



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

MOISÉS BENTO TAVARES

**RESPOSTA DE ESPÉCIES NÃO-CUCURBITACEAS À *Monosporascus* spp.**

MOSSORÓ

2021

MOISÉS BENTO TAVARES

**RESPOSTA DE ESPÉCIES NÃO-CUCURBITACEAS À *Monosporascus* spp.**

Dissertação apresentada ao 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: Fitopatologia

Orientador: Rui Sales Júnior, Prof. Dr.

Coorientadora: Andréia Mitsa Paiva Negreiros, Profa. Dra.

MOSSORÓ

2021

©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)

T231r Tavares, Moisés Bento.  
Resposta de espécies não-cucurbitáceas à  
Monosporascus spp. / Moisés Bento Tavares. - 2021.  
32 f. : il.

Orientador: Rui Sales Júnior.  
Coorientadora: Andréia Mitsa Paiva Negreiros.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2021.

1. Rotação de culturas. 2. patógeno radicular.  
3. severidade da doença. 4. patogenicidade. 5.  
variáveis biométricas. I. Sales Júnior, Rui,  
orient. II. Negreiros, Andréia Mitsa Paiva, co-  
orient. III. Título.

Bibliotecário-Documentalista  
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)

MOISÉS BENTO TAVARES

**REAÇÃO DE NÃO-CUCURBITACEAS Á espécies de *Monosporascus***

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: Fitopatologia

Defendida em: 24 / 08 / 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

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

---

Andréia Mitsa Paiva Negreiros, Prof<sup>a</sup>. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador

---

Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, Prof<sup>a</sup>. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador



---

Cynthia Cavalcanti de Albuquerque, Prof<sup>a</sup>. Dra. (UERN)  
Membro Examinador

*A Deus, a minha família, amigos e professores. A vida sem vocês não faria sentido. Obrigado por se fazerem presentes em cada contexto desse meu texto.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que em tudo tem cuidado de mim e da orientação de cada passo da minha vida. Tenho plena convicção de que se não fosse pela misericórdia e beneficências do Senhor, nada disso seria possível. Glórias sejam dadas ao seu nome!

Agradeço aos meus pais, Ernando Tavares de Almeida e Cleide Bento da Silva, por todo o apoio, por todo o cuidado que dedicaram a mim e por serem eles o que são, duas pessoas maravilhosas as que são meus exemplos de vida honesta e trabalhadora a seguir.

Agradeço a Minha amiga e prima, Maria Kátia Pereira, pela amizade, pelo apoio pessoal e por ser um exemplo e uma prova tão próxima, de como a educação pode transformar a vida do indivíduo e daqueles que o cercam.

Agradeço a todos os professores que tive ao longo da vida, os quais, mesmo em meio a condições adversas, se esforçaram ao máximo no desempenho de suas vocações e não poderiam nunca serem esquecidos nessas breves palavras.

Agradeço ao meu orientador da graduação, Jeferson Luiz Dallabona Dombroski, por me estimular a ingressar no nível superior, me ajudando de todas as formas e por me orientar no estágio de docência. Obrigado por tudo, que Deus lhe retribua o bem que fez.

Agradeço ao meu Orientador, Rui Sales Junior, por toda a paciência, por toda a dedicação, atenção, compreensão, respeito e por tudo o que pude aprender com ele ao longo desse curto intervalo de tempo que aparentemente, passou como um relâmpago, mas, que permitiu muito aprendizado para mim e me fez admirá-lo ainda pessoalmente, além do nível profissional.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante todo o meu mestrado.

Agradeço a Banca Examinadora por aceitarem participar desse momento importante da minha vida e pelas contribuições prestadas nesse trabalho.

Agradeço a Allinny, Andréia, Naama, Sara, Liliana, Cynthia, Breno, Matias, e a todos os membros da equipe do laboratório de Fitopatologia II da UFERSA pelo companheirismo e pelo espírito de equipe demonstrado ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço enfim, a todos que possam ter contribuído mesmo indiretamente comigo quer por palavras, ou por pequenos gestos e que não caberiam mencionar neste curto espaço.

É uma disciplina que promove, com visão integrada, o gerenciamento e o compartilhamento de todo o ativo de informação possuído pela empresa. Esta informação pode estar em um banco de dados, documentos, procedimentos, bem como em pessoas, através de suas experiências e habilidades.

## RESUMO

A produção de cucurbitáceas é uma importante atividade econômica no Nordeste brasileiro, com ênfase para as culturas do melão e da melancia. No entanto, o ataque, isolado ou em conjunto, de fungos habitantes do solo tem afetado diretamente a produção dessas cucurbitáceas. A doença “podridão das raízes por *Monosporascus* e o declínio das ramas” tem se tornado um fator limitante à produção dessas culturas. Contudo, devido ao aumento das áreas de plantio de cucurbitáceas nessa região e a descoberta de cinco novas espécies pertencentes ao gênero *Monosporascus*, este estudo tem como objetivo avaliar a patogenicidade de *Monosporascus* spp. sobre espécies vegetais utilizadas como alternativa de rotação de culturas em áreas produtoras de cucurbitáceas no nordeste brasileiro que utilizam essa técnica para o manejo dessa enfermidade. Os ensaios foram realizados em duplicata em casa-de-vegetação, com os tratamentos: um isolado de cada espécie de *Monosporascus* (*M. brasiliensis*, *M. caatinguensis*, *M. cannonballus*, *M. mossoroensis*, *M. nordestinus* e *M. semiaridus*) e a testemunha absoluta. Sementes de feijão-caupi, feijão-de-porco, milho sorgo e pimentão foram semeadas em vasos contendo solo + Tropstrato HT<sup>®</sup> (proporção 2:1, v / v) inoculados previamente com sementes de trigo colonizadas com as espécies de *Monosporascus*. Após 50 dias da semeadura, as plantas foram avaliadas quanto a incidência e severidade da doença, bem como a altura da planta, comprimento das raízes, peso fresco e seco da parte aérea e raízes. O milho, o sorgo e o feijão de porco apresentaram baixo ou nenhum dano das diferentes espécies fúngicas inoculadas, e podem ser indicadas como alternativas de culturas a serem usadas em rotação com cucurbitáceas. Feijão caupi e pimentão obtiveram incidência da doença de 100% para o tratamento de *M. cannonballus* e índices entre 33 e 100% de incidência para as demais espécies utilizadas neste estudo bem como, os maiores índices de severidade da doença em especial, para o patógeno *M. cannonballus* não sendo assim, indicadas para a rotação de culturas com cucurbitáceas.

**Palavras-chave:** Rotação de culturas, patógeno radicular, severidade da doença, patogenicidade, variáveis biométricas.



## ABSTRACT

The production of cucurbits is an important economic activity in the Brazilian Northeast, with emphasis on melon and watermelon cultures. However, the attack, alone or together, of soil-dwelling fungi has directly affected the production of these cucurbits. The disease *Monosporascus* root rot and vine decline has become a limiting factor in the production of these crops. However, due to the increase in the areas of cucurbits plantations in this region and the discovery of five new species belonging to the genus *Monosporascus*, this study aims to evaluate the pathogenicity of *Monosporascus* spp. on plant species used as an alternative for crop rotation in areas producing cucurbits in northeastern Brazil that use this technique for the management of this disease. The trials were performed in duplicate in a greenhouse, with the following treatments: one isolate of each *Monosporascus* species (*M. brasiliensis*, *M. caatinguensis*, *M. cannonballus*, *M. mossoroensis*, *M. nordestinus* and *M. semiaridus*) and an absolute control. Seeds of cowpea, Jack beans, corn sorghum and bell pepper were sown in pots containing soil + Tropstrato HT® (ratio 2:1, v / v) previously inoculated with wheat seeds colonized with the *Monosporascus* species. After 50 days from sowing, the plants were evaluated for disease incidence and severity, as well as plant height, root length, fresh and dry weight of the aerial part and roots. Corn, sorghum, and pork bean showed low or no damage from the different fungal species inoculated and can be indicated as alternative crops to be used in rotation with cucurbits. Cowpea and bell pepper obtained an incidence of the disease of 100% for the *M. cannonballus* treatment and rates between 33 and 100% of incidence for the other species used in this study, as well as the highest rates of severity of the disease, especially for the pathogen *M. cannonballus*, thus not being indicated for crop rotation with cucurbits.

**Keywords:** Crop rotation, root pathogen, disease severity, pathogenicity, biometric variables.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Desenvolvimento de feijão-caupi em solos artificialmente infestados com *Monosporascus* spp..... 29
- Figura 2 – Feijão-caupi com 30 dias após a semeadura em solo artificialmente infestado com *Monosporascus cannonballus*..... 30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Espécies de <i>Monosporascus</i> utilizadas neste estudo.....	24
Tabela 2	–	Severidade e Incidência da doença em plantas de milho, sorgo, feijão caupi, feijão de porco e pimentão cultivados em solo artificialmente infestado por espécies de <i>Monosporascus</i> spp. ....	27
Tabela 3	–	Comprimento da Raiz (CR), Peso Fresco da Raiz (PFR), Peso Seco de Raiz (PSR), Comprimento de Parte Aérea (CPA), Peso Fresco da Parte Aérea (PFPA) e Peso Seco da Parte Aérea (PSPA) de milho, sorgo, feijão-caupi, feijão-de-porco e pimentão cultivados em solo artificialmente infestado por espécies de <i>Monosporascus</i> spp. ....	28

# Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>18</b>
2.1 Produção de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro.....	18
2.2 Podridão de raízes e Declínio das Ramas.....	19
2.3 <i>Monosporascus</i> spp.....	20
2.4 Rotação de cultura e adubação verde .....	21
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 Dados Gerais .....	22
3.2 Produção do inóculo e inoculação do patógeno .....	23
3.3 Montagem do experimento de patogenicidade.....	23
3.4 Avaliações de incidência, severidade da doença e frequência de isolamento .....	23
3.5 Análise dos dados.....	25
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
4.1 Milho.....	25
4.2 Sorgo .....	28
4.3 Feijão-caupi.....	28
4.4 Feijão-de-porco .....	30
4.5 Pimentão.....	30
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>34</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de cucurbitáceas no Brasil constitui uma atividade de significativa importância socioeconômica, sendo desenvolvida com diferentes níveis tecnológicos por pequenos e médios produtores, ou mesmo, por grandes empresas, em agroindústrias altamente tecnificadas que visam a produção de frutos principalmente para o mercado externo. A maior parte da produção nacional ocorre na Região Nordeste do país, onde as condições ambientais são favoráveis a manutenção da produção na maior parte do ano.

Entre às cucurbitáceas, as culturas do meloeiro (*Cucumis melo* L.) e da melanciaira [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai], são as que possuem maior impacto na geração de empregos e na economia regional e nacional, e estas vêm sendo acometida de forma crescente por uma complexa síndrome denominada “Podridão de Raízes e Declínio das Ramas” (PRDR) (Mertely et al., 1991; Martin; Miller, 1996; Ramalho et al., 2014) ao longo dos anos. Essa síndrome, que pode ser considerada a principal enfermidade radicular dessas culturas, pode ocorrer em função do ataque de um ou mais patógenos habitantes do solo, em atuação individual ou conjunta, sendo que um dos mais frequente encontrado nas raízes de plantas acometidas pela PRDR é o fungo ascomiceto *Monosporascus cannonballus* Pollack & Uecker, cuja presença e frequência de associação a casos de podridão radicular nessas cucurbitáceas, vem aumentando nos últimos anos (Sales Junior et al., 2003). Nesse contexto específico, onde não há a participação de outros fitopatógenos essa síndrome é denominada de Podridão de Raízes por *Monosporascus* e Declínio das Ramas (PRMDR).

Doenças de plantas ocasionadas por patógenos habitantes do solo constituem um grande desafio à fitopatologia, principalmente quando se refere ao controle e manejo de patossistemas relacionados a doenças radiculares e de colo. Diante dessa afirmação, a adaptabilidade desses organismos e sua evidente tolerância às mais diferentes condições edafoclimáticas, os fazem superar as adversidades ambientais, adaptando a sua sobrevivência em solos por longos períodos, mesmo na ausência de uma planta hospedeira na área de cultivo, vindo a requerer a adoção de medidas de manejo integrado com vistas a tentar reduzir os danos causados às culturas.

No tocante ao manejo cultural de doenças radiculares, pode-se citar o sucesso da adoção de técnicas como a adubação verde e a rotação de cultura. A rotação de cultura, se realizada de forma adequada, promove a redução gradual da produção de inóculo infectivo por parte dos patógenos, principalmente porque a espécie usada não pode ser usada efetivamente pelo patógeno como fonte de nutrientes e energia para que esses organismos se desenvolvam e se

reproduzam, havendo também a participação de “forma ativa” de certas espécies vegetais que produzem compostos bioativos que limitam o desenvolvimento ou mesmo podem levar certos patógenos a morte à medida que essas substâncias são liberadas no ambiente durante o seu desenvolvimento vegetativo ou após a incorporação e decomposição de seus tecidos no solo.

A rotação de cultura, contudo, pode tornar-se inefetiva em patossistemas múltiplos, como por exemplo os patossistemas radiculares associados a “Podridão de Raízes e Declínio das Ramas” em cucurbitáceas que são produzidas em larga escala no Nordeste brasileiro. Esta síndrome pode se apresentar pelo ataque de um ou mais patógenos radiculares interagindo ao mesmo tempo.

Ressalta-se ainda, que as condições do próprio agroecossistema, são um fator chave no tocante à seleção dos organismos que predominam em cada cultura. Sales Junior et al. (2003) apontam que a participação de fungos termófilos, como *M. cannonballus* e *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., em ataque isolado ou em associação a raízes de cucurbitáceas, vem crescendo nos últimos anos, e que esse crescimento se deve em parte às modificações microclimáticas no solo de cultivo situado sob o “mulching”, cobertura plástica sobre a qual as plantas de meloeiro e melancia se desenvolvem. Além disso, a escala agroindustrial de produção de melão e melancia, caracteriza-se por grandes áreas de monocultivo, no qual se desenvolvem por muitas vezes, mais de um ciclo produtivo por ano sem vazio sanitário, e, onde muitas vezes, os restos culturais do ciclo anterior permanecem nos talhões servindo como reservatório de inóculo para o ciclo seguinte, o que se configuram como fatores que facilitam o desenvolvimento de problemas ocasionados por patógenos radiculares.

Dentre as espécies vegetais utilizadas como culturas de rotação entre os ciclos produtivos de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro, destacam-se o milho (*Zea mays* L.), o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), o pimentão (*Capsicum annuum* L.) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* L.). Contudo, as quatro primeiras culturas já possuem relatos de susceptibilidade a *Macrophomina* spp. (Almeida et al., 2014; Sales Junior et al., 2020; Alaa Fathalla; El-Sharkawy, 2020) bem como o milho e o sorgo, apresentaram sintomas da doença em trabalhos com isolados de *M. cannonballus* o que pode resultar em um manejo inadequado da PRDR nessa região.

Não obstante, Negreiros et al (2019), reportaram a descoberta e caracterização de cinco novas espécies fúngicas pertencentes ao gênero *Monosporascus* as quais, foram isoladas de raízes de plantas daninhas oriundas de regiões produtoras de melão e melancia do Rio Grande do Norte e Ceará, o que amplia para seis, o total de espécies desse gênero fúngico em regiões produtoras de cucurbitáceas no Brasil.

Trabalhos de caracterização, desenvolvidos por Negreiros et al (2019) e por Cavalcante et al (2020), encontraram diferenças entre as novas espécies descobertas e em relação a *M. cannonballus*. Essas diferenças se deram em relação a patogenicidade em espécies cucurbitáceas, ao desenvolvimento micelial em placa, pH do meio de desenvolvimento e outras variáveis adaptativas, o que pode refletir no manejo da doença, inclusive, no controle cultural desses agentes fitopatogênicos da PRDR.

Até a presente data não existe nenhum produto fungicida registrado no Brasil para o controle de *M. cannonballus* (Agrofit, 2021).

Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar o comportamento de diferentes culturas não-cucurbitáceas, utilizadas em rotação de cultura com meloeiro e melancia, frente a inoculação com *Monosporascus* spp., visando o correto manejo cultural da PRDR através da rotação de culturas.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Produção de cucurbitáceas no Nordeste brasileiro**

A produção de melão (*Cucumis melo* L.) e melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] no semiárido do Nordeste brasileiro, possui uma relevante importância socioeconômica para essa região. Segundo o IBGE (2021), os Estados nordestinos respondem por 95,9% e 34,0% da produção nacional de melão e melancia, respectivamente. O Estado do Rio Grande do Norte (RN) com uma área cultivada de melão (12.680 ha) e melancia (15.268 ha) é atualmente, o maior produtor e exportador dessas olerícolas do Brasil (IBGE, 2021).

O potencial produtivo dessa região se deve as excelentes condições edafoclimáticas (temperaturas elevadas, chuvas escassas, baixa umidade relativa do ar e elevada luminosidade durante todo o ano) dos principais polos agrícolas produtores do RN (Mossoró-Assú e Chapada do Apodi). Associado a estes fatores, destacamos que grande parte do sucesso da produção dessas cucurbitáceas no Nordeste brasileiro se deve também as agroindústrias altamente tecnificadas, as quais, caracterizam-se por extensas áreas de plantio, utilização do “mulching”, uso de sementes híbridas, utilização de sistema de irrigação por gotejamento, uso do tecido não-tecido (TNT) para proteger as plantas do ataque de pragas e vírus nas primeiras semanas do plantio, etc (Cohen et al., 2012; Figueirêdo et al., 2017; Cavalcante et al., 2020). Não obstante, a adoção dessas tecnologias associadas ao monocultivo de cucurbitáceas, com dois ou mais ciclos/área/ano consecutivos, tem aumentado a incidência e severidade de ataques de

patossistemas radiculares nas empresas produtoras. De acordo com Martyn & Miller (1996), Bruton et al. (1998), Sales Junior (2003) e Cavalcante (2020) a utilização dessas tecnologias na produção de cucurbitáceas pode estar associada ao aumento da incidência e severidade de doenças radiculares nas plantas.

Segundo Kader et., al (2017) o uso do “mulching” no sistema produtivo proporciona inúmeras vantagens, tais como redução no número de capinas e no uso da água. Aproximadamente 98% da produção de melão e melancia no RN, se dá em agroindústrias que utilizam essa tecnologia. Apesar dos benefícios gerados, o uso do “mulching” proporciona um aumento da temperatura do solo, principalmente em localidades com alta radiação solar e baixa precipitação de chuvas, reduzindo a sobrevivência de microrganismos mesófilos em detrimento do aumento dos que são termófilos ou termotolerantes, incluindo fitopatógenos. Entre estes patógenos termófilos, encontram-se os fungos *M. phaseolina* e *M. cannonballus*, principais agentes fitopatógenos radiculares de meloeiro e melancieira, os quais, isoladamente ou em associação com outros fitopatógenos estão intimamente associados à podridão de raízes e declínio das ramas (PRDR) em cucurbitáceas (Cohen et al., 2012; Freitas et al., 2018; Castro et al., 2020).

## 2.2 Podridão de raízes e Declínio das Ramas

Essa síndrome, pode ser ocasionada por uma vasta gama de agentes fitopatogênicos já registrados na literatura e que exibem sintomas semelhantes, como por exemplo: *M. phaseolina* (Carter, 1979; Cohen et al., 2012; 2016), *M. cannonballus* (Sales Júnior et al., 2003; 2004; Senhor et al., 2009; Sales Júnior et al., 2010; Cohen et al., 2012), *Myrothecium roridum* Tod: Fr. (Carter, 1980; Bruton, 1996; Noronha et al., 2008), *Plectosphaerella melonis* (Watan & Sato) Phillips, Carlucci & Raimondo (Bruton et al., 1995; Armengol et al., 1998) e *Rhizoctonia solani* Kühn (Al-Sadi et al., 2011), *Acrocalymma vagum* Crous & Trakunyingcharoen (Farr et al., 1998; Armengol et al., 2003), *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (Fr.) Aveskamp, Gruyter & Verkley (Nunes et al., 2004; Sudisha et al., 2004; Gasparotto et al., 2011, Basim et al., 2016), *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Snyder & Hansen (Cohen et al., 2012; 2016), *F. solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *cucurbitae* Snyder & Hans (Armengol et al., 2000; Andrade et al., 2005; Boughalleb et al., 2005).

Os principais sintomas observados nas plantas afetadas abrangem desde o amarelecimento, murcha, seca e morte das folhas basais, e em um estado mais avançado, pode levar ao declínio das ramas e morte das plantas, principalmente em momento próximo à colheita dos frutos (Mertely et al., 1991; García-Jiménez et al., 1993; Martin; Miller, 1996). Todos esses



sintomas apresentados são considerados secundários, já que o ataque se dá ao sistema radicular da planta, que ao estar em estado avançado de apodrecimento gera um desequilíbrio hídrico entre as raízes e a parte aérea das plantas (Martyn; Miller, 1996).

### 2.3 *Monosporascus* spp.

Dentre as espécies pertencentes ao gênero *Monosporascus*, *M. cannonballus* é a mais conhecida e distribuída pelo mundo, inclusive no Brasil. Este fungo, é um patógeno ascomiceto, de característica termófila, sendo descrito como um dos principais agentes causais da Podridão de Raízes e Declínio das Ramas (PRDR) (Martyn; Miller, 1996; Cohen et al., 2012). Em raízes de cucurbitáceas infectadas por *M. cannonballus*, observa-se a presença de peritécios, dentro dos quais são produzidas estruturas de reprodução sexual (ascósporos/ascas). Essas estruturas constituem a principal forma primária de sobrevivência e é a fonte de inóculo de infecção das raízes das plantas (Martyn; Miller, 1996; Louws et al., 2010). A infecção por *Monosporascus* spp. pode ocorrer de diferentes formas, a partir do micélio fúngico presente no solo (Sales Júnior et al., 2018), em raízes de hospedeiras alternativas ou plântulas espontâneas (Sales Júnior et al., 2012), em restos culturais de remanescentes na área (Pereira et al., 2012) ou por ascósporos que germinam quando estimulados por exsudados radiculares ou por microrganismos presentes no solo (Medeiros et al., 2006).

Estudos filogenéticos de isolados de *Monosporascus*, oriundos de raízes de plantas daninhas *Trianthema portulacastrum* L. (bredo) e *Boerhavia diffusa* L. (pega pinto) coletadas em áreas produtoras de melão nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, realizados por Negreiros et al., (2019), reportaram a descoberta de cinco novas espécies de *Monosporascus* no mundo, sendo estas: *M. brasiliensis* A. Negreiros, M. León, J. Armengol & R. Sales Júnior, sp. nov., *M. caatinguensis* A. Negreiros, M. León, J. Armengol & R. Sales Júnior, sp. nov.; *M. mossoroensis* A. Negreiros, M. León, J. Armengol & R. Sales Júnior, sp. nov.; *M. nordestinus* A. Negreiros, M. León, J. Armengol & R. Sales Júnior, sp. nov. e *M. semiaridus* A. Negreiros, M. León, J. Armengol & R. Sales Júnior, sp. nov.. Atualmente, no Brasil, encontram-se relatadas seis espécies de *Monosporascus*, sendo *M. cannonballus* a principal delas até o presente momento, relatada nestes agropolos de produção de cucurbitáceas no RN, ocasionando podridão de raízes por *Monosporascus* e declínio das ramas PRMDR em meloeiro e melanciaira (Sales Júnior et al., 2004; 2010). Dessa forma, no Brasil se apresentam até o presente momento seis espécies desse gênero fúngico. Não obstante, outras espécies foram relatadas anteriormente no mundo: *M. eutypoides* (Petra) von Arx (Petra; Ahmad, 1954; Ben Salem et al., 2013), *M. monosporus* (Malloch; Cain) D. Hawksw. & Ciccar (Malloch; Cain, 1971), *M. cannonballus*

(Pollack; Uecker, 1974), *M. adenantherae* (S. D. Patil; C. Ramesh) A. Pande (Patil; Ramesh, 1987) e *M. ibericus* Collado, Ant. González, Stchigel, Guarro & Peláez (Collado et al., 2002). Entretanto, *M. adenantherae* e *M. monosporus* não possuem um isolado de referência, ou seja, sequências genéticas depositadas em coleções de cultura ou bancos de dados.

Estudos recentes de componentes de adaptabilidade foram realizados por Cavalcante et al (2020) com as seis espécies relatadas de *Monosporascus* no RN. Os autores relataram inúmeras diferenças de adaptabilidade (pH, NaCl, sensibilidade a fungicidas etc.) entre essas espécies, demonstrando variabilidade genética dentro deste gênero fúngico. Os referidos patógenos mostraram-se tolerantes a variações de pH in vitro e se comportaram de forma diferente no tocante ao desenvolvimento da doença em relação às espécies de cucurbitáceas onde foram inoculados. O que pode vir a refletir no manejo desses patossistemas em cucurbitáceas.

Até o presente momento no Brasil, não existe produto fungicida registrado para o controle de *M. cannonballus*. A busca de cultivares resistentes e de culturas alternativas para rotação de cultivo, métodos de manejo de restos culturais, dentre outros, ainda são as melhores alternativas para o manejo desse patossistema (Cohen et al., 2012; Sales Junior et al., 2017).

#### 2.4 Rotação de cultura e adubação verde

A rotação de cultura mostra-se promissora no tocante a redução de doenças associadas a diferentes espécies vegetais bem como em relação ao manejo da Podridão de Raízes por *Monosporascus* e Declínio das Ramas (PRMDR) em cucurbitáceas (Ben Salem et al., 2015). A efetividade dessa técnica está relacionada a diferentes mecanismos de atuação em relação aos patógenos tais como: liberação de substâncias prejudiciais a organismos fitopatogênicos, aumento da biodiversidade e estabelecimento de relações de antagonismo da comunidade biológica do solo com patógenos, entre outros (Graaff et al., 2010; Su et al., 2017; Trivedi et al., 2015).

A espécie vegetal utilizada como cultura de rotação, não pode ser utilizada de forma eficiente pelo patógeno para a obtenção de energia, nutrientes e fonte de carbono necessários para o desenvolvimento vegetativo, micelial ou produção de estruturas reprodutivas-propagativas desses agentes fitopatogênicos levando-os a morte, por inanição. Essa técnica, do ponto de vista fitopatológico requer a utilização de espécies não susceptíveis a patógenos comumente associados à cultura principal, ou seja, os tecidos da cultura de rotação não devem ser susceptíveis à colonização por parte do patógeno e, conseqüentemente, isso tende a diminuir a sobrevivência e a produção de inóculo por parte do patógeno. No contexto de produção de

cucurbitáceas do Nordeste brasileiro a rotação de culturas já é uma realidade e normalmente é feita com a utilização de espécies como milho, sorgo, pimentão e feijão caupi. Essas culturas amplamente aceitas, possuem relatos literário de susceptibilidade a *M. phaseolina* que juntamente com *M. cannonballus*, representam as maiores ameaças por PRDR nas unidades de produção de melão e melancia regional em sistema de plasticultura.

Em relação a isso, a utilização de feijão-de-porco como cultura de rotação ou como adubo orgânico incorporado ao solo, vem obtendo sucesso no controle de patógenos radiculares diversos. O feijão-de-porco possui em seus tecidos bem como em suas sementes uma série de fatores antinutricionais como: Concanavalina A (Con A) (Putsztai, 1989), inibidores da digestão da tripsina (Bender, 1987; Xavier-Filho; Campos, 1989), uréases vegetais (Sirko; Brodzik, 2000) bem como também apresenta um aminoácido não-proteico, análogo da arginina, chamado de canavanina (Kitagawa; Tomiyama, 1929). A canavanina apresenta toxicidade para bactérias, insetos e outros invertebrados, que não possuem capacidade metabólica para distinguir entre os análogos (Carlini, 1998). Estas substâncias podem atuar de diferentes formas no metabolismo de agentes fitopatogênicos, limitando o desenvolvimento desses organismos em seus tecidos assim como no solo, após a incorporação da biomassa.

Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar o comportamento de diferentes culturas não-cucurbitáceas, utilizadas em rotação de cultura com melão e melancia, frente a inoculação com *Monosporascus* spp.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Dados Gerais

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação e em laboratório em Mossoró – RN, Brasil, situado nas coordenadas 5°11'15" S e 37°20'39" W, com uma altitude de 16 metros. O clima da região segundo classificação de Köppen's é do tipo BSh (semiárido quente) (Alvares et al., 2014).

Para os experimentos, foram utilizados seis isolados de espécies de *Monosporascus* (tabela 1). Estes isolados foram identificados mediante estudo filogenético e estão depositados na coleção de fungos fitopatogênicos “Profa. Maria Menezes” (CMM), na Universidade Federal Rural de Pernambuco (Pernambuco, Recife) (Negreiros et al., 2019).

**Tabela 01.** Espécies de *Monosporascus* utilizadas neste estudo

<i>Monosporascus</i> espécies	Código (CMM) <sup>1</sup>	Hospedeiro	Localização <sup>2</sup>	GenBank ITS Region <sup>3</sup>
<i>M. brasiliensis</i>	4839	<i>Trianthema portulacastrum</i>	Brasil, RN	MG735234
<i>M. caatinguensis</i>	4833	<i>Boerhavia diffusa</i>	Brasil, CE	MG735228
<i>M. cannonballus</i>	2429	<i>Cucumis melo</i>	Brasil, RN	JQ762366
<i>M. mossoroensis</i>	4857	<i>Trianthema portulacastrum</i>	Brasil, RN	MG735252
<i>M. nordestinus</i>	4846	<i>Trianthema portulacastrum</i>	Brasil, RN	MG735241
<i>M. semiaridus</i>	4830	<i>Trianthema portulacastrum</i>	Brasil, CE	MG735222

<sup>1</sup>CMM = Coleção de Cultura de Fungos Fitopatogênicos "Prof. Maria Menezes" da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Recife, PE, Brasil). <sup>2</sup>CE = estado do Ceará e RN = estado do Rio Grande do Norte. <sup>3</sup>Sequência do Região Espaçadora Interna Transcrição (ITS) dos isolados depositados no GenBank.

### 3.2 Produção do inóculo e inoculação do patógeno

Para a produção de inóculo, os isolados das espécies de *Monosporascus*, preservados em tubos tipo Falcon pelo método "Castellani", foram repicados para placas Petri com meio BDA, e mantidos em estufa tipo B.O.D. a  $25 \pm 2$  °C, por dez dias para crescerem. Cinco discos das colônias de *Monosporascus* spp. com 8,0 mm de diâmetro foram obtidos de cada placa Petri/espécie, e transferidos para erlenmeyer contendo grãos de trigo autoclavados, conforme a metodologia sugerida por Ben Salen et al. (2015), para que as colônias de *Monosporascus* spp. se desenvolvessem e colonizassem os grãos. Previamente, os grãos de trigo foram colocados em água destilada para embeber por 12 h e autoclavados por 3 vezes durante 30 min e 120 °C, com intervalo de 24 h entre cada autoclavagem.

Os recipientes contendo grãos de trigo inoculados foram agitados diariamente a partir do dia da inoculação, durante quatro semanas, para que a colonização dos grãos de trigo pelos respectivos fungos fosse uniformizada. Em seguida, vasos com capacidade de 1,5 L foram preenchidos com uma mistura autoclavada de solo + substrato Tropstrato<sup>®</sup> HT Hortaliças, na proporção de 2:1 v/v. Posteriormente, foi realizada a inoculação dos isolados de *Monosporascus* spp. adicionando 12 g de trigo colonizado por quilo da mistura em cada vaso. Posteriormente a inoculação, os vasos foram colocados em descanso por uma semana, para que o solo fosse colonizado adequadamente pelas espécies fúngicas, antes do transplântio das mudas de pimentão, ou semeadura direta das demais espécies vegetais testadas.

### 3.3 Montagem do experimento de patogenicidade

Foram montados cinco experimentos simultaneamente para avaliar a incidência e severidade dos isolados de *Monosporascus* spp. nas seguintes culturas: feijão-caupi 'Rizo do

Ano', feijão-de-porco - semente crioula, milho 'BR 5037', sorgo 'Ponta Negra' e pimentão 'Block Yellow'.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com sete tratamentos (espécies de *Monosporascus* + testemunha absoluta), com seis repetições para cada espécie vegetal. A parcela experimental foi constituída por um vaso contendo uma planta cada. Este experimento foi realizado em duplicata.

#### 3.4 Avaliações de incidência, severidade da doença e frequência de isolamento

As avaliações foram realizadas aos 50 dias da sementeira, sendo às plantas retiradas dos recipientes, cuidadosamente, para minimizar danos e perdas do sistema radicular. Posteriormente, as raízes foram lavadas em água corrente para eliminação de partículas de solo aderidas as raízes.

A incidência da doença foi determinada através do número de plantas infectadas por cada espécie de *Monosporascus*, e expressa em porcentagem.

Para à avaliação da severidade da doença foi utilizada uma escala diagramática de notas (Armengol et al., 1999), com modificações. Os valores das notas aplicadas foram de 0 a 4, onde: 0 (raiz sem sintomas), 1 (menos de 10% das raízes com fraca descoloração ou lesões), 2 (moderada descoloração ou podridão, com lesões atingindo 25 até 35% das raízes), 3 (lesões convergindo a 50% das raízes e morte das raízes secundárias) e 4 (necrose generalizada das raízes ou planta morta).

A reação média para cada híbrido ou cultivar (cultura testada) foi calculada pela soma das notas obtidas de cada tratamento, dividida pelo número total de plantas avaliadas. Esse valor foi utilizado para discriminar as culturas em cinco classes de reação: 0= semelhante à imune (SI); 0,1-1,0= altamente resistente (AR); 1,1-2,0= medianamente resistente (MR); 2,1-3,0= susceptível (SU); 3,1-4,0= altamente susceptível (AS) (Sales Júnior et al., 2018).

A frequência de reisolamento de cada isolado fúngico foi realizada através do isolamento de raízes em placas Petri contendo meio de cultura BDA, suplementado com estreptomicina (500 ppm) (BDAS). Em ambiente asséptico, fragmentos de raízes (sete por placa), previamente desinfestados em solução de hipoclorito de sódio a 2% durante um minuto e lavados em água destilada e esterilizada por três vezes, foram semeados em placas de Petri com meio BDA. Posteriormente, as placas foram incubadas em estufa tipo B.O.D. a temperatura de  $28 \pm 2$  °C, no escuro, durante 5-7 dias. Após o crescimento das colônias, as mesmas, foram contabilizadas para obter o percentual de pontos positivos de crescimento de *Monosporascus*

spp. Todas as raízes das plantas inoculadas foram analisadas para confirmar os Postulados de 'Koch'.

Foram analisadas as seguintes variáveis biométricas: comprimento da raiz (CR) e da parte aérea (CPA), peso fresco das raízes (PFR) e da parte aérea (PFPA), peso seco das raízes (PSR) e da parte aérea (PSPA). O CR e o CPA foram medidos logo após a lavagem das raízes, com o auxílio de uma régua graduada em cm. O PFR e o PFPA foram obtidos com o uso de uma balança analítica digital. Para a obtenção do PSR e do PSPA, 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.

### 3.5 Análise dos dados

Os dados da incidência e severidade da doença não apresentaram normalidade estatística 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). Para as variáveis CR, CPA, PFR, PFPA, PSR e PSPA, os dados foram submetidos ao teste F, e posteriormente ao teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, quando houve significância dos valores de F para cada variável.

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos para as duas repetições do ensaio mostraram-se estatisticamente semelhantes para todas as variáveis, sendo analisados de forma conjunta.

### 4.1 Milho

A análise estatística dos dados obtidos para as variáveis incidência e severidade da doença na cultura do milho apresentou diferença significativa para os tratamentos testados. Para severidade e incidência da doença, a espécie infectada com *M. semiaridus* diferiu das demais espécies testadas, mas não diferiu de *M. caatinguensis*, de acordo com o teste não paramétrico Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). Os valores de severidade e incidência da doença variaram de 0,0 a 0,2 e de 0,0 a 25%, respectivamente (Tabela 2). Para as variáveis PFR, PSR, CPA, PFPA e PSPA não houve diferença significativa entre os tratamentos. No entanto, apenas para a variável CR houve diferença estatística entre os tratamentos, onde a testemunha se destacou em relação aos demais tratamentos, com exceção de *M. cannonballus*. O milho inoculado com a espécie

*M. cannonballus* (34,2 cm) diferiu estatisticamente apenas de *M. brasiliensis* (33,0 cm) (Tabela 3).

**Tabela 02** - Valores médios de severidade e incidência da doença em diferentes culturas cultivadas em solo infestado artificialmente com *Monosporascus* spp.

Milho				
Tratamentos	Severidade da doença		Incidência da doença	
	Rank	Média	Rank	Média (%)
<i>M. brasiliensis</i>	40,5 a	0,0	40,5 a	0,0
<i>M. caatinguensis</i>	44,0 ab	0,1	44,0 ab	8,3
<i>M. cannonballus</i>	40,5 a	0,0	40,5 a	0,0
<i>M. mossoroensis</i>	40,5 a	0,0	40,5 a	0,0
<i>M. nordestinus</i>	40,5 a	0,0	40,5 a	0,0
<i>M. semiaridus</i>	51,0 b	0,2	51,0 b	25,0
Testemunha	40,5 a	0,0	40,5 a	0,0
$\chi^2$	14,0		14,0	
Sorgo				
Tratamentos	Severidade da doença		Incidência da doença	
	Rank	Média	Rank	Média (%)
<i>M. brasiliensis</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. caatinguensis</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. cannonballus</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. mossoroensis</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. nordestinus</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. semiaridus</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
Testemunha	42,5 a	0	42,5 a	0
$\chi^2$	0,0		0,0	
Feijão-caupi				
Tratamentos	Severidade da doença		Incidência da doença	
	Rank	Média	Rank	Média (%)
<i>M. brasiliensis</i>	40,3 ab	0,5	42,0 abc	50
<i>M. caatinguensis</i>	54,6 bc	0,9	56,0 bc	83
<i>M. cannonballus</i>	73,4 c	2,3	63,0 c	100
<i>M. mossoroensis</i>	40,3 ab	0,5	42,0 abc	50
<i>M. nordestinus</i>	35,6 ab	0,4	38,5 abc	42
<i>M. semiaridus</i>	32,5 ab	0,3	35,0 ab	33
Testemunha	21,0 a	0,0	21,0 a	0
$\chi^2$	41,9		30,6	
Feijão-de-porco				
Tratamentos	Severidade da doença		Incidência da doença	
	Rank	Média	Rank	Média (%)
<i>M. brasiliensis</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. caatinguensis</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. cannonballus</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. mossoroensis</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. nordestinus</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
<i>M. semiaridus</i>	42,5 a	0	42,5 a	0
Testemunha	42,5 a	0	42,5 a	0
$\chi^2$	0,0		0,0	
Pimentão				
Tratamentos	Severidade da doença		Incidência da doença	
	Rank	Média	Rank	Média (%)
<i>M. brasiliensis</i>	27,9 ab	2,0	32,5 b	100

<i>M. caatinguensis</i>	37,8 b	2,8	32,5 b	100
<i>M. cannonballus</i>	49,0 b	3,8	32,5 b	100
<i>M. mossoroensis</i>	29,5 b	2,1	32,5 b	100
<i>M. nordestinus</i>	25,3 ab	1,8	32,5 b	100
<i>M. semiaridus</i>	25,5 ab	1,8	32,5 b	100
<b>Testemunha</b>	4,5 a	0,0	4,5 a	0
$\chi^2$	34,7		55,0	

$\chi^2$  = valores significativos do qui-quadrado; valores seguidos da mesma letra nas colunas não mostram qualquer diferença estatística entre eles utilizando o teste não paramétrico Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ). Os dados são valores médios de dois experimentos, cada um com seis repetições (vasos) para cada espécie vegetal.

**Tabela 3** - Efeito de *Monosporascus* spp., inoculado artificialmente em solo, sobre as variáveis biométricas em milho, sorgo, feijão-caupi, feijão-de-porco e pimentão.

Milho						
Tratamentos	CR (cm)	PFR (g)	PSR (g)	CPA (cm)	PFPA (g)	PSPA (g)
<i>M. brasiliensis</i>	33,0 c	106,0 a	14,2 a	79,2 a	101,7 a	17,9 a
<i>M. caatinguensis</i>	34,2 bc	138,9 a	13,2 a	78,7 a	106,1 a	20,1 a
<i>M. cannonballus</i>	44,3 ab	123,0 a	14,0 a	77,0 a	90,6 a	18,6 a
<i>M. mossoroensis</i>	34,7 bc	141,4 a	14,3 a	80,2 a	104,1 a	18,9 a
<i>M. nordestinus</i>	42,1 bc	125,3 a	16,2 a	77,0 a	94,2 a	20,0 a
<i>M. semiaridus</i>	41,6 bc	131,2 a	16,2 a	72,2 a	89,7 a	20,0 a
<b>Testemunha</b>	56,2 a	157,1 a	20,2 a	85,4 a	108,7 a	22,6 a
<b>CV (%)</b>	21,0	25,5	23,3	21,4	22,5	28,3
<b>F</b>	8,52 **	0,6 ns	1,5 ns	0,68 ns	0,7 ns	0,9 ns
Sorgo						
Tratamentos	CR (cm)	PFR (g)	PSR (g)	CPA (cm)	PFPA (g)	PSPA (g)
<i>M. brasiliensis</i>	48,6 a	107,8 a	15,6 a	78,9 a	67,9 a	16,8 a
<i>M. caatinguensis</i>	58,2 a	100,0 a	17,3 a	82,7 a	74,9 a	17,5 a
<i>M. cannonballus</i>	57,6 a	105,5 a	17,0 a	70,6 a	70,2 a	15,9 a
<i>M. mossoroensis</i>	58,9 a	106,8 a	17,4 a	75,4 a	75,2 a	17,7 a
<i>M. nordestinus</i>	57,6 a	106,6 a	17,6 a	80,9 a	71,6 a	17,7 a
<i>M. semiaridus</i>	61,5 a	93,6 a	16,8 a	74,8 a	67,6 a	15,9 a
<b>Testemunha</b>	63,6 a	112,1 a	19,2 a	84,9 a	76,4 a	18,3 a
<b>CV (%)</b>	21,5	23,5	18,4	28,3	22,8	27,43
<b>F</b>	0,5 ns	0,1 *	0,3 ns	0,6 ns	0,3 ns	0,5 ns
Feijão-caupi						
Tratamentos	CR (cm)	PFR (g)	PSR (g)	CPA (cm)	PFPA (g)	PSPA (g)
<i>M. brasiliensis</i>	23,0 a	90,2 a	5,7 a	31,8 a	32,5 ab	3,8 a
<i>M. caatinguensis</i>	21,7 a	77,6 ab	5,3 a	33,0 a	41,2 a	4,3 a
<i>M. cannonballus</i>	23,9 a	47,6 b	2,2 b	21,0 a	18,3 b	2,2 a
<i>M. mossoroensis</i>	20,3 a	85,1 ab	5,5 a	31,3 a	38,8 ab	4,3 a
<i>M. nordestinus</i>	20,4 a	87,6 ab	6,0 a	29,3 a	40,9 a	3,5 a
<i>M. semiaridus</i>	21,5 a	87,7 ab	5,0 ab	27,8 a	30,1 ab	3,3 a
<b>Testemunha</b>	26,2 a	92,4 a	6,8 a	34,0 a	43,8 a	4,7 a
<b>CV (%)</b>	24,4	22,2	27,4	22,8	20,41	27,4
<b>F</b>	1,8 ns	2,5 *	4,8 **	1,4 ns	3,0 *	1,9 ns
Feijão-de-porco						
Tratamentos	CR (cm)	PFR (g)	PSR (g)	CPA (cm)	PFPA (g)	PSPA (g)
<i>M. brasiliensis</i>	29,3 a	38,7 a	3,9 a	72,4 a	48,3 a	9,4 a
<i>M. caatinguensis</i>	28,8 a	37,8 a	3,8 a	73,6 a	48,8 a	10,5 a
<i>M. cannonballus</i>	31,4 a	37,8 a	3,3 a	69,0 a	39,9 a	7,9 a
<i>M. mossoroensis</i>	29,8 a	35,6 a	3,6 a	71,6 a	46,2 a	8,4 a
<i>M. nordestinus</i>	29,5 a	36,1 a	3,2 a	67,0 a	38,6 a	8,9 a
<i>M. semiaridus</i>	30,5 a	40,7 a	3,9 a	66,1 a	43,4 a	8,4 a
<b>Testemunha</b>	32,0 a	42,8 a	4,3 a	82,0 a	49,8 a	10,7 a
<b>CV (%)</b>	22,9	20,16	28,9	23,7	28,15	25,2



F	0,3 <sup>ns</sup>	6,2 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>
Tratamentos	Pimentão					
	CR (cm)	PFR (g)	PSR (g)	CPA (cm)	PFPA (g)	PSPA (g)
<i>M. brasiliensis</i>	13,6 bc	5,2 bc	0,5 bc	15,6 ab	5,2 bc	0,6 b
<i>M. caatinguensis</i>	15,6 ab	5,9 bc	0,5 bc	17,3 a	5,2 bc	0,6 b
<i>M. cannonballus</i>	8,1 c	0,5 c	0,05 c	8,6 b	2,3 c	0,3 b
<i>M. mossoroensis</i>	14,5 abc	4,7 bc	0,4 bc	15,7 ab	4,5 bc	0,6 b
<i>M. nordestinus</i>	12,3 bc	4,5 bc	0,4 bc	15,1 ab	7,0 b	0,8 ab
<i>M. semiaridus</i>	14,8 abc	7,2 b	0,6 b	17,1 a	5,5 bc	0,6 b
Testemunha	21,8 a	13,9 a	1,4 a	19,1 a	11,5 a	1,2 a
CV (%)	22,9	25,3	22,7	20,6	27,35	26,73
F	5,7 <sup>**</sup>	8,3 <sup>**</sup>	10,5 <sup>**</sup>	3,9 <sup>**</sup>	8,4 <sup>**</sup>	4,5 <sup>**</sup>

CV (%) = coeficiente de variação; valores seguidos da mesma letra nas colunas não apresentam diferença estatística entre eles pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados são valores médios de dois experimentos, cada um com seis repetições por tratamento para cada espécie vegetal. CR=Comprimento da raiz. PFR=Peso da raiz fresca. PSR=Peso Seco da Raiz. CPA=Comprimento da Parte Aérea. PSPA=Peso Fresco da Parte Aérea. PSPA=Peso Seco da Parte Aérea. F=teste de comparação de variâncias entre médias. ns= não significativo. \*= $p < 0,5$ . \*\*= $p < 0,1$ .

#### 4.2 Sorgo

Na cultura do sorgo não houve diferença estatística para severidade e incidência da doença, de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Tabela 02), e nem para nenhuma das variáveis biométricas analisadas, de acordo com o teste de Tukey (Tabela 3). O sorgo não se apresentou como planta hospedeira de nenhuma das espécies de *Monosporascus* testadas.

#### 4.3 Feijão-caupi

A análise estatística dos dados obtidos para as variáveis incidência e severidade da doença na cultura do feijão-caupi, apresentou diferença significativa para os tratamentos testados. Para a severidade, foi observada diferença significativa em relação às espécies *M. caatinguensis* (0,9) e *M. cannonballus* (2,3) em relação a testemunha (0,0), com os tratamentos apresentando valores médios de 0,3 (*M. semiaridus*) a 2,3 (*M. cannonballus*). Com relação a incidência da doença, *M. caatinguensis* (83%) e *M. cannonballus* (100%) foram as espécies de *Monosporascus* que apresentaram os maiores valores para esta variável (Tabela 2).

Nas variáveis biométricas CR, CPA e PSPA, os tratamentos testados não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3). Em contrapartida, para a variável PFR, *M. cannonballus* apresentou diferença significativa (47,6 g) quando comparada a testemunha absoluta (92,4 g) e *M. brasiliensis* (90,2 g). Com relação a variável PSR, *M. cannonballus* (2,2 g) diferiu estatisticamente de todos os demais tratamentos, com exceção de *M. semiaridus* (5,0 g). Para a variável PFPA, *M. cannonballus* (18,3 g) apresentou valor estatisticamente diferente da testemunha (43,8 g), *M. caatinguensis* (41,2 g) e *M. nordestinus* (40,9 g) (Tabela 3). Esta cultura se apresentou como hospedeira para todas as espécies de *Monosporascus* testadas.

Durante a condução do experimento foi verificado atraso na germinação de três a quatro dias para os tratamentos inoculados com *M. cannonballus* e com *M. semiaridus*, sendo que para *M. cannonballus* foi verificado um atraso no desenvolvimento vegetativo das plantas, apresentando-se essas de menor tamanho quando comparada com as dos outros tratamentos figura 01 e figura 02.

**Figura 01.** Desenvolvimento de feijão-caupi em solos artificialmente infestados com *Monosporascus* spp.



Legenda: da esquerda para a direita: 1) testemunha (solo autoclavado); 2) solo autoclavado + *M. brasiliensis*; 3) solo autoclavado + *M. caatinguensis*; 4) solo autoclavado + *M. cannonballus*; 5) solo autoclavado + *M. mossoroensis*; 6) solo autoclavado + *M. nordestinus* e 7) solo autoclavado + *M. semiaridus*.

**Figura 02:** Feijão-caupi com 30 dias após a semeadura em solo artificialmente infestado com *Monosporascus cannonballus*.



Legenda: Planta de feijão caupi semeado em solo infestado com *M. cannonballus*.

#### 4.4 Feijão-de-porco

Na cultura do feijão-de-porco não houve diferença estatística para severidade e incidência da doença, de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Tabela 02), e nem para nenhuma das variáveis biométricas analisadas, de acordo com o teste de Tukey (Tabela 3). O feijão-de-porco não se apresentou como planta hospedeira de nenhuma das espécies de *Monosporascus* testadas.

#### 4.5 Pimentão

Todas as espécies de *Monosporascus* utilizadas nestes experimentos se mostraram patogênicas a cultura do pimentão, apresentando danos de severidade da doença que variaram de 1,8 (*M. nordestinus* e *M. semiaridus*) à 3,8 (*M. cannonballus*). Sendo identificada diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, para as espécies *M. caatinguensis*, *M. cannonballus* e *M. mossoroensis* em relação a testemunha absoluta (Tabela 2). Cabe destacar com relação a variável incidência que todas as espécies de *Monosporascus* apresentaram valores de 100% das plantas infectadas e sintomáticas em relação a testemunha absoluta (Tabela 2).

Para a variável CR, as espécies *M. brasiliensis* (13,6 cm), *M. cannonballus* (8,1 cm) e *M. nordestinus* (12,3 cm) diferiram estatisticamente da testemunha (21,8 cm), de acordo com o

teste de Tukey (Tabela 3). Todas as espécies de *Monosporascus* diferiram da testemunha para as variáveis PFR e PSR, sendo observada diferença entre as espécies *M. cannonballus* (0,5 e 0,05 g) e *M. semiaridus* (7,2 g e 0,6 g), para estas mesmas variáveis, respectivamente. A análise da variável CPA identificou diferença estatística entre a espécie *M. cannonballus* (8,6 cm) e a testemunha (19,1 cm). Também foi verificado para esta variável que *M. cannonballus* também diferiu estatisticamente das espécies *M. caatinguensis* (17,3 cm) e *M. semiaridus* (17,1 cm). Foi detectada diferença estatística entre a espécie *M. cannonballus* (2,3 g) e os tratamentos *M. nordestinus* (7,0 g) e testemunha (11,5 g). Todas as espécies de *Monosporascus*, com exceção de *M. nordestinus* (0,8 g) diferiram da testemunha para a variável PSPA.

## 5 DISCUSSÃO

As culturas do milho e do sorgo apresentaram sintomas leves da doença causada por espécies de *Monosporascus* e/ou redução nos índices fisiológicos. O feijão caupi e o pimentão comportaram-se como hospedeiras das diferentes espécies de *Monosporascus* com elevados índices de severidade e incidência da doença. O feijão-de-porco não apresentou nenhum sintoma de doença ou redução significativa dos índices biométricos em relação a nenhum dos patógenos utilizados neste estudo.

A cultura do milho não se comportou como uma boa hospedeira de *Monosporascus* spp., muito embora *M. caatinguensis* e *M. semiaridus* tenham produzido um reduzido dano nas raízes, e haverem sido reisolados das plantas inoculadas, ainda que em uma baixa frequência. Trabalhos anteriores de patogenicidade diferem com relação a patogenicidade de *M. cannonballus* em milho. Mertely et al. (1993) inocularam *M. cannonballus* frente ao milho ‘Asgrow 405W’, e obtiveram um índice de danos de 0,7 e um percentual de 33% das plantas com reisolamento positivo do fungo. Em contrapartida, Sales Junior et al (2018), testaram sementes de milho ‘BRS 205’ e ‘AG 7098’ frente a dois isolados de *M. cannonballus* (CMM2390 e CMM3646). Os resultados indicaram que esses dois híbridos de milho foram susceptíveis a *M. cannonballus*, com um percentual médio de pontos positivos de reisolamento próximo aos 50%. Essa divergência de resultados, pode haver se dado pela diferença de híbridos de milho, e ou, isolados de *M. cannonballus*. Estudos genéticos de estrutura populacional realizados por Bezerra et al. (2013) indicaram que o percentual máximo de diversidade genotípica dos isolados de *M. cannonballus* de origem brasileira utilizados no estudo foi de apenas 6,9%. Não obstante, Correia et al. (2014) estudaram os componentes de adaptabilidade de 57 isolados de *M. cannonballus*, obtidos de áreas produtoras de meloeiro nos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará. Os resultados apresentados indicaram a separação, mediante análise

multivariada, em 18 grupos de similaridade, vindo a demonstrar que as características de adaptabilidade diferem muito dentro das populações.

Semelhante, ao que se observou anteriormente para o milho, o sorgo não se apresentou como hospedeira de nenhuma das espécies de *Monosporascus* utilizadas nestes experimentos. Esses dados corroboram os resultados encontrados por Mertely et al. (1993) que ao inocularem *M. cannonballus* frente ao sorgo ‘Pioneer 8358’ obtiveram um índice de danos de 0,3 e um percentual de 40% das plantas com reisolamento positivo do fungo, e por Sales Junior et al (2018), que ao testarem sementes de sorgo ‘BRS Ponta Negra’ e ‘BRS Santa Elisa’ frente a dois isolados de *M. cannonballus* (CMM2390 e CMM3646) relataram que esses dois híbridos de sorgo se apresentaram como resistentes aos isolados de *M. cannonballus*, com um percentual de pontos positivos de reisolamento próximo aos 16%.

Muito embora seja da mesma família botânica do feijão-caupi (Leguminosae), o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) ‘Improved Commodore’ foi utilizado por Mertely et al. (1993) em ensaio de reação de hospedeiras frente a inoculação com *M. cannonballus*. Os resultados obtidos indicaram que esta cultura não se comportou como susceptível ao ataque do patógeno em inoculação artificial, apresentado um valor de danos em raízes de 0,2. Não obstante, *M. cannonballus* foi reisolado de 70% das plantas inoculadas, o que a torna uma possível hospedeira alternativa desse fungo em campo. Posteriormente, Sales Júnior et al. (2018) inocularam isolados de *M. cannonballus* [CMM2390 (0,0) e CMM3646 (0,0)] em feijão-caupi ‘BRS Itaim’ e ‘BRS Cauamé’ em experimentos realizados em casa-de-vegetação. Estes cultivares foram classificados como altamente resistentes aos patógenos inoculados, não sendo observados danos em raízes, e, ou, pontos positivos de isolamento em meio de cultura. Ao contrário, os resultados obtidos neste estudo diferem totalmente dos obtidos nos estudos anteriores, tendo em vista que quando *M. cannonballus* (CMM2429) foi inoculado em feijão-caupi ‘Rizo do Ano’, os danos em raízes foram de 2,3. A variação na severidade da doença na avaliação dos diferentes estudos pode ter ocorrido devido à patogenicidade dos diferentes isolados ou às diferentes cultivares utilizadas nos respectivos estudos com feijão-caupi. A diferença estatística evidenciada na análise das variáveis biométricas realizadas neste estudo, apontaram *M. cannonballus* como agente patogênico a esta cultura.

Os resultados das avaliações biométricas indicaram que apenas *M. cannonballus* diferiu estatisticamente da testemunha para as variáveis PFR, FSR e PFPA. Até o presente momento, não existe estudo na literatura consultada que se possa comparar a reação de *Monosporascus* spp. sobre os índices biométricos analisados para feijão-caupi.

A cultura do pimentão foi a mais afetada dentre as espécies não-cucurbitáceas testadas neste estudo. Foi observado durante a condução experimental que todas as plantas de pimentão (exceto as do tratamento *M. cannonballus*) floresceram e atingiram maturidade reprodutiva. Porém, apenas o tratamento testemunha conseguiu desenvolver frutos e manter estes até a finalização do experimento, possivelmente devido ao estresse provocado pelo ataque dos referidos patógenos. Até o presente momento, este é o primeiro estudo realizado onde se verificou a reação de *Monosporascus* spp. na cultura do pimentão. Cabe destacar que, Mertely et al. (1993) ao inocularem *M. cannonballus* sobre tomate ‘Rutgers’ espécie da família Solanaceae, mesma família do pimentão, detectaram danos em raízes e redução no PSR, com valores que diferiram estatisticamente em nível de 5% de probabilidade. Não obstante, *M. cannonballus* não produziu peritécios nas raízes e nem foi reisolado do sistema radicular da planta.

O feijão-de-porco é uma espécie da família Leguminosae que já está amplamente utilizada no manejo cultural como adubação verde, e tem sido relatado como uma estratégia de controle de fitopatógenos habitantes do solo que causam doenças radiculares (Cruz et al, 2013; Moraes et al, 2006; Porto et al., 2016; Sales Júnior et al., 2017).

Segundo Silva Lópes (2012) o feijão-de-porco apresenta na composição de seus tecidos glicoproteínas, polipeptídeos, enzimas e compostos provenientes do metabolismo de aminoácidos, que quando liberados ao solo posterior a incorporação e decomposição da massa vegetal podem ser capazes de reduzir a densidade populacional do patógeno. De acordo com Surdi et al. (2012), a finalidade primária da adubação verde é que a espécie botânica a ser utilizada não venha a permitir a colonização dos tecidos da cultura principal pelo fitopatógeno, minimizando assim, a taxa de reprodução e multiplicação do patógeno pela ação direta de compostos tóxicos voláteis e não voláteis liberados durante a decomposição dos adubos verdes no solo. Estes compostos bioativos presentes nos tecidos vegetativos desta espécie por sua vez podem estar influenciando a atividade supressiva a este patógeno, vindo a incidir diretamente em uma menor severidade da doença, já que podem estar impedindo o uso dos tecidos vegetais do feijão-de-porco como fonte de energia e nutrientes para o desenvolvimento desses fungos (Sales Júnior et al., 2017).

A atuação de metabolitos secundários de *C. ensiformes* no desenvolvimento micelial de fungos se dá também em componentes do “jardim de fungos”, cultivado por formigas para a alimentação da colônia. Giestas et al (2020), analisou o comportamento forrageiro de formigas que pastejavam o feijão-de-porco, plantado próximo dos ninhos de formigas cortadeiras e observaram redução do pastejo e morte de formigas operária, atribuindo esses resultados a

presença de compostos bioativos presentes nos pedaços de folhas, que ao serem levados para o ninho, culminaram na redução do desenvolvimento de fungo cultivado pelas operárias.

Como existem muitas substâncias catalogadas como bioativas nesta espécie vegetal, são necessários estudos mais aprofundados, a fim de estabelecer a participação destas no metabolismo de fitopatógenos causadores de doenças de plantas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferentes espécies de *Monosporascus*, foram capazes de induzir danos da doença nas culturas do feijão-caupi e pimentão, embora, com diferenças na intensidade dos sintomas em relação a cada espécie de fungo, sendo *M. cannonballus* a espécie que se mostrou mais patogénica a ambas as culturas.

Milho, feijão-de-porco e sorgo apresentaram poucos ou nenhum sintoma da doença, podendo vir a ser indicadas como culturas alternativas para serem usadas em rotação de cultivo com cucurbitáceas.

Estudos com um maior número de isolados e cultivares para cada cultura testada neste estudo deverão ser realizados para fortalecer os dados aqui obtidos.

Este é o primeiro relato de reação de culturas não-cucurbitáceas para as cinco novas espécies de *Monosporascus* relatadas no mundo.

## 7 REFERÊNCIAS

AGROFIT (2021) AGROFIT consulta aberta. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 13 ago. 2021

ALAA FATHALLA, Amal M.; EL-SHARKAWY, Eman ES. Biological Control Using *Streptomyces* sp. Kp109810 and Different Genotypes of Pepper (*Capsicum annuum* L.) on Root Rot Diseases. **Journal of Applied Plant Protection**, v. 9, n. 1, p. 25-37, 2020.

ALMEIDA, A. M. R.; SEIXAS, C. D. S.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; COSTA, J. M.; GAUDÊNCIO, C. A. *Macrophomina phaseolina* em soja. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 55 p. (Embrapa Soja. Documentos, 346).

AL-SADI, A.M.; AL-SAID, F.A.; AL-KIYUMI, K.S.; AL-MAHROUQI, R.S.; AL-MAHMOOLI, I.H.; DEADMAN, M.L. Etiology and characterization of cucumber vine decline in Oman. *Crop Protection*, v. 30, p. 192-197, 2011.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ANDRADE, D.E.G.T.; MICHEREFF, S.J.; BIONDI, C.M.; NASCIMENTO, C.W.A.; SALES JUNIOR, R. Frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro e relação com características físicas, químicas e microbiológicas dos solos. *Summa Phytopathologica*, v. 31, p. 327-333, 2005.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI. 2020. Romar Rudolfo Beling ... [et al.]. – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, Santa Cruz, p. 88, 2020.

ARMENGOL, J.; JOSÉ, C.M.; MOYA, M.J.; SALES JÚNIOR, R.; VICENT, A.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* race 1, a potential pathogen of grafting watermelon production in Spain. OEPP Bulletin, v. 30, p. 179-183, 2000.

ARMENGOL, J.; SALES JUNIOR, R.; GÁRCIA-JIMÉNEZ, J. Effects of soil moisture and water on survival of *Acremonium cucurbitacearum*. **Phytopathologische Zeitschrift**, v. 147, p. 737-741, 1999.

ARMENGOL, J.; SANZ, E.; MARTÍNEZ-FERRER, G.; SALES JÚNIOR, R.; BRUTON, B. R.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J. Host range of *Acremonium cucurbitacearum*, cause of *Acremonium* collapse of muskmelon. **Plant Pathology**, v. 47, p. 29-35, 1998.

BASIM, E.; BASIM, H.; ABDULAI, M.; BAKI, D.; OZTÜRK N. Identification and characterization of *Didymella bryoniae* causing gummy stem blight disease of watermelon (*Citrullus lanatus*) in Turkey. Crop Protection, v. 90, p. 150-156, 2016.

BEN SALEM, I.; ARMENGOL, J.; BOUGHALLEB-M'HAMDI, N. Soil fungicide application in combination with grafting for the control of *monosporascus* root rot and vine decline on cucurbits. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 4, p. 511-527, 2015.

BEN SALEM, I.; et al. *Monosporascus eutypoides*, a cause of root rot and vine decline in Tunisia, and evidence that *M. cannonballus* and *M. eutypoides* are distinct species. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 97, n. 6, p. 737-743, 2013.

BEN SALEM, I.; M'HAMDI, M.; ARMENGOL, J.; BOUGHALLEB-M'HAMDI, N. Effects of crop sequences on soil population dynamics of *Monosporascus cannonballus* ascospores and *monosporascus* root rot and vine decline incidence. International Journal Current Microbiology Applied Sciences, v. 4, p. 482-500, 2015.

BENDER, A. E. Effects on nutritional balance: antinutrients. **Natural toxicants in food: progress and prospects/edited by** DH Watson, 1987.

BOUGHALLEB, N.; ARMENGOL, J.; EL MAHJOUR, M. Detection of Races 1 and 2 of *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae* and their Distribution in Watermelon Fields in Tunisia. Journal of Phytopathology, v. 153, p. 162-168, 2005.

BRUTON B.D. Crater rot. In: Zitter TA, Hopkins DL, Thomas CE (Eds.) Compendium of Cucurbit Diseases. Saint Paul MN. APS Press. pp. 49-50, 1996.

BRUTON B.D. Soilborne diseases in cucurbitaceae: pathogen virulence and host resistance. In: McCreight J (Ed.) Cucurbitaceae 98. Alexandria. International Society of Horticultural Science. pp. 143-166, 1998.

BRUTON, B.D. (1995). Optimum CFU concentrations for testing pathogenicity of California cucurbit isolates of *Monosporascus cannonballus*. Phytopathology, v. 85, p. 1119, 1995.

CARLINI, Celia R.; GUIMARÃES, Jorge A. Isolation and characterization of a toxic protein from *Canavalia ensiformis* (jack bean) seeds, distinct from concanavalin A. **Toxicon**, v. 19, n. 5, p. 667-675, 1981.

CARTER, W.W. Importance of *Macrophomina phaseolina* in vine decline and fruit rot of cantaloupe in south Texas. Plant Disease Report, v. 63, p. 927-930, 1979.

CARTER, W.W. Incidence and control of *Myrothecium roridum* on cantaloupe in relation to time of fungicide application. Plant Disease, v. 64, p. 872-874, 1980.



CASTRO, Gabriel et al. Resistance in melon to *Monosporascus cannonballus* and *M. eutypoides*: Fungal pathogens associated with *Monosporascus* root rot and vine decline. **Annals of Applied Biology**, v. 177, n. 1, p. 101-111, 2020.

COHEN, R.; ELKABETZ, M.; EDELSTEIN, M. Variation in the responses of melon and watermelon to *Macrophomina phaseolina*. *Crop Protection*, v. 85, p. 46-51, 2016.

COHEN, R.; OMARI, N.; PORAT, A.; EDELSTEIN, M. Management of *Macrophomina* wilt in melons using grafting or fungicide soil application: pathological, horticultural and economical aspects. **Crop Protection**, v. 35, p. 58-63, 2012.

COHEN, R.; PIVONIA, S.; CROSBY, K.M.; MARTYN, R.D. Advances in the biology and management of *monosporascus* vine decline and wilt of melons and other cucurbits. **Horticultural Reviews**, v. 39, First Edition. Edited by Jules Janick, 2012.

COLLADO, J.; et al. *Monosporascus ibericus* sp. nov., an endophytic ascomycete from plants on saline soils, with observations on the position of the genus based on sequence analysis of the 18S rDNA. **Mycological Research**, Cambridge, v. 106, n. 1, p. 118-127, 2002.

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

DE GRAAFF, Marie-Anne et al. Labile soil carbon inputs mediate the soil microbial community composition and plant residue decomposition rates. **New Phytologist**, v. 188, n. 4, p. 1055-1064, 2010.

DE GRAAFF, Marie-Anne et al. Labile soil carbon inputs mediate the soil microbial community composition and plant residue decomposition rates. **New Phytologist**, v. 188, n. 4, p. 1055-1064, 2010.

FARR, D.F.; MILLER, M.E.; BRUTON, B.D. *Rhizopycnis vagum* gen. et sp. nov., a new coelomycetous fungus from roots of melons and sugarcane. *Mycologia*, v. 90, p. 290-296, 1998.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília: Embrapa, 2017. 302 p.

FREITAS, Francisco CL et al. Incidence of root rot of muskmelon in different soil management practices. 2018.

GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; MARTÍNEZ-FERRER, G.; ARMENGOL, J.; VELAZQUEZ, M.A. T.; ORTS, M.; JUÁREZ, M.; ORTEGA, A.; JORDÁ, C.; ALFARO-GARCÍA, A. Agentes asociados al "colapso" del melón en distintas zonas españolas. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, v. 19, p. 401-423, 1993.

GASPAROTTO, F.; VIDA, J.B.; TESSMANN, D.J.; ALVES, T.C.A. Infecção latente de *Didymella bryoniae* em meloeiro nobre. *Summa Phytopathologica*, v. 37, p. 62-64, 2011.

GIESTAS, Pedro Henrique Charpinel; LACERDA, Fabrícia Gonçalves; CARMASSI, Giulianna Rondineli. FORRAGEAMENTO DE OPERÁRIAS DE *Atta laevigata* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) SOB EFEITO DE *Canavalia ensiformis* (L.) DC (FABACEAE). **Biodiversidade**, v. 19, n. 1, 2020.

KADER, M. A. et al. Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment. **Soil and Tillage Research**, v. 168, p. 155-166, 2017. Disponível em: <[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198717300016?casa\\_token=FZ\\_1uNI4AL8AAAA:Rqzsm-KnogfB-](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198717300016?casa_token=FZ_1uNI4AL8AAAA:Rqzsm-KnogfB-)

mJBpCH8ICMBncwmw9d5btDEHOVJNyFvr7boFCwMqumYxVIPYckpFCxj02URMw0>. Acesso em: 06 jun. 2021.

KITAGAWA, M.; TOMIYAMA, T. **Biochem. Japan**, v. 11, p. 265, 1929.

LOUWS, F. J.; et al. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, n. 2, p. 127-146, 2010.

MALLOCH, D.; et al. New cleistothecial Sordariaceae and a new family, Coniochaetaceae. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 49, n. 6, p. 869-880, 1971.

MARTYN, R. D.; MILLER, M. E. *Monosporascus* root rot and vine decline: an emerging disease of melon worldwide. **Plant Disease** v.80, p. 716-725, 1996.

MCKINNEY, H.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v. 26, p. 195-218, 1923.

MEDEIROS, E.V.; SALES JÚNIOR, R.; MICHEREFF, S.J.; BARBOSA, M.R. Quantificação de ascósporos de *Monosporascus cannonballus* em solos não cultivados de Caatinga e em áreas de cultivo de melão do Rio Grande do Norte e Ceará. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 500-504, 2000.

MEDEIROS, E.V.; SILVA, K.J.P.; OLIVEIRA, L.A.; FERREIRA, H.A.; SALES JÚNIOR, R. *Monosporascus cannonballus* density in soils cultivated with different crops in Rio Grande do Norte State, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, p. 1-5, 2008.

MERTELY, J.C.; MARTYN, R.D.; MILLER, M.E.; BRUTON, B.D. The role of *Monosporascus cannonballus* and other fungi in a root rot disease of muskmelon. **Plant Disease**, v. 75, p. 1133-1137, 1991.

MORAES, S.R.G.; CAMPOS, V.P.; POZZA, E.A.; FONTANETTI, A.; CARVALHO, G.J.; MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematóides em cultivo orgânico de alface americana e repolho. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31, n.2, p.188-191, 2006.

NEGREIROS, A.M.P.; SALES JÚNIOR, R.; RODRIGUES, A.P.M.S.; LEÓN, M.; ARMENGOL, J. Prevalent weeds collected from cucurbit fields in Northeastern Brazil reveal new species diversity in the genus *Monosporascus*. **Annual of Applied Biology**, v. 174, p. 349-363, 2019.

NEGREIROS, A.M.P.; SALES JÚNIOR, R.; RODRIGUES, A.P.M.S.; LEÓN, M.; ARMENGOL, J. Prevalent weeds collected from cucurbit fields in Northeastern Brazil reveal new species diversity in the genus *Monosporascus*. **Annual of Applied Biology**, v. 174, p. 349-363, 2019.

NORONHA, M.A.; MICHEREFF, S.J.; MOREIRA, P.A.A.; XAVIER FILHA, M.S.; SALES JÚNIOR, R.; MIZUBUTI, S.G. Variabilidade de isolados de *Myrothecium roridum* provenientes de meloeiro cultivado no Estado do Rio Grande do Norte. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 432-438, 2008.

NUNES, G.H.S.; SANTOS JÚNIOR, J.J.S.; ANDRADE, F.V.; BEZERRA NETO, F.; ALMEIDA, A.H.B.; MEDEIROS, D.C. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 744-747, 2004.

PATIL, S. D.; et al. Notes on some fungi of *Pleosporaceae* (*Loculoascomycetes*) from Maharashtra (India). **Transactions of the Mycological Society of Japan**, Kyoto, v. 28, p. 229-236, 1987.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; CARVALHO, A. D. F. Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro. EMBRAPA. Circular Técnica. Brasília. 2012.

PETRAK, F.; et al. Beiträge zur Pilzflora Pakistans. **Sydowia**, Vienna, v. 8, n. 1-6, p. 162-185, 1954.

- POLLACK, F. G.; et al. *Monosporascus cannonballus*, an unusual ascomycete in cantaloupe roots. **Mycologia**, Bronx, v. 66, n. 2, p. 346-349, 1974.
- PUSZTAI, A. Transport of proteins through the membranes of the adult gastro-intestinal tract—a potential for drug delivery?. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 3, n. 2, p. 215-228, 1989.
- RAMALHO, Wannubya Caroline de Almeida Nobre et al. Ocorrência de fungos fitopatógenos associados ao declínio de ramas de cucurbitáceas, em Caatinga. 2014.
- REIS, E. M.; CASA, R.T.; Bianchin, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.37, n.3, p.85-91, 2011.
- SALARI, M.; PANJEHKEH, N.; NASIRPOOR, Z.; ABKHOO, J. Reaction of melon (*Cucumis melo* L.) cultivars to *Monosporascus cannonballus* (Pollack & Uecker) and their effect on total phenol, total protein and peroxidase activities. **Journal of Phytopathology**, v. 161, p. 363-368, 2013.
- SALES JUNIOR, R. et al. PATHOGENICITY OF *Macrophomina* SPECIES COLLECTED FROM WEEDS IN COWPEA. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 2, p. 395-401, 2020.
- SALES JUNIOR, R., BELTRÁN, R., VICENT, A., ARMENGOL, J., GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; MEDEIROS, E.V. Controle biológico de *Monosporascus cannonballus* com *Chaetomium*. **Tropical Plant Pathology**, v.32, p.70-74, 2007.
- SALES JÚNIOR, R.; BALBINO, D.A.D.; NEGREIROS, A.M.P.; BARBOZA, H.S.; MEDEIROS, E.V.; ARMENGOL, J. Cotton, cowpea and sesame are alternative crops to cucurbits in soils naturally infested with *Monosporascus cannonballus*. **Journal of Phytopathology**, v. 166, p. 396-402, 2018.
- SALES JÚNIOR, R.; BALBINO, D.A.D.; NEGREIROS, A.M.P.; BARBOZA, H.S.; MEDEIROS, E.V.; ARMENGOL, J. Cotton, cowpea and sesame are alternative crops to cucurbits in soils naturally infested with *Monosporascus cannonballus*. **Journal of Phytopathology**, v. 166, p. 396-402, 2018.
- SALES JÚNIOR, R.; NASCIMENTO, I.J.B.; FREITAS, L.S.; BELTRAN, R.; ARMENGOL, J.; VICENT, A.; JIMÉNEZ, J.G. First report of *Monosporascus cannonballus* on melon in Brazil. **Plant Disease**, v.88, p. 84, 2004.
- SALES JÚNIOR, R.; OLIVEIRA, O.F.; MEDEIROS, E.V.; GUIMARÃES, I.M.; CORREIA, K.C.; MICHEREFF, S.J. Ervas daninhas como hospedeiras alternativas de patógenos causadores do colapso do meloeiro. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 43, p. 195-198, 2012.
- SALES JÚNIOR, R.; OLIVEIRA, O.F.; SENHOR, R.F.; ALVES, M.Z. *Monosporascus cannonballus* agente causal do colapso em plantas de melão no Rio Grande do Norte, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 567, 2003.
- SALES JÚNIOR, R.; RODRIGUES, A.P.M.S.; NEGREIROS, A.M.P.; AMBRÓSIO, M.Q.A.; BARBOZA H.S.; BELTRÁN, R. Weeds as potential hosts for fungal root pathogens of watermelon. **Revista Caatinga**, v. 32, p. 1-6, 2019.
- SALES JUNIOR, R.; SANTANA, C.V.S.; NOGUEIRA, D.R.S., SILVA, K.J.P.; GUIMARÃES, I.M.; MICHEREFF, S.J.; ABAD-CAMPOS, P.; GARCIA-JIMENEZ, J.; ARMENGOL, J. First report of *Monosporascus cannonballus* on watermelon in Brazil. **Plant Disease**, v. 94, p. 278, 2010.
- SALES JÚNIOR, R.; SENHOR, R.F.; MICHEREFF, S.J.; MEDEIROS, E.V. Influência da adubação verde no declínio de monosporascus em solo naturalmente infestado. **Horticultura Brasileira**, v. 35, p. 135-140, 2017.
- SALES, RUI et al. PATHOGENICITY OF *Macrophomina* SPECIES COLLECTED FROM WEEDS IN COWPEA. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 395-401, 2020.

- SENHOR, R.; SOUZA, P.A.; ANDRADE NETO, R.C.; PINTO, A.C.; SOARES, S.R.F. Colapso do meloeiro associado a *Monosporascus cannonballus*. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 4, p. 6-14, 2009.
- SILVA LÓPEZ, R.E. *Canavalia ensiformis* (L.) DC (Fabaceae). **Revista Fitos**, Jacarepaguá, v.7, n.3, p.146-154, 2012.
- SILVA, F.A.Z.; AZEVEDO, C.A.V. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal Agricultural Research*, v. 11, p. 3733-3740, 2016.
- SILVA, R. R.; COELHO, G. D. FUNGOS PRINCIPAIS GRUPOS E APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS. 2006. **INSTITUTO DE BOTÂNICA-IBt, São Paulo.**
- SIRKO, Agnieszka; BRODZIK, Robert. Plant ureases: roles and regulation. **Acta Biochimica Polonica**, v. 47, n. 4, p. 1189-1195, 2000.
- SU, Peng et al. Taxon-specific responses of soil microbial communities to different soil priming effects induced by addition of plant residues and their biochars. **Journal of Soils and Sediments**, v. 17, n. 3, p. 674-684, 2017.
- SUDISHA, J.; VASANTH KUMAR, T.; NIRANJANA, S.R.; SHEKAR SHETTY, H. First report of gummy stem blight caused by *Didymella bryoniae* on muskmelon (*Cucumis melo*) in India. *Plant Pathology*, v. 53, p. 533, 2004.
- TAKAHASHI, J. A.; LIMA, G. S.; DOS SANTOS, G. F.; LYRA, F. H.; DA SILVA-HUGHES, A. F.; Gonçalves, F. A. G. Fungos Filamentosos e Química: Velhos Conhecidos, Novos Aliados. **Revista Virtual de Química**. Belo Horizonte v.9 n.6, p. 6, 2017.
- TRIVEDI, Pankaj et al. Soil aggregate size mediates the impacts of cropping regimes on soil carbon and microbial communities. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 91, p. 169-181, 2015.
- XAVIER-FILHO, J. Campos, F. A. P., Ary, M. B., Silva, C. P., Carvalho, M. M., Macedo, M. L. R., ... & Grant, G. Poor correlation between the levels of proteinase inhibitors found in seeds of different cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata*) and the resistance/susceptibility to predation by *Callosobruchus maculatus*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 37, n. 4, p. 1139-1143, 1989.