variability among *Macrophomina phaseolina* Isolates Associated with Maize (*Zea mays*) in Punjab-Pakistan. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 17, n. 5, p. 1037-1042, 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/282241458\\_Morphological\\_and\\_Pathogenic\\_Variability\\_among\\_Macrophomina\\_phaseolina\\_Isolates\\_Associated\\_with\\_Maize\\_Zea\\_mays\\_in\\_Punjab-Pakistan](https://www.researchgate.net/publication/282241458_Morphological_and_Pathogenic_Variability_among_Macrophomina_phaseolina_Isolates_Associated_with_Maize_Zea_mays_in_Punjab-Pakistan)>. Acesso em: 03 dez. 2018.
- BROETTO, L. **Antagonismo a *Macrophomina phaseolina* e promoção do crescimento em feijoeiro mediados por *Trichoderma* spp.** 2013. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2013. Disponível em: <[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNIOESTE-1\\_ec830cbc3ae085626f045c5f6efb52e0/Details](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNIOESTE-1_ec830cbc3ae085626f045c5f6efb52e0/Details)>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- CHELLEMI, D. O. et al. Development and deployment of systems-based approaches for the management of soil-borne plant pathogens. **Phytopathology**, v. 106, n. 3, p. 216-225, 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26574784>>. Acesso em: 14 jan. 2019.
- CLAUDINO, M. R.; SOARES, D. J. Pathogenicity and aggressiveness of *Macrophomina phaseolina* isolates to castor (*Ricinus communis*). **Tropical Plant Pathology**, v. 39, n. 6, p. 453-456, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1982-56762014000600006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-56762014000600006)> Acesso em: 04 dez. 2018.
- CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Fundamentos e desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos. In: LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. J. (org.). **Desafios do Manejo de Doenças Radiculares Causadas por Fungos**. Recife: EdUFPRE, 2018. p. 1-16.

COELHO NETO, R. A. **Metodologia e avaliação da resistência de feijoeiro a podridão-cinzenta-do-caule, em laboratório e casa de vegetação.** 1994. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books/about/Metodologia\\_e\\_avaliao%C3%A7%C3%A3o\\_da\\_resistencia%C3%A9.html?id=59DBXwAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Metodologia_e_avaliao%C3%A7%C3%A3o_da_resistencia%C3%A9.html?id=59DBXwAACAAJ&redir_esc=y)> Acesso em: 18 jan. 2019.

CRUZ, B. L. S. et al. Efeito de adubos verdes sobre a podridão radicular de *Fusarium* em meloeiro (*Cucumis melo* L.). **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 59, n. 1, p. 39-46, jan./mar. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/1978/801>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

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

FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. Fungal Databases, U.S. **National Fungus Collections**, ARS, USDA. 2018. Disponível em: <<https://nt.ars-grin.gov/fungalDATABASES/>>. Acesso em: 28 jan. 2019.

GUPTA, G. K. et al. Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Journal of Phytopathology**, v. 160, n. 4, p. 167-180, 2012. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1439-0434.2012.01884>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

IQBAL, U.; MUKHTAR, T. Morphological and pathogenic variability among *Macrophomina phaseolina* isolates associated with mungbean (*Vigna radiata* L.) Wilczek from Pakistan. **The Scientific World Journal**. p. 1-9, 2014. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/950175/>> Acesso em: 06 fev. 2019.

ISHIKAWA, M.S. et al. Seleção de cultivares de soja para resistência à podridão negra da raiz (*Macrophomina phaseolina*). **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 43, n. 4, p. 38-44, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v44n1/0100-5405-sp-44-1-0038.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

KATAN, J. Diseases caused by soilborne pathogens: biology, management and challenges. **Journal of Plant Pathology**, v. 99, n. 2, p. 305-315, 2017. Disponível em: <<http://www.sipav.org/main/jpp/index.php/jpp/article/view/3862/2506>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

KAUR, S. et al. Emerging phytopathogen *Macrophomina phaseolina*: biology, economic importance and current diagnostic trends. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 38, n. 2, p. 1– 16, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22257260>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

KHAN, A. N. et al. Molecular Identification and Genetic Characterization of *Macrophomina phaseolina* Strains Causing Pathogenicity on Sunflower and Chickpea. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, p. 1-11, 2017. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.01309/full>>. Acesso em: 06 fev. 2019.

KHAN, K. A. et al. Response of *Vigna radiata* (L.) Wilczek genotypes to charcoal rot disease. **Mycopath**, v. 14, n. 1 e 2, p. 1-7, 2016. Disponível em: <<http://journals.pu.edu.pk/journals/index.php/mycopath/article/view/1306>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005..

LARKIN, R. P. Soil health paradigms and implications for disease management. **Annual Review of Phytopathology**, v. 53, p. 199-221, 2015. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-phyto-080614-120357>> Acesso em: 14 jan. 2019.

LIMA, L. R. L. **Cruzamentos dialélicos para resistência a *Macrophomina phaseolina* e a *Thanatephorus cucumeris* em feijão-caupi**. 2015. 61f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138581/1/DISSERTACAO-Laize.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

MACHADO, A. R. et al. Bayesian analyses of five gene regions reveal a new phylogenetic species of *Macrophomina* associated with charcoal rot on oilseed crops in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, p. 1-12, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-018-1545-1#citeas>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

MARCENARO, D.; VALKONEN, J. P. T. Seed-borne pathogenic fungi in common bean (*Phaseolus vulgaris* cv. INTA Rojo) in Nicaragua. **PLoS ONE**, v. 11, n. 12, p. 1-18. 2016. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0168662>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

MAYEK-PÉREZ, N. et al. Reacción de germoplasma de *Phaseolus* sp. *Macrophomina phaseolina*. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 25 p. 35-42, 2002. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/26475553\\_Reaccion\\_de\\_germoplasma\\_de\\_Phaseolus\\_sp\\_A\\_Macrophomina\\_phaseolina](https://www.researchgate.net/publication/26475553_Reaccion_de_germoplasma_de_Phaseolus_sp_A_Macrophomina_phaseolina)>. Acesso em: 04 dez. 2018.

MAYEK-PEREZ, N. et al. Water relations, histopathology, and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during pathogenesis of *Macrophomina phaseolina* under drought stress. **Physiol. Plant Pathol.**, v. 60, p. 185-195, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885576501903881>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

MIHAIL J. D. *Macrophomina phaseolina*: Spatio-temporal dynamics of inoculum and of disease in a high susceptible crop. **Phytopathology**, v. 79, n. 8, p. 848–855, 1989. Disponível em: <[https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1989Abstracts/Phyto79\\_848.htm](https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1989Abstracts/Phyto79_848.htm)>. Acesso em: 25 jun. 2017.

NDIAYE, M. et al. Is the recently described *Macrophomina pseudophaseolina* pathogenically different from *Macrophomina phaseolina*? **African Journal of Microbiology Research**, v. 45, n. 9, p. 2232 -2238, 2015. Disponível em:

<<https://academicjournals.org/journal/AJMR/article-abstract/A16B20156119>>. Acesso em: 18 jun. 2017.

NDIAYE, M. et al. Effects of compost amendment and the biocontrol agent *Clonostachys rosea* on the development of charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) on cowpea. **Journal of Plant Pathology**, v. 92, n. 1, p. 173-180, 2010. Disponível em: <<http://www.sipav.org/main/jpp/index.php/jpp/article/view/27>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A.; BOARI, A. J.; NASCIMENTO, J. F. Doenças. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. (org.). **A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. p. 245-270.

OLIVEIRA, A. S.; SILVA, M. S.; RABELLO, A. R.; ALVES, R. S.; ESPÍNDOLA, L. S.; SILVA, E. M.; PAULA, J. E.; LIMA, T. R.; VIEIRA, E. A.; ANJOS, J. R. N. Planta nativa do cerrado, gênero *Magonia*, da família do “guaraná” (Sapindaceae), possui princípios ativos contra o crescimento micelial in vitro de fungos fitopatogênicos. In: Simpósio Nacional do Cerrado, 9., 2008, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. Disponível em:

<<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=571336&biblioteca=CPAC&busca=autoria:%22RABELLO,%20A.%20R.%22&qFacets=autoria:%22RABELLO,%20A.%20R.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

PORTO, M. A. F. et al. Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) no controle da podridão radicular do meloeiro causada por associação de patógenos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 42, n. 4, p. 327-332, 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052016000400327&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052016000400327&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 03 dez. 2018.

RADWAN, O. et al. Genetic mechanisms of host-pathogen interactions for charcoal rot in soybean. **Plant Molecular Biology Reporter**, v. 32, p. 617-629, 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11105-013-0686-9>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

RODRIGUES, A. P. M. S. **Ocorrência de plantas daninhas como hospedeiras de fitopatógenos radiculares e avaliação da patogenicidade sobre as culturas do melão e da melancia**. 2013. 76f. (Dissertação) Mestrado em Agronomia: Fitotecnia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, Mossoró-RN, 2013. Disponível em: <[http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/82/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20\(2013\)%20ANA%20PAULA%20MEDEIROS%20DOS%20SANTOS%20RODRIGUES.pdf](http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/82/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20(2013)%20ANA%20PAULA%20MEDEIROS%20DOS%20SANTOS%20RODRIGUES.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2018.

SALES JÚNIOR, R. et al. Ervas daninhas como hospedeiras alternativas de patógenos causadores do colapso do meloeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 195-198, jan.-mar. 2012. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1192>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

SARR, M. P. et al. Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. **Phytopathologia Mediterranea**, Firenze, v. 53, n. 2, p. 250–268, 2014.

Disponível em: <<http://www.fupress.net/index.php/pm/article/view/13736/13969>>. Acesso em: 29 jun. 2017.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994.

SCANDIANI, M. M. et al. Comparison of inoculation methods for characterizing relative aggressiveness of two soybean sudden-death syndrome pathogens, *Fusarium virguliforme* and *F. tucumaniae*. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 133–140. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1982-56762011000300001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-56762011000300001)>. Acesso em: 03 fev. 2018.

SILVA LÓPEZ, R.E. *Canavalia ensiformis* (L.) DC (Fabaceae). **Revista Fitos**, Jacarepaguá, v. 7, n. 3, p. 146-154, 2012. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/15134/2/5.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2018.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. **Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows**. Versão 7.7. 2016. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acesso em: 25 set. 2018.

SRIVASTAVA, A. **Studies on variability of *Macrophomina phaseolina* causing charcoal rot of soybean**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agricultura – Fisiologia Vegetal). Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya, Jabalpur, Madhya Pradesh, 2017. Disponível em: <<http://krishikosh.egranth.ac.in/bitstream/1/5810042474/1/T-84273.pdf>> Acesso em: 18 jan. 2019.

SOBRINHO, A. C. et al. Doenças fúngicas e bacterianas. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 461-484.

SURDI, R. Z. et al. Plantas de cobertura e/ou adubos verdes. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 02, n. 02, p. 165-175, 2012. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/viewFile/4014/5055>> Acesso em: 03 dez. 2018.

WILLIAMS-ALANÍS, H. et al. Reacción a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. de Híbridos Comerciales y Experimentales de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] para grano. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v. 22, n. 2, p. 216-222, 2004. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61222208>> Acesso em: 04 dez. 2018.