

JOÃO PAULO BEZERRA SARAIVA

**EFEITO DE FUNGOS MICORRÍZICOS
ARBUSCULARES FRENTE À TOLERÂNCIA DE
CUCURBITÁCEAS A *Monosporascus cannonballus*
EM FUNÇÃO DO TEMPO DE CULTIVO**

**MOSSORÓ – RN
2013**

JOÃO PAULO BEZERRA SARAIVA

**EFEITO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES FRENTE
À TOLERÂNCIA DE CUCURBITÁCEAS A *Monosporascus*
cannonballus EM FUNÇÃO DO TEMPO DE CULTIVO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semiárido, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

Orientador: D. Sc. Rui Sales Júnior

Co-Orientador: D. Sc. Paulo Furtado Mendes Filho

MOSSORÓ – RN
2013

JOÃO PAULO BEZERRA SARAIVA

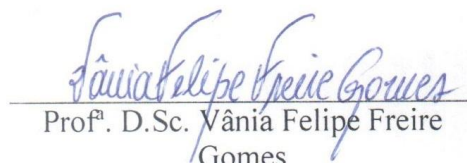
**EFEITO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES FRENTE
À TOLERÂNCIA DE CUCURBITÁCEAS A *Monosporascus
cannonballus* EM FUNÇÃO DO TEMPO DE CULTIVO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semiárido, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.


APROVADA EM: 27 /02 /2013



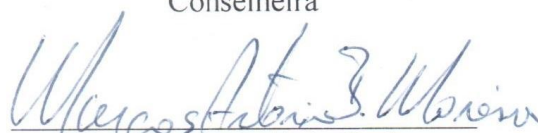
Prof. D.Sc. Rui Sales Junior
UFERSA – Mossoró/RN
Orientador



Prof.^a D.Sc. Vânia Felipe Freire
Gomes
UFC – Fortaleza/CE
Conselheira



Prof. D.Sc. Paulo Furtado Mendes
Filho
UFC – Fortaleza/CE
Co-orientador



D.Sc. Marcos Antônio Barbosa
Moreira
(EMBRAPA-CPATC)
Conselheiro



Prof.^a D.Sc. Márcia Michelle de
Queiroz Ambrósio
UFERSA – Mossoró/RN
Conselheira

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da
UFERSA**

S243e Saraiva, João Paulo Bezerra.

Efeito de fungos micorrizicos arbusculares frente à tolerância de cucurbitáceas a monosporascus cannonballus em função do tempo de cultivo. / João Paulo Bezerra Saraiva -- Mossoró: 2013.

82f.: il.

Tese (Pós-graduação em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Profº. D. Sc. Rui Sales Junior

Coorientador: Profº D. Sc. Paulo Furtado Mendes Filho

1. Cucurbitaceae. 2. Controle biológico. 3. FMA 4. Caatinga.
I. Título.

CDD: 634.964

Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo
CRB-5/1033

A Deus, aos meus pais, Geraldo Saraiva Ribeiro e Maria Elizabet Tavares Bezerra Saraiva, minhas irmãs Roselise, Ana Stella, Ana Raquel e Simone.

Dedico

Aos meus pais, por todo amor, incentivo, compreensão e dedicação para que eu alcançasse mais esse objetivo na minha vida.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que tens me proporcionado viver e aprender e por estar sempre presente na minha vida.

Aos meus pais Geraldo Saraiva Ribeiro e Maria Elizabet Tavares Bezerra Saraiva, pelo incentivo ao estudo, pelas lições de ética, cidadania e respeito ao próximo.

Às minhas irmãs Roselise, Ana Stella, Ana Raquel e Simone, e aos cunhados, Elmar, William e Paulo Roberto, e aos meus sobrinhos: Ana Clara, Rebeca, Artur, Júlio e a pequena Gabriela, pelo apoio e incentivo;

Ao meu tio Aluísio Saraiva, pelo apoio, moradia, amizade, dedicação e pela calorosa recepção à cidade de Mossoró.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pelas oportunidades de ensino e por toda estrutura para realização de pesquisas científicas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Pós-graduação em Fitotecnia, em especial a todos que compõem o corpo docente, pelos ensinamentos transmitidos durante o doutorado, contribuindo assim, para minha formação profissional.

Ao meu orientador Rui Sales Júnior pela orientação, conhecimentos transmitidos e pelo apoio no desenvolvimento da tese.

Ao meu Co-Orientador Paulo Furtado Mendes Filho pelo auxílio no desenvolvimento da dissertação.

À Professora Vânia Freire Felipe Gomes, por todos os ensinamentos, incentivo e força nos momentos que mais precisei.

À Professora Márcia Michelle pela colaboração, gentilezas, paciência e amizade construída durante o decorrer do curso.

À Professora Selma Nascimento pela colaboração, gentilezas, paciência e amizade construída durante o decorrer do curso.

Ao Professor José Valmir Feitosa, pela ajuda nas análises estatísticas e sugestões valiosas a esse trabalho.

A todos os AMIGOS do Laboratório de Fitopatologia, em especial à Hailton Barboza, Jacqueline Araújo, Cláudia Melo, Cydianne Cavalcante, Ana Paula Medeiros, Izabel Guimarães, Vitor Vale e Diêgo Rodrigues, por me ajudarem bastante na condução do experimento, pela paciência, atenção e amizade durante esses quatro anos de convivência.

Aos meus amigos de curso, em especial a Ivan Remígio, Djalma Freitas, Elvis Ramos, Rychardson Araújo, Laércio, Adriano Carvalho, Ewerton Marinho, Jorge Cunha, Dalila Melo, Andréia Amariz, Thalita Passos, Paula Gracielly, Thaiza Mabelle, Welder Lopes, por todo apoio e incentivo.

Aos amigos dos laboratórios de Microbiologia do solo da UFC: Emanuel Dias, Eudes, Áurea, Ewerton Mattos, Aldenia Mendes e Luiza Cunha, pela amizade, ajuda durante a realização desse trabalho e pelo agradável convívio;

Ao engenheiro agrônomo Leonardo (RENOVARE) pela ajuda nas coletas de solos e identificação das áreas,

À família Araújo, que me acolheu e me deu muita força durante esta jornada.

Ao amigo Fábio Ricardo, pelo apoio, incentivo e convivência durante esse período.

À minha família por tudo que representa na minha vida, pelo amor, dedicação, incentivo, paciência e compreensão demonstrados.

E finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram com seu apoio indispensável para a realização desse trabalho.

Muito Obrigado!!!

RESUMO

SARAIVA, João Paulo Bezerra. **Efeito de fungos micorrízicos arbusculares frente à tolerância de cucurbitáceas a *Monosporascus cannonballus* em função do tempo de cultivo**. 2013. 82f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, Mossoró-RN, 2013.

Neste trabalho, foram realizados um experimento e uma prospecção em áreas produtoras de melão e melancia e em áreas de mata nativa. A prospecção foi realizada com o objetivo de avaliar a ocorrência dos fungos micorrízicos arbusculares e do *Monosporascus cannonballus* nas áreas produtoras de melão e melancia em comparação com as áreas de mata nativa, visando à obtenção de informações sobre a interação destes dois fungos de forma natural. Definiram-se três áreas de produção para coletas de solos, nos municípios de Mossoró, Baraúna (RN) e Quixeré (CE). O solo foi coletado nas linhas de plantio e em áreas de mata nativa no entorno dos talhões, sendo estas escolhidas como referência e coletadas do solo aleatoriamente, todas as áreas foram georreferenciadas e cada ponto de coleta na mata nativa foi georreferenciado. As amostras foram levadas ao laboratório de Fitopatologia da UFERSA para quantificação dos ascósporos de *M. cannonballus* e em seguida levadas ao laboratório de Microbiologia do solo da UFC em Fortaleza para quantificação dos FMA e identificação em nível de gênero. Verificou-se que os solos de mata nativa da Caatinga bem como a diversidade florística servem como fonte de diversidade e quantidade de FMA para uso na agricultura, o manejo aplicado atualmente nas áreas de cultivo de melão e melancia pode estar reduzindo a multiplicação das espécies de FMA nativos da Caatinga, para os solos em questão, são necessárias mais prospecções, em mais épocas do ano, para verificar em mais detalhes a interação existente entre estes dois fungos. O *Monosporascus* foi identificado em todos os solos analisados e a densidade de ascósporos encontrados pode limitar a produção de cucurbitáceas nas áreas prospectadas caso não sejam tomadas medidas de controle. O experimento teve como objetivo de verificar o efeito dos FMA nativos no controle de diferentes isolados de *M. cannonballus* nas culturas do melão, da abóbora e da melancia. Com uma duração de 60 dias, utilizou-se um delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, que consistiu em seis tratamentos, 3 culturas (melancia, abóbora e melão) x 2 isolados de *M. Cannonbalus* (CMM2390, ‘‘Brasil melon 7- BM7’’), e controle, sem inoculação), com seis repetições, totalizando 54 parcelas, cada uma contendo duas plantas. Concluiu-se que a

variedade de melão Sancho é totalmente suscetível no mínimo aos dois isolados de *M. cannonballus* utilizados neste estudo, não conferindo tolerância às plantas, os fungos micorrízicos arbusculares mostraram-se eficientes na colonização das duas culturas; mesmo colonizadas com FMA, as plantas de melão não suportaram a virulência dos isolados; outros estudos devem ser desenvolvidos para buscar uma condição de equilíbrio entre os dois fungos, trazendo com isso benefícios para o agronegócio brasileiro.

Palavras-chave: Cucurbitaceae, controle biológico, FMA, Caatinga.

ABSTRACT

SARAIVA, João Paulo Bezerra. **Effect of arbuscular mycorrhizal fungi with respect to tolerance of cucurbits to the *Monosporascus cannonballus* in function of the time of cultivation.** 2013. 82f. Thesis (D. Sc. in Agronomy: Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

In this work, it was performed an experiment and a prospection in producing areas of melon and watermelon and in areas of native bush. Prospection aimed to evaluate the occurrence of arbuscular micorrhizal fungi (AMF) and *Monosporascus cannonballus* in producing areas of melon and watermelon in comparison with the native bush, aiming to obtain information about the interaction between these two fungi in a natural way. Three production areas were defined for sampling soil in the municipalities of Mossoró and Baraúna (RN) and Quixeré (CE). The soil was collected on the tree rows and in areas of native bush in the area of the stands, these being chosen as reference and collected from the soil randomly, all areas were georeferenced and each collection point in the native bush was georeferenced. The samples were led to the Phytopatology Laboratory of the UFERSA for quantification of ascospore of *M. cannonballus* and then taken to the Microbiology of Soil Laboratory of the UFC in Fortaleza for quantification and identification of AMF in level at genus. It was observed that the soils of native bush in Caatinga and the floristic diversity are sources of diversity and quantity of AMF to be used in agriculture, the management currently applied in the areas of cultivation of melon and watermelon may be causing reduction of the multiplication of the AMF in native Caatinga; for the soils in question more prospection is necessary, in more times of the year, to check in more details the interaction existing between these two fungi. The *Monosporascus* was identified in all soils analyzed and the density of ascospore found can limit the production of cucurbits in the areas prospected if we do not take control measures. The experiment aimed to determine the effect of native AMF in control of different isolated of *M. cannonballus* on melon crops, pumpkin and watermelon. With a duration of 60 days, we used a completely randomized design in a factorial 3 x 2, which consisted of six treatments, three crops (watermelon, pumpkin and melon) x 2 isolates of *M. Cannonbalus* (CMM2390, “Brazil melon 7 - BM7”, and control, without inoculation) with six replications, totalizing 54 plots, each containing two

plants. It was concluded that the variety of melon Sancho is totally susceptible to at least the two isolated of *M. cannonballus* used in this study, not conferring tolerance to plants, the arbuscular mycorrhizal fungi proved to be efficient in the colonization of the two cultures; even colonized with AMF, the plants of melon did not support the virulence of the isolated; other studies should be conducted in order to find an equilibrium condition between the two fungi, bringing benefits for Brazilian agribusiness.

Keywords: Cucurbitaceae. Biological Control. AMF. Caatinga.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Ciclo do colapso do meloeiro, podridão das raízes causada por *Monosporascus*. A) Ascósporos maduros no solo; B) Ascósporos germinados na rizosfera e infecção das raízes; C) lesões necróticas nas raízes; D) Sintomas visíveis no campo e morte das plantas; E) Peritécio formado e infectando o sistema radicular; F) Peritécio relançando os ascósporos no solo.....30
- Figura 2 - Plantação de meloeiro com sintoma de colapso. (Fonte: Cortesia R. Martyn).....31
- Figura 3- Peritécios de *M. cannonballus* infiltrados nas raízes. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.....33
- Figura 4. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (A) e ascósporos de *M. cannonballus* (B) por grama de solo, em vários pontos de uma área de mata nativa (MN1,MN2, MN3, MN4, MN5 e MN6) próximo a um campo de produção de melão e melancia no assentamento São Romão, no município de Mossoró-RN. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Student Newman Keuls (SNK) a 5% de probabilidade.58
- Figura 5. Número de ascósporos de *M. cannonballus* (A) e numero de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (B) por grama de solo, em vários pontos de uma área de mata nativa (MN1,MN2, MN3, MN4, MN5 e MN6) próximo a um campo de produção de melão e melancia na localidade de Veneza, no município de Baraúna - RN. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade.59
- Figura 6. Número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares (A) e ascósporos de *M. cannonballus* (B) por grama de solo, em vários pontos de uma área de mata nativa (MN1,MN2, MN3, MN4, MN5 e MN6),

próximo a um campo de produção de melão e melancia no município de Quixeré - CE. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade.....	61
Figura 7. Número de esporos de FMA por grama de solo, em vários pontos coletados em áreas de mata nativa, próximo a um campo de produção de melão e melancia nos municípios de Baraúnas – RN (MN1-MN4) e Mossoró(MN5-MN8) e Quixeré –CE (MN9-MN12), no período de outubro a dezembro de 2011.....	62
Figura 8. Número médio de esporos de FMA por grama de solo, em vários pontos coletados em áreas de produção de melão e melancia, sob diferentes tempos de cultivos intensivos, nos municípios de Mossoró e Baraúnas – RN e Quixeré –CE, no período de outubro a dezembro de 2011.	64
Figura 9. Diversidade de esporos de FMA encontrados em solos de áreas de mata nativa, próximo a um campo de produção de melão e melancia nos municípios de Mossoró e Baraúna – RN e Quixeré –CE, no período de outubro a dezembro de 2011. A figura A uma <i>Gigaspora</i> , B e C são exemplos de <i>Glomus</i>	65
Figura 10. Distribuição dos vasos contendo as mudas de melancia, abóbora e melão.	74

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Propriedades químicas do solo utilizado no experimento.....73
- Tabela 2 - Médias transformadas ($\sqrt[3]{x+1}$) da massa da matéria fresca de raízes de melancia e de abóbora, com relação aos isolados de *M. cannonballus* CMM2390, BM-Brasil Melon(7) e o controle, coletadas 60 dias após o plantio.....79
- Tabela 3 - Médias transformadas($\sqrt[3]{x+1}$) do comprimento de raízes de melancia e abóbora, com relação aos isolados de *M. cannonballus* CMM2390, BM-Brasil Melon e o controle, coletadas 60 dias após o plantio.....80
- Tabela 4 - Médias transformadas ($\sqrt[3]{x+1}$) da porcentagem de colonização micorrízica de raízes de melancia e de abóbora, de acordo com a técnica de Phillips & Hayman (1970), para as plantas coletadas aos 60 dias de cultivo, com relação aos dois isolados de *M. cannonballus*.....81
- Tabela 5 - Respiração basal do solo (RBS) acumulada (10 dias de incubação), solo com 60 dias de cultivo com melancia, abóbora e melão.81

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	19
INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1. CUCURBITÁCEAS.....	23
2.1.1 A cultura da aboboreira.....	24
2.1.2 A cultura do meloeiro.....	25
2.1.3 A cultura da melancia.....	26
3. DECLÍNIO DAS RAMAS.....	29
3.1 Monosporascus cannonballus.....	30
3.1.1 Sintomatologia da doença.....	32
4.2 Danos econômicos.....	33
4.3 Controle.....	34
4.3.1 Químico.....	34
4.3.2 Genético.....	35
4.3.3 Físico.....	36
4.3.4 Cultural.....	36
4.3.5Biológico.....	37
5. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (FMA).....	38
6. REFERÊNCIAS.....	42
CAPÍTULO II.....	49
RESUMO.....	49
1. INTRODUÇÃO.....	51
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
4. CONCLUSÃO.....	66
5. REFERÊNCIAS.....	67
CAPÍTULO III.....	69

RESUMO	69
1. INTRODUÇÃO	71
2. MATERIAL E MÉTODOS	72
2.1 Análises realizadas	74
2.1.1 Comprimento das raízes (cm)	74
2.1.1 Massa da matéria fresca de raízes (g)	75
2.2 Determinações microbiológicas	75
2.2.1 Colonização de fungos micorrízicos arbusculares (%)	75
2.2.2 Respiração Basal do Solo (RBS) - (mg C-Co ₂ 50 g de solo ⁻¹)	76
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4. CONCLUSÕES	83
5. REFERÊNCIAS	84

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO GERAL

A família das Cucurbitaceae tem uma grande importância na cadeia produtiva do agronegócio nacional e mundial, seja pela sua diversidade de culturas, como pela importância socioeconômica, pois emprega muitas famílias na sua cadeia produtiva. Destacando-se dessa forma como uma excelente alternativa para gerar renda e emprego na região Nordeste, em especial no Rio Grande do Norte, estima-se que os cultivos da melancia e do melão, ambas gerem mais de 60 mil empregos diretos e indiretos, envolvidos em toda a cadeia produtiva, o que vem a contribuir de forma direta (COEX, 2005).

O melão e a melancia são espécies micotróficas, ou seja, existe, em determinado estágio de desenvolvimento, a interação com fungos micorrízicos arbusculares. No entanto, os FMA apresentam pouca ou nenhuma especificidade, no que diz respeito a interação plantas/microrganismo, ou seja, um fungo colonizado em uma determinada espécie vegetal poderá colonizar qualquer outra que seja susceptível às micorrizas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Nos estados do RN e CE destacam-se como áreas produtoras os agropólos Açu-Mossoró e Baixo Jaguaribe, respectivamente. A expansão destas culturas se deve, principalmente, à boa aceitação comercial dos frutos tanto no mercado nacional quanto internacional. Só a cultura do melão (*Cucumis melo* L.) apresenta grande importância para a Região do Semiárido nordestino, principalmente para os Estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco, os quais são responsáveis por 94% da produção brasileira desta cultura.

A abóbora é importante por fazer parte da alimentação básica das populações de várias regiões do país, pode-se perceber sua importância em virtude do seu volume de produção, onde em um total de mais de 2 milhões de toneladas de cucurbitáceas para o ano de 2006, as abóboras representaram 19,25% do total produzido com valor de produção de cerca de R\$ 970 milhões. Os maiores estados produtores de abóboras são representados por: São Paulo (37,46%), Minas Gerais (13,33%) e Bahia (13,03%) (IBGE, 2006), com destaque na produção no estado de São Paulo, os municípios das regiões de Presidente Prudente e Sorocaba. (KOKUBO, 2012).

Apesar de sua grande importância agrícola, o cultivo destas culturas ainda enfrentam muitos problemas fitossanitários, com consideráveis perdas, devido principalmente à ocorrência de doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus (LOPES et al., 2008). Entre elas, as causadas por patógenos radiculares têm se destacado, já que ocasionam um “colapso” ou “declínio” de ramos em momentos próximos a colheita (SANTANA, 2009). Os sintomas se apresentam de forma rápida, com uma murcha generalizada da planta seguida de morte, geralmente na época de maturação dos frutos, onde a planta apresenta uma maior demanda por água (BOUGHALLEB; MAHJOUB, 2006).

As associações micorrízicas arbusculares são caracterizadas por uma simbiose mutualista entre raiz e fungo, geralmente sem estado patogênico, tratando-se de uma simbiose quase universal, ocorrendo em cerca de 80% das espécies vegetais (DINIZ, 2007).

A utilização dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) no controle de doenças em plantas, ainda não está bem elucidado, sabe-se que estes microrganismos têm a capacidade de promover tolerância ao ataque de certos agentes patogênicos, bem como a nematoides, pois se tem verificado que dependendo da combinação FMA, patógeno e hospedeiro, a presença de FMA pode conferir tolerância à planta, assim como interferir na reprodução do nematoide e vice-versa (BRANDÃO et. al., 2004), resultados semelhantes também

foram encontrados por (SCHERER et al., 2011), onde a presença de FMA e fungos nematófagos apresentaram bom potencial para serem utilizados como agentes de biocontrole de *Meloidogyne paranaensis* no cafeeiro.

A produção em escala comercial de inóculo dos fungos sofrem efeitos diretamente relacionados à natureza biotrófica desses microrganismos, uma vez que crescem e se multiplicam somente na presença de raízes metabolicamente ativas. Outro fator limitante reside na pouca disponibilidade de metodologias tecnicamente viáveis de inoculação do fungo no hospedeiro (LEAL et al., 2005). Ainda não existe compatibilização entre o uso de FMA e o uso de insumos, especialmente adubos (DINIZ, 2007).

Borges et al. (2007) estudando a redução do Mal do Panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular, encontraram que a inoculação prévia de *Gigaspora margarita* promove proteção da muda contra o agente causal do Mal do Panamá, *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*.

Alejo-Iturvide et al. (2008) mostraram efeitos positivos em plantas de pimentão contra a infecção por *Phytophthora capsici*, reduzindo os seus efeitos negativos quando inoculados com FMA.

Atualmente um dos fitopatógenos responsáveis por esta síndrome em melão e melancia no mundo é o fungo *Monosporascus cannonballus* Pollack et Uecker (MARTYN; MILLER, 1996), estando descrito em melancia em países como Tunísia (MARTYN et al., 1994), Estados Unidos - Califórnia (BRUTON; DAVIS; GORDON, 1995), México (MARTYN et al., 1996), Itália (GENNARI et al., 1999) e mais recentemente no Egito (EL-DESOUKY e EL-WAKIL, 2003). No Brasil, este fungo foi detectado pela primeira vez em 2002, em campos produtores de melão no Rio Grande do Norte e Ceará (SALES JR. et al., 2003; 2004).

Sabe-se que o controle químico da maioria dos patógenos radiculares é insatisfatório e, ou, antieconômico, devendo-se recorrer à adoção de práticas de controle integradas, uma vez que utilizadas individualmente dificilmente propiciarão o sucesso esperado (BLANCARD et al., 1996; DÍAZ-RUIZ & GARCÍA-JIMENEZ, 1994). Uma das principais formas de controle considerada eficiente e ambientalmente correta é a utilização de cultivares resistentes, muito

embora, quando utilizada de maneira isolada possa contribuir para o surgimento de raças mais virulentas do fungo; requerendo um programa contínuo de criação e a introdução regular de cultivares resistentes.

Até o presente momento, poucos trabalhos foram realizados com patógenos causadores de “colapso” em meloeiro, sendo ainda mais escassos em melancia. Em geral pouco se sabe sobre o efeito das infecções conjuntas de fitonematóides e fungos fitopatogênicos habitantes de solo em relação ao decréscimo de produção, e se estes efeitos são aditivos ou sinérgicos, o que vem a dificultar o entendimento desses patossistemas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CUCURBITÁCEAS

As cucurbitáceas (Cucurbitaceae) são uma das mais importantes famílias de plantas utilizadas para produção de alimentos e fibras. Elas pertencem à família *Cucurbitaceae* e consistem em cerca de 118 gêneros e 825 espécies, de acordo com a última classificação taxonômica de (JEFFREY, 1990). Cucurbitáceas são divididos em cinco sub-famílias: Fevilleae, Melothrieae, Cucurbitaceae, Sicyoideae e Cyclanthereae. Apesar de a parte aérea das plantas desta família ser muito similar em seu desenvolvimento, grande variabilidade genética tem sido mantida para formato e outras características de fruto, o que aumenta o seu potencial de uso (BISOGNIN, 2002).

As condições climáticas existentes no Brasil são favoráveis a um bom desenvolvimento das cucurbitáceas, tais como altas temperaturas e luminosidade, e baixa umidade relativa do ar para o seu desenvolvimento (MOITOKÉ; SALOMÃO; SIQUEIRA, 1998), colocando a região Nordeste no cenário nacional, como uma das melhores regiões para a prática desta atividade, propiciando alta produtividade às culturas, colocando-as em uma posição de destaque na fruticultura tropical (MEDEIROS et al., 2006).

A germinação das sementes requer temperatura relativamente alta, sendo que a maioria das cultivares apresenta boa germinação com temperaturas de 25 a 35° C, emergindo uma semana após a sementeira. O crescimento da planta e a produção de frutos com alto teor de sólidos solúveis (°Brix) são favorecidos em regiões de dias longos, quentes, com baixa umidade do ar e do solo, tornando os frutos mais saborosos (PUIATTI; SILVA, 2005).

As espécies mais cultivadas do gênero Cucurbitaceae são *Cucurbita* L., *Cucumis melo*, L., *Citrullus lanatus*, *Lagenaria* L., e *Luffa* L., outras espécies de grande importância do gênero das Cucurbita são, abóbora *C. maxima* (Duch.), *C. moschata* (Duch. ex Lam). Duch. & Poir, *C. pepo*L., *C. argyrosperma* (NEE, 1990) e *C. mixta* Pang.) (BISOGNIN, 2002).

No cenário brasileiro, as cucurbitáceas mais importantes são melancia, abóbora e melão, onde a região do semiárido nordestino encontra grande potencial para produção, representando para melão, em quatro estados, 94% da produção nacional, são eles, o Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco.

2.1.1 A cultura da abóboreira

Pertencente à família das *Cucurbitaceae*, e ao gênero *Cucurbita*, a abóbora (*Cucurbita moschata* Duch), tem sido explorada desde a antiguidade, pelos povos indígenas, como os Maias, Incas e Astecas, e é uma planta originária da América, mais precisamente no México, estendendo-se até a Colômbia e Venezuela. Sua distribuição deu-se após a descoberta da América, tornando-se então a espécie de maior importância na América tropical, devido a sua variabilidade e pela área em que se expandiu (SASAKI 2005). Está amplamente distribuída no Sudeste do México, América Central, Colômbia e Peru, sendo que no Brasil a região Nordeste destaca-se como área de alta variabilidade devido ao grande número de material, sendo estes nativos ou cultivados (ESQUINAS-ALCAZAR & GULLICK, 1983). Entre as cucurbitáceas, a abóbora (*Cucurbita moschata*), é uma das espécies de grande consumo na Região Nordeste do Brasil. Compreende cerca de 118 gêneros e 825 espécies (ESQUINAS-ALCAZAR; GULLICK, 1983). Apresenta grande importância econômica, tendo participação relevante na alimentação em muitos países (LANDIM et al., 2012).

Do ponto de vista socioeconômico as abóboras são importantes por fazer parte da alimentação básica das populações de várias regiões do país. Em 2006, o Brasil produziu mais de 2 milhões de toneladas de cucurbitáceas, entre abóboras (385 mil toneladas), melancias (1,4 milhões ton.) e melões (221 mil ton.), em 272,5 mil hectares (0,56% da área colhida), com valor de produção de cerca de R\$ 970 milhões. Os maiores estados produtores de abóboras são representados por São Paulo (37,46%), Minas Gerais (13,33%) e Bahia (13,03%) (IBGE, 2006), com destaque na produção no estado de São Paulo, os municípios das regiões de Presidente Prudente e Sorocaba. (KOKUBO, 2012).

2.1.2 A cultura do meloeiro

O melão é uma planta polimórfica, cujo centro de origem é a África, entretanto, foi na Índia onde ocorreu sua dispersão, espalhando-se deste país para todas as direções. Hoje encontramos cultivares de melão em diversas regiões do mundo, desde os países mediterrâneos, centro e leste da Ásia, sul e centro da América e, também, o centro e sul da África. Esta amplitude de regiões de cultivo é consequência de uma grande variabilidade genética que tem permitido a adaptação de diferentes tipos de melão em condições agronômicas diversas, de tal maneira que hoje podemos encontrar em todos os mercados do mundo, melões com diferentes cores, formato e aroma (DEULOFEU,1997).

Nas Américas, o melão foi introduzido por intermédio de Cristóvão Colombo e, a partir dessa época, passou a ser utilizado pelos índios, sendo rapidamente espalhado por todo o continente (COSTA; PINTO, 1977). No Brasil, a introdução foi feita pelos imigrantes europeus e o Estado do Rio Grande do Sul foi, possivelmente, o seu primeiro centro de cultivo no país.

Segundo os dados do IBGE (2007) a área de produção (ha) no Brasil foi de

aproximadamente 16.000, com uma produção de 352.742 toneladas com um rendimento médio de 22,07 t/ha, enquanto que a China, para o ano de 2007, apresentou uma área de produção de 571.910 ha, com um rendimento de 26,47 ton/ha.

O meloeiro pertence à família das cucurbitáceas, apresentando de acordo com a espécie, plantas anuais, porte herbáceo, caule prostrado com gavinhas e com número de hastes ou ramificações variável (JOLY, 1991). Apresenta folhas alternadas, simples, palmadas, pentalobuladas, angulosas quando jovens e subcodiformes quando completamente desenvolvidas. Possui um sistema radicular bem ramificado e o maior volume situa-se em uma profundidade de 20 a 30 cm. As flores do meloeiro são amarelas, podendo ser masculinas, femininas ou hermafroditas. As ramificações terciárias são as frutíferas (SENHOR et. al, 2009)

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma atividade de grande importância para a Região semiárida nordestina, principalmente para os Estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco, os quais são responsáveis por 94% da produção brasileira de melão. A cultura do melão caracteriza-se pela necessidade constante de novas tecnologias para aumentar a produção e pela sua grande importância socioeconômica para a Região Nordeste, absorvendo grande quantidade de mão-de-obra e gerando empregos diretos e indiretos (EMBRAPA, 2005).

2.1.3 A cultura da melanciaira

A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma hortaliça da família das Curcubitaceae, originária das regiões tropicais da África Equatorial. Os primeiros cultivos datam de aproximadamente 4000 anos, na região do Mediterrâneo, estendendo-se até a Índia (MOHR, 1986). Possui um sistema radicular superficial,

com raízes desenvolvendo-se horizontalmente e concentrando-se nos primeiros 30 cm de superfície do solo.

A melancia é atualmente umas das principais frutas em volume de produção mundial. A China, Turquia, Irã e Brasil, são seus maiores produtores, correspondendo com mais de 77% da produção mundial (FAO, 2009). No cenário brasileiro, esta é uma das cucurbitáceas mais cultivadas, destacando-se nos últimos anos como um importante produto do agronegócio nacional, ocupando a 7ª posição no *ranking* das frutas mais exportadas em 2008, com volume de exportação de 43.468,6 toneladas, o equivalente a 18,1 milhões de dólares (IBRAF, 2009). A sua produção está distribuída entre as regiões Sul (34,34%), Nordeste (30,10%), Sudeste (14,9%) e Norte (11,9%), sendo que os principais estados produtores são Rio Grande do Sul (26,15%), São Paulo (12,3%), Bahia (9,43%), Rio Grande do Norte (7,72%), Goiás (6,77%) e Tocantins (5,7%), na qual a sua produção encontra-se distribuída em aproximadamente 107 mil produtores de pequeno, médio e grande porte (VILELA, 2006). Segundo dados do IBGE a área dedicada a este cultivo em 2006 foi superior aos 83 mil hectares. Destes, estima-se uma produção de 1,7 milhões de toneladas, dos quais, neste mesmo ano o IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas registrou uma exportação de aproximadamente 12,5 milhões de dólares. De acordo com o Agriannual (2008), os estados da Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte, foram responsáveis por 19,12% da produção nacional dessa fruta, com uma área colhida de 21.125 hectares.

Nos estados do RN e CE destacam-se como áreas produtoras os agropólos Assú-Mossoró e Baixo Jaguaribe, respectivamente. A expansão desta cultura se deve principalmente à boa aceitação comercial dos frutos tanto no mercado nacional quanto internacional. Destacando-se dessa forma como uma excelente alternativa para gerar renda e emprego nesta região. Estima-se que, associado ao melão, ambas gerem mais de 60 mil empregos diretos e indiretos, envolvidos em toda a cadeia produtiva, o que vem a contribuir de forma direta no desenvolvimento sócio-econômico da região (COEX, 2005).

No estado do Rio Grande do Norte, mais precisamente no agropólo Mossoró-Assu, a melancia está entre os produtos mais produzidos e exportados,

deixando de ser uma cultura explorada apenas no período das chuvas, para se tornar uma atividade tecnicizada, praticada por pequenas, médias e grandes empresas, destinando sua produção a grandes mercados como o CEAGESP-SP e, mais recentemente, ao mercado externo (TORRES, 2007). Para que se entenda a importância destas culturas para o estado do RN, o agronegócio northeriograndense representa aproximadamente 33% do PIB estadual.

Muitos são os problemas que apresentam o cultivo desta olerícola nos supracitados agropólos, entre eles se destacam os de ordem fitossanitária (pragas e doenças). Por se tratar de uma região que vive, entre outras coisas, da produção de frutas frescas para exportação, com ênfase ao melão, outra cucurbitácea, que representa nada menos que 20% de todo o valor gerado pela exportação de frutas frescas pelo Brasil, poucas são as informações existentes geradas sobre esta cultura na região.

Apesar do potencial agrícola que esta cultura apresenta para a região, o uso inadequado de novas tecnologias aliado ao cultivo intensivo dos solos, sem a adoção de práticas conservacionistas e de sustentabilidade pelas agroindústrias da região, têm possibilitado o aumento em número e severidade de doenças (RÊGO, 1995; SANTOS et al., 2000), comprometendo dessa forma a sua produção.

Por se tratar de uma espécie da mesma família do meloeiro (Cucurbitácea), a melancia vem herdando, em parte, alguns dos problemas que acometem a cultura do melão. Entre eles podemos destacar um grupo de doenças denominado "vine decline", "declínio de ramos" ou "morte súbita", que apresentam diferentes fitopatógenos habitantes do solo, e cuja incidência tem resultado em perdas de caráter quantitativo e qualitativo, limitando a exploração econômica da cultura nas principais regiões produtoras do mundo (BRUTON et al., 1988; INFANTINO et al., 2002). Atualmente já foram registrados inúmeros casos na literatura nacional e internacional com relação a este grupo de enfermidades em melancia (MARTYN et al., 1994; MARTYN et al., 1996; GENNARI et al., 1999; BELTRAN et al., 2008).

3. DECLÍNIO DAS RAMAS

Vários agentes patogênicos estão associados a esta complexa síndrome, já que com muita frequência os referidos microrganismos se apresentam em ataque conjunto (BRUTON, 1998), em função das características, os patógenos causadores de "colapso" em meloeiro, e que podem ocasionar perdas na cultura da melancia no Nordeste Brasileiro (COSTA et al., 2000; RÊGO & CARRIJO, 2000; SANTOS et al., 2000) são: *Didymella bryoniae* (Auersw.) Rehm, *Fusarium solani* f.sp. *cucurbitae* Snyder & Hansen, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Grif. & Maubl., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., *Myrothecium roridum* Tod: Fr.), (*Monosporascus cannonballus* Pollack e Uecker e *Rhizoctonia solani* Kuhn). Além das nematoses ocasionadas por nematóides causadores de danos nas raízes (nematóide das galhas - *Meloidogyne* Goeldi spp., nematóide das lesões - *Pratylenchus* Filipjev sp. e nematóide reniforme - *Rotylenchulus reniformis* LINFORD & OLIVEIRA).

O "declínio" de ramas é uma doença considerada de importância agrícola, tendo em vista dizimar cultivos de cucurbitáceas em todo o mundo (SALES JUNIOR et al., 2003; 2004). Devido aos danos causados na raiz, o *M. cannonballus* provoca a perda da capacidade de absorção de água pela planta e conseqüentemente, a absorção de nutrientes necessários durante o período de maturação dos frutos, ocasionando perdas de produção de até 100% (MARTYN; MILLER, 1996).

A sintomatologia associada a este grupo de patógenos radiculares, atualmente, bastante observadas em melancia na região, é de fácil identificação, uma vez que as plantas afetadas apresentam principalmente necroses e podridões nas raízes e têm como conseqüência a murcha e a morte das plantas em períodos próximos a colheita dos frutos (GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000). Para que se tenha uma ideia das perdas resultantes do ataque destes patógenos, verificou-se uma redução de até 50% das áreas produtoras de cucurbitáceas na Espanha (SALES JR., 1999).

3.1 MONOSPORASCUS CANNONBALLUS

O fungo *M. cannonballus*, atualmente um dos principais patógenos radiculares da referida cucurbitácea (melão) no mundo, foi detectado pela primeira vez em 2002, em campos produtores de melão no Rio Grande do Norte e Ceará (SALES JR. et al., 2003; 2004). Em levantamentos conduzidos nestes Estados no ano seguinte, o patógeno foi isolado em 30% das áreas prospectadas em isolamento a raízes de plantas com sintomas de colapso (ANDRADE et al., 2005), evidenciando a magnitude do problema e necessidade emergencial da adoção de medidas integradas de manejo da doença.

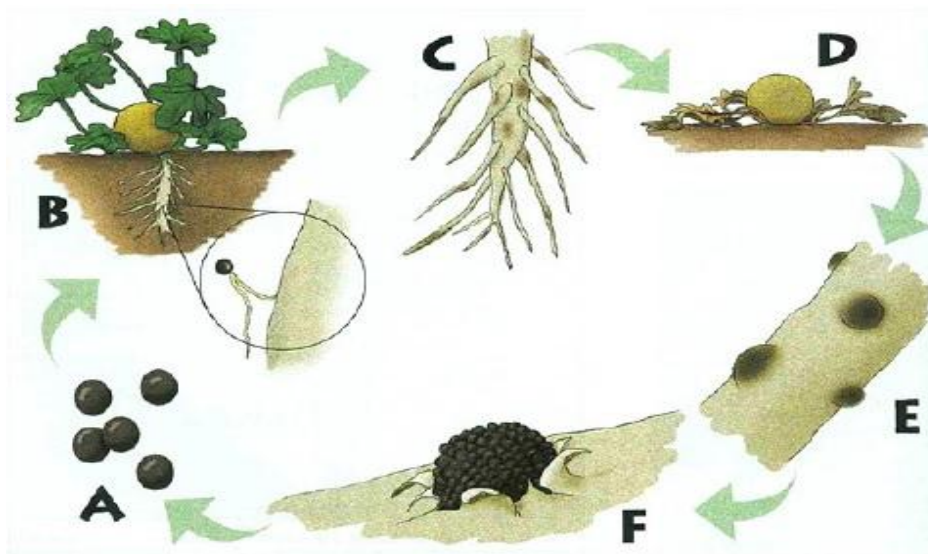


Figura 1 - Ciclo do colapso do meloeiro, podridão das raízes causada por *Monosporascus*. A) Ascósporos maduros no solo; B) Ascósporos germinados na rizosfera e infecção das raízes; C) lesões necróticas nas raízes; D) Sintomas visíveis no campo e morte das plantas; E) Peritécio formado e infectando o sistema radicular; F) Peritécio relançando os ascósporos no solo.



Figura 2 - Plantação de meloeiro com sintoma de colapso. (Fonte: Cortesia R. Martyn)

Até o presente momento, poucos trabalhos sobre o declínio de ramas foram realizados com patógenos causadores de “colapso” em meloeiro, sendo ainda mais escassos em melancia. Em geral pouco se sabe sobre o efeito das infecções conjuntas de fitonematóides e fungos fitopatogênicos habitantes de solo em relação ao decréscimo de produção, e se estes efeitos são aditivos ou sinérgicos, o que vem a dificultar o entendimento desses patossistemas. Sabe-se que estes estudos constituem a base fundamental para a adoção de estratégias adequadas de controle integrado das doenças na região Nordeste. Praticamente, todas as informações relacionadas a este grupo de doenças são oriundas da Espanha (DÍAZ-RUÍZ; GARCÍA-JIMENEZ, 1994; GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000), dos Estados Unidos da América (BRUTON et al., 1988; ZITTER et al., 1996) e da França (BLANCARD et al., 1996). Até o presente momento, não existem relatos de aumento na incidência e severidade de infecções fúngicas em raízes de

melancia e, ou, meloeiro, acometidas por fitonematoses nos referidos Agropólos onde a presença de ambos é constante.

3.1.1 Sintomatologia da doença

Os sintomas da doença iniciam-se com o amarelecimento gradual e a seca das folhas mais velhas, o qual avança rapidamente para as folhas mais jovens, causando a seca e morte prematura das plantas (MARTYN; MILLER, 1996). O sistema radicular é severamente prejudicado, iniciando-se os sintomas com pardeamento nas raízes primárias e posteriormente nas secundárias, passando pelo hipocótilo, onde se observa uma redução do córtex em torno dos vasos (MERTELY et al., 1991). Quando está próximo à colheita, pode ser observado o sistema radicular comprometido, chegando ao seu apodrecimento e perda da funcionalidade, não suprimindo as necessidades hídricas da cultura, ocasionando a murcha generalizada. Ao final do cultivo, observam-se peritécios do fungo infiltrados nas raízes (**Figura 3**), os quais apresentam aspecto de pontos negros e redondos (MERTELY et al., 1991; SALES JUNIOR et al., 2001; 2002).

Um rápido aumento na densidade do inóculo de *M. cannonballus* no solo tem sido associado com a morte das raízes do meloeiro, a partir de duas semanas da colheita, atingindo o seu máximo, com dois a quatro meses após a morte das plantas, o que pode ser consequência da redução nos níveis de nutrientes disponíveis para o patógeno e estímulo à formação de estruturas reprodutivas (WAUGH et al., 2003; STANGHELLINI et al., 2004; BELTRÁN et al., 2005).



Figura 3- Peritécios de *M. cannonballus* infiltrados nas raízes. Mossoró-RN, UFERSA, 2013.

4.2 DANOS ECONÔMICOS

Atualmente, na Espanha, o “declínio” de ramas provocado por *M. cannonballus* é uma grave doença que tem causado prejuízo em campos de melão e melancia (GARCÍA-JIMÉNEZ et al., 2000; BELTRÁN et al., 2005).

Estudos realizados por García-Jimenez et al. (2000), mostram que a produção de melão na Espanha diminuiu em torno de 40% em apenas 15 anos, principalmente devido à referida enfermidade, com predominância de patógenos radiculares como *M. cannonballus* e *Acremonium cucurbitacearum* (ALFARO-GARCIA, W. GAMS; J. GARCÍA-JIMENEZ, 1996)

No Brasil, em cultivos de meloeiro no Rio Grande do Norte, essa enfermidade apresentou índice de frequência de 15% em dois campos de produção comercial em 2002 (SALES JUNIOR et al., 2003). Em levantamentos conduzidos na mesma região no ano seguinte, o fungo foi isolado de 30% das plantas coletadas nas áreas que apresentaram a doença (ANDRADE et al., 2005).

4.3 CONTROLE

4.3.1 Químico

Sabe-se que o controle químico da maioria dos patógenos radiculares é insatisfatório e, ou, antieconômico, devendo-se recorrer à adoção de práticas de controle integradas, uma vez que utilizadas individualmente dificilmente propiciarão o sucesso esperado (BLANCARD et al., 1996; DÍAZ-RUIZ & GARCÍA-JIMENEZ, 1994). O controle químico especificamente para esta enfermidade têm sido difícil, devido à quantidade de produto a ser utilizado no solo, além de existirem poucos produtos com eficiência contra esse patógenos, até o momento não há um método de controle eficiente, já que o controle químico é pouco efetivo no campo (SANTANA, 2009)

Segundo Martyn (2002) a fumigação do solo utilizando-se brometo de metila antes do plantio tem se mostrado a técnica mais efetiva na desinfestação. Entretanto, tal prática tem elevado impacto ambiental negativo, e o uso do produto já não é mais permitido no Brasil (GUIMARÃES et al., 2008).

Diversos estudos têm sido realizados objetivando-se encontrar moléculas com efeito fungicida sobre *M. cannonballus*. Em testes *in vitro*, realizado com diferentes concentrações de produtos em relação a patógenos radiculares,

observou-se a inibição total do crescimento do referido patógeno com os ingredientes ativos (i.a) Captan e Procimidone, na concentração de 500 µg.ml⁻¹ e, Carboxin-Thiram e Tiofanato metílico a 100 µg.ml⁻¹ (ALVES et al., 2002 a e b).

Cohen et al. (1999) e Medeiros et al. (2006) observaram que os ingredientes ativos Fluazinam e Propiconazole apresentaram potencial de utilização no controle de *M. cannonballus*, tendo em vista a inibição do crescimento micelial *in vitro* do referido patógeno, em percentual de 100% e 68%, respectivamente. Guimarães et al. (2008) encontrou resultado semelhante, onde o Fluazinam foi eficiente para controle do referido fungo em condições de casa-de-vegetação.

Entretanto, apesar dos diversos estudos envolvendo princípios ativos, não há existência de produtos registrados para o controle desta enfermidade (MEDEIROS; SALES JUNIOR; MICHEREFF, 2006).

4.3.2 Genético

Uma das principais formas de controle considerada eficiente e ambientalmente correta é a utilização de cultivares resistentes, muito embora, quando utilizada de maneira isolada possa contribuir para o surgimento de raças mais virulentas do fungo requerendo um programa contínuo de criação e a introdução regular de cultivares resistentes.

Programas de melhoramento vêm sendo realizados em Valencia, Espanha, buscando acessos que apresentem resistência ao “colapso” do meloeiro. Não obstante vale ressaltar que a área plantada de melão no Brasil representa apenas 15% da cultivada com melancia. O que vem a demonstrar a magnitude do problema. No entanto, os resultados obtidos em meloeiro não possibilitam a utilização da resistência varietal como alternativa viável em curto prazo tendo em vista as linhagens obtidas não apresentarem características agrônômicas desejáveis

ao mercado (DÍAZ-RUIZ & GARCÍA-JIMÉNEZ, 1994). Até o presente momento não existe cultivar de meloeiro que apresente algum grau de tolerância ou resistência a *M. cannonballus*. Em trabalho de resistência de cultivares de meloeiro a *M. cannonballus*, Sales Jr. et al. (2002) estudaram a reação de 19 genótipos cultivados comercialmente nos agropólos Assú-Mossoró (RN) e Baixo Jaguaribe (CE) tendo todos se comportado como suscetíveis. Ainda que, neste mesmo trabalho foi testado dois cultivares de melancia que apresentaram uma boa tolerância a *M. cannonballus*, o que vem a ser uma boa informação para os produtores desta olerícola no Brasil. No entanto, cabe ressaltar que a mudança nas práticas culturais, associadas à introdução de híbridos de melancia cada vez mais especializados em características agrônomicas de mercado como “flavor”, cor da polpa, tempo de prateleira etc., em alguns casos aumentam a susceptibilidade a enfermidades.

4.3.3 Físico

A utilização de solarização antes do plantio associadas com a redução de produtos fumegantes no solo têm mostrado potencial para o controle do *M. cannonballus* (MARTYN, 2002).

4.3.4 Cultural

Uma prática bastante utilizada como forma de controlar fitopatógenos radiculares é a enxertia, a qual tem sido muito utilizada em diversos países. Segundo Cohen et al. (2000; 2007) o cultivo de melancia e melão enxertados com

abóbora está se tornando um dos mais promissores frente ao controle de *M. cannonballus*. Algumas espécies do gênero *Cucurbita* são consideradas tolerantes ao patógeno (MERTELY et al., 1993), no entanto, não se sabe se isto é devido à resistência que a planta apresenta ou à sua tolerância a infecção devido ao seu amplo sistema radicular e a maior capacidade de regeneração, impedindo a formação de propágulos (BELTRÁN et al., 2008). Segundo o mesmo autor, apesar dessas espécies do gênero *Cucurbita* apresentar resistência à *M. cannonballus* é preciso que se façam mais estudos a fim de avaliar a compatibilidade dos enxertos.

Beltrán et al. (2008) fazendo um comparativo epidemiológico de *M. cannonballus* em melão, melancia e enxertos entre culturas em melancia observaram peritécios nas raízes de *Cucurbita* e ainda, que a população de ascósporos no solo permaneceu estável, diferentemente do que ocorreu com melão e melancia.

Segundo Koren e Edelstein (2004) em Israel, o uso de melancia enxertada é responsável por cerca de 65% da área plantada total da cultura. Estudos realizados em condições de campo em Israel mostraram que a incidência de *M. cannonballus* em meloeiro enxertado foi menor do que naquelas plantas não enxertadas, concluindo assim, que a enxertia é um método efetivo de controle para a doença, mas ainda são necessárias pesquisas para determinar a combinação perfeita para cada caso (COHEN et al., 2000).

4.3.5 Biológico

Ainda está sendo estudado como alternativa de controle da doença. Estudos realizados por Cohen et al. (2000) usando isolados hipovirulentos de *M. cannonballus* está sendo investigado como controle biológico. Isolados infectados com um ou mais RNAs de fita dupla (dsRNAs) tem sua virulência reduzida (hipovirulentos), sendo que esses dsRNAs podem ser transmitidos para os isolados

virulentos através de anastomose, conferindo assim a perda de virulência. Até agora a hipovirulência transmissível como potencial no controle da doença foi observada apenas experimentalmente em condições de casa-de-vegetação.

Por outro lado, a utilização de antagonistas no controle de *M. cannonballus* tem sido pouco evidenciada, ainda que os estudos em laboratório e em casa de vegetação tenham apresentado resultados promissores. Zhang et al. (1999) demonstraram o potencial de espécies de *Trichoderma* spp., para o controle desse patógeno. Já Sales Junior et al (2007) estudando seu controle biológico com *Chaetomium* observou que a infestação de substrato com concentrações de 4 e 8×10^5 UFC g⁻¹ (unidade formadora de colônia por grama) propiciou o controle do patógeno.

5. FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (FMA)

As associações micorrízicas arbusculares são caracterizadas por uma simbiose mutualista entre raiz e fungo, geralmente sem estado patogênico e trata-se de uma simbiose quase universal, ocorrendo em cerca de 80% das espécies vegetais (DINIZ, 2007).

Quando estabelecida a simbiose, ocorre troca de nutrientes entre o fungo e a planta hospedeira e as hifas destes fungos, devido a sua grande capacidade de ramificação, exploram o solo absorvendo água e nutrientes transferindo-os para a planta (DINIZ, 2007), sendo esta associação considerada a simbiose de maior expressão ecológica e econômica entre fungos do solo e raízes de plantas superiores (STEFFEN et al., 2012), tornando-se uma alternativa para o estabelecimento de mudas a campo e para a manutenção e estabilidade das florestas (OLIVEIRA et al., 2008).

Outra característica evidente nesta simbiose é a capacidade de aumentar a tolerância a patógenos radiculares além de acelerar o crescimento e melhorar o vigor das mudas na sua fase de formação (SOARES et al., 2012).

Importante salientar que a produção em escala comercial de inóculo sofre efeitos diretamente relacionados à natureza biotrófica desses fungos, uma vez que crescem e se multiplicam somente na presença de raízes metabolicamente ativas. Outro fator limitante reside na pouca disponibilidade de metodologias tecnicamente viáveis de inoculação do fungo no hospedeiro (LEAL et al., 2005). Ainda não existe compatibilização entre o uso de FMA e o uso de insumos, especialmente adubos (DINIZ, 2007).

As principais associações entre raízes de plantas superiores e fungos da ordem Glomales são formadas por cinco famílias: Glomaceae, formada pelo gênero *Glomus*; Acauloporaceae, com os gêneros *Acaulospora* e *Entrphospora*; Gigasporaceae, com os gêneros *Gigaspora* e *Scutellospora*; Archaeosporaceae, com o gênero *Archeospora*; e Paraglomaceae, com o gênero *Paraglomus* (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

A importância das associações entre fungos micorrízicos arbusculares em fruteiras tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores, sendo responsável, entre diversos fatores, pela redução do tempo de transplante das mudas ao campo, nutrição e no seu desenvolvimento mais rápido, minimizando o uso de fertilizantes (COSTA et al., 2001; MATOS, SILVA e BRASIL, 2002; LEAL et al., 2005; BORGES et al., 2007).

Diniz (2007) estudando os efeitos que a inoculação com FMA possa ter sobre as plantas de seringueira, em nível de crescimento e alterações biofísicas e anatômicas das mesmas, encontrou que a micorrização artificial com FMA *Glomus clarum* teve efeito benéfico sobre a altura e diâmetro dos caules das mudas. Encontrou também que a micorrização teve efeito positivo sobre as taxas de transpiração, resistência estomática e temperatura média foliar.

O melão e a melancia são espécies micotróficas, ou seja, existe, em determinado estágio de desenvolvimento, a interação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). No entanto, os FMA apresentam pouca ou nenhuma

especificidade no que diz respeito a interação plantas/microrganismo, ou seja, um fungo colonizado em uma determinada espécie vegetal poderá colonizar qualquer outra que seja susceptível às micorrizas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Geralmente, o melhor momento para inoculação dos fungos micorrízicos em mudas é no início da fase de aclimação, onde as mudas saem da câmara de crescimento e vão para a casa-de-vegetação, o que depende da espécie de planta a ser produzida. Lins et al. (2003) estudando estádios para a inoculação com *Gigaspora margarita*, encontraram que este fungo se mostrou benéfico em qualquer estágio de crescimento, para este modelo utilizado, e que o início da fase de aclimação de mudas micropropagadas de bananeira pode ser antecipado pelo uso da inoculação com fungo micorrízico arbuscular, em substrato adequado.

Borges et al. (2007), estudando a redução do Mal do Panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular, encontraram que a inoculação prévia de *G. margarita* promove proteção da muda contra o agente causal do Mal do Panamá, *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*.

Glomus clarum e *Glomus etunicatum* inibiram o desenvolvimento de *F. oxysporum* em plantas de alecrim e manjeriço, previamente inoculadas com os respectivos simbiontes sendo, portanto, promissores no controle desse fungo nesses hospedeiros (RUSSOMANNO et. al, 2010).

A utilização dos fungos micorrízicos arbusculares no controle de doenças em plantas, ainda não está bem elucidado. Sabe-se que estes microrganismos têm a capacidade de promover tolerância ao ataque de certos agentes patogênicos, bem como a nematoides, tem-se verificado que dependendo da combinação FMA, patógeno e hospedeiro, a presença de FMA pode conferir tolerância à planta, assim como interferir na reprodução do nematoide e vice-versa (BRANDÃO et al., 2004), resultados semelhantes também foram encontrados por (SCHERER et al., 2011), onde a presença de FMA e fungos nematófagos apresentaram bom potencial para serem utilizados como agentes de biocontrole de *Meloidogyne paranaensis* no cafeeiro.

Utilização de FMA em plantas de pimentão acometidos por *Phytophthora capsici*, indica uma tolerância das plantas de pimentão contra a infecção do

Phytophthora capsici, já que a severidade dos sintomas foi reduzida. No entanto, os mecanismos específicos responsáveis para a tolerância melhorada ainda têm de ser elucidados. A utilização dos fungos micorrízicos arbusculares no controle de doenças em plantas, ainda não está bem elucidado, sabe-se que estes microrganismos têm a capacidade de promover tolerância ao ataque de certos agentes patogênicos (ALEJO-ITURVIDE et al., 2008).

Martínez-Medina, Roldán e Pascual (2011), verificaram que as plantas inoculadas com os *Trichoderma harzianum* foram mais eficazes do que as plantas de melão inoculadas FMA no que diz respeito à supressão da incidência de doenças. No entanto FMA e *Trichoderma harzianum*, produziram um controle mais efetivo da murcha de Fusarium do que cada FMA inoculado sozinho, mas com uma eficiência semelhante ao efeito de *Trichoderma harzianum* inoculados em plantas. Matsubara et. al, 2004, encontraram maior tolerância à murcha de Fusarium, causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Fragariae* (Fof), em morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch., cv. Nohime), com diferentes tipos de FMA, variando de 22,2% em *G. mosseae* um máximo de 100% em plantas não micorrizadas.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. Anuário de Agricultura Brasileira. p.306-309. 2008.

ALEJO-ITURVIDE, F.; MÁRQUEZ-LUCIO, M. A.; MORALES-RAMÍREZ, I.; VÁZQUEZ-GARCIDUEÑAS, M. S.; OLALDE-PORTUGAL, V.; Mycorrhizal protection of chili plants challenged by *Phytophthora capsici*. **European Journal of Plant Pathology**. Londres, v.120, n.1, p.13–20 (2008).

ALVES, M. Z.; ITO, S. C. S.; SALES JUNIOR, R.; KOBAYASHI, E. K.; RIBEIRO, M. D. Comportamento “*in vitro*” de patógenos de solos frente a diferentes concentrações de fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, p.74, 2002a.

ALVES, M. Z.; ITO, S. C. S.; ROCHA, R. H. C.; SALES JUNIOR, R. Eficiência “*in vitro*” de produtos fungicidas sobre patógenos de raízes de meloeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, p.74-75, 2002b.

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**, Jaguariuna, v.31, p.326-331, 2005.

BELTRÁN, R., VINCENT, A., SALES JUNIOR., R., GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. Population dynamics of *Monosporascus cannonballus* ascospores in marsh soils in eastern Spain. **European Journal of Plant Pathology**, Londres, v.113, p.357-365, 2005.

BELTRÁN, R.; VICENT, A.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. Comparative epidemiology of *Monosporascus* root rot and vine decline in muskmelon, watermelon, and grafted watermelon crops. **Plant Disease**, Corvallis, v.92, p.158-163, 2008.

BISOGNIN, D. A. ORIGEM E EVOLUÇÃO DE CUCURBITÁCEAS CULTIVADAS. Revisão bibliográfica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.715-723, 2002.

BLANCARD, D.; LECOQ, H.; PITRAT, M. **Enfermedades de las cucurbitáceas: observar, identificar, luchar**. Madri: Mundi-Prensa, 301 p. 1996.

BORGES, A. J. S.; TRINDADE, A. V.; MATOS, A. P.; PEIXOTO, M. F. S.; Redução do mal-do-panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular. **Revista Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42, n.1, p.35-41, 2007

BOUGHALLEB, N.; MAHJOUB, M. E. Watermelon Sudden Decay in Tunisia: Identification of Pathogenic Fungi and Determination of Primary Agents. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 9, n.6, p.1095-1103, 2006.

BRANDÃO, J. A. C.; CAVALCANTE, U. M. T.; PEDROSA, E. M. R.; MAIA, L. C.; Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e *Pratylenchus coffeae* na produção de mudas de gravioleira (*Annona muricata*). **Nematologia Brasileira**. Brasília, v.28, n.1, p.27-33. 2004.

BRASIL, E. C.; OEIRAS, A. H. L.; MENEZES, A. J. E. A.; VELOSO, C. A.C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2407-2414, 2000.

BRUTON, B. D. **Soilborne diseases in Cucurbitaceae**: Pathogen virulence and host resistance. In: McCreight, J. (Ed.) CUCURBITACEAE 98. **American Society for Horticultural Science**. Press, p.143-166. 1998.

BRUTON, B. D.; DAVIS, R. M.; GORDON, T. R. Occurrence of *Acremonium* sp. and *Monosporascus cannonballus* in the major cantaloupe and watermelon growing areas of California. **Plant Disease**, Corvallis, v.79, p.754, 1995.

BRUTON, B. D.; GARCÍA JIMENEZ, J.; ARMENGOL, J. Analisis of the relationship between temperature and vine declines caused by *Acremonium cucurbitacearum* and *Monosporascus cannonballus* on muskmelon. **Subtropical Plant Science**, Edinburg, v.51, p.23-28, 1999.

BRUTON, B.; AMADOR, J.; MILLER, M.E. Atlas of soilborne diseases of melons. College Station: Texas A & M University, 1988. 15p.

COEX. Geração de empregos com a fruticultura. Disponível em: <<http://www.coex.com.br/empregos.asp>> Acesso em: 03 maio 2006.

COHEN, R.; BURGER, J.; HOREV, C.; KOREN, A.; EDELSTEIN, M. Introducing grafted cucurbits to modern agriculture. The Israeli experience. **Plant Disease**, Corvallis, v.91, p.916-923, 2007.

COHEN, R.; PIVONIA, S., BURGER, J.; EDELSTEIN, M.; GAMLIEL, A.; KATAN, J. Toward integrated management of *Monosporascus* wilt of melons in Israel. **Plant Disease**, Corvallis, v.84, p.496-505, 2000.

COHEN, R.; PIVONIA, S.; SHTIENBERG, D.; EDELSTEIN, M.; RAZ, D.; GERSTIL, Z.; KATAN, J. Efficacy of Fluazinam in suppression of *Monosporascus cannonballus*, the causal agent of sudden wilt of melons. **Plant Disease**, Corvallis, v.83, p.1137-1141, 1999.

COSTA, C. M. C.; MAIA, L. C.; CAVALCANTE, U. M. T.; Nogueira, R. J. M. C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 893-901, 2001.

COSTA, C. P., PINTO, C.A.B.P. Melhoramento do melão. In: Melhoramento de hortaliças. Piracicaba: USP-ESALQ, 1977. p. 161-75.

COSTA, N.D. et al. Cultivo do melão. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 2000. 67p. **(Circular técnica, 59)**.

DEULOFEU, C. Situación y perspectivas del melón en el mundo. In: VALLESPÍR, A. N., coord. Melones. **Reus: Horticultura**, 1997., p.21-24. (Compendios de Horticultura, 10).

DÍAZ RUÍZ, J.R.; GARCÍA-JIMENEZ, J. **Enfermedades de las cucurbitáceas en España**. Madrid: Phytoma, 1994. 155p.

DINIZ, P. F. A. Influência do fungo micorrízico arbuscular (*Glomus clarum*) sobre características biofísicas, nutricionais, metabólicas e anatômicas em plantas jovens de seringueira. **Mestrado (Dissertação)**. Universidade Federal de Lavras, 2007.

EL-DESOUKY S. M.; EL-WAKIL A. A. Occurrence of *Monosporascus* root rot and vine decline of cantaloupe and watermelon in Egypt. **Egyptian Journal Phytopathology**, Giza, v.31, p.141–150, 2003.

ESQUINAS-ALCAZAR, J.T. and GULICK, P.J.; **Genetic resources of cucurbitaceae** —A global report. Intl. Board Plant Genet. Resources, Rome,1983.

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

GENNARI, S.; MIROTTI, A.; SPORTELLI, M. *Monosporascus cannonballus* on watermelon. **Informatore Fitopatologico**, Bologna, n.1/2, p.38-40, 1999.

GUIMARÃES, I. M.; SALES JUNIOR, R.; SILVA, K. J. P.; MICHEREFF, S. J.; NOGUEIRA, D. R. S. Efeito de fluazinam no controle *Monosporascus cannonballus*, agente causal do declínio de ramas em meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 4, p.147-153, 2008.

INFANTINO, A.; UCCELLETTI, A.; Di STEFANO, G.; CIUFFREDA, G.; FRISULO, S. First report of *Monosporascus cannonballus* on melon in Italy. **Journal of Plant Pathology**, Londres, v.84, n.2, p.139-140, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. IBRAF. Disponível em <http://www.ibraf.org.br>. Acesso em: 15 Set. 2009.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução á taxonomia vegetal. São Paulo: Nacional, 1991. 777 p.

JUNIPER S.; ABBOTT L. K. Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycorrhiza**, Berlin, v. 16, p. 371–379. 2006.

KOREN, A.; EDELSTEIN, M. Advantages and limitations of grafted vegetable transplants in Israel. **HortScience**, Alexandria, v.39, p.873, 2004.

LANDIM, C. S.; SANTOS, S. V.; SILVA, U. A.; TEXEIRA, A. V. A.; RITA BORGES, M. E.; Caracterização Qualitativa em Linhagem S0 de Abóbora. Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido (VII. : 2012 : Petrolina, PE): **Anais da Jornada de Iniciação Científica da Facepe/Univasf** (1. : 2012: Petrolina, PE). --- Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012.

LEAL, P. L.; MARTINS, M. A.; RODRIGUES, L. A.; SCHIAVO, J. A.; Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v.27, n.1, p. 84-87, 2005.

LINS, G. M. de L.; TRINDADE, A. V. & ROCHA. H. S. Utilização de *Gigaspora margarita* em plantas micropropagadas de bananeira em diferentes estádios de enraizamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 25, n.1, p. 143-147, 2003.

LOPES, C. A.; REIS. A.; LIMA, M. F. **Principais doenças da cultura da melancia no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 10 p. (Circular Técnica nº61).

MARTYN, R. D.; BATTEN, J. S.; PARK, Y. J.; MILLER, M. E. *Monosporascus* root rot/vine decline of watermelon in Mexico. **Plant Disease**, Corvallis, v.80, p.1430, 1996.

MARTYN, R. D.; LOVIC, B. R.; MADDOX, D. A.; GERMASH, A.; MILLER, M. E. First report of *Monosporascus* root rot/vine decline of watermelon in Tunisia. **Plant Disease**, Corvallis, v.78, p.1220, 1994.

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

MEDEIROS, E. V.; SALES JUNIOR, R.; MICHEREFF, S. J. Eficiência de fungicidas no controle “in vitro” de *Monosporascus cannonballus*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n 4, p.360-368, 2006.

MEDEIROS, E. V.; SALES JUNIOR, R.; MICHEREFF, S. J.; BARBOSA, M. R. Controle de *Monosporascus cannonballus* por Tiazolidina-2,4-Diona e efeito sobre o agente de controle biológico *Trichoderma* spp. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n.1, p.44-50, 2006.

MERTELY, J. C.; MARTYN R, D.; MILLER M. E.; BRUTON B. D. Role of *Monosporascus cannonballus* and other fungi in a root rot/vine decline disease of muskmelon. **Plant Disease**, Corvallis, v.75, n. 11, p.1133-1137, 1991.

MOHR, H.C. Watermelon breeding. In: BASSET, M.J. **Breeding vegetables crops**. Westport: Avi, 1986. p.37-66.

MOITAKE, S. Y.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L. **Cultura da Melancia**. Viçosa: UFV. Boletim de Extensão, 40. 25p. 1998.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**, 2. ed. atual. e ampliada – Lavras, UFLA 2006, 729P.

OLIVEIRA A. N.; OLIVEIRA L. A. de. Colonização por fungos micorrízicos arbusculares e teores de nutrientes em cinco cultivares de bananeiras em um latossolo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29: p 481-488, 2005.

OZTEKIN, G. B.; TUZEL, Y.; TUZEL, I. H.; Does mycorrhiza improve salinity tolerance in grafted plants **Scientia Horticulturae**. Chitwan, HORTI-4338, 2012.

PIVONIA, S.; COHEN, R.; KATAN, J.; KIGEL, J. Effect of fruit load on the water balance of melon plants infected with *Monosporascus cannonballus*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Londres, v.60, p.39-49, 2002.

PUIATTI, M.; SILVA, D. J. H. Cultura da melancia. In: FONTES, P. C. R. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV. 486p. 2005.

RÊGO, A.M. Doenças causadas por fungos em cucurbitáceas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, p. 48-54, 1995.

RÊGO, A.M.; CARRIJO, I.V. Doenças das cucurbitáceas. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; COSTA, H. (Eds.). Controle de doenças de plantas hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. p. 535-597.

RUSSOMANNO, O. M. R.; KRUPPA, P. C.; MINHONI M. T. A.; Efeitos de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento da murcha de *Fusarium oxysporum* em alecrim e manjeriço. **Biológico**, São Paulo, v.72, n.1, p.39-45, jan./jun., 2010.

SALES JR., R. Secuencia del ataque de patógenos fúngicos a raíz de melón. Histopatología de la infección por *Acremonium cucurbitacearum* Alfaro-García, W. Gams et J. García-Jiménez. 1999. 204 f. **Tese** (Doutorado em Fitopatologia) – Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, 1999.

SALES JUNIOR, R.; BELTRÁN, R.; VICENT, A.; ARMENGOL, J.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; MEDEIROS, E. V. Controle biológico de *Monosporascus cannonballus* com *Chaetomium*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, p.70-74, 2007.

SALES JUNIOR, R.; VICENT, A.; ARMENGOL, J.; GARCIA-JIMÉNEZ, J.; KOBORI, R. F. Comportamento de cultivares de meloeiro e melancia inoculados com *Acremonium cucurbitacearum* e *Monosporascus cannonballus*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, p.206-210, 2002.

SALES JUNIOR., R., NASCIMENTO, I. J. B., FREITAS, L. S., BELTRÁN, R., ARMENGOL, J., VICENT, A.; GARCIA-JIMÉNEZ, J. First report of *Monosporascus cannonballus* on melon in Brazil. **Plant Disease**, Corvallis, v.88, p.84, 2004.

SALES JUNIOR., 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. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n.5, p.567, 2003.

SANTANA, C. V. da S. Reação de genótipos de melancia à *Monosporascus cannonballus* e caracterização molecular por meio de marcadores RAPD. **Dissertação de Mestrado** - Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2010. 91f. il.

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

SASAKI, F. F.; Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.): alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas. **Dissertação de Mestrado**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2005.

SCHERER, A.; MACHINESKI, O.; KRZYZANOWSKI, A. A.; YADA, I. F. U.; BALOTA, E. L.; **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 22 a 25 de Agosto de 2011, Araxá – MG.

SENHOR, R.F.; CARVALHO, J.N.; SOUZA, P.A.; ANDRADE NETO, R.C.; MARACAJÁ, P.B. Eficiência de diferentes fungicidas no controle de *Alternaria alternata*, agente causal da podridão póscolheita em frutos do meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 14-19, 2009.

SILVA JUNIOR, J. M. T.; MENDES FILHO, P. F.; GOMES, V. F. F.; GUIMARAES, F. V. A.; SANTOS, E. M. dos. Efeito da esterilização do substrato sobre o crescimento de mudas de meloeiro em presença de fungos micorrízicos arbusculares e compostos orgânico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 98-103, 2012.

SOARES, A. C. F.; SOUSA, C. S.; GARRIDO, M. da S.; LIMA, F. S.; Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição de mudas de jenipapeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 47-54, 2012

STANGHELLINI, M.E.; WAUGH, M. M.; RADEWALD, K. C.; KIM, D. H.; FERRIN, D. M.; TURINI, T. Crop residue destruction strategies that enhance rather than inhibit reproduction of *Monosporascus cannonballus*. **Plant Pathology** Londres, v.53, p.50-53, 2004.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K.; SILVA, R. F.; Óleo essencial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no estímulo à micorrização de mudas de Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 69-78, 2012.

TORRES, S. B. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melancia em função da salinidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n 3, p.77-82, 2007.

VILELA, N. J.; AVILA, A. C.; VIEIRA, J. V. Dinâmica do agronegócio brasileiro da melancia: produção, consumo e comercialização. Embrapa, 2006. 12 p. **(Circular Técnica nº 42)**.

WAUGH, M. M.; KIM, D. H.; FERRIN, D. M.; STANGHELLINI, M. E. Reproductive potential of *Monosporascus cannonballus*. **Plant Disease**, Corvallis, v.87, p.45-50, 2003.

WOLFF, D. W.; MILLER, M. E. Tolerance to *Monosporascus* root rot and vine decline in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. **HortScience**, Londres, v.33, p. 287-290, 1998.

ZITTER, T.A.; HOPKINS, D.L.; THOMAS, C.E. (Eds.) Compendium of cucurbit diseases. St. Paul: APS Press, 1996. 87p.

CAPÍTULO II

OCORRÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E *Monosporascus cannonballus* EM ÁREAS PRODUTORAS DE MELÃO E MELANCIA, NOS ESTADOS DO CEARÁ E RIO GRANDE DO NORTE

RESUMO

As culturas da melancia e do meloeiro apresentam-se como importantes produtos do agronegócio brasileiro, posicionando-se entre as frutas mais exportadas. Nos últimos anos, estudos visando à melhor compreensão da relação entre as plantas e as associações micorrízicas arbusculares, que são caracterizadas por uma simbiose mutualista entre raiz e fungo, vêm sendo desenvolvidos buscando alternativas para melhorar o aproveitamento dos insumos, gerando com isso um maior ganho em produção e redução de impactos ambientais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a ocorrência dos dois fungos nas regiões produtoras de melão e melancia nas áreas de cultivo em comparação às áreas de mata nativa, visando à obtenção de informações sobre a interação destes dois fungos de forma natural. Escolheram-se três áreas com produção constante de melão e melancia nos municípios de Quixeré (CE) e Mossoró e Baraúna (RN), as coletas de solo ocorreram entre os meses de outubro a dezembro de 2011. As contagens de ascósporos de *Monosporascus cannonballus* foram realizadas no Laboratório de Fitopatologia da UFERSA, em Mossoró, e a quantificação dos esporos de fungo micorrízico arbuscular foi realizada no laboratório de microbiologia do solo (UFC) em Fortaleza. Verificou-se que os solos de mata nativa da Caatinga bem como a diversidade florística servem como fonte de diversidade e quantidade de fungo micorrízico arbuscular a ser usado na agricultura, o manejo aplicado atualmente nas áreas de cultivo de melão e melancia pode estar reduzindo a multiplicação das espécies de fungo micorrízico arbuscular nativos da Caatinga, para os solos em questão, fazem-se necessárias mais prospecções, em mais épocas do ano, para verificar com maiores detalhes a interação existente entre estes dois fungos, o *Monosporascus* foi detectado em todos os solos analisados e a densidade de ascósporos encontrados pode limitar a produção de cucurbitáceas nas áreas prospectadas caso não sejam tomadas medidas de controle.

Palavras-chave: Manejo, diversidade, semiárido, fruticultura, fungo micorrízico arbuscular (FMA).

CHAPTER II

OCCURRENCE OF ARBUSCULAR MICORRHIZAL FUNGI AND *Monosporascus cannonballus* IN PRODUCING AREAS OF MELON AND WATERMELON, IN THE STATES OF CEARÁ AND RIO GRANDE DO NORTE

ABSTRACT

The cultures of watermelon and melon are presented as important products of Brazilian agribusiness, positioning among the most exported fruits. In recent years, studies in order to understand the relation among the plants and the arbuscular micorrhizal associations, which are characterized by a mutual symbiosis among root and fungi, has been developed seeking alternatives to improve the utilization of inputs, generating a greater gain in production and reduction of environmental impacts. The objective of this work was to evaluate the occurrence of the two fungi in melon and watermelon producer regions in the areas of cultivation in comparison to native forest areas, aiming at obtaining information about the interaction between these two fungi in a natural way. Three areas with continuous production of melons and watermelons in municipalities of Quixeré (CE) and Mossoró and Barauna (RN) were chosen and the collections of soil occurred between the months of October to December 2011. The Ascospores counting of *Monosporascus cannonballus* were accomplished at Laboratório de Fitopatologia of UFERSA, in Mossoró, and the quantification of arbuscular micorrhizal fungi spores was accomplished at Laboratório de Microbiologia do Solo (UFC), in Fortaleza. It was observed that the soils of the native forest of Caatinga vegetation as well as the floristic diversity serve as a source of diversity and quantity of arbuscular micorrhizal fungi to be used in agriculture, the management currently applied in the areas of cultivation of melon and watermelon may be reducing the multiplication of species of native AMF from Caatinga; for soils in question, it is necessary more prospection, in more times of year, in order to check more precisely the interaction between these two fungi, *Monosporascus* was identified in all soils and the density of ascospores found can limit the production of cucurbit in areas prospected if no control measures are taken.

Keywords: Management, Diversity, Semiarid, Fruit growing, arbuscular micorrhizal fungi (AMF).

1. INTRODUÇÃO

A melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum & Nakai] é atualmente uma das principais frutas em volume de produção mundial. Segundo dados da FAO (The Food and Agriculture Organization of the United Nations) referentes à produção de melancia no ano de 2007, os principais países produtores são a China (68%), Turquia (3,9%), Irã (3,4%) e Brasil (2,2%), que juntos perfazem uma produção mundial de 77,5% (FAO, 2009).

No Brasil, nos últimos anos, esta cultura vem se destacando como um importante produto do agronegócio brasileiro, posicionando-se como a 7ª fruta no *ranking* das frutas mais exportadas em 2008, com volume de exportação de 43.468,6 toneladas, o equivalente a 18,1 milhões de dólares (IBRAF, 2009), estando sua produção distribuída entre as regiões Sul, Nordeste, Sudeste e Norte.

A melancia teve uma posição de destaque no ano de 2009, em termos de produção ficou em 4ª colocação representando 5,01% da produção brasileira de frutas frescas no ano de 2009, atrás apenas da produção de laranja (42,93%), banana (16,53%) e abacaxi (7,26%) (IBGE,2009).

A cultura do melão (*Cucumis melo* L.) é uma atividade de grande importância para a Região do Semi-Árido nordestino, principalmente para os Estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco, os quais são responsáveis por 94% da produção brasileira de melão.

A exportação de melão o ano de 2010 movimentou um total de 122.000.000 US\$, sendo os principais países importadores os Países Baixos (Holanda), Reino Unido, Espanha e Itália, com aproximadamente 40%, 29% e 22% das importações respectivamente, segundo o (IBRAF, 2011).

Hoje encontramos cultivares de melão em diversas regiões do mundo, desde os países mediterrâneos, centro e leste da Ásia, sul e centro da América e também o centro e sul da África. Esta amplitude de regiões de cultivo é consequência de uma grande variabilidade genética que tem permitido a adaptação de diferentes tipos de melão em condições agronômicas diversas, de tal maneira que hoje podemos

encontrar em todos os mercados do mundo melão com diferentes cores, formato e aroma (DEULOFEU,1997).

O melão e a melancia são consideradas espécies micotróficas, ou seja, existe, em determinado estágio de desenvolvimento, a interação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA). No entanto, os FMA apresentam pouca ou nenhuma especificidade, no que diz respeito a interação plantas/microrganismo, ou seja, um fungo colonizado em uma determinada espécie vegetal poderá colonizar qualquer outra que seja susceptível às micorrizas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

As associações micorrízicas arbusculares são caracterizadas por uma simbiose mutualista entre raiz e fungo, geralmente sem estado patogênico, trata-se de uma simbiose quase universal, ocorrendo em cerca de 80% das espécies vegetais (DINIZ, 2007).

Importante salientar que a produção em escala comercial de inóculo sofre efeitos diretamente relacionados à natureza biotrófica desses fungos, uma vez que crescem e se multiplicam somente na presença de raízes metabolicamente ativas. Outro fator limitante reside na pouca disponibilidade de metodologias tecnicamente viáveis de inoculação do fungo no hospedeiro (LEAL et al., 2005). Ainda não existe compatibilização entre o uso de FMA e o uso de insumos, especialmente adubos (DINIZ, 2007).

Na atualidade, um dos grande problemas na produção de cucurbitáceas vem sendo o ataque crescente de patógenos radiculares, que de forma geral vem se tornando um fator limitante a produção e manutenção dessas olerícolas na região produtora do País.

No Brasil, um grupo de patógenos, com características semelhante de ataque, declínio de ramas em momento próximo a colheita, vem de forma crescente se disseminando nas principais áreas produtoras desta olerícola. Dentre eles, cabe destacar o fungo *M. cannonballus*, atualmente um dos principais patógenos radiculares da referida cucurbitácea (melão) no mundo, tendo sido detectado pela primeira vez em 2002, em campos produtores de melão no Rio Grande do Norte e Ceará (SALES JR. et al., 2003; 2004).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar a ocorrência das duas espécies de fungos nas regiões produtora de melão e melancia nas áreas de cultivo em comparação às áreas de mata nativa, visando à obtenção de informações sobre a interação destes dois fungos de forma natural.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidas três áreas em produção constante de melão e melancia nos municípios de Quixeré (Ceará) e Mossoró e Baraúna (Rio Grande do Norte), de onde procederam-se coletas de solo. As mesmas ocorreram entre os meses de outubro a dezembro de 2011. Por ocasião da coleta do solo, foram levados em consideração três pontos de amostragem, nas linhas de plantio, nas entrelinhas e em uma área de mata nativa próxima das áreas de produção, com o objetivo de avaliar as quantidades existentes de esporos de FMA nestes diferentes locais, sob influência ou não de adubos e da lâmina de irrigação. Todos os pontos foram georreferenciados e em seguida procedeu-se uma entrevista com o proprietário do lote e/ ou fazenda, para obter informações como tempo de cultivo na mesma área, culturas anteriormente implantadas, tratamentos culturais aplicados e variedades que costumam cultivar.

Foi considerado para efeito de coleta o solo uma profundidade de 0 a 20 cm. Este foi seco ao ar, destorroado, tamisado em malha de 2 mm, sendo então retiradas sub-amostras para caracterização química (EMBRAPA, 1997) e microbiológica.

Inicialmente as amostras foram levadas para o Laboratório de Fitopatologia II da Universidade Federal Rural do Semiárido para contagem de ascósporos de *Monosporascus cannonballus*. De cada amostra de solo foram retiradas quatro alíquotas de 20g, sendo estas as repetições para cada solo. Posteriormente, foram processadas mediante o método de gradiente de sacarose, conforme Sales Júnior et

al. (2006). Que consiste em colocar cada alíquota em agitação durante 5 minutos em 500 mL de água, e posteriormente tamizá-la em peneiras com malhas de 75 e 30 μm . As partículas retidas na malha de 30 μm foram lavadas em água corrente e centrifugadas a 900 g, durante 4 min. Em seguida, eliminou-se o sobrenadante, e dissolvem-se as partículas em 40 mL de solução de sacarose a 50%, sendo novamente centrifugado a 900 g, durante 2 min. Repete-se a centrifugação na mesma concentração de sacarose, e posteriormente, passa-se o sobrenadante em uma malha de 30 μm , coletando-se as partículas retidas nesta e distribuindo-as em placas de Petri, para em seguida proceder à contagem dos ascósporos em microscópio estereoscópico a 60x. A outra parte do solo coletado foi encaminhado ao laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, onde foram realizadas análises preliminares do solo para extração e quantificação das espécies de fungos micorrízicos arbusculares, que ocorram de forma natural no solo em estudo. A análise constou da extração dos esporos, a partir de 100g de solo, através da técnica de peneiramento úmido (Gerdemann & Nicolson, 1963). Após a extração e isolamento dos esporos foram preparadas lâminas microscópicas para a identificação sob microscopia ótica de campo claro. Em seguida, esses esporos foram identificados e separados por gênero. Isso deu uma noção das espécies nativas de FMA nas áreas onde estão estabelecidas as culturas.

As áreas onde foram coletados os solos apresentam um tempo de produção muito diferenciado, estando alguns lotes em produção constante com estas culturas, em alguns casos, há 10 anos consecutivos de cultivos, as demais áreas estão com cinco e dois anos de cultivos, as matas nativas estão a pelo menos 20 anos sem qualquer atividade agrícola. As figuras 4, 5 e 6, referem-se às áreas de mata nativa onde foram coletadas as amostras de solo para comparação com a área de produção, profundidade de coleta (Assentamento São Romão, Mossoró – RN) e linhas de plantio de melão no município de Baraúna – RN.



Figura 4. Área de mata nativa localizada no Assentamento São Romão, em Mossoró – RN.



Figura 5. Profundidade da coleta do solo em área de mata nativa.



Figura 4. Linha de plantio de melão no município de Baraúna – RN.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades de esporos de fungos micorrízicos arbusculares variaram muito nos solos das áreas coletadas, até mesmo dentro das áreas de mata nativa, o que mostra a grande diferença na concentração destes fungos, em áreas naturais, fato que pode ser explicado pelas diferentes condições de solo e de vegetação.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra a comparação entre as quantidades de esporos de FMA e ascósporos de *M. cannonballus* por grama de solo, em uma área de mata nativa localizado no assentamento São Romão no município de Mossoró – RN. Os resultados mostram que estes fungos apresentam-

se de forma inversamente proporcionais, ou seja, se comparamos os pontos MN1 e MN6 (Mata Nativa 1 e 6), verificamos que estes variaram entre (19,5 e 6,50 esporos. g^{-1} de solo) para os FMA e de (0,30 e 0,86 ascósporos. g^{-1} de solo) para o *M. cannonballus*. Observa-se também que entre as espécies prospectadas, encontrou-se diferença estatística significativa, sendo os pontos MN1 e MN6 os pontos com maior e menor valor respectivamente para os fungos micorrízicos arbusculares, MN5 e MN3 os pontos com maiores e menores valores respectivamente de ascósporos de *M. cannonballus*.

O mesmo ocorreu nas áreas prospectadas no município de Baraúnas –RN, na localidade Veneza, onde os valores dos dois fungos em estudo tiveram um comportamento muito parecido, mostrando-se também inversamente proporcionais. Nesta outra situação os FMA encontraram-se com valores variando entre (19,17 e 6,43 esporos de FMA g^{-1} de solo), sendo o ponto MN1 onde houve a maior concentração, já o número de ascósporos variou entre (0,32 e 0,96 ascósporos de *M. cannonballus* g^{-1} de solo) sendo os pontos MN6 o que apresentou os menores valores de esporos de FMA e de ascósporos g^{-1} de solo e o ponto MN5 o maior número de ascósporos de *M. cannonballus* g^{-1} de solo, ver na Figura 5. Nota-se também neste caso o comportamento dentre as espécies, apresentando diferenças estatísticas significativas para os dois fungos, sendo MN1 e MN3 os pontos com maior e menor valores respectivamente, de ascósporos de *M. cannonballu* e os pontos MN6 e MN3, respectivamente maior e menor número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares.

A microbiota do solo encontra-se em contínua interação entre espécies, ocorrendo condições de sinergismo, de antagonismo, de mutualismo, na maioria das vezes com parasitismo e outras vezes de saprofitismo (STAMFORD, et al., 2005). Sendo assim condições de mata nativa podem resguardar uma condição de equilíbrio entre estas espécies que necessitaria de maiores estudos para verificar a razão desta relação entre eles.

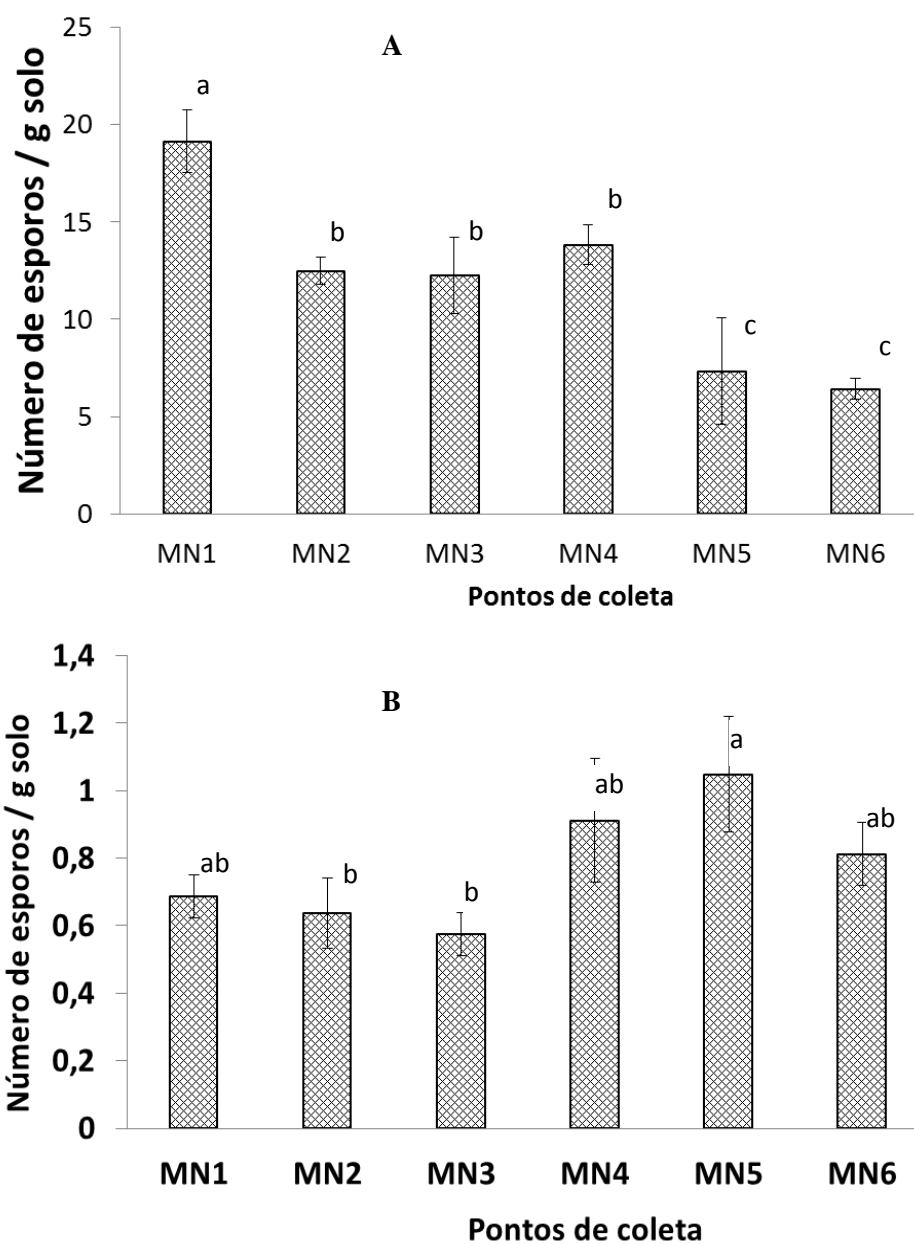


Figura 4. Número de esporos de **fungos micorrízicos arbusculares (A)** e ascósporos de *M. cannonballus* (**B**) por grama de solo, em vários pontos de uma área de mata nativa (MN1, MN2, MN3, MN4, MN5 e MN6) próximo a um campo de produção de melão e melancia no assentamento São Romão, no município de Mossoró-RN. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Student Newman Keuls (SNK) a 5% de probabilidade.

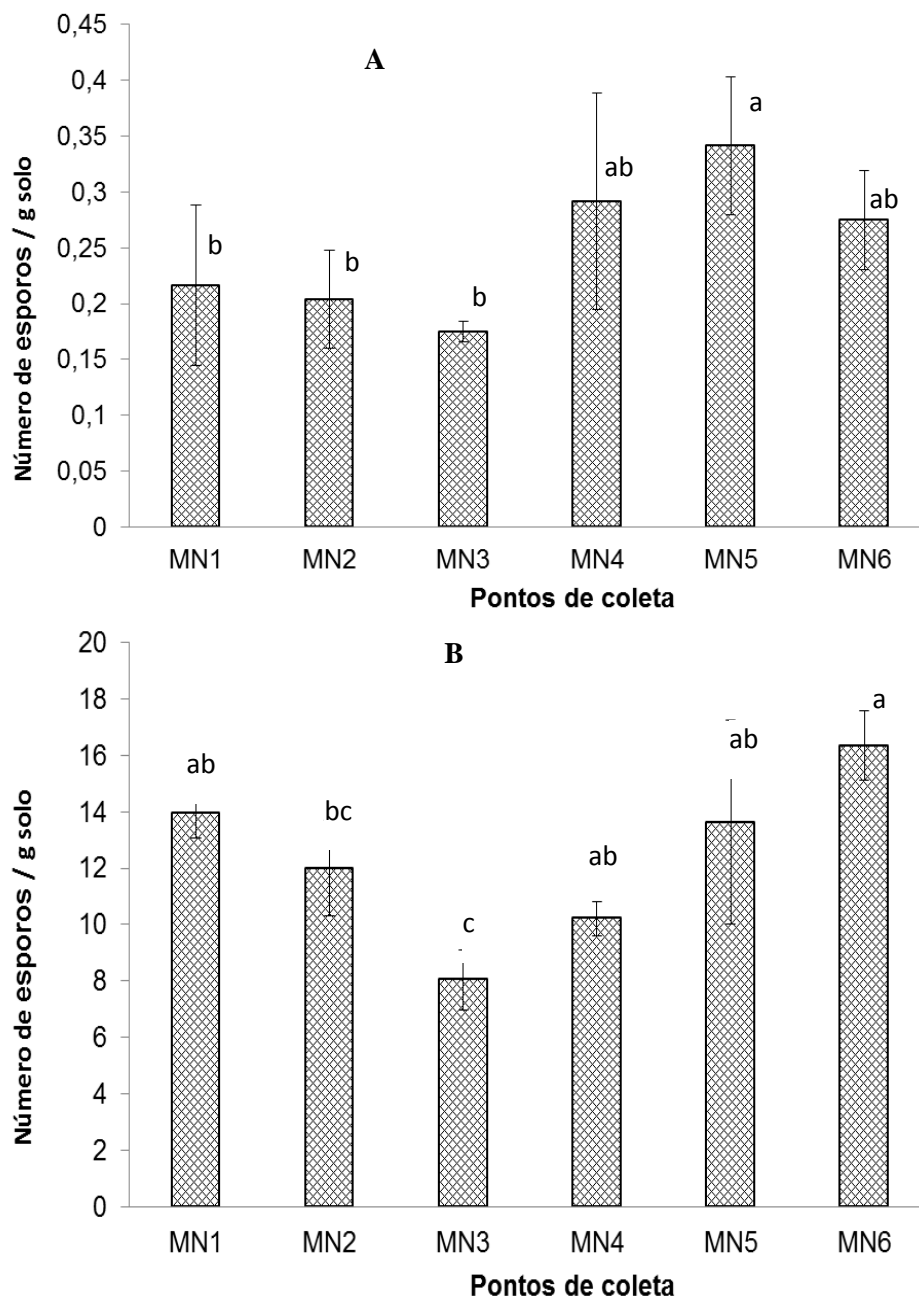


Figura 5. Número de ascósporos de *M. cannonballus* (A) e numero de esporos de **fungos micorrízicos arbusculares** (B) por grama de solo, em vários pontos de uma área de mata nativa (MN1,MN2, MN3, MN4, MN5 e MN6) próximo a um campo de produção de melão e melancia na localidade de Veneza, no município de Baraúna - RN. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade.

Na Figura 6, as quantidades de esporos de FMA e de ascósporos de *M. cannonballus* apresentam-se de forma inversamente proporcionais, sendo neste caso mais visível, pois nos pontos MN1 e MN2, quando o número de esporos de FMA por grama de solo aumentou de (16,5 para 19,39 esporos de FMA g⁻¹ de solo) o inverso aconteceu com as quantidades dos ascósporos de *M. cannonballus*, pois estes passaram de (0,83 para 0,38 ascósporos de *M. cannonballus* g⁻¹ de solo). No ponto seguinte, MN3, os valores se inverteram novamente, e a quantidade de esporos de FMA decresceu e a de *M. cannonballus* aumentou de (0,38 até 0,50 ascósporos de *M. cannonballus* g⁻¹ de solo). Nesta área prospectada também ocorreu diferença estatística significativa pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade, diferindo apenas o ponto MN2, com maior número de esporos de fungos micorrízicos arbusculares, já para o número de ascósporos *M. cannonballus* houve diferença entre os pontos MN7 (maior valor) e os pontos MN5 e MN6 (menores valores). Isto mostra a variação que existe entre o número de esporos de micorrizas e a quantidade de ascósporos de *M. cannonballus* dentro de um ambiente natural, mata nativa.

Apesar de ter sido encontrado ascósporos de *M. cannonballus* em todas as áreas de mata nativa nas proximidades de áreas de produção comercial de Cucurbitáceas, estes se encontram em quantidades abaixo do que as indicadas por Waugh et al. (2003) onde concluíram que, campos cultivados com meloeiro, eram considerados problemáticos quando apresentavam no mínimo 2 ascósporos de *M. cannonballus* g⁻¹ de solo. Sendo que no Brasil, ainda não existe um parâmetro que indique um limiar de risco do número de ascósporos necessários para causar doenças (MEDEIROS, et al., 2008).

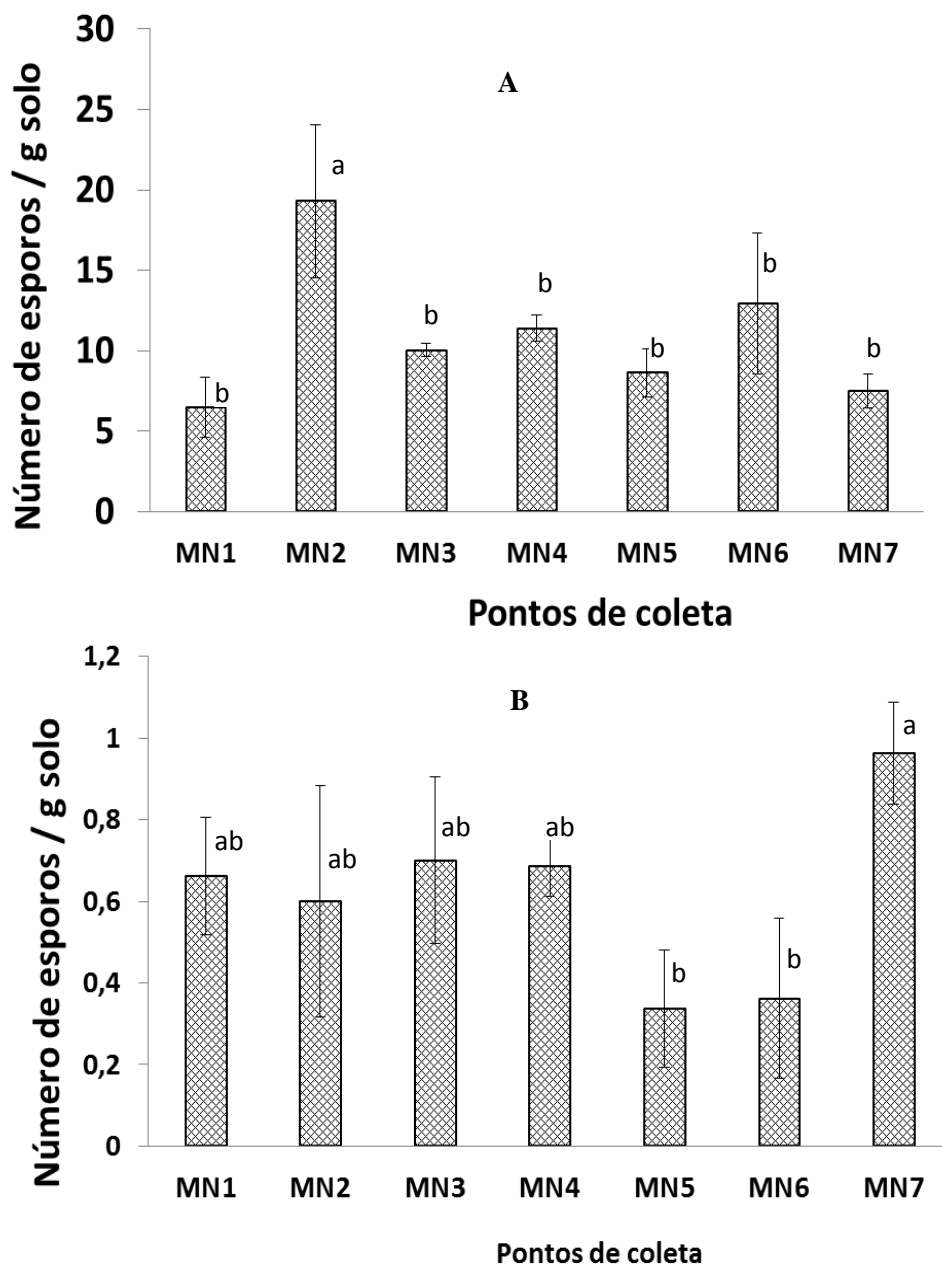


Figura 6. Número de esporos de **fungos micorrízicos arbusculares (A)** e ascósporos de *M. cannonballus* (**B**) por grama de solo, em vários pontos de uma área de mata nativa (MN1, MN2, MN3, MN4, MN5 e MN6), próximo a um campo de produção de melão e melancia no município de Quixeré - CE. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Student Newman Keuls a 5% de probabilidade.

A Figura 7 mostra o comparativo entre os pontos de coletas das áreas de mata nativa nos supracitados locais, verificou-se que há uma diferença nas quantidades de esporos, mostrando uma variação entre as quantidades de fungos micorrízicos encontrados nas áreas de mata nativa prospectadas. Este fato deve-se a vários fatores, como por exemplo, diferentes solos, ou seja, fatores como o pH dos solos coletados, as diferentes texturas, entre outros, o mesmo encontrado por Santos & Carrenho (2011). O ponto MN6 (mata nativa 6) localiza-se no assentamento São Romão, município de Mossoró, como mostra a Figura 7, este apresentou um numero de 20 esporos por grama de solo, podendo ser utilizado como fonte de inóculo, sendo MN3 e MN10 os pontos com menores incidências de esporos de FMA por grama de solo.

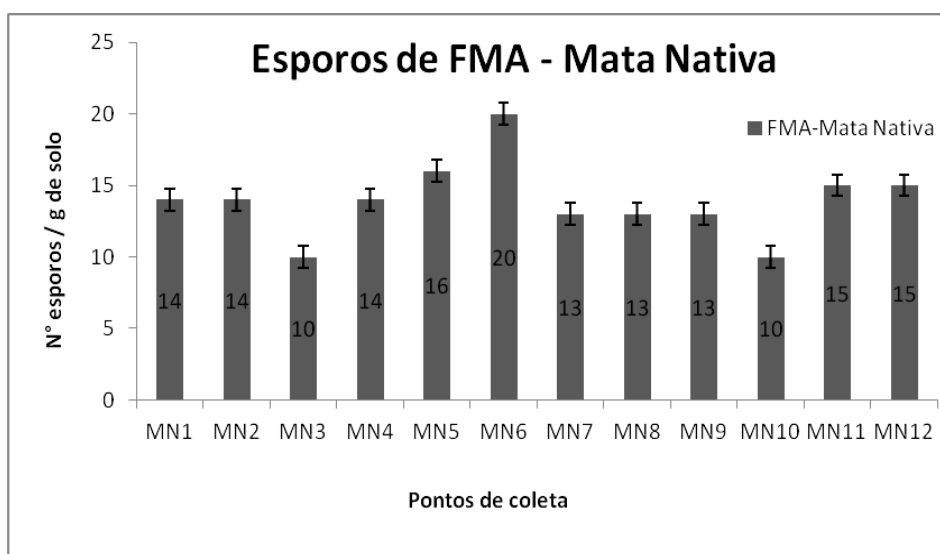


Figura 7. Número de esporos de FMA por grama de solo, em vários pontos coletados em áreas de mata nativa, próximo a um campo de produção de melão e melancia nos municípios de Baraúnas – RN (MN1-MN4) e Mossoró(MN5-MN8) e Quixeré –CE (MN9-MN12), no período de outubro a dezembro de 2011.

Saraiva (2009) e Sampaio (2012) encontraram densidades de esporos de FMA diferentes em condições de solos provenientes de matas nativas, respectivamente as quantidades encontradas foram de 15 esporos de FMA g⁻¹ de

solo e de 3,5 esporos de FMA g⁻¹ de solo, onde esta última densidade não interferiu na colonização pelos FMA nas mudas de banana maçã, mostrando que a densidade de esporos encontrada garante a utilização destes solos como fonte de inóculos de FMA.

Durazzini et al., (2009) encontraram diferenças na densidade de esporos de FMA em solos sob diversas formas de cultivos, com café (*Coffea arabica* L.), pastagem, banana (*Musa* sp.), citros (*Citrus* sp.), horta, pinus (*Pinus elliottii* Engelm.) e eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden) uma cultura com dois e outra com quarenta anos de desenvolvimento, uma área sob implantação de mata ciliar, e uma outra área ocupada por mata nativa, avaliando em dois períodos, chuvoso e seco, neste caso a maior densidade ocorreu no solo sob pastagem, no entanto a mata nativa apresentou uma quantidade de esporos praticamente igual, o mesmo não ocorrendo no solo sob pastagem.

A Figura 8 mostra a diferença na densidade de esporos de FMA em solos cultivados intensivamente com melão e melancia, com 2, 5 e 10 anos de cultivos intensivos, com as mesmas culturas na mesma área. Verifica-se que em todos os pontos de coletas, houve variação com relação ao tempo de cultivo, mostrando a redução da densidade de esporos ao longo dos anos. Os solos sob dois anos de cultivos intensivos apresentam-se como os de maiores valores de densidade de esporos, sendo os solos com 10 anos de cultivos os que apresentaram menores valores de densidades. Estes resultados mostram os efeitos ocasionados por um sistema de cultivo intensivo, e seus impactos sob a microbiota do solo.

Focchi et, al. (2004) observaram que o preparo do solo, realizado na implantação dos pomares jovens e viveiros, pode também ter contribuído na seleção de determinadas espécies de FMA, pois a eliminação da vegetação nativa, cultivo intensivo, quebrando macroestruturas contendo micélio, monocultura prolongada, seleção inadvertida para genótipos não micorrízicos, utilização de fertilizantes e uso de pesticidas, são condições que reduzem a ocorrência dos FMA (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

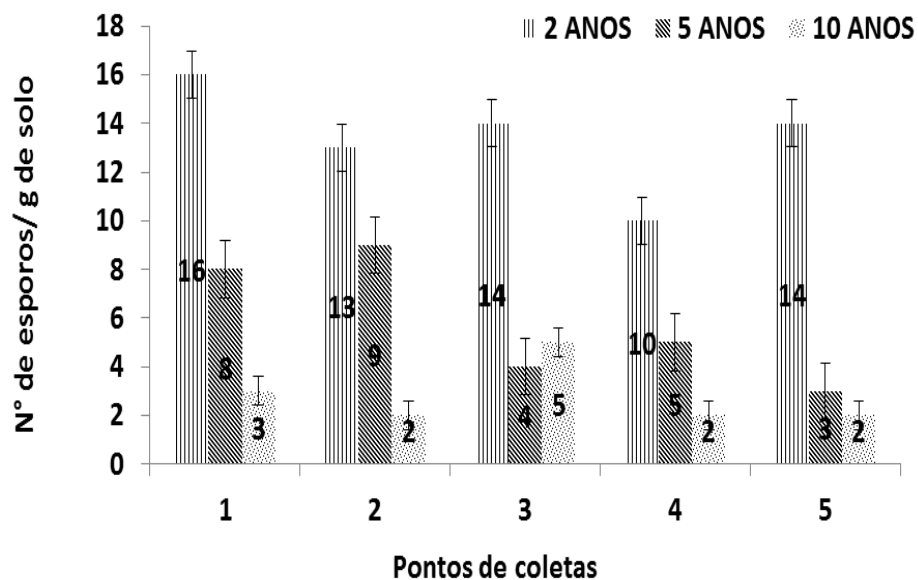


Figura 8. Número médio de esporos de FMA por grama de solo, em vários pontos coletados em áreas de produção de melão e melancia, sob diferentes tempos de cultivos intensivos, nos municípios de Mossoró e Baraúnas – RN e Quixeré –CE, no período de outubro a dezembro de 2011.

Observou-se uma grande quantidade de esporos de FMA nos solos prospectados, evidenciando o equilíbrio ainda existente na condição de mata nativa. Focchi et al. (2004) verificaram que em solos de mata nativa, comparando com pomares adultos, jovens e viveiros, que a mata apresentou uma maior quantidade de esporos por grama de solo, em média 21,5.

Embora a riqueza na densidade tenha sido boa, a variabilidade taxonômica foi baixa, verificou-se a existência de poucos gêneros diferentes, sendo o *Glomus* o de maior quantidade de esporos encontrados, resultados semelhantes foram encontrados por (SANTOS & CARRENHO, 2011). Resultados semelhantes foram encontrados por Focchi et. al. (2004), onde dos 26 gêneros encontrados em um solo sob cultivo de pinus, 12 eram *Glomus*, sendo encontrado apenas uma *Gigaspora* sp. A Figura 9 ilustra alguns dos principais tipos, os de maior abundância encontrados nos solos neste estudo, sendo dois *Glomus* e uma *Gigaspora*.

Nos ambientes naturais, a maior estabilidade possibilita a sobrevivência de diversas espécies de FMA, principalmente daquelas com baixa capacidade de esporulação e colonização radicular, por causa da maior diversidade de espécies hospedeiras e da menor variação nas características do solo (FOCCHI et al., 2004). Deste modo também pode ser verificado nos cultivos perenes onde, em consequência do tempo de produção, apresentam estabilidade semelhante ao ambiente natural, possibilitando maior diversidade de espécies hospedeiras e ausência de variações bruscas nas características do solo (FOCCHI et al., 2004).

É importante ressaltar que os microrganismos que compõem a biota do solo são variados em relação a espécies, funções, interações, habitat, fisiologia e nutrição, entre outros aspectos. No entanto, a mais notável característica da microbiota do solo é a sua grande diversidade, a qual se apresenta com maior intensidade em condições tropicais (STAMFORD et al., 2005).

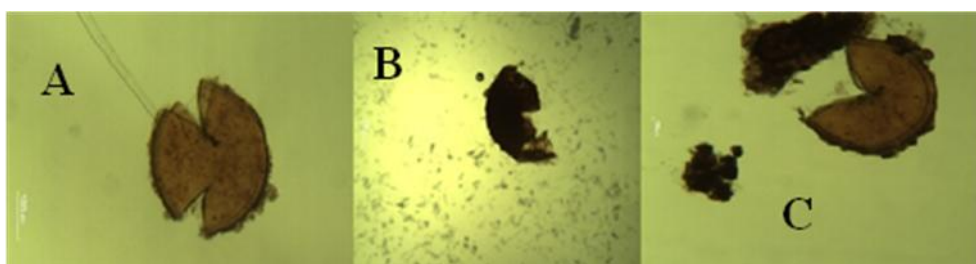


Figura 9. Diversidade de esporos de FMA encontrados em solos de áreas de mata nativa, próximo a um campo de produção de melão e melancia nos municípios de Mossoró e Baraúna – RN e Quixeré – CE, no período de outubro a dezembro de 2011. A figura A uma *Gigaspora*, B e C são exemplos de *Glomus*.

4. CONCLUSÃO

Os solos de mata nativa da Caatinga bem como a diversidade florística servem como fonte de diversidade e quantidade de FMA a serem usados na agricultura;

O manejo aplicado atualmente nas áreas de cultivo de melão e melancia pode estar reduzindo a multiplicação das espécies de FMA nativos da Caatinga;

Para os solos em questão, fazem-se necessárias mais prospecções, em mais épocas do ano, para verificar com maiores detalhes a interação existente entre estes dois fungos.

O *Monosporascus* foi detectado em todos os solos analisados e a densidade de ascósporos encontrados pode limitar a produção de cucurbitáceas nas áreas prospectadas caso não sejam tomadas medidas de controle

REFERÊNCIAS

DEULOFEU, C. Situación y perspectivas del melón en el mundo. In: VALLESPER, A. N., coord. Melones . Reus: **Horticultura**, Tarragona, 1997. Cap.2, p.21-24. (Compendios de Horticultura, 10).

DINIZ, P. F. de A. Influência do fungo micorrízico arbuscular (*Glomus clarum*) sobre características biofísicas, nutricionais, metabólicas e anatômicas em plantas jovens de seringueira. **(Dissertação) Mestrado**. Universidade Federal de Lavras, 2007.

DURAZZINI, A. M. S.; PEREIRA, J. de M.; ROCHA, L. C. D.; PEREIRA, A. J.; Fungos micorrízicos arbusculares em solos Sob diferentes cultivos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 1, n. 1, /2009.

FOCCHI, S. S.; SOGLIO, F. K.; CARRENHO, R.; SOUZA ,P. V. D. de; LOVATO, P. E. Fungos micorrízicos arbusculares em cultivos de citros sob manejo convencional e orgânico. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.469-476, 2004.

GERDEMANN, J. W. & NICHOLSON, T. H. Spore of mycorrhizal Endogene specie extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactive British Mycology Society**, v.46, p. 235-244, 1963.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. IBRAF. Disponível em <http://www.ibraf.org.br>. Acesso em: 15 Set. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. IBRAF. Disponível em <http://www.ibraf.org.br>. Acesso em: 15 Set. 2012.

MEDEIROS E. V. de; SERAFIM, E. C. S. da.; GRANJEIRO, L. C.; SOBRINHO, J. E.; NEGREIROS, M. Z. de; SALES JÚNIOR, Influência do agrotêxtil sobre a densidade populacional de *Monosporascus cannonballus* em solo cultivado com melancia (*citrullus lanatus*). **Ciência e Agrotecnologia** Lavras, v. 32, n. 3, p. 797-803, 2008.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo, 2. ed. atual. e ampliada – Lavras, UFLA 2006, 729P.

SALES JUNIOR., R., NASCIMENTO, I. J. B., FREITAS, L. S., BELTRÁN, R., ARMENGOL, J., VICENT, A.; GARCIA-JIMÉNEZ, J. First report of *Monosporascus cannonballus* on melon in Brazil. **Plant Disease**, Corvallis, v.88, p.84-84, 2004.

SALES JUNIOR., 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. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n.5, p.567-567, 2003.

SAMPAIO, D. B.; MENDES FILHO, P. F.; MASCENA, A. M.; GOMES, V. F. F.; GUIMARÃES, F. V. A. Colonização micorrízica arbuscular e tolerância ao mal-do-Panamá em mudas de banana-maçã. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 462-469, 2012.

SANTOS, F. E. F. dos; CARRENHO, R.; Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em remanescente florestal impactado (Parque Cinquentenário - Maringá, Paraná, Brasil). **Acta Botanica Brasílica**. Brasília, 25(2): 508-516. 2011.

SARAIVA, J. P. B. Atividade da microbiota do solo e desenvolvimento de mudas de bananeira biofertilizadas. 2009. 81 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

WAUGH, M. M.; KIM, D. H.; FERRIN, D. M.; STANGHELLINI, M. E. Reproductive potential of *Monosporascus cannonballus*. **Plant Disease**, Corvallis, v.87, p.45-50, 2003.

CAPÍTULO III

UTILIZAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NO CONTROLE DE *Monosporascus cannonballus* NAS CULTURAS DA MELANCIA, DO MELÃO, E DA ABÓBORA

RESUMO

No cenário brasileiro, as cucurbitáceas mais importantes são melancia, abóbora e melão, onde a região do semiárido nordestino encontra grande potencial para produção. O fungo *Monosporascus cannonballus* atualmente é um dos principais patógenos radiculares das cucurbitáceas no mundo, tendo sido detectado pela primeira vez em 2002, em campos produtores de melão no Rio Grande do Norte e Ceará. Em levantamentos conduzidos nestes estados no ano seguinte, o patógeno foi isolado em 30% dos campos prospectados em isolamento a raízes de plantas com sintomas de colapso, evidenciando a magnitude do problema e necessidade emergencial da adoção de medidas integradas de manejo da doença. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito dos FMA nativos no controle de diferentes isolados de *Monosporascus cannonballus* associados às culturas do melão, abóbora, e da melancia. Constatou-se que a variedade de melão Sancho é suscetível a no mínimo dois isolados de *M. cannonballus* utilizados neste estudo, não conferindo tolerância às plantas. Os fungos micorrízicos arbusculares mostraram-se eficientes na colonização das duas culturas; mesmo colonizadas com FMA, as plantas de melão não suportaram a virulência dos isolados; outros estudos devem ser desenvolvidos para tentar encontrar uma condição de equilíbrio entre os dois fungos, trazendo com isso benefícios para o agronegócio brasileiro. A variedade de melão Sancho, em função do volume de suspensão utilizado, mostrou-se suscetível aos dois isolados de *M. cannonballus* utilizados neste estudo; os fungos micorrízicos arbusculares colonizaram todas as plantas de melancia e abóbora, as plantas de melão não suportaram a virulência dos isolados, mesmo com a presença dos FMA, outros estudos devem ser desenvolvidos para buscar uma condição de equilíbrio entre os dois fungos, trazendo com isso benefícios para o agronegócio brasileiro.

Palavras-chave: Controle biológico, Cucurbitáceas, *M. cannonballus*, FMA, Caatinga.

CHAPTER III

USING OF THE ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN THE CONTROL OF *M. Cannonballus* IN THE CULTURES OF MELON CROP, PUMPKIN AND WATERMELON

ABSTRACT

In the Brazilian context, the most important Cucurbitaceae are watermelon, pumpkin and melon, where the semiarid region of Northeast shows great potential for production. The fungus *M. cannonballus* is currently among the main root pathogens of cucurbits in the world, having been first detected in 2002, into melon grower fields in Rio Grande do Norte and Ceará. In surveys conducted in these states in the following year, the pathogen was isolated 30% of fields prospected in isolation in the roots of plants with symptoms of collapse, evidencing the magnitude of the problem and the emergent need of adopting integrated measures to manage the disease. The objective of this study was to verify the effect of native AMF in the control of different isolated of *M. cannonballus* associated with melon crop, pumpkin and watermelon. It was verified that a variety of melon Sancho is susceptible to at least two isolated of *M. cannonballus* utilized in this study, not conferring tolerance to plants. The arbuscular mycorrhizal fungi proved to be efficient in the colonization of the two cultures; even colonized with AMF, the plants of melon did not support the virulence of the isolated; other studies should be conducted in order to find an equilibrium condition between the two fungi, bringing benefits for Brazilian agribusiness. The variety of melon Sancho, due to the volume of suspension used, was susceptible to the two isolated of *M. cannonballus* used in this study; arbuscular mycorrhizal fungi colonized all watermelon and pumpkin plants, melon plants did not support the virulence of the isolated, even with the presence of AMF; other studies should be conducted in order to find an equilibrium condition between the two fungi, bringing benefits for Brazilian agribusiness.

Keywords: Biological control, Cucurbitaceae, *M. cannonballus*, AMF, Caatinga.

1. INTRODUÇÃO

No cenário brasileiro, as cucurbitáceas mais importantes são melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum & Nakai], abóbora (*Cucurbita moschata* Duch) e melão (*Cucumis melo* L.), onde a região do semiárido nordestino encontra grande potencial para produção, representando para melão, em quatro estados, 94% da produção nacional, são eles, o Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco.

O *M. Cannonballus* é atualmente um dos principais patógenos radiculares das cucurbitáceas no mundo, tendo sido detectado pela primeira vez em 2002, em campos produtores de melão no Rio Grande do Norte e Ceará (Sales Jr. et al., 2003; 2004). Em levantamentos conduzidos nestes Estados no ano seguinte, o patógeno foi isolado em 30% dos campos prospectados em isolamento a raízes de plantas com sintomas de colapso (Andrade et al., 2005), evidenciando a magnitude do problema e necessidade emergencial da adoção de medidas integradas de manejo da doença.

O controle químico deste patógeno tem sido pouco efetivo em condições de campo, por isso existe uma busca de algumas alternativas de controle, como por exemplo, a resistência de cultivares à *M. cannonballus*, controle biológico dentre outros métodos de controle. Com isso os fungos micorrízicos por realizarem associações simbióticas mutualista com a maioria das plantas cultivadas e nativas e ocorrem em mais de 80% das plantas vasculares, podem promover um melhor desenvolvimento das plantas, através da maior absorção de nutrientes pelas hifas do fungo, em especial os de baixa mobilidade como o fósforo (RAMOS et al., 2012), aumentam a estabilidade de macroagregados (NÓBREGA et al., 2001), e absorção de água e outros nutrientes utilizados pelas plantas (RAMOS et al., 2012).

A utilização dos fungos micorrízicos arbusculares no controle de doenças em plantas, ainda não está bem elucidado, sabe-se que estes microrganismos têm a capacidade de promover tolerância ao ataque de certos agentes patogênicos (ALEJO-ITURVIDE et al., 2008). Martínez-Medina, Roldán e Pascual (2011),

verificaram aos estudar FMAs associados com *Trichoderma harzianum*, que as plantas inoculadas apenas com *Trichoderma harzianum*, foram mais eficazes do que as plantas de melão inoculadas com FMA no que diz respeito à supressão da incidência de doenças. No entanto FMA e *Trichoderma harzianum*, produziram um controle mais efetivo da murcha de *Fusarium* do que cada FMA inoculado sozinho, mas com uma eficiência semelhante ao efeito de *Trichoderma harzianum* inoculados em plantas.

Matsubara et. al, 2004, encontraram maior tolerância à murcha de *Fusarium*, causada por *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* (Winks & Williams), em morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch., cv. Nohime), com diferentes tipos de FMA, variando de 22,2% contra 100% das plantas sem inoculação com as micorrizas.

O objetivo foi verificar o efeito dos FMA nativos no controle de diferentes isolados de *Monosporascus cannonballus* nas culturas do melão, melancia e abóbora.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao setor de Fitopatologia, da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), localizada no Campus do Leste, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo BSW_h, isto é, muito quente com estação chuvosa no verão, atrasando para o outono (CARMO FILHO & OLIVEIRA, 1989). E se localiza numa altitude de 20 m acima do nível do mar, apresentando as seguintes coordenadas geográficas: latitude 5° 12' 11,91" S e longitude 37° 19' 30,38" W.

O experimento obedeceu a um delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2, constando de seis tratamentos, 3 culturas (melancia, abóbora e melão) x 2 isolados de *M. Cannonbalus* (CMM2390, 'Brasil

melão 7- BM7'', e controle, sem inoculação), com seis repetições, totalizando 54 parcelas, cada uma contendo duas plantas. A Tabela 1 mostra as propriedades químicas do solo utilizado no experimento, um Neosolo quartzarênico (EMBRAPA, 1999) coletado em uma área de mata nativa no Assentamento São Romão no município de Mossoró (RN), contendo em média 20 esporos de FMA g⁻¹ solo, e 0,6 ascósporos g⁻¹ de solo em média. Sendo este tamizado em peneira com malha de 2 mm, e em seguida pesado 2Kg de solo por vaso.

Tabela 1. Propriedades químicas do solo utilizado no experimento.

Complexo sortivo							
P	K	Ca + Mg	Ca	Mg	Al	Na	pH
mg/dm ³	mg/dm ³	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³	mg/dm ³	
12	126	1,00	0,5	0,5	0,2	17	4,8

A irrigação foi realizada de forma manual, observando sempre a umidade do solo. O experimento teve duração de 60 dias, tempo médio em que a cultura permanece no campo. Os isolados foram preparados em placas de petri contendo meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar), na proporção de uma placa/ vaso, uma semana após o isolamento foi retirado o meio contendo as estruturas do fungo e passado em liquidificador para homogeneização, preparando um total de 2 L de suspensão. Uma semana antes do transplante das mudas, aplicou-se um volume de 50 mL da suspensão contendo os dois isolados separadamente. As variedades utilizadas foram melancia (cultivar Manchester, com oito dias de semeadura), abóbora (cultivar Xingó, com oito dias de semeadura) e melão (cultivar Sancho, com oito dias de semeadura). Para análise estatística utilizou-se o software SISVAR.



Figura 10. Distribuição dos vasos contendo as mudas de melancia, abóbora e melão.

2.1 ANÁLISES REALIZADAS

As plantas foram retiradas dos vasos, lavadas em água corrente, em seguida foram separadas em parte aérea e raízes para avaliações posteriores. As raízes foram separadas e armazenadas em recipientes separados para avaliação da colonização por FMA e para o isolamento do *M. Cannonbalus*.

2.1.1 Comprimento das raízes (cm)

As raízes foram medidas a partir da base do colo das plantas até a ponta da raiz principal, com o auxílio de uma régua.

2.1.1 Massa da matéria fresca de raízes (g)

As raízes foram pesadas em balança de semi-precisão, para posterior avaliação do desenvolvimento radicular.

2.2 DETERMINAÇÕES MICROBIOLÓGICAS

2.2.1 Colonização de fungos micorrízicos arbusculares (%)

Porcentagem de colonização micorrízica nas raízes foi realizada através do clareamento das raízes pelo aquecimento em solução de KOH a 10 %, de acordo com a técnica de Phillips & Hayman (1970), em seguida, realizou-se a acidificação das raízes com ácido acético a 5 %, corando-as, em seguida com tinta de caneta a 5 % (VIERHEILIG et al., 1998). A quantificação foi realizada pela observação da presença de estruturas fúngicas na região do córtex radicular, de acordo com Giovanetti & Mosse (1980).

2.2.2 Respiração Basal do Solo (RBS) - (mg C-CO₂ 50 g de solo⁻¹)

A respiração basal do solo foi estimada após 8 dias de pré-incubação, onde as amostras de solo foram mantidas a uma umidade de 60% da capacidade de retenção de água. Amostras de 50g de solo foram transferidas para frascos, vedados hermeticamente e incubados por 10 dias. O CO₂ produzido pela respiração do solo foi capturado por uma solução de NaOH 0,5 mol/L, procedendo-se a titulação com HCl 0,25 mol/L tendo como indicador a fenolftaleína a 1%. Foram mantidos frascos-controle ou branco que não continham amostras de solo.

A quantificação de CO₂ liberado é apresentado em mg de C-CO₂/ 100 cm³ de solo, durante o intervalo de tempo utilizado no monitoramento. A equação utilizada para obter este valor é:

$$\text{C-CO}_2 \text{ (mg)} = (\text{B-V}) \times \text{M} \times 6 \times (v_1/v_2)$$

A quantificação total de C-CO₂ produzido é igual ao somatório dos valores obtidos durante cada amostragem (MENDONÇA & MATOS, 2005).

B: Volume gasto no Branco (mL)

V: volume de HCl gasto na amostra (mL)

M: concentração real do HCl (mol L⁻¹)

6 : massa atômica do carbono (12) dividido pelo número de mols de CO₂ que reagem com NaOH (2)

V1: volume total de NaOH usado na captura do CO₂ (mL)

V2: volume de NaOH usado na titulação (mL)

A quantidade total de C-CO₂ produzido é igual ao somatório dos valores obtidos durante cada amostragem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fungo *M. cannonballus* se adapta bem ao clima predominante da região semiárida devido às suas características termófilas (BRUTON, GARCÍA-JIMENEZ; ARMENGOL, 1999; PIVONIA et al., 2002), com temperatura ótima de crescimento variando entre 25 e 35 °C. A temperatura variou de 25,4 até 36,7° C, faixa próxima ao ótimo para o desenvolvimento do *M. cannonballus*. O que pode ser verificado na cultura do melão, a mais sensível das três utilizadas, pois esta apresentou os primeiros sintomas da doença aos 33 dias de transplantadas, apresentando em seguida a morte por completa de todas as plantas até o final do ciclo. Observa-se a sensibilidade desta variável utilizada, pois até mesmo na condição que não recebeu a suspensão contendo as estruturas fúngicas, tratamento controle, as plantas morreram. O solo utilizado no experimento apresentava uma quantidade natural de ascósporos em torno de 0,6 ascósporos g⁻¹ de solo, número este que apesar de no Brasil ainda não existir uma quantidade de ascósporos padrão, ou seja, uma quantidade limite que já garanta uma condição de danos econômicos (MEDEIROS, et. al, 2008), foi considerado como sendo possível a sua utilização neste estudo.

Waugh et al. (2003) concluíram que, campos cultivados com meloeiro, eram considerados problemáticos quando apresentavam no mínimo 2 ascósporos.g⁻¹ de solo. Utilizando este padrão, o solo deste experimento estaria abaixo da condição considerada de dano econômico, porém as plantas de melão não resistiram os 60 dias, apresentando a morte de todas aos 50 dias de cultivo.

Resultados mostrando a suscetibilidade do meloeiro ao *M. cannonballus* foram encontrados por Wolff (1995), em um estudo de patogenicidade realizado em recipientes com 130 cultivares de meloeiro, demonstrou que 108 deles eram moderados ou altamente suscetíveis ao ataque de *M. cannonballus*.

Na Tabela 2 estão às médias transformadas, para uma padronização dos dados, da massa da matéria fresca das raízes de melancia e de abóbora, não houve

diferença estatística entre as espécies em nenhum dos isolados avaliados, bem como no controle onde este apresentou a maior média (1,57) seguida do isolado CMM2390 (1,52) e por último o isolado BM7 (1,40). O mesmo ocorrendo para a abóbora, seguindo a mesma sequência na massa da matéria fresca de raízes, (1,48), (1,43) e (1,39) respectivamente controle, CMM2390 e BM. Não houve diferença entre as culturas dentro de cada isolado, nem no tratamento controle. Ao estudarem na Espanha o comportamento de cultivares de melão e melancia em solo inoculado com 20 UFC g⁻¹ de solo de *M. cannonballus*, Sales Junior et al. (2002), observaram que a cultivar de melancia Crimson Sweet se mostrou resistente, com IGD de 1,1. Diversos fatores podem ter contribuído para que a planta se mostrasse resistente ao patógeno, entre esses, a patogenicidade do isolado fúngico utilizado.

Pivonia et al. (1997) e Schroth e Hildebrand (1964) relatam que a qualidade e quantidade de componentes dos exsudados radiculares de culturas hospedeiras ou não hospedeiras do patógeno, bem como o nível de predisposição à infecção e ao estresse hídrico podem influenciar na germinação de estruturas de sobrevivência de fitopatógenos habitantes de solo.

Alejo-Iturvide et al., (2008), ao estudar o efeito de FMA em plantas de pimentão acometidos por *Phytophthora capsici* L., verificaram que a colonização micorrízica pode aumentar a tolerância das plantas de pimentão contra a infecção do *P. capsici*, já que a severidade dos sintomas foi reduzida. No entanto, os mecanismos específicos responsáveis para a tolerância melhorada ainda têm de ser elucidados.

Matsubara et al. (2004) verificaram que plantas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch., cv. Nohime) inoculadas com FMA obtiveram apenas 22,02% de incidência por *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* (Winks & Williams) contra 100% das plantas sem inoculação com as micorrizas.

Tabela 2. Médias transformadas ($\sqrt[3]{x+1}$) da massa da matéria fresca de raízes de melancia e de abóbora, com relação aos isolados de *M. cannonballus* CMM2390, BM-Brasil Melon(7) e o controle, coletadas 60 dias após o plantio.

TRAT.	ISOLADOS		CONTROLE	MÉDIAS
	CMM2390	BM7		
MELANCIA	1,52	1,40	1,57	1,50 a
ABÓBORA	1,43	1,39	1,48	1,43 b
MÉDIAS	1,48 ab	1,39 b	1,52 a	

CV= 8,98%

*Médias seguidas por letras minúsculas não diferiram estatisticamente a 5% pelo teste Tukey na coluna.

Na Tabela 3, encontram-se os valores para o comprimento das raízes de melancia e de abóbora. Não houve diferença estatística pra nenhum dos isolados e nem no tratamento controle com relação às culturas avaliadas. Porém observa-se que entre os isolados, o que apresentou maiores médias para as culturas foi o CMM2390, com (4,56) e (4,78) para melancia e abóbora respectivamente, já o BM7 obteve os seguintes valores para melancia e abóbora (3,92) e (3,89) respectivamente.

Apenas a abóbora obteve diferença significativa entre os isolados estudados, onde o BM7 apresentou as menores médias para o comprimento de raiz, mostrando ser mais agressivo para esta cultura do que o isolado CMM2390.

Cultivares de melancia mostraram níveis de resistência para *M. cannonballus* com valores de IGD= 1,1 e 1,3, respectivamente (Charleston Gray) e (Crimson Sweet). *M. cannonballus* foi reisolado das raízes de ambas cultivares apresentando valores de 42% (Charleston Gray) e 20% (Crimson Sweet) (SALES JÚNIOR et. al, 2002). Conseguiu-se reisolar o *M. cannonballus* em todas as raízes das plantas que receberam os isolados (CMM2390 e BM7), ou seja, foi eficiente na colonização das raízes, porém as plantas não morreram.

Tabela 3. Médias transformadas ($\sqrt[3]{x+1}$) do comprimento de raízes de melancia e abóbora, com relação aos isolados de *M. cannonballus* CMM2390, BM-Brasil Melon e o controle, coletadas 60 dias após o plantio.

TRAT.	ISOLADOS		CONTROLE
	CMM2390	BM7	
MELANCIA	4,56 abA	3,92 bA	4,92 aA
ABÓBORA	4,78 abAB	3,89 bA	4,06 aB

CV= 17,26%

*Médias seguidas por letras minúsculas não diferiram estatisticamente a 5% pelo teste Tukey na coluna, médias seguidas por letras maiúsculas não diferiram na linha.

Apesar de ter sido reisolado em praticamente todas as plantas isoladas, todas as raízes avaliadas apresentaram-se colonizadas com FMA, a (Tabela 4) mostra as médias transformadas da porcentagem de raízes de melancia e melão colonizadas. Não houve diferença estatística em nenhuma espécie de planta para nenhum dos isolados utilizados, o que mostra a eficiência deste grupo de fungos em colonizar raízes de cucurbitáceas. Camili et. al (2012) encontraram que a porcentagem média de colonização das raízes por FMA, foi maior nos tratamentos com P aos 0 e 20 dias após, os quais receberam os esporos, sendo que as mudas dos tratamentos não inoculados apresentaram sinais irrelevantes de colonização. Mostrando ser a colonização por FMA eficiente para esta cultura. SILVA JÚNIOR et al. (2010), encontraram que plantas de meloeiro não inoculadas com FMA, não apresentaram sinais de colonização, ao contrário daquelas inoculadas nas quais a porcentagem de colonização mostrou variação de 26 a 50% e média geral de 38% de colonização.

Tabela 4. Médias transformadas ($\sqrt[3]{x+1}$) da porcentagem de colonização micorrízica de raízes de melancia e de abóbora, de acordo com a técnica de Phillips & Hayman (1970), para as plantas coletadas aos 60 dias de cultivo, com relação aos dois isolados de *M. cannonballus*.

TRAT.	ISOLADOS		CONTROLE	MÉDIAS
	CMM2390	BM		
MELANCIA	8,73	8,53	8,09	8,15 b
ABÓBORA	9,57	8,66	9,19	9,29 a
MÉDIAS	9,09 a	7,72 b	8,64 a	

CV= 11,85%

*Médias seguidas por letras minúsculas não diferiram estatisticamente a 5% pelo teste Tukey na coluna.

A respiração basal do solo (RBS) reflete diretamente a atividade de microrganismos heterotróficos e estes são importantes nos processos de ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica (SILVA JÚNIOR, 2008). A (Tabela 5) mostra a respiração basal do solo aos 60 dias de cultivo com melancia, abóbora e melão (variedade Sancho), para o isolado (CMM2390) variando de (35,55) até (39,55), para melancia e melão, respectivamente.

Tabela 5. Respiração basal do solo (RBS) acumulada (10 dias de incubação), solo com 60 dias de cultivo com melancia, abóbora e melão.

TRAT.	ISOLADOS		CONTROLE RBS (mg C-Co ₂ 50 g de solo ⁻¹)
	RBS (mg C-Co ₂ 50 g de solo ⁻¹)		
	CMM2390	BM7	
MELANCIA	35,55 aA	34,83 aA	31,72 aA
ABÓBORA	37,24 aA	39,54 aA	34,78 aA
MELÃO	39,55 aA	28,62 bB	32,29 aB

CV= 9,91%

*Médias seguidas por letras minúsculas não diferiram estatisticamente a 5% pelo teste Tukey na coluna, médias seguidas por letras maiúsculas não diferiram na linha.

Para o isolado BM7 apresentou diferença estatística apenas para a abóbora, sendo esta a que apresentou o menor valor (28,62). Entre os isolados houve diferença apenas para a cultura do melão, variando de (28,62) até (39,55), respectivamente BM7 e CMM2390 diferindo também com o tratamento controle. Fialho et. al, (2006) encontraram uma correlação que a alta liberação de C-CO₂, possivelmente, está associada ao tamanho da biomassa microbiana.

4. CONCLUSÕES

A variedade de melão Sancho, em função do volume de suspensão utilizado, mostrou-se suscetível aos dois isolados de *M. cannonballus* utilizados neste estudo,

Os fungos micorrízicos arbusculares colonizaram todas as plantas de melancia e abóbora;

As plantas de melão não suportaram a virulência dos isolados, mesmo com a presença dos FMA;

Outros estudos devem ser desenvolvidos para tentar encontrar uma condição de equilíbrio entre os dois fungos, trazendo com isso benefícios para o agronegócio brasileiro.

REFERÊNCIAS

ALEJO-ITURVIDE, F.; MÁRQUEZ-LUCIO, M. A.; MORALES-RAMÍREZ, I.; VÁZQUEZ-GARCIDUEÑAS, M. S.; OLALDE-PORTUGAL, V.; Mycorrhizal protection of chili plants challenged by *Phytophthora capsici*. **European Journal of Plant Pathology**. Londres, v.120, p.13–20 (2008).

ANDRADE, D. E. G. T. Frequência de fungos associados ao colapso do meloeiro e influência da densidade de inóculo e isolados de *Monosporascus cannonballus* na severidade da doença. Recife: UFRPE. 48p. 2004. **Tese (Doutorado)** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BRUTON, B. D.; GARCÍA JIMENEZ, J.; ARMENGOL, J. Analisis of the relationship between temperature and vine declines caused by *Acremonium cucurbitacearum* and *Monosporascus cannonballus* on muskmelon. **Subtropical Plant Science**, Edinburg, v.51, p.23-28, 1999.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semi-árido nordestino – características e aspectos florísticos. Mossoró: ESAM/FGD, 1989. 62p. (Coleção Mossoroense, Série B, n. 672).

FIALHO, J. S.; GOMES V. F. F.; OLIVEIRA T. S. de; SILVA JÚNIOR J. M. T. da. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi - CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza – CE. v.37, n3, p.250-257, 2006.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. Na evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v.84, p. 489-500. 1980.

MEDEIROS E. V. de; SERAFIM, E. C. S. da.; GRANJEIRO, L. C.; SOBRINHO, J. E.; NEGREIROS, M. Z. de; SALES JÚNIOR, Influência do agrotêxtil sobre a densidade populacional de *Monosporascus cannonballus* em solo cultivado com melancia (*citrullus lanatus*). **Ciência e Agrotecnologia** Lavras, v. 32, n. 3, p. 797-803, 2008.

NÓBREGA, J. C. A.; LIMA, J. M. de; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; MOTTA, P. E. F. da. Fosfato e micorriza na estabilidade de agregados em amostras de latossolos cultivados e não-cultivados. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1425-1435, nov. 2001.

PHILLIPS, J. M. & HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transaction of the Brit . Mycol. Soc.**, Londres, 55: 158-161,1970.

PIVONIA, S.; COHEN, R.; KATAN, J.; KIGEL, J. Effect of fruit load on the water balance of melon plants infected with *Monosporascus cannonballus*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Londres, v.60, p.39-49, 2002.

RAMOS, M. L. G.; KONRAD, M. L. de F.; SILVA, D. E.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; BATISTA, L. M. T. Diversidade de fungos micorrízicos e colonização radicular, em forrageiras solteiras e em consórcio com Milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 235-244, Mar./Apr. 2012.

SALES JUNIOR., R., NASCIMENTO, I. J. B., FREITAS, L. S., BELTRÁN, R., ARMENGOL, J., VICENT, A.; GARCIA-JIMÉNEZ, J. First report of *Monosporascus cannonballus* on melon in Brazil. **Plant Disease**, Corvallis, v.88, p.84-84, 2004.

SALES JUNIOR., 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. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n.5, p.567-567, 2003.

SILVA JUNIOR, J. M. T. da; MENDES FILHO, P. F.; GOMES, V., F. F.; GUIMARAES, F. V. A.; SANTOS, E. M. dos. Efeito da esterilização do substrato sobre o crescimento de mudas de meloeiro em presença de fungos micorrízicos arbusculares e compostos orgânico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 98-103, 2012.

VIERHEILIG, H.; COUGHLAN, A. P.; WYSS, U.; PICHE´, Y. Ink and vinegar, a simple technique for arbuscular mycorrhizal fungi. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.64, n.12, p. 5004-5007,1998.

WAUGH, M. M.; KIM, D. H.; FERRIN, D. M.; STANGHELLINI, M. E. Reproductive potential of *Monosporascus cannonballus*. **Plant Disease**, Corvallis, v.87, p.45-50, 2003.

WOLFF, D. W.; MILLER, M. E. Tolerance to *Monosporascus* root rot and vine decline in melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. Alexandria, **HortScience**, v.33, p. 287-290, 1998.