



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA SOLOS E NUTRIÇÃO DE
PLANTAS

ELIMÁRIO TEIXEIRA DE OLIVEIRA

INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE BERINJELA INFESTADA COM *Meloidogyne incognita*,
CULTIVADA EM SUBSTRATO COM PÓ DE CASCA DE COCO

FORTALEZA

2015

ELIMÁRIO TEIXEIRA DE OLIVEIRA

INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE BERINJELA INFESTADA COM *Meloidogyne incognita*,
CULTIVADA EM SUBSTRATO COM PÓ DE CASCA DE COCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Agronomia. Área de
concentração: Solos e Nutrição de plantas, da
Universidade Federal do Ceará como requisito
parcial à obtenção do título de Mestre
Orientador: Prof. Dra. Vânia Felipe Freire
Gomes

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O46i Oliveira, Elimário Teixeira de.
Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o desenvolvimento de berinjela infestada com meloidogyne incognita, cultivada em substrato com pó de casca de coco. / Elimário Teixeira de Oliveira. – 2015.
68 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Fortaleza, 2015.
Orientação: Profa. Dra. Vânia Felipe Freire Gomes.
1. Fitonematoides. 2. endomicorrizas. 3. substrato. I. Título.

CDD 631.4

ELIMÁRIO TEIXEIRA DE OLIVEIRA

INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DE BERINJELA INFESTADA COM *Meloidogyne incognita*,
CULTIVADA EM SUBSTRATO COM PÓ DE CASCA DE COCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Agronomia. Área de
concentração: Solos e Nutrição de plantas, da
Universidade Federal do Ceará como requisito
parcial à obtenção do título de Mestre
Orientador: Prof. Dr^a. Vânia Felipe Freire
Gomes

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Vânia Felipe Freire Gomes, Dr^a. (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Paulo Furtado Mendes Filho, Dr.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Carmem Dolores Gonzaga Santos, Dr^a.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus pais, Olzenir e Eliezer.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela graça de viver.

A minha família, eternos torcedores por minhas realizações, apoio durante o decorrer de minha vida e paciência por tantas ausências.

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de qualificação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

À minha orientadora Professora Vânia Felipe Freire Gomes por todo apoio e orientação nas atividades acadêmicas.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas da UFC, pelos conhecimentos transferidos.

À Professora Carmem Dolores Gonzaga Santos, pelos ensinamentos, sugestões e apoio em várias etapas da construção dessa dissertação. Agradeço pela atenção e por disponibilizar o Laboratório de Fitopatologia para a execução de parte deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Ciências do Solo da UFC os quais sempre foram prestativos.

À mestranda Maria Lainara, por toda sua ajuda, paciência e transmissão de conhecimentos na área de Nematologia.

À doutoranda Laianny Moraes pelo seu interesse na identificação da espécie do nematoide.

Aos colegas do Laboratório de Fitopatologia da UFC: Maciel Freire, Ramon Cruz, Anderson Fernandes, Rhannaldy Benício.

Aos amigos do curso de Pós-Graduação semestre 2013.1, em especial à Germana, Fabiana, Thiago Castañon, pelo incentivo e pela amizade conquistada.

Aos amigos do Laboratório de Microbiologia do Solo, Cillas, Kaio, Aldênia, José Jeremias e Tupinambá pelo convívio e companheirismo na condução do experimento.

Aos amigos e colegas da “sala de estudos”: Carlos Vitor, Alisson Simplício, Cleyton Saialy, Zé Filho, Carla Vasconcelos, Gildivan, Thales Pantaleão, Isabel Cristina, Crisanto, Daniele Marthins, Thiago Leite, David Holanda, Márcio Godofrêdo, pela amizade e os vários momentos de descontração.

À Dona Cleide, Helena (Departamento de Ciências do Solo da UFC) e Lidiane (Departamento de Fitotecnia da UFC) pelo café.

A contribuição de cada um foi especial e de grande valor para a realização deste trabalho e para a minha formação pessoal e profissional.

Muito obrigado mesmo!

"Não se desiste de uma luta só porque existem dificuldades".

Autor desconhecido.

RESUMO

A berinjela (*Solanum melogena* L.) pertence à família Solanaceae e tem sido cultivada para fins comerciais e sua forma de propagação se dá através de sementes e mudas. Todavia, para garantir uma boa produtividade também é necessário o uso de substratos adequados e mudas resistentes ao ataque de fitopatogenos, especialmente de nematoides como *Meloidogyne incognita*. Neste sentido o uso do pó da casca de coco vem sendo testado na composição de substrato para a produção de mudas. Estudos demonstram também que associação berinjela-nematoide-fungo micorrizico arbuscular (FMA) é muito peculiar e danos mecânicos causados por fitonematoides tem sido reduzidos em plantas colonizadas por esses fungos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da associação simbiótica micorrízica arbuscular no desenvolvimento da berinjela cultivada em diferentes proporções de substrato contendo pó da casca de coco sob a infestação de *M. incognita*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Campus do Pici, em Fortaleza-CE. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado formado por 12 tratamentos e 6 repetições, com as seguintes combinações: T1 100% de solo + FMA ; T2 100% de solo ; T3 100% de solo + nematoide; T4 100% pó da casca de coco + nematoide; T5 90% de solo + 10% de pó da casca de coco +FMA + nematoide; T6 80% de solo + 20% de pó da casca de coco + FMA + nematoide; T7 70% de solo + 30% de pó da casca de coco +FMA + nematoide; T8 60% de solo + 40% de pó da casca de coco +FMA + nematoide; T9 90% de solo + 10% de pó da casca de coco - FMA - nematoide; T10 80% de solo + 20% de pó da casca de coco - FMA - nematoide; T11 70% de solo + 30% de pó da casca de coco - FMA - nematoide; T12 60% de solo + 40% de pó da casca de coco - FMA - nematoide. O solo utilizado na mistura do substrato foi um Cambissolo Eutrofico Tb latossólico esterilizado. As plantas foram inoculadas com uma mistura de três espécies de FMA (*Acaulospora scrobiculata*, *Entrophora colombiana*, *Scutelospora heterograma*) oriundas do banco de inóculos de FMA do setor de Microbiologia do solo do DCS/ UFC. O experimento foi conduzido por 75 dias. E ao final do experimento as seguintes análises foram realizadas: massa fresca, massa seca, teores de NPK da parte aérea das plantas, colonização micorrízica arbuscular, quantificação do número de galhas e massa de ovos e fator de reprodução de *M. incognita* no sistema radicular das plantas. Pelos resultados podemos concluir que as plantas de berinjela infectadas por *M. incognita* cultivadas nos substratos com 10% de pó da casca de coco foram as que apresentaram maior número de folhas; os substratos formados com a adição de 40% de pó da casca de coco restringiram o

desenvolvimento das plantas de berinjela; os teores de N, P e K verificados na parte aérea de berinjela foram inferiores aos valores considerados adequados para a cultura; a infectividade de *M. incognita* foi reduzida nas plantas que receberam o inóculo de FMA com até 20% de pó de casca de coco e que o emprego de 100% de pó da casca de coco comprometeu o crescimento de berinjela.

Palavras-chave: Fitonematoides, endomicorrizas, substrato

ABSTRACT

The eggplant (*Solanum melongena* L.) belongs to the Solanaceae family, is cultivated for commercial purposes and its way of spreading is through seeds and seedlings. To ensure good productivity, it is also necessary to use suitable substrates and plants resistant to the attack of phytopathogens, especially nematodes such as *Meloidogyne incognita*. In this regard, the use of dried coconut shell powder has been tested in the composition of substrate to produce seedlings. Studies also show that the association eggplant-nematode-arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) is very peculiar and mechanical damages caused by nematodes have been reduced in plants colonized by these fungi. This study aimed to evaluate the influence of mycorrhizal symbiotic association on the development of eggplant grown in different proportions of substrate containing powder of dried coconut shell under the infestation of *M. incognita*. The experiment was conducted in a greenhouse. The experimental design was completely randomized, comprising 12 treatments and 6 replicates in the following combinations: T1 100% soil + AMF; T2 100% soil; T3 100% soil + nematodes; T4 100% dried coconut shell powder + nematodes; T5 90% soil + 10% dried coconut shell powder + AMF + nematodes; T6 80% soil + 20% dried coconut shell powder + AMF + nematodes; T7 70% soil + 30% dried coconut shell powder + AMF + nematodes; T8 60% soil + 40% dried coconut shell powder + AMF + nematodes; T9 90% soil + 10% dried coconut shell powder - AMF - nematodes; T10 80% soil + 20% dried coconut shell powder - AMF - nematodes; T11 70% soil + 30% dried coconut shell powder - AMF - nematodes; T12 60% soil + 40% dried coconut shell powder - AMF - nematodes. The soil used in the substrate mixture was a Latosolic Tb Eutrophic Cambisol. The plants were inoculated with a mixture of three species of AMF (*Acaulospora scrobilucata*, *Entrophora colombiana* and *Scutelospora heterograma*) obtained from the Mycorrhizal Fungi Inoculant Bank of the Sector for Soil Microbiology of the Soil Science Department of the Federal University of Ceará . The experiment was conducted for 75 days and, at the end, the following analyses were carried out: shoot fresh matter, shoot dry matter, shoot NPK contents, arbuscular mycorrhizal colonization, number of galls, egg mass, and reproduction factor. From the results we can conclude From the results we can conclude that the *M. incognita* infected eggplant plants grown on the substrates with 10% coconut shell powder presented the highest number of leaves; The substrates formed with the addition of 40% coconut husk powder restricted the development of eggplant plants; The N, P and K levels observed in the aerial part of eggplant were lower than the values considered adequate for the culture; The infectivity of *M. incognita* was reduced in plants that

received the FMA inoculum with up to 20% coconut husk powder and that the use of 100% coconut husk powder compromised eggplant growth.

Keywords: phytonematodes, endomycorrhizae, substrate

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Fases envolvidas na interação nematoide-planta..... 24
- Figura 2** – Experimento em casa de vegetação, com plantas de berinjela inoculadas com FMA..... 37
- Figura 3** – Evolução da altura das plantas de berinjela, cultivadas em substrato com diferentes proporções de pó de casca de coco, com e sem inoculação de micorrizas e do nematoide. Média de seis repetições..... 41
- Figura 4** – Número de folhas das plantas de berinjela cultivadas em substrato com diferentes proporções de pó de casca de coco, com e sem inoculação de micorrizas e do nematoide. Média de seis repetições..... 44
- Figura 5** – Peso da massa de matéria fresca da parte aérea de plantas de berinjela, aos 75 dias de cultivo. Média de seis repetições. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade..... 45
- Figura 6** – Média do peso da massa da matéria seca da parte aérea de berinjela aos 75 dias de cultivo. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade. 47
- Figura 7** – Peso da massa da matéria fresca da raiz de berinjela aos 75 dias de cultivo. Médias de seis repetições. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade. 48
- Figura 8** – Tamanhos de galhas encontradas nas raízes de berinjela e de coléus..... 44

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Caracterização química e física camada arável do solo de 0 a 20 cm de profundidade do solo..... 34
- Tabela 2** – Espécies de FMA e número de esporos que formaram o inóculo..... 36
- Tabela 3** – Tratamentos utilizados no experimento com mudas de berinjela 'Comprida roxa'..... 37
- Tabela 4** – Conteúdos em g kg⁻¹ de N, P e K na parte aérea das plantas de berinjela após 75 dias do transplântio submetidos ao teste de comparação de médias. Média de seis repetições. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott..... 50
- Tabela 5** – Colonização dos FMA no córtex do sistema radicular das plantas de berinjela. Média de seis repetições..... 52
- Tabela 6** – Número de galhas, massa de ovos, número de ovos e fator de reprodução do nematoide *M. incognita* no sistema radicular das plantas de berinjela..... 53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Cultura da berinjela	17
2.2	Fungos micorrízicos arbusculares	20
2.3	Mecanismos de resistência de plantas a nematoide	22
2.4	Pó da casca de coco	25
2.5	Doenças que afetam a cultura da berinjela	26
2.6	<i>Meloidogyne incognita</i>	28
2.7	Comportamento planta-nematoide-fungo micorrízico arbuscular	30
3.0	MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1	Local e instalação do experimento	34
3.2	Preparo do substrato	34
3.3	Seleção da cultivar berinjela	35
3.4	Produção do inoculo para inoculação da micorriza	35
3.5	Preparo do inoculo de <i>Meloidogyne incognita</i>	36
3.6	Tratamentos e condução do experimento	36
4	Variáveis avaliadas	38
4.1	Análise de crescimento das plantas	38
4.2	Massa da matéria fresca da parte aérea e raiz	38
4.3	Determinação dos teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio na parte aérea da planta	39
4.4	Quantificação do número de galhas e expressão da massa de ovos do nematoide na raízes	39
4.5	Número de ovos e fator de reprodução do nematoide	40
4.6	Colonização micorrízica Análise	40
5	Estatística	40
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6.1	Análises de crescimento das plantas altura e número de folhas	41
6.2	Massa da matéria fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea	46
6.3	Peso da massa da matéria fresca de raíz	49
6.4	Elementos minerais na parte aérea	51

6.4.1	Concentração de Nitrogênio, Fósforo e Potássio na parte aérea.....	51
6.5	Avaliação da colonização micorrízica arbuscular no sistema radicular.....	52
6.6	Avaliação do parasitismo do nematoide no sistema radicular da berinjela.....	54
7	CONCLUSÕES.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

A berinjela é uma hortaliça importante na alimentação humana e também está inserida no campo dos fitoterápicos tendo sido testada no controle da diabetes e do colesterol. Para a produção de mudas, de berinjela o aproveitamento da casca do coco seco tem surgido como uma interessante alternativa, pois além de auxiliar na produção de berinjela, evita que esse material seja depositado no ambiente.

O pó da casca de coco seco vem apresentando bom desempenho como substrato no cultivo de outras culturas tais como; pimentão, alface e tomate, porém, devido a sua deficiência nutricional, antes de ser utilizado como substrato faz-se necessário a sua combinação com outros materiais como: mistura de matéria orgânica de origem vegetal, vermiculita, húmus de minhoca e esterco bovino.

No entanto, as pesquisas brasileiras referentes ao uso do pó da casca de coco seco ainda são incipientes sendo necessários maiores estudos sobre esse assunto. Outro fato preocupante para os produtores dessa cultura é a ocorrência de nematoides em nível de dano, que é muito frequente e é um dos fatores limitantes para a produção de hortaliças e cujo difícil controle tem como uma das alternativas o cultivo de plantas de maior resistência ao ataque desses organismos.

Usar variedades resistentes é uma forma natural e recomendável de controlar pragas e doenças, contudo no caso específico de nematoide são poucas as variedades de berinjela resistentes e que estejam disponíveis para os agricultores e, mesmo assim a resistência na maioria das vezes é direcionada a algumas espécies de nematoides.

Independente do local em que se encontrem, as plantas podem estar sujeitas a estresses que limitam seu crescimento e desenvolvimento, entretanto além desses danos considerados diretos os nematoides geralmente interagem com outros patógenos de solo (fungos e bactérias), facilitando-lhes a entrada no sistema radicular e parasitando-o.

As micorrizas arbusculares são associações simbióticas obrigatórias que ocorrem entre plantas e fungos, nas quais a planta hospedeira e o fungo simbiote obtêm benefícios. Nesta situação, a planta transloca para o fungo fotoassimilados que irão servir para desenvolver novas estruturas de propágulos infectivos. Por sua vez o fungo contribui para a produtividade do vegetal via melhorias nas condições do estado nutricional da planta que é favorecido pela extensão das hifas extrarradiculares, aumentando a superfície de contato da raiz com o solo e proporcionando uma maior absorção de nutrientes.

A diversidade verificada na interação de FMA e nematoides têm demonstrado que a associação hospedeiro-nematoide-FMA é muito peculiar e que mudanças em fatores bióticos e abióticos do solo podem levar a variabilidade de resultados. Estudos demonstram que a diminuição de crescimento por conta de danos mecânicos causados por fitonematoides, tem ocorrido em dimensões menores em plantas que foram colonizadas por FMA quando comparados às plantas que não apresentavam colonização por FMA.

Considerando o fato de que as plantas estão frequentemente expostas a ambiente de estresses ambientais tais como variações de temperaturas, ataque de insetos e nematoide, o presente trabalho se propõe a testar a hipótese, de que existe contribuição da associação simbiótica micorrízica arbuscular para um melhor desenvolvimento da berinjela cultivada em diferentes proporções de pó de casca de coco seco no substrato sob a infestação de *M. incognita*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da Berinjela

A berinjela (*S. melongena* L.) pertence à família botânica das Solanáceas teve sua origem nas regiões tropicais do Oriente. Segundo alguns botânicos, o centro de origem dessa Solanaceae seria a Índia, onde ela ainda pode ser encontrada vegetando em estado selvagem (VIEIRA, 1973). As formas selvagens da berinjela eram de constituição espinhosa e sabor amargo, indicando que as primeiras seleções foram dirigidas contra esses caracteres e possivelmente a favor do maior tamanho de fruto. Nascimento (2004), afirma que estudos de distribuição de variabilidade indicam a Índia e a China como centros de diversidade primária e secundária da espécie, respectivamente. No Brasil ela foi introduzida por volta do século XVI, pelos portugueses.

A planta possui crescimento arbustivo, o que lhes confere ramificações bastante desenvolvidas e há presença de flores hermafroditas. A distribuição de suas flores é solitária ou em inflorescência do tipo cimeira. O tamanho das flores varia de 3 a 5 cm de diâmetro. O cálice com 5 a 7 sépalas, geralmente apresenta espinho. A corola é do tipo gamopétala, com 5 a 6 pétalas de coloração lilás a violeta. Os 5 a 6 estames são livres, eretos, amarelos e com filamentos bem curtos (EMBRAPA, 1998).

O florescimento ocorre após a formação da planta, cerca de 70 a 90 dias após a emergência, quando ela se encontra com um número de folhas que varia de 9 a 12 dependendo da variedade. As flores que dão origem aos frutos de berinjela são hermafroditas; os botões florais se desenvolvem na mesma gema como botões vegetativos. No início do florescimento, as flores ainda permanecem fechadas, quando os internódios se alongam e as distâncias entre as flores aumentam. As flores abrem e fecham de acordo com a idade e com as condições ambientais, principalmente temperatura e umidade relativa do ar (KOWALSKA, 2008).

As flores da planta são autopolinizadas a antese e a deiscência de pólen ocorrem pela manhã. Esses processos são influenciados, principalmente, pela luz do dia, a temperatura e a umidade (CHEN. LI 2011). Reproduz-se também por polinização cruzada natural, resultando da transferência de pólen por insetos, como formigas e abelhas.

Em regiões de clima quente (temperatura média diurna variando de 25⁰C a 35⁰C e noturna de 20⁰C a 27⁰C) e umidade relativa do ar de 80% a solanácea pode ser cultivada

durante todo o ano. Em locais de temperatura média inferior a 18°C no inverno, o plantio deve ser realizado na primavera ou no verão. As temperaturas elevadas são favoráveis à germinação, à emergência e ao estágio inicial de formação de mudas. Temperatura média abaixo de 14°C inibe o crescimento, a floração e a frutificação e, quando acima de 32°C, acelera a maturação dos frutos. Temperatura média de 35°C por período prolongado, inviabiliza o pólen, impedindo a plena fertilização e resultando em frutos defeituosos. Temperatura noturna abaixo de 16°C resulta em crescimento retardado das plântulas (EMBRAPA, 2007).

O período de plantio ocorre de setembro a fevereiro e a colheita tem início de 90 a 110 dias após a semeadura. A berinjela pode ser cultivada em solos com textura arenosa até muito argilosa. Porém, apresenta melhor desenvolvimento em solos com textura média, profundos, com alto teor de matéria orgânica, com boa retenção de umidade e bem drenados (EMBRAPA, 2007). A faixa de acidez do solo que favorece à berinjela varia de pH 5,5 a 6,8, apesar de apresentar uma certa tolerância a acidez (FILGUEIRA, 2000; Kessel, 2001). A berinjela consegue retirar do solo em maiores quantidades os nutrientes K, N e Ca, vindo a seguir o Mg, P e S (MALAVOLTA et al., 1974). Entretanto, quando o nível do nutriente no solo é baixo, os sintomas de desnutrição aparecem na ordem N, P, K, Ca, Mg e S (HAAG e HOMA, 1968). Entretanto, a planta é mais eficaz do que as demais solanáceas, no que diz respeito ao uso dos nutrientes que estão disponíveis no solo (HEGDE, 1997).

Os frutos são bagas carnosas, de formato alongado e cores variadas, usualmente roxo-escuras, com cálice verde, que é a melhor coloração para o mercado e o seu formato pode variar de alongado a oblongo (FILGUEIRA, 2000). No Brasil, a berinjela mais comum é a de cor roxa com formato oblongo (HORTIBRASIL, 2014). Para a produção de 1,0 t de frutos, a berinjela requer, em média, 3,0-3,5 kg de nitrogênio, 0,2-0,3 kg de fósforo e 2,5-3,0 kg de potássio (HEGDE, 1997). Em relação aos macronutrientes primários, as recomendações podem chegar a 180 kg ha⁻¹ de N, 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 200 kg ha⁻¹ de K₂O (MALAVOLTA, 1987; RIBEIRO et al., 1998), na dependência dos padrões de fertilidade dos solos. A aquisição de nutrientes pela berinjela depende, em parte, das fontes utilizadas, sendo que o uso integrado de fontes orgânicas e inorgânicas resulta em maior absorção e incrementa a produção de frutos (JOSÉ et al., 1988).

Em termos de macronutrientes e micronutrientes, a produção de frutos é atingida negativamente, com diferentes intensidades, pelo déficit de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn e Mn,

sendo que a deficiência de P provoca queda de flores e drástica redução da produtividade, podendo inclusive não haver produção de frutos (RIBEIRO et al., 1998).

Os nematoides parasitas de plantas representam 10% dos patógenos, porém, há numerosas espécies fitopatogênicas que também, recebem ampla atenção, principalmente por serem consideradas fatores limitantes na produção agrícola (BAKER et al., 2006). O nematoide das galhas (*Meloidogyne spp.*) tem sido relatado como um dos patógenos mais importantes em berinjela. As espécies de *Meloidogyne* mais importantes nesta hortaliça são *M. incognita*, *M. javanica*, *M. enterolobii* e *M. hapla*. Entretanto, *M. incognita* e *M. javanica* têm apresentado maior ocorrência (PINHEIRO et al., 2013).

O setor de hortaliças no Brasil deu um grande salto na última década, elevando em 68% a sua produção, que passou de 11,5 milhões de toneladas, em 1998, para 19,3 milhões de toneladas, em 2008. Por sua vez, a produtividade cresceu 62% nesse período, embora a área cultivada tenha aumentado apenas 3,8%, passando de 778 mil há 808 mil há. O faturamento dessa cadeia atualmente corresponde a 12,4% do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio, que é de 163,5 bilhões (ANUÁRIO, 2010).

Dados da EMBRAPA (2012) revelam que no Brasil 800 mil hectares são destinados para a produção de hortaliças, nos quais são produzidos 19,3 milhões de toneladas com uma produtividade de 24 toneladas de hortaliças por hectares. De acordo com ARAÚJO (2010), 80% da produção de hortaliças no Brasil está voltada para o mercado nacional, sendo um produto de grande influência sobre o consumidor devido aos seus valores nutricionais e medicinais. Na literatura são escassos os trabalhos que abordam a importância econômica da cultura para a região nordeste e com ênfase para o Ceará. Não obstante, é sabido que entre as hortaliças, a berinjela é cultivada em pequenas propriedades rurais direcionadas à agricultura familiar.

A berinjela já vem sendo indicada por pesquisadores da área médica para tratamento alternativo de várias doenças. No entanto, é necessário que haja um equilíbrio para evitar seu acúmulo. O aumento de um ou mais componentes lipídicos na corrente sanguínea dá origem às dislipidemias. O colesterol e os triglicerídeos são os lipídios mais preocupantes. Estudos têm comprovado os efeitos da berinjela quando utilizada na forma de suco do fruto com a casca em humanos tendo efeito na redução dos níveis desses lipídeos. Além de suas propriedades fitoterápicas e do seu valor nutritivo – possui quantidades expressivas de vitaminas, fibras, riboflavina e ácido ascórbico (ANEFALOS et al., 2008).

Para os médicos naturalistas, a berinjela, está entre os vegetais mais indicados para reduzir o colesterol sérico (BALBACH; BOARIM, 1992). Para explicar a redução do colesterol plasmático pesquisadores sugerem que ocorra inibição na absorção intestinal do colesterol, devido ligação de algum componente da berinjela com sais biliares. A redução do colesterol plasmático também pode estar associada à presença de niacina. A redução do colesterol tecidual não deve estar relacionada apenas com a diminuição do colesterol plasmático, mas também com o efeito antioxidante sobre as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), a nativa, a oxidada e a da parede arterial (SOUZA et al., 2011).

Todos esses efeitos fitoterápicos, além da associação com uma dieta saudável, são determinantes para o crescente aumento do consumo de berinjela. Além de equilibrar os níveis de colesterol no sangue, a berinjela é utilizada para tratamento de doenças como diabetes, cardiopatias, artrite, gota, reumatismo e inflamações nos rins, bexiga e uretra. Outra informação muito difundida está relacionada à sua associação com perda de peso, devido aos seus altos teores de fibra.

2.2 Fungos micorrízicos arbusculares

FMA são micro-organismos que fazem simbiose mutualista com raízes de plantas angiospermas, gimnospermas, além de algumas briófitas e pteridófitas (SOUZA et al., 2010). Esta associação simbiótica formada pelos FMA com as plantas terrestres é a mais frequentemente encontrada na natureza, que apresenta vantagens adaptativas, dentre outras, a de promover o crescimento de plantas (SMITH et al., 2010). Os FMA são dependentes dos carboidratos produzidos pelo hospedeiro, podendo as raízes de plantas inoculadas utilizar de 4 a 17% mais carbono que as de plantas não micorrizadas (SMITH et al., 1989).

A ocorrência e distribuição dos FMA são influenciadas por fatores como: salinidade, textura, agregação do solo, umidade, temperatura, precipitação e, ainda, contaminação por metais pesados (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), assim como também pelos fatores bióticos, as espécies de plantas, cobertura vegetal, sistema radicular, nutrição vegetal, ciclo de taxa de crescimento, sistemas de cultivo, alelopatia, exsudação, organismos do solo e outros fatores abióticos, como pH, disponibilidade de nutrientes, elementos tóxicos (AN et al, 1993).

Os FMA formam simbiose mutualística de caráter cosmopolita, com espécies presentes em 80% das famílias de plantas. Nessa simbiose, a planta supre o fungo com energia e fotoassimilados para crescimento e reprodução via fotossíntese e o fungo provê a

planta e o solo com uma gama de serviços (SIQUEIRA et al., 1989). A composição e a atividade dos FMA dependem de uma complexa série de troca de sinais, e que tem como consequências alterações no metabolismo dos simbioss e na diferenciação de uma interface simbiótica dentro das células das raízes (SCHUSSLER; SCHWARZOTT, 2001).

A associação entre o FMA e a planta é considerada simbiótica e mutualística. Simbiótica porque os organismos habitam o mesmo ambiente e mutualística porque ambos se beneficiam com a interação. O fungo coloniza a planta, consome produtos da fotossíntese e os utiliza para seu crescimento e a planta tem sua capacidade de absorver água e nutrientes aumentadas, devido à formação de hifas que aumentam a área de abrangência da raiz a áreas que as plantas sozinhas não teriam acesso (HERRERA, 2003). Por conseguinte, a colonização fúngica expande a zona de absorção da raiz, favorecendo a maior absorção de nutrientes (FREITAS et al., 2006) e, segundo Berbara et al. (2006) o comprimento das hifas dependerá das características do solo.

A colonização das raízes tem início com o crescimento de uma hifa infectiva a partir de um esporo germinado, segmento de raiz infectado ou hifas no solo, as quais são formas de propágulos dos FMA. As hifas formam estruturas de penetração nas raízes do tipo apressório, onde através de uma degradação parcial da parede celular das células radiculares, ocorre a penetração das hifas, e posterior colonização das células do córtex, onde são formados os arbúsculos, que são consideradas as estruturas responsáveis por suprir o fungo com o carbono e os fotoassimilados da planta, e onde a planta obtém os nutrientes e a água retirados do solo pelo fungo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Assim sendo, ecologicamente, a micorrização proporciona melhor utilização dos nutrientes disponíveis no sistema solo-planta, por permitir às plantas melhor adaptação ao ecossistema (COLOZZI-FILHO e NOGUEIRA, 2007). Dessa maneira, os FMA são importantes para a estruturação das comunidades vegetais, pois alteram a capacidade competitiva entre as espécies vegetais, de acordo com a fertilidade do solo e sua dependência micorrízica (FLORES-AYLAS et al., 2003).

Na última década a classificação dos FMA passou por significativas mudanças e foram agrupados em uma única ordem (Glomales), dentro do filo Zygomycota (Morton e Benny, 1990), e atualmente classificados no filo Glomeromycota (SCHUBLER et al., 2001). Entre os vários tipos de micorriza, a arbuscular é a mais disseminada nos trópicos, sendo constituída pelos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) do Filo Glomeromycota (SCHUBLER et al., 2001).

A colaboração dos FMA na diversidade e no funcionamento dos ecossistemas tem sido relatada principalmente devido ao seu efeito sobre a diversidade de plantas e a produtividade (SOUZA et al., 2008). Diversos autores citaram sobre as relações benéficas entre a diversidade de plantas e a colonização micorrízica (GRIME et al., 1987; VAN DER HEIJDEN et al., 1998). Todavia o potencial de formar micorriza arbuscular é restrita a fungos pertencentes a cinco famílias (Gigasporaceae, Glomeraceae, Acaulosporaceae, Paraglomaceae e Archaeosporaceae) da ordem Glomerales do filo Glomeromycota (STURMER e SIQUEIRA, 2006). Das quais são conhecidas cerca de 140 espécies, distribuídas em apenas sete gêneros (*Acaullospora*, *Archaeospora*, *Entrophospora*, *Glomus*, *Gigaspora*, *Paraglomus* e *Scutellospora*) (INVAM, 2012).

Al Momany (1987) relatou sobre o efeito de *Glomus fasciculatum*, *Glomus monosporum* e *Glomus mosseae* no desenvolvimento de plântulas de tomate, berinjela e pimentão em experimento de campo. O incremento na produção foi de 47% para o tomate, 22% para pimentão e 47% para berinjela. *G. mosseae* apresentou maior promoção no desenvolvimento das plantas e *G. fasciculatum* foi o mais eficiente na colonização de raízes de pimentão e berinjela.

Irfan et al. (2011), concluíram que as plantas de berinjela em condições de estresse, quando foram inoculadas com FMA, mostraram bom crescimento, tanto morfológicamente como bioquimicamente, sugerindo assim que os FMA podem contribuir para aumentar a biomassa e melhorar produção de culturas agrícolas.

2.3 Mecanismos de resistência de plantas à nematoide

Frequentemente as plantas precisam defender-se do ataque de agentes externos (fungos, nematoides, insetos) além de estresse do ambiente no qual se encontram. Nas plantas não há um sistema imunológico, como ocorre nos animais, contudo são conhecidos diversos mecanismos de defesa por parte das plantas.

A redução da severidade de doenças de plantas pode ser fortemente influenciada por FMA, através de um ou mais mecanismos incluindo: a) aumento no fornecimento de nutrientes; b) competição por fotossintatos do hospedeiro e sítios de infecção; c) modificações morfológicas em raízes e nos tecidos radiculares; d) modificações nos componentes químicos dos tecidos da planta; e) redução do estresse abiótico; f) modificações microbianas na micorrizosfera (LARANJEIRA, 2001).

Schwan-Estrada et al. (2008) destacam que, os mecanismos de defesa de uma planta podem ser estruturais e bioquímicos, ambos pré e/ou pós-formados em relação à tentativa de penetração do patógeno no hospedeiro. Os mecanismos estruturais constituem-se em barreiras físicas à penetração e/ou colonização do patógeno, enquanto que os mecanismos bioquímicos englobam substâncias capazes de inibir o desenvolvimento do patógeno ou gerar condições adversas para a sobrevivência nos tecidos do hospedeiro. Estas devem estar presentes em concentrações adequadas nas partes invadidas e em forma acessível ao patógeno, de tal maneira que mudanças na concentração da (s) substância (s) impliquem em mudanças na expressão da doença.

A resistência de plantas fundamenta-se em barreiras e mecanismos de defesa pré-existent mesmo que o patógeno tenha ou não chegado ao sítio de infecção. Porém, plantas possuem outros mecanismos de defesa que segundo Salgado e Silva, (2005) têm sido relatados na resistência de plantas a nematoides, como aumento da atividade de enzimas como fenilalanina amônia-liase (FAL), acúmulo de peroxidase, polifenoloxidasas, superóxido dismutase, quitinase e inibidores de proteinases.

Os mecanismos de resistência de plantas a nematoides são vários, complexos e, em alguns casos, poucos conhecidos (HUANG, 1985). A resistência de plantas ao ataque de fitopatógenos pode ser entendida como a capacidade que elas desenvolveram de impedir, restringir ou retardar a penetração destes organismos em seus tecidos, diminuindo os efeitos danosos potenciais. A resistência do hospedeiro a um microrganismo patogênico pode ser definida, sob o aspecto fisiológico, como a capacidade da planta em atrasar ou evitar a entrada e/ou a subsequente atividade do patógeno em seus tecidos (GOODMAN et al., 1986).

A ocorrência do parasitismo é dependente da evolução das várias fases que ocorrem durante a interação nematoide-planta (figura 1). Uma das fases iniciais é a atração que a planta exerce sobre o nematoide, decorrente da presença de compostos orgânicos produzidos e liberados pelas raízes. As fases seguintes envolvem o reconhecimento e penetração do nematoide na planta, movimentação, onde o nematoide pode permanecer ou não até atingir a maturidade e reproduzir-se (FARIA et al., 2003).

Após a penetração, os nematoides ainda podem ser afetados por compostos tóxicos já presentes nos tecidos das plantas (resistência bioquímica pré-formada). Correlação positiva entre os teores de compostos fenólicos e a resistência de tomate a *M. incognita* já foi observada em maior concentração em cultivares resistentes de tomate (HUANG, 1985).

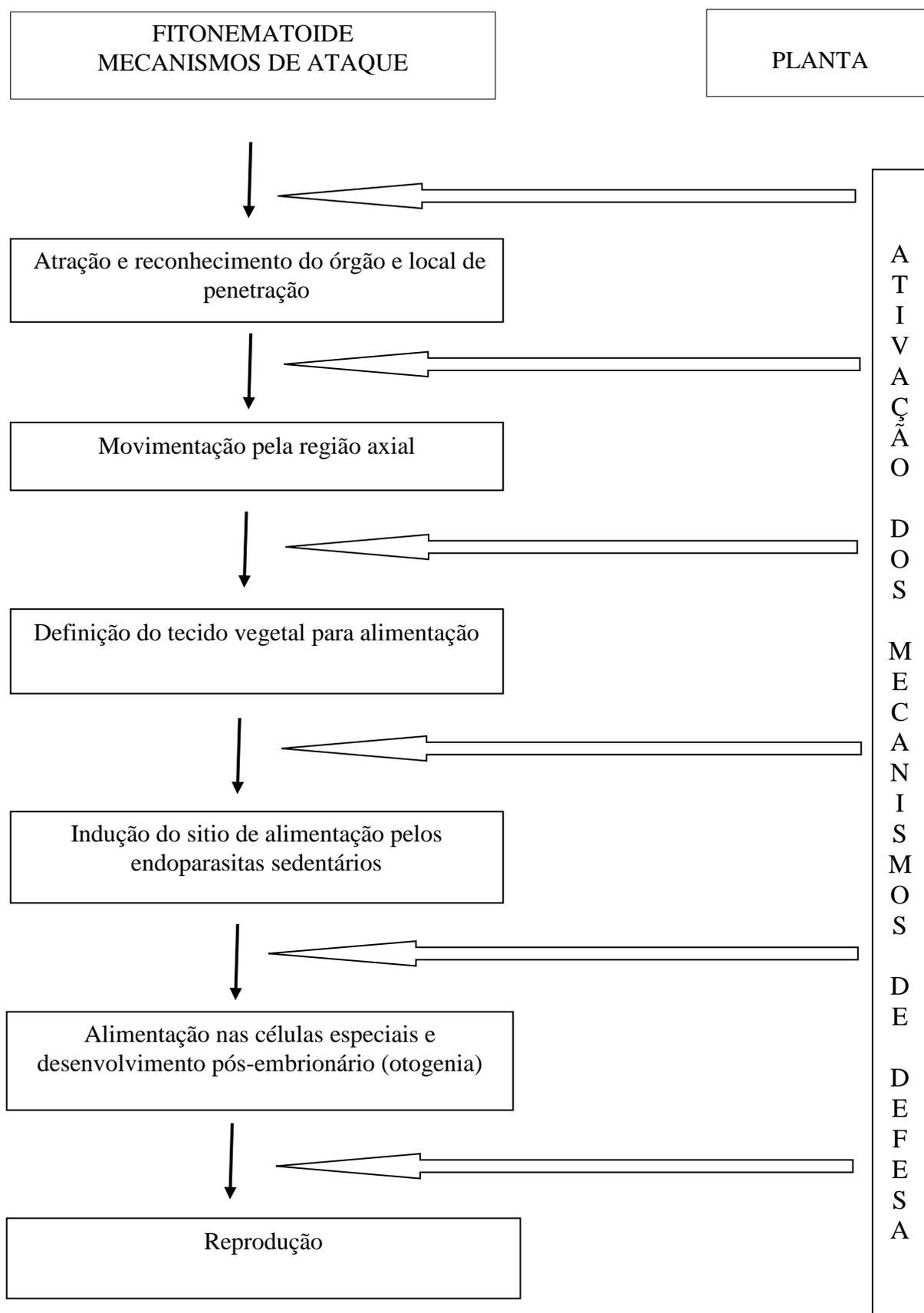


Figura 1. Fases envolvidas na interação nematoide-planta (FARIA, 2003)

2.4 Pó da casca de coco

O coqueiro (*Cocos nucifera*) é uma planta de origem asiática, que teve sua introdução no Brasil na primeira metade do século XVI pelo Estado da Bahia com a chegada dos portugueses. Sendo uma planta tropical, encontrou condições ideais em solos brasileiros e se expandiu para o Norte e Nordeste do país chegando ao Sudeste. O seu cultivo destina-se ao consumo *in natura* ou industrializado da água de coco. E segundo a FAO 2011, o Brasil é o quarto maior produtor mundial com uma produção aproximada de 2,8 milhões de toneladas, em uma área colhida de 287 mil ha de coqueiros estando atrás apenas da Indonésia que produz 19,5 milhões de toneladas, das Filipinas que tem safra anual de 15,3 milhões e da Índia que colhe 10,8 milhões de toneladas de coco ao ano.

Em contrapartida, somando-se as produções e o aumento no consumo de água de coco, acaba resultando em problemas ambientais, que é a geração de resíduos, que na maioria das vezes tem uma deposição incorreta. Diante disso, Bezerra e Rosa (2002) sugeriram que a sua utilização como substrato na horticultura pudesse reduzir o efeito negativo desse resíduo ao ambiente, através da reciclagem do mesmo e ser considerado ambientalmente sustentável, constituindo também uma forma de conservação dos recursos naturais.

Dentre as diversas possibilidades de uso, o pó da casca de coco, recentemente, foi introduzido no meio agrícola. Nunes (2000) complementa que o pó de coco é um excelente material orgânico para formulações de substratos devido as suas propriedades de retenção de água, aeração do meio de cultivo e estimulador do enraizamento. Além do mais Murray (2001) e Ohler (1986) relataram em estudos a utilização do resíduo da casca de coco na agricultura intensiva, principalmente no cultivo de hortaliças.

Como cada cultura tem diferentes necessidades no que diz respeito a aeração, porosidade e capacidade de retenção de água, e devido o pó da casca de coco apresentar algumas propriedades físico-químicas ele pode ser adicionada na mistura do substrato para o cultivo de berinjela conferindo melhorias na porosidade, beneficiando as condições aeróbica, porosidade e capacidade de retenção de água. Oliveira et al. (2008) relataram que para o uso agrícola é necessário lavar os substratos pó e fibra da casca de coco, a fim de diminuir o alto teor de taninos, para melhorar o desempenho na produção de mudas de berinjela. Ainda, Oliveira et al. (2008) recomendaram a lavagem dos substratos à base de pó e fibra da casca de coco com a finalidade de diminuir os níveis de sódio, evitando a salinização.

Rosa et al. (2001) observaram que o pó da casca de coco verde apresenta uma grande capacidade de retenção de umidade, sendo capaz de reter água em valor equivalente a, praticamente, cinco vezes o seu peso. Para Costa (2003), o pó de casca de coco verde é um material com alta porosidade, apresentando boa drenagem e alta capacidade de aeração. Também Oliveira et al. (2006) obtiveram melhores resultados na produção de berinjela e pimenta utilizando o pó da casca de coco misturado com composto orgânico e/ou húmus de minhoca.

As propriedades físico-químicas do pó da casca de coco variam bastante. Sánches (1999) apresentou resultados de vários autores, nos quais são observados essa variabilidade. As propriedades físico-químicas apresentam os seguintes valores médios: pH= 5,4; CE= 1,8 dS/m; CTC = 92 cmolc/kg; porosidade total = 95,6% com grande porcentagem de lignina (35-45%) e de celulose (23-43%) e uma pequena quantidade de hemicelulose (3-12%), que é a fração vulnerável ao ataque de micro-organismos. Essas características conferem ao substrato de fibra de coco grande durabilidade, sendo, dessa maneira, recomendável para o cultivo de hortícolas, pois não sofre o processo de degradação acelerado causado pela aplicação de água e fertilizantes (NOGUEIRA et al., 2000).

Trabalho utilizando substratos à base de casca de coco verde e de coco maduro com diversas proporções de fibra e pó e irrigados com solução nutritiva, mostrou ser uma alternativa para a produção de mudas de berinjela (OLIVEIRA et al., 2008). Resultados obtidos por Pereira et al (2004), testando várias formulações de substratos com composto orgânico à base de pó da casca de coco verde mostram a viabilidade desse material para a produção de mudas de quiabeiro. De uma maneira geral, os resultados mostram que a maioria dos substratos testados podem ser utilizados para produção de mudas de berinjela, ressaltando-se que as mesmas devem ser fertirrigadas.

2.5 Doenças que afetam a berinjela

A berinjela apesar de ser rústica, é suscetível a uma série de patógenos que acometem durante o ciclo da cultura. Dentre os quais, cita-se a murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum*, que em solanácea causa a murcha das folhas mais novas, nas horas mais quentes do dia, normalmente em plantas no início da frutificação. Em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, como alta temperatura e umidade, a murcha atinge toda a planta sendo irreversível e causando a sua morte. A intensidade dos sintomas varia com

o isolado do patógeno e a cultivar. Em condições adversas ao desenvolvimento da doença pode ocorrer infecção latente ou as plantas infectadas podem apresentar amarelecimento e subdesenvolvimento sem a ocorrência de murcha. É comum a formação de raízes adventícias nos caules de plantas afetadas. Internamente, além da descoloração e colapso dos vasos do xilema que ocorrem a nível macroscópico, são também observadas tiloses, dissolução de substâncias pécnicas na lamela média e degradação da celulose nas paredes celulares. O sinal característico da murcha é a exsudação bacteriana a partir do tecido vascular em cortes de órgãos infectados (MICHEREFF et al., 2001).

Merece destaque também o, tombamento ou “damping-off” (*Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp.), que normalmente ocorre em reboleiras na sementeira, espalhada pela água de chuva ou de irrigação. Só as plantas bem jovens (até 10 cm de altura) são afetadas, embora plantas um pouco maiores, mesmo após o transplante, mostrem anelamento na base do caule, ficando com seu desenvolvimento prejudicado. Os principais sintomas desta doença são a necrose e podridão da base do caule, normalmente provocando o tombamento da planta. Plantas adultas podem apresentar podridão de raízes e/ou escurecimento da base do caule (REIS et al., 2011).

Verticillium dahliae, *R. solanacearum*, e *Tospovirus* (REIS et al., 2007). São alguns vírus já relatados incluem: *Eggplant mosaic virus* (EMV), uma espécie de Tymovirus (família Tymoviridae) (Ferguson, 1951; Dale, 1954), *Eggplant mottled dwarf virus* (EMDV) classificado no gênero Nucleorhabdovirus (família Rhabdoviridae) (Martelli, 1969) e o *Eggplant mottle crinle virus* (EMCV) membro do gênero Tombusvirus (família Tombusviridae) (MAKKOUK, 1981).

Na berinjela o oídio *Oidiopsis haplophylli* é uma doença que é identificada pelo surgimento de manchas amarelas na superfície superior das folhas, correspondendo a um crescimento branco pulverulento na face abaxial. A medida que o tempo vai passando, as manchas cloróticas podem tornar-se necróticas, confundindo com outras doenças foliares como a pinta-preta ou a mancha de Phomopsis (REIS et al., 2011)

Em cultivares suscetíveis, a frequência da antracnose em frutos sintomáticos pode variar de 35-100% (MADEIRA, 1989). A antracnose é mais grave durante o período chuvoso ou sob irrigação por aspersão, quando o controle químico também é menos eficiente (FERNANDES et al., 2001).

O controle das doenças em berinjela compreende o uso de medidas profiláticas como o manejo integrado que inclui práticas tais como o uso de cultivares resistentes, a rotação de

culturas, uso racional de irrigação e a utilização equilibrada de fertilizantes e pesticidas pode proporcionar níveis adequados de controle da maioria das doenças desta cultura (REIS et al., 2007). O controle de doenças de plantas por meio de agroquímicos ainda é o mais utilizado, pois poderão apresentar em curto prazo, efeito positivo para o produtor (RODRIGUES et al., 2007; TIMMER et al., 1998). Entretanto, os resultados para a sociedade e para o meio ambiente podem se tornar negativos à poluição causada pelos resíduos, principalmente quando aplicados de forma inadequada. A conscientização dos consumidores a respeito do efeito dos alimentos na manutenção da saúde gera maior exigência por produtos de qualidade para o consumo *in natura*, em que relação produto/consumidor é bastante estreita (FORTES; OSÓRIO, 2003).

Nesse contexto, expressões como agricultura alternativa ou agricultura sustentável ganham destaque (ZADOCKS, 1992) e estimulam a busca de novas medidas de proteção das plantas contra doenças. Um dos aspectos deste tipo de agricultura é o controle alternativo de doenças de plantas, no qual estão incluídos o controle biológico (AMORIM; MELO, 2002).

2.5 *Meloidogyne incognita* e a cultura da berinjela

Os nematoides são micro-organismos que vivem no solo e nas raízes das plantas em áreas cultivadas, como também em ambientes naturais e estão relacionados entre os animais multicelulares mais numerosos do mundo (LORDELLO, 1984). Além dos danos severos causados pelos nematoides formadores de galhas, estes são altamente prolíferos e apresentam um ciclo de vida rápido, fazendo com que a população aumente de maneira intensa durante um ciclo de produção (ALVES; CAMPOS, 2001).

Os fitonematoides estão entre os animais mais numerosos no mundo, possuem tamanho reduzido, sendo visíveis com o auxílio de microscópio. O comprimento destes seres varia de 0,3 a 3,0 mm e 0,015 a 0,050 mm de diâmetro. Atacam uma quantidade diversificada de plantas cultivadas e estão presentes em maior número no solo, como ectoparasitos migradores (TIHOHOD, 1993). As espécies de plantas que podem hospedar os nematoides das galhas compõem um grupo muito amplo, pois eles parasitam quase todas as plantas cultivadas (COSTA MANSO et al., 1994). Freitas et al. (2006) relataram que o grau de danos depende da suscetibilidade da planta, do estado nutricional e do nível populacional dos nematoides no solo. Os ataques às raízes e, outras estruturas subterrâneas tais como rizomas e raízes, são as mais frequentes.

O ciclo de vida dos nematoides formadores de galhas completa-se em torno de 22 a 30 dias, sendo influenciado pela temperatura do solo. Para *M. incognita*, as temperaturas ideais estão entre 25 e 30° C. Acima de 40° C ou abaixo de 5° C, há redução das suas atividades vitais, podendo até mesmo serem extintas (FERRAZ, 2001).

As fêmeas depositam os ovos dos nematoides das galhas sobre as raízes da planta hospedeira, envoltos por uma massa gelatinosa. A eclosão dos juvenis é influenciada pela temperatura e ocorre sem a necessidade de estímulos das raízes das plantas, apesar de que alguns exsudatos radiculares induzem a eclosão (KARSSSEN; MOENS, 2006). Fatores físicos e químicos como umidade e a aeração do solo, o pH e os produtos químicos orgânicos e inorgânicos contidos na água do solo também influenciam no processo de eclosão (TIHOHOD, 2000).

O período de vida de *Meloidogyne* é composto pela fase de ovo, quatro juvenis (J1, J2, J3, J4) e adulto (GHEYSEN; FENOLL, 2002). O ovo, o qual é posto pela fêmea, é unicelular e sua evolução ocorre em poucas horas após a oviposição, resultando em 2, 4, 8 e mais células, até a completa formação do juvenil de primeiro estágio (J1) no seu interior (SAIGUSA, 1957). A primeira ecdise ocorre no interior do ovo, dando origem ao J1, o juvenil de segundo estágio (J2), eclode depois de perfurar um dos extremos da casca do ovo com seu estilete, e passa a movimentar-se no solo em busca das raízes de plantas que possam hospedá-lo. O estágio infectivo (J2) e os machos são capazes de se mover livremente no solo. Os J2 podem permanecer no solo num estado quiescente por um longo período. Não obstante, no decorrer de tal período eles consomem suas reservas nutricionais armazenadas no intestino e sua infectividade pode ser reduzida.

Durante o contato, os nematoides, no estágio infectivo J2, dirigem-se intercelularmente no córtex e câmbio vascular. Excretam secreções glandulares através do estilete, causando diferenciações em células do parênquima vascular da raiz sob a forma de hipertrofia formando as células gigantes multinucleadas, resultantes de divisões nucleares sem divisão celular Fuller et al. (2008), não completando a citocinese no fim da mitose (ABAD et al., 2009). Os machos também migram nas raízes, todavia, retornam ao solo porque não são hábeis em induzir células gigantes (WILLIAMNSON e HUSSEY, 1996).

De acordo com Abad et al. (2009), os nematoides se alimentam nas células gigantes. Essas células evidenciam um aumento da densidade citoplasmática e uma diminuição da vacuolização normal. O citoplasma denso é rico em complexo de Golgi, retículo endoplasmático, mitocôndrias, plastídios e ribossomos. As paredes celulares das células

gigantes possuem invaginações típicas de células de transferência, o que aumenta a absorção de nutrientes do xilema. A adaptação das plantas ao parasitismo de nematoides está relacionada à sua capacidade de se assemelhar aos hormônios vegetais, tradução de sinais, indução de mitose, e degradação de proteínas vegetais e ativação/inibição da expressão de genes do hospedeiro (Fragoso et al., 2007). Os genes acionados são os de metabolismo de parede celular, os que regulam o ciclo celular, processamento de DNA e síntese de proteína e energia; já os inibidos são os de proteção e defesa celular, comunicação celular e transporte celular (FRAGOSO et al., 2007).

O que diferencia os endoparasitas sedentários do gênero *Meloidogyne* de outros nematoides é que eles não destroem a célula hospedeira com o parasitismo, as células gigantes permanecem metabolicamente ativas até o fitonematoide completar o ciclo de vida, ou seja, passarem pelas fases juvenis de terceiro (J3) e quarto estágio (J4) para adultos com produção de ovos (Fragoso et al., 2007). Em volta das células de alimentação, há a hiperplasia celular responsável pela formação das galhas. As galhas são formadas pela hipertrofia das células gigantes e hiperplasia das células do cilindro vascular e do córtex da raiz (WILLIAMSON e KUMAR, 2006). Em pesadas infecções, há a fusão das galhas, resultando em grandes engrossamentos de raízes. Como resultado do parasitismo, água e nutrientes responsáveis pelo desenvolvimento da planta, são canalizados para o desenvolvimento do parasita (WILLIAMSON e HUSSEY, 1996).

O ataque de nematoides das galhas resulta em danos ao sistema radicular das plantas hospedeiras, nos quais as deformidades dependem da espécie presente. As raízes apresentam formação de galhas, redução do sistema radicular com posterior decomposição de raízes. E de acordo com Pinheiro et al. (2013), os sintomas reflexos de infecções causadas pelos nematoides das galhas para a parte aérea das plantas de berinjela podem ser observados na forma de nanismo, murcha e clorose, além de deficiência nutricional secundária, tamanho reduzido de frutos e, conseqüentemente, baixo rendimento da cultura.

2.7 Comportamento planta-nematoide-FMA

A eficiência da simbiose entre planta e FMA expõe a capacidade dos FMA em causar o crescimento da planta e é dependente da genética do fungo, do hospedeiro e dos fatores edafoclimáticos envolvendo os dois agentes (HARRISON, 1999). 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).

Alterações tem sido observada na interação de FMA e fitonematoides, indicando que a associação hospedeiro-nematoide-FMA é bastante específica e que a variação em um dos componentes pode levar à diversidade de resultados. Embora a maior parte, dos dados existentes indicarem que as reduções de crescimento, consequência da infecção por nematoides, têm sido menores em plantas colonizadas por FMA comparadas às plantas não micorrizadas.

Habitantes da terra os FMA e nematoides têm efeitos contrários sobre o crescimento das plantas (SIQUEIRA; MAHMOOD 1995). O efeito do FMA sobre o crescimento de plantas infectadas por *Meloidogyne* é sobremaneira variável, mas geralmente positivo (Borowicz 2001; Maia et al. 2006). O mesmo acontece no estabelecimento da simbiose e desenvolvimento do nematoide. A inoculação com FMA em plantas atacadas por nematoide pode diminuir a deficiência nutricional, aumentando a absorção de diversos nutrientes, como por exemplo o P, com posterior aumento no crescimento da planta.

Conforme Elsen et al. (2008), além do conhecido efeito do FMA no vigor e na nutrição de P em plantas com nematoide, redução da reprodução do parasito também é atribuída a mudança fisiológica no vegetal proporcionada pela micorrização. Entre essas estão: alterações que dizem respeito com a pré-infecção, como mudanças na atração produzida pela raiz, seja pela modificação seja pela diminuição da quantidade de exsudatos radiculares; produção de compostos nematicidas (Ingham 1998); aumento na lignificação das raízes (Siddiqui; Mahmood 1995); alterações na composição da parede celular (Hol; Cook 2005); ativação de mecanismos de defesa da planta (Azcón-Aguilar; Barea 1996). Essas mudanças tornam as raízes sem condições adequadas para o desenvolvimento e reprodução do patógeno DEHNE (1982).

A função aleloquímica dos exsudatos em relação aos microrganismos ainda não foi muito estudada, principalmente quanto aos fitonematoides. Entre os efeitos benéficos dos exsudatos a fitonematoides estão a atração exercida pela raiz e o estímulo à eclosão em alguns fitonematoides (Bird, 1959; Tefft e Bone, 1985; Shmitt e Riggs, 1991). Efeitos adversos incluem toxicidade e repelência a nematoides (BRITO E FERRAZ, 1987).

Desorganizações no local de infecção e no desenvolvimento do nematoide também são verificadas em plantas micorrizadas. Sddiqui e Mahmood (1998) relataram redução no comprimento do corpo e do estilete foi observada em *M. javanica* infectando tomateiros

Lycopersicon esculatum L. associados a *Glomus mosseae*. Smith et al. (1996) observaram também diminuição no número de juvenis de *M. incognita* que alcançaram o estágio de fêmea adulta ovopositora em raízes de algodoeiro *Gossypium hirsutum* L. inoculado com *Glomus intraradices*. Os FMA também podem influenciar a micorrizosfera, induzindo mudanças na população microbiana do solo, o que pode estimular certos componentes da microbiota antagonistas ao nematoide (AZCÓN-AGUILAR; BAREA 1996).

É sabido que os estudos para a elucidação dos mecanismos que atuam na formação dos fungos micorrízicos arbusculares são escassos, porém já está bastante claro que o teor de fósforo na planta é fundamental para a ocorrência da simbiose. Kiriachek et al. (2009) citaram que o fósforo é o mais importante nutriente inorgânico que afeta o desenvolvimento de FMA, controlando principalmente a taxa de crescimento fúngico intrarradicular. Geralmente, com grandes quantidades de fósforo na planta inibem a colonização dos FMA nas raízes, por outro lado em pequenas quantidades favorecem a colonização intrarradicular. Há evidências também de que os FMA sintetizam moléculas sinalizadoras, que são reconhecidas pelas plantas hospedeiras para estimular a germinação e crescimento desses fungos (BERBARA et al., 2006).

O resultado da ação dos fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento das plantas é significativo com relação aos nutrientes de baixa mobilidade no solo, os quais praticamente não se movem por fluxo de massa, porém chegam à raiz por meio de mecanismos de difusão (MARSHNER, 1995). Neste grupo encontram-se principalmente o macronutriente fósforo e os micronutrientes zinco e cobre (CARDOSO et al., 2010). Já o nitrogênio quando se encontra na forma de amônio (menos móvel que o nitrato) é comum observar-se um aumento de sua absorção em plantas micorrizadas (GEORGE et al., 1992).

A colonização por fungos MA tem atingido a reprodução dos nematoides, diminuindo em diversos casos a ovoposição e o número de seres no sistema radicular de plantas infestadas. A exemplo Mac Guidwin et al., (1985) relataram que, a penetração e o desenvolvimento do nematoide *Meloidogyne hapla* Chitwood foram inibidos em cebola (*Allium cepa* L.) colonizada por *G. fasciculatum*, verificando-se que a população final de nematóides foi duas vezes maior em plantas não micorrizadas quando comparadas às plantas colonizadas pelos FMA.

A melhora da nutrição fosfatada das plantas tem sido reconhecida como um dos maiores benefícios das micorrizas, as respostas, entretanto, variam com o nível de fósforo, pH e teor de alumínio, com a espécie de FMA presente e com a cultivar ou espécie de planta. O

mecanismo de atuação da micorriza mais aceito para explicar o benefício em relação ao fósforo, é que as micorrizas exploram uma área maior de solo, em relação às raízes, portanto um processo físico (CARDOSO et al., 2010). Todavia as micorrizas podem ser mais do que simplesmente uma extensão do sistema radicular, contribuindo na absorção de nutrientes pela planta em até 80% de fósforo, 60% de cobre, 25% de nitrogênio, 25% de zinco e 10% de K (MARSCHNER; DELL, 1994).

Os fungos micorrízicos arbusculares são muito atingidos pelas condições ambientais fazendo com que apresentem comportamento diferentes para o pH do solo, condições de alta ou baixa disponibilidade de nutrientes, para as características das plantas hospedeiras como idade da planta, ciclo de vida e estado nutricional. Assim, para Berta et al. (1995), as condições em que a associação entre os FMA e as plantas é estabelecida, principalmente com relação ao isolado de FMA a ser utilizado, parece ser crucial para explorar ao máximo os benefícios desta associação, como resistência ao transplantio, à salinidade, à seca e ao aumento de tolerância a doenças de solo e a fitonematoides.

Diante disso, Hussey e Roncador (1992) relataram que, plantas susceptíveis a nematoides parecem ser mais tolerantes ao parasito quando micorrizadas, ou ainda a presença de FMA pode reduzir os danos causados pelos nematoides, variando a reação da planta hospedeira para resistir a reprodução do nematoide e responder ao parasitismo. Essa proteção é garantida pelo solo e por condições ambientais Azcón-Aguilar e Barea (1996), porém as respostas são bastantes complexas, tornando necessários mais estudos sobre essa interação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de instalação do experimento

O estudo foi realizado de setembro a novembro de 2014 em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará - UFC, situada no município de Fortaleza, Ceará. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é Aw' localizado nas coordenadas geográficas: latitude 3^o 44' S e longitude de 38^o 33' W. O solo utilizado foi classificado como Cambissolo Eutrofico Tb latossólico, vindo da Chapada do Apodí, no município de Limoeiro do Norte – CE (LEVANTAMENTO TÉCNICO UFC/DENOS, 1988). O solo foi coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade, do qual foi realizada uma sub-amostragem do solo para a caracterização química e física (tabela 1).

Tabela 1- Caracterização química e física da camada (0-20 cm) de profundidade do solo.

Prof.	pH água	H+Al	Al	Ca	Mg	K	CTC	SB	S	P
			-----cmol _c dm ⁻³ -----						-----mg dm ⁻³ ----	
	6,7	1,32	0,15	6,8	1,9	0,73	10,8	9,5	6,07	7
	Fe	Mn	Zn	Cu	V	m	M.O.	Argila	Silte	Areia
	-----mg dm ⁻³ -----				----- %-----			-----g kg ⁻¹ -----		
	2,4	60,1	4	0,6	88	2	26,7	234	221	545

3.2 Preparo do substrato

O solo, assim como o pó da casca de coco utilizados no experimento foram esterilizados em autoclave a temperatura de 120⁰C á 1 atm de pressão durante 2 horas, sendo que o emprego de ambos aconteceu cerca de duas semanas após a esterilização para que ocorresse a estabilização dos íons.

Passado o período de quinze dias o solo e o pó da casca de coco foram misturados obedecendo as proporções de cada tratamento. Como cada parcela experimental foi constituída por um vaso com capacidade para 6 kg, a percentagem da composição da mistura foi calculada na base de massa. A finalidade do pó da casca de coco, nesse estudo, foi a de melhorar as condições físicas, como a porosidade, beneficiando as condições aeróbicas e a drenagem.

3.3 Seleção do cultivar de berinjela

Para o experimento com berinjela, foi utilizada a cultivar Comprida-Roxa (Agristar®). A opção por essa cultivar foi devido o seu ciclo curto, sua associação a espécies de FMA e sua susceptibilidade aos nematoides das galhas.

3.4 Produção do inóculo para inoculação da micorriza

Os FMA foram obtidos via Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará. O inóculo de FMA foi constituído por uma mistura das seguintes espécies constantes na tabela 2.

Tabela 2 – Espécies de FMA e número de esporos que formaram o inóculo.

Espécies de FMA	Número de esporos*
<i>Acaulospora scrobilucata</i>	262
<i>Entrophora colombiana</i>	311
<i>Scutelospora heterogama</i>	135
Total	708

* Por 100 g de solo

Média de 3 repetições do número de esporos encontrados em 4 ml de suspensão.

O inóculo de FMA foi constituído por uma mistura dessas três espécies de micorrizas e a densidade de esporos foi determinada após a extração via peneiramento úmido (GERDEMANN; NICHOLSON, 1963) em câmara de contagem sob o microscópio estereoscópio. Os esporos foram colocados nos vasos no momento do transplântio da berinjela da sementeira para os vasos. Cada planta, então com 22 dias de idade, recebeu 4 ml com suspensão dos esporos das três espécies de FMA.

3.5 Preparo do inóculo e inoculação do *M. incognita*

O inóculo de *M. incognita* foi fornecido pelo Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. A população de *M. incognita* foi mantida e multiplicada em plantas de coléus (*Solenestemon scutellarioides* (L.) Codd), de conhecida suscetibilidade ao patógeno, foram cultivadas em vasos contendo 5 kg de solo autoclavado e mantidas em casa de vegetação por um período de 45 dias. Após esse tempo da inoculação, raízes com galhas desenvolvidas foram separadas da parte aérea e em seguida lavadas em água corrente para a extração do patógeno.

A extração do nematoide foi realizada conforme metodologia desenvolvida por Coolen & D'Herde (1972). As raízes foram cortadas e trituradas em água com hipoclorito de sódio a 0,5% em liquidificador em alta rotação por 15 segundos. Em seguida a suspensão foi passada

por um conjunto formado por duas peneiras sobrepostas (20 e 400 mesh). O material que ficou retido na peneira de 400 mesh foi recolhido e passado para tubos de centrífuga juntamente com o caulín ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) e centrifugado por cerca de 5 minutos a uma rotação de 1750 rpm. Após esse processo, o sobrenadante foi descartado e ao sedimento adicionou-se uma solução de sacarose a 45% ressuspendendo-se os nematoides. Em seguida, os tubos devidamente equilibrados retornaram para a centrífuga durante 1 minuto a uma rotação de 1750 rpm. Por fim, o líquido sobrenadante foi passado pela peneira de 400 mesh, com a retirada total da sacarose em água corrente. O material resultante na peneira foi transferido para um béquer para posterior contagem em câmara de Peters sob microscópio estereoscópio. Após a calibração da suspensão, procedeu-se a inoculação das plantas de berinjela, conforme o tratamento, empregando-se 5.000 ovos do nematoide, os quais foram distribuídos em três orifícios de 2 cm de profundidade perfurados em torno de cada planta de berinjela.

3.6 Tratamentos e condução do experimento

O delineamento experimental adotado foi em blocos inteiramente casualizados, com 12 tratamentos e 6 repetições totalizando 72 parcelas experimentais. Os tratamentos estão de acordo com o sugerido por Silva Júnior (2013), cujas proporções do pó da casca de coco na formação do substrato não devem ser superiores a 40% na composição deste. Neste sentido, foram formadas combinações de solo com pó de casca de coco variando de 10 a 40% (T5 a T8). Constituíram os controles do ensaio plantas somente com micorrizas, somente com nematoides ou sem nenhum microrganismo (T1 a T3; T9 a T12) tabela 2.

Tabela 3- Tratamentos utilizados no experimento com mudas de berinjela 'Comprida roxa'.

Tratamentos	Composição do substrato
T1	100% de solo + FMA
T2	100% de solo -FMA-nematoide
T3	100% de solo + nematoide
T4	100% pó da casca de coco + nematoide
T5	90% de solo + 10% de pó da casca de coco + FMA + nematoide
T6	80% de solo + 20% de pó da casca de coco + FMA + nematoide
T7	70% de solo + 30% de pó da casca de coco + FMA + nematoide
T8	60% de solo + 40% de pó da casca de coco +FMA + nematoide
T9	90% de solo + 10% de pó da casca de coco -FMA - nematoide

T10	80% de solo + 20% de pó da casca de coco - FMA - nematoide
T11	70% de solo + 30% de pó da casca de coco -FMA - nematoide
T12	60% de solo + 40% de pó da casca de coco -FMA –nematoide

+FMA: Inoculado com FMA e nematoide

-FMA: Sem inoculação com FMA e nematoide

O experimento (Figura 2) teve início com o transplântio das mudas de berinjela com 22 dias após emergência da sementeira para os vasos. Os esporos foram colocados nos vasos dos tratamentos no momento do transplântio da berinjela da sementeira para os vasos. Cada planta recebeu 4 ml com suspensão dos esporos das três espécies de FMA. Após a adição dos esporos esperaram-se 30 dias para que ocorresse o contato e o estabelecimento dos fungos micorrízicos arbusculares no sistema radicular. Finalizado esse período de estabelecimento, fez-se a introdução do inóculo dos nematoides nos tratamentos determinados, os quais permaneceram em contato por 45 dias. Logo após o período total de 75 dias, contados da inoculação das micorrizas, as plantas foram coletadas e encaminhadas para análises em laboratório.

Figura 2 – Experimento em casa de vegetação, com plantas de berinjela inoculadas com FMA.



Fonte: Autor

4 Variáveis Avaliadas

Avaliaram-se nove variáveis considerando-se o crescimento das plantas, os níveis de macronutrientes e a infestação do patógeno.

4.1 Análise de crescimento das plantas

A altura das plantas foi medida, considerando-se a distância compreendida entre o nível do solo até o ápice da mesma. Também foi realizado, ao longo do período experimental a contagem do número de folhas. Essas duas variáveis foram avaliadas semanalmente até a retirada das plantas aos 75 dias.

4.2 Massa da matéria fresca da parte aérea e da raiz

Após a coleta das plantas dos diversos tratamentos ao final do experimento efetuou-se a separação em parte aérea e raízes, as quais foram pesadas em balança analítica para a obtenção da massa da matéria fresca de ambas. Em seguida, a parte aérea foi colocada em estufa com ventilação forçada para secagem a temperatura de 65 °C, até atingir peso constante. Logo após, foram moídas para a determinação do teor de nutrientes.

As raízes, após pesadas, foram utilizadas para a determinação da colonização micorrízica arbuscular e para a determinação da infestação de *M. incognita*.

4.3 Determinação dos teores NPK na parte aérea da planta

A quantificação de cada nutriente, nitrogênio, fósforo e potássio, foi realizada como proposto por Malavolta et al. (1997). Assim, determinou-se o teor de nitrogênio pelo método de Kjeldahl, no qual o material vegetal seco permaneceu em tubos de digestão com 2 ml de ácido sulfúrico concentrado juntamente com a mistura responsável pela catalisação e mantido a uma temperatura de 350 °C, para que ocorresse a mineralização do nitrogênio. Prosseguindo efetuou-se a destilação por meio de hidróxido de sódio (NaOH a 30%) e fenolftaleína a 3%, cuja parte líquida foi transferida para um erlenmeyer contendo 5 ml de ácido bórico (0,02N), e titulado com ácido sulfúrico (H₂SO₄ a 0,02N).

Para a digestão nitroperclórica, o material vegetal seco foi colocado em tubos de vidro e neles foram adicionados 6 ml de uma solução extratora do fósforo e do potássio (ácido nítrico (HNO₃) e ácido perclórico (HClO₄) 1:2 (v/v)). Os tubos com o extrato foram progressivamente aquecidos até a temperatura de 250 °C. Depois de alcançar a temperatura ambiente, o extrato foi filtrado e recolhido em um balão volumétrico e completou-se o volume com água destilada até atingir 50 ml. A determinação do potássio deu-se pela leitura direta do extrato no espectrofotômetro de chama enquanto que a leitura do fósforo foi feita por espectrofotometria por meio da intensidade da cor, complexo fosfomolibdico, produzido pela redução do molibdênio com o ácido ascórbico.

4.4 Quantificação do número de galhas e de massa de ovos do nematoide na raiz

A determinação do número de galhas (NG) e do número de massa de ovos (NMO) de *M. incognita* presentes nas raízes de berinjela foi realizada pela contagem direta no sistema radicular sob microscópio estereoscópio.

4.5 Número de ovos e Fator de Reprodução do nematoide

A quantificação do número de ovos (NO) foi realizada após a extração do nematoide das raízes de berinjela, adotando-se a metodologia de Coolen e D'Herde (1972). O fator de reprodução (FR) foi determinado pela razão entre a população final e a população inicial dos nematoides por acesso. Plantas com FR=0 são consideradas imunes; com FR<1, resistentes e com FR>1, suscetíveis (OOSTENBRINK, 1966).

$FR = Pf/Pi$, em que FR = fator de reprodução do nematoide; Pf = população final do nematoide e Pi = população inicial do nematoide.

Para Inomoto et al. (2007), a variável FR apresenta maior credibilidade para entender o comportamento de parasitismo nas plantas, pois representa o efeito da espécie (cultivar) na população de nematoide.

4.6 Colonização micorrízica arbuscular

A parte do sistema radicular utilizada para se determinar a colonização micorrízica foi coletada e armazenada em álcool a 70 % e mantida sob refrigeração até o momento da

avaliação. A obtenção do percentual de colonização micorrízica nas raízes foi de acordo com o método de coloração sugerido por Phillips & Hayman (1970). Para tanto, o córtex radicular foi clareado pelo aquecimento (70 °C) em banho-maria em solução de KOH a 10% para que ocorresse a eliminação do máximo possível de tanino. Em seguida, as raízes foram lavadas três vezes em água destilada e acidificadas com HCl 1% durante dez minutos e coradas por aquecimento com azul de tripano ao lactoglicerol por quatro minutos. Por fim, a quantificação da colonização radicular foi realizada através da observação de estruturas dos fungos micorrízicos na região do córtex da raiz sob microscópio óptico como proposto por (GIOVANTTI e MOSSE 1980).

5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F com o auxílio do programa computacional ASSISTAT versão 7.6 betas (SILVA; AZEVEDO, 2002) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

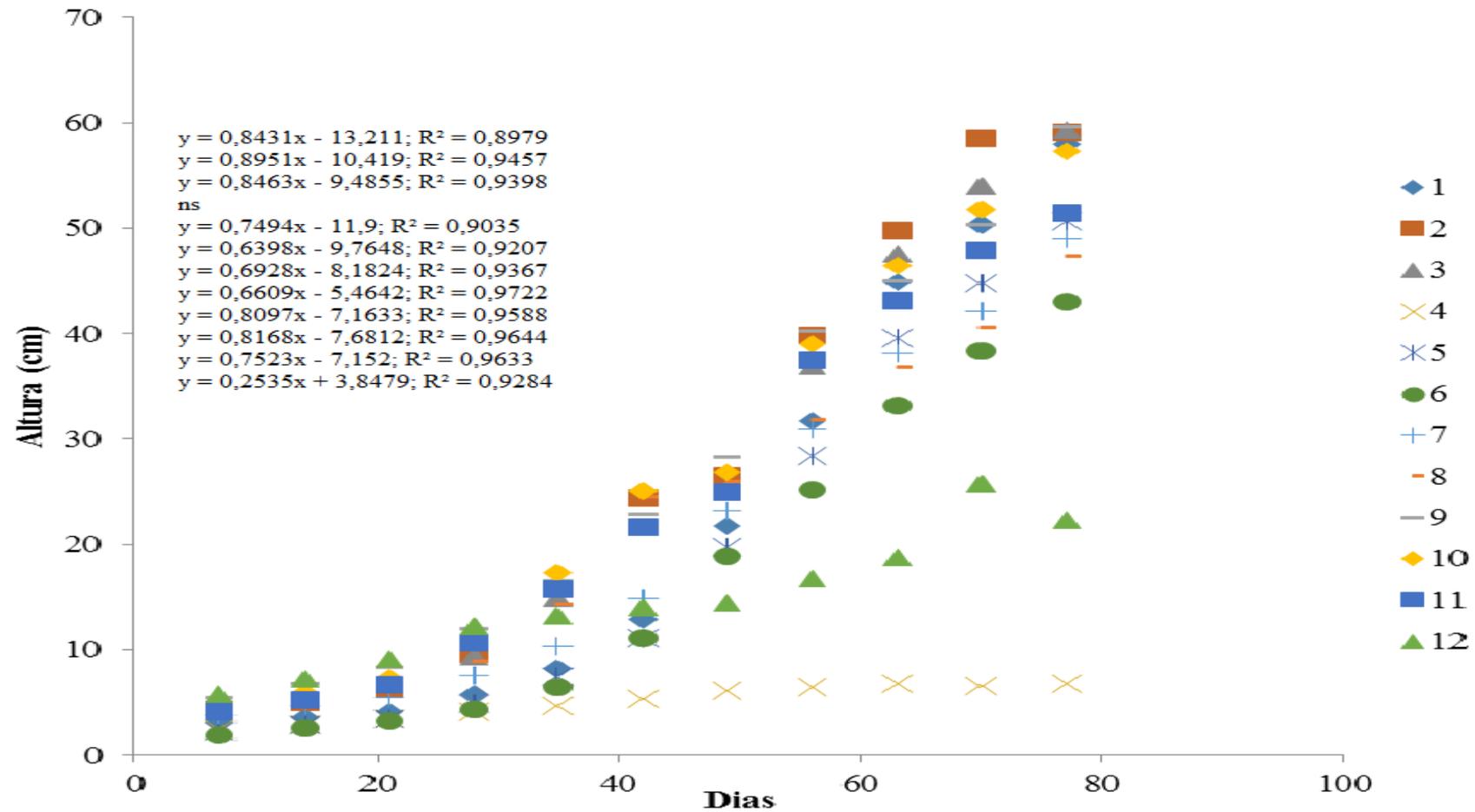
6.1 Análise de crescimento das plantas - altura e número de folhas

A evolução da altura das plantas de berinjela inoculadas ou não com FMA e nematoide, com e sem pó da casca de coco, e a época de avaliação estão apresentadas na figura 3. Em todos os tratamentos observou-se que houve um comportamento linear do crescimento das plantas.

Os valores de altura observados para as plantas dos tratamentos T1 (100% de solo + FMA), T2 (100% de solo) e T3 (100% de solo + nematoide) foram os maiores, com 50,0 cm, 56,7 cm e 53,9 cm respectivamente.

Observou-se que a altura das plantas dos tratamentos em que foram inoculados FMA e nematoide, T5 (90% de solo + 10% de pó da casca de coco + FMA + nematoide), T6 (80% de solo + 10% de pó da casca de coco + FMA + nematoide), T7 (70% de solo+30% de pó de casca de coco + FMA + nematoide), e T8 (60% de solo+40% de pó da casca de coco + FMA + nematoide), quando comparada com a altura de plantas do tratamento T1 (100% de solo + FMA) com 50 cm, mostrou-se inferior com valores de 44,3 cm, 38,22 cm, 43,77 cm e 44 cm, respectivamente. Esse menor crescimento pode estar associado à baixa colonização micorrízica aliada ao parasitismo dos fitonematoides que podem ter afetado a absorção de nutrientes.

Figura 3. Evolução da altura das plantas de berinjela, cultivadas em substrato com diferentes proporções de pó de casca de coco, com e sem inoculação de micorrizas e do nematoide. Média de seis repetições.



O benefício da planta hospedeira colonizada por micorrizas nem sempre é uma resposta evidente. Os fungos micorrízicos arbusculares não contribuem da mesma forma para a obtenção de nutrientes e o crescimento da planta (Abbott & Robson, 1984), podendo a planta alterar ou não seu tamanho (Koide & Schreiner, 1992).

Contudo, as plantas dos tratamentos T9, T10 e T11 cujas as composições do substrato tinham 10%, 20% e 30% de pó de casca de coco e que não foram inoculados com FMA e nematoide apresentaram crescimento de (53,5 cm, 53,5 e 49,2) cm respectivamente, semelhante ao o tratamento T3 (100% de solo + FMA). Carijo et al (2004), relatam o efeito benéfico do uso de substratos contendo pó da casca de coco na produção de mudas de tomate, possivelmente associado a uma maior capacidade de disponibilidade de nutrientes e água. Embora no tratamento T12 (60% de solo + 40% de pó de coco) as plantas apresentaram um crescimento menor (de 22,8 cm) ficou evidente o efeito da maior concentração do pó da casca de coco.

T4 (100% de pó de coco + nematoide) foi considerado o pior tratamento, em razão de as plantas não se desenvolverem. As plantas apresentaram crescimento máximo de 10 cm e folhas com aspecto clorótico.

Entretanto, trabalhos visando o estudo de plantas micorrizadas em substratos orgânicos são escassos, principalmente no Brasil, onde essa prática é mais recente. Maiorano (2003) relata que, dependendo da concentração, o substrato contendo pó de casca de coco, inoculado com *Glomus intraradices* para a obtenção de mudas micorrizadas de limoeiro “cravo”, promoveu melhor crescimento das plantas, quando comparado a outros substratos.

Baseado nas análises, as plantas inoculadas, apresentaram padrões diferentes de respostas para a variável número de folhas (Figura 4). Constatou-se que o número de folhas se ajustou ao modelo linear crescente, indicando que no decorrer do tempo, ocorre paralelamente o aumento no número de folhas. Os valores máximos estimados, no final do experimento, para o número de folhas foram de 20, 21 e 21 para os tratamentos T1 (100% de solo + FMA), T2 (100% de solo -FMA - nematoide), T3 (100% de Solo + nematoide), respectivamente.

As plantas do tratamento T4 (100% de pó da casca de coco + nematoide) apresentaram aspecto clorótico e com o valor de crescimento (10 cm) em relação às plantas dos demais tratamentos.

Observou-se que dos tratamentos inoculados com FMA e nematoide, quando comparados ao tratamento T2 (100% de solo - FMA - nematoide), os que apresentaram maior número de folhas foram o T5 (90% de solo + 10% de pó da casca de coco + FMA +

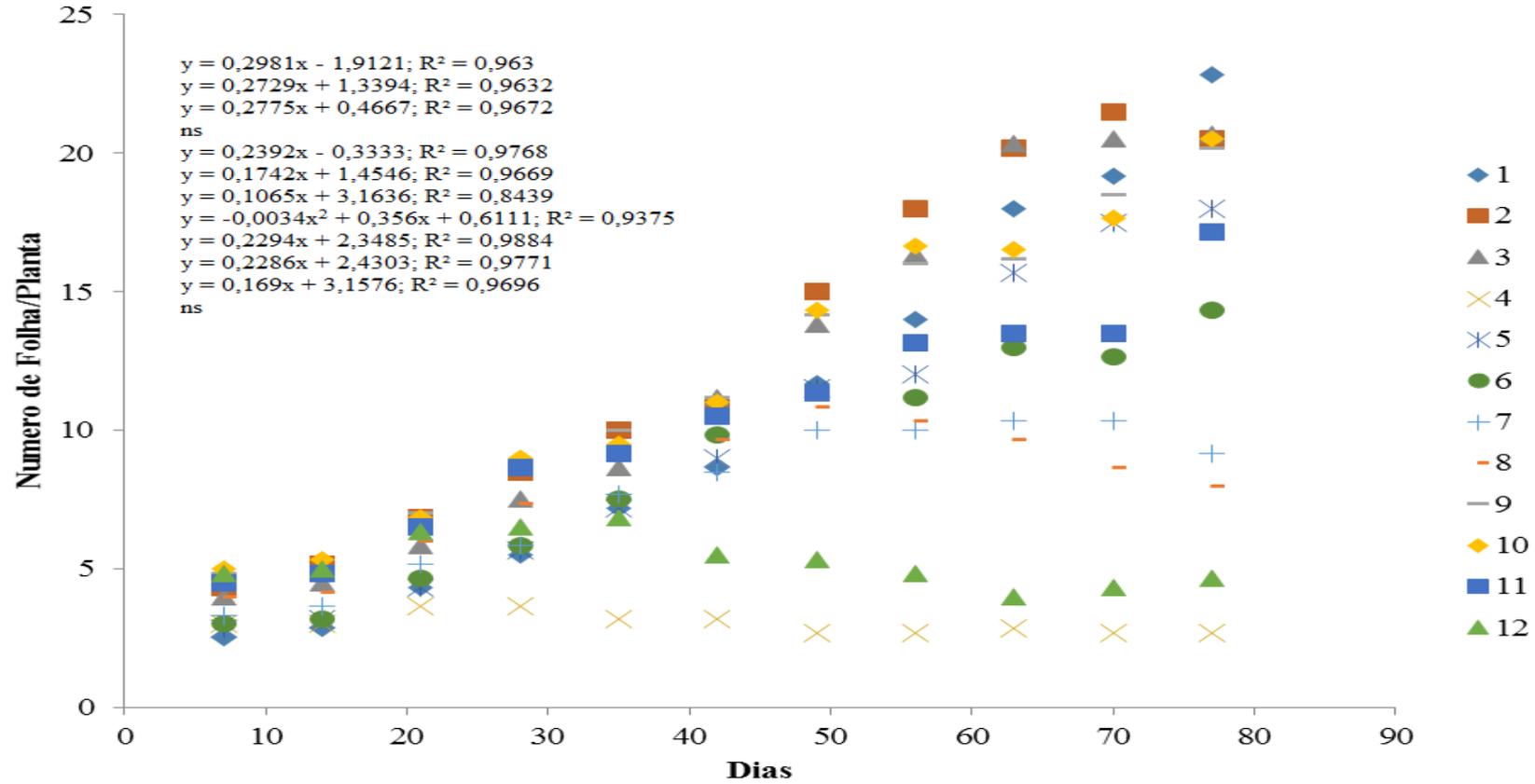
nematoide) e o T6 (80% de solo + 20% de pó da casca de coco + FMA + nematoide) com cerca de 17 e 14 folhas respectivamente, além do mais estes tratamentos apresentaram os melhores graus de colonização. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Monteiro et al (2009), nos quais substratos com pó de casca de coco nas concentrações de 10% e 20%, em plantas inoculadas com FMA, foram determinantes para o aumento do número de folhas em mudas de pimentão.

As plantas dos tratamentos T7 (70% de solo + 30% de pó de casca de coco +FMA + nematoide) e T8 (60% de solo + 40% de pó de casca de coco +FMA + nematoide) apresentaram cerca de (11 e 9) folhas respectivamente. De acordo com Abrão e Massafra (2001), a infecção causada por *M. incognita* pode levar ao fechamento incompleto dos estômatos das folhas de maneira a desorganizar a taxa fotossintética das plantas, além do mais eles podem atingir a síntese e translocação de hormônios de crescimento produzido na raiz, impedindo que estes hormônios desempenhem suas funções na parte aérea.

O tratamento T4 (100% de pó de casca de coco + nematoide) foi o que apresentou o menor número de folhas (3 folhas), isso possivelmente devido ao efeito do substrato sobre o desenvolvimento da planta e sobre o próprio fator de reprodução do nematoide que foi o menor encontrado (0,045).

Os tratamentos que não foram inoculados com FMA e nematoide T9 (90% de solo + 10% de pó da casca de coco - FMA - nematoide), T10(80% de solo + 20% de pó da casca de coco - FMA - nematoide) e T11 (70% de solo + 30% de pó da casca de coco -FMA - nematoide) continham 19, 19,15 folhas respectivamente.

Figura 4. Número de folhas das plantas de berinjela cultivadas em substrato com diferentes proporções de pó de casca de coco, com e sem inoculação de micorrizas e do nematoide. Média de seis repetições.

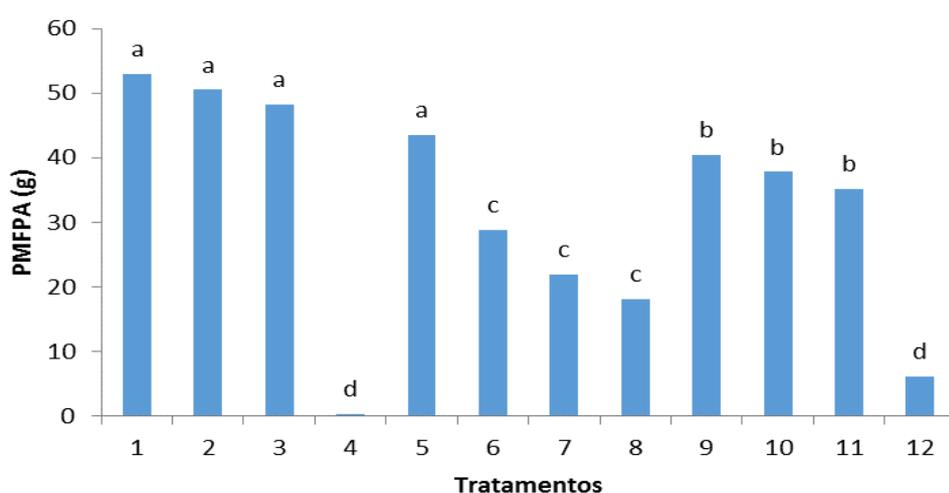


6.2 Massa da matéria fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea e massa fresca da raiz

Na (figura 5), são apresentados os valores referentes ao peso da massa da matéria fresca da parte aérea. Percebe-se que o tratamento T5 (90% de solo + 10% de pó de casca de coco + FMA + nematoide), não diferiu estatisticamente do tratamento controle T2 (100% de solo). Todavia os tratamentos T6 (80%de solo+20% de pó de casca de coco + FMA + nematoide), T7 (70%de solo+30% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) e T8 (60%de solo+40% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) diferiram estatisticamente.

O decréscimo na massa da matéria fresca da parte aérea verificada nos tratamentos T6, T7, T8 pode ser decorrente do ataque dos fitonematoides supostamente associada à baixa absorção de P, verificado nas plantas infestadas. Além do mais a formação do número de galhas como resultado da infecção pelo nematoide possivelmente acarretou alterações fisiológicas que afetaram o metabolismo da planta resultando em uma interrupção e desorganização do sistema radicular. Conseqüentemente, há uma diminuição na absorção e no transporte de água e nutrientes o que diretamente influencia a produção de MFPA.

Figura 5 – Peso da massa de matéria fresca da parte aerea de palntas de berinjela, aos 75 dias de cultivo. Média de seis repetições. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade.



Valores menores de peso também são observados nos tratamentos T4 (100% de pó de casca de coco) e T12 (60% de solo + 40% de pó de casca de coco), permitindo inferir que a

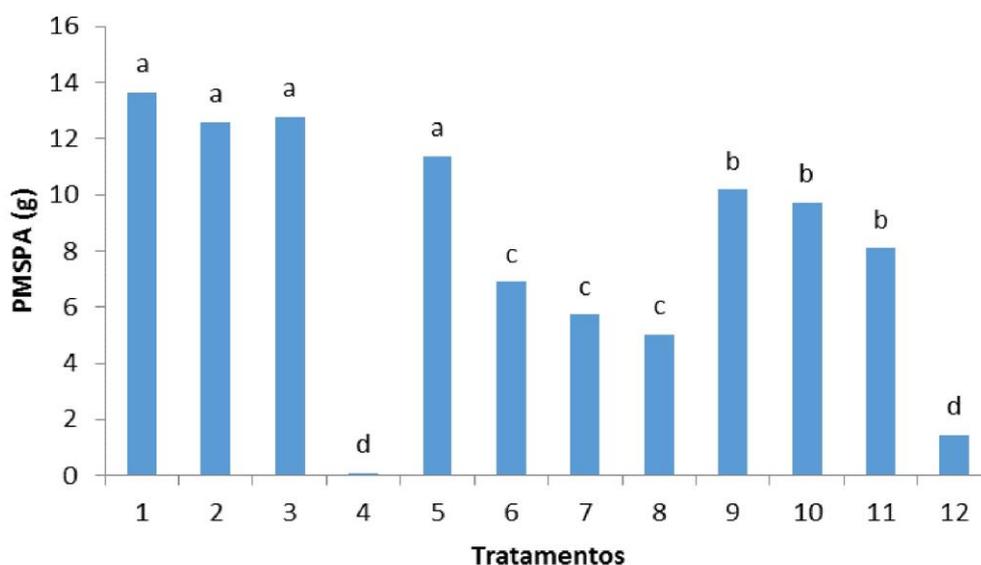
adição de mais de 30% do pó da casca de coco não contribui para o crescimento das plantas, evidenciando assim um efeito negativo. Tais resultados corroboram com Silva Junior (2008).

Wolf et al, (2005) relataram que na concorrência por nutrientes, geralmente, os microrganismos são mais eficientes em aproveitar os nutrientes disponíveis no solo do que as raízes de plantas.

Os tratamentos, T9 (90% de solo + 10% de pó de casca de coco - FMA - nematoide), T10 (80% de solo + 20% de pó de casca de coco - FMA - nematoide), T11 (70% de solo + 30% de pó de casca de coco -FMA - nematoide), que não foram inoculados com FMA e nematoide não diferiram estatisticamente entre si, no entanto expressaram valores de MFPA, com 43,48g, 40,50 g e 38g respectivamente e diferindo estatisticamente dos tratamentos que receberam o inoculo de FMA e nematoides T5 (90% de solo + 10% de pó de casca de coco + FMA + nematoide), T6 (80% de solo + 20% de pó de casca de coco + FMA + nematoide), T7 (70% de solo + 30% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) e T8 (60% de solo + 40% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) .

Os dados de MMSPA estão na (Figura 6) e ficaram semelhantes aos observados na MFPA. Os tratamentos T1(100% de solo + FMA+ nematoide), T2 (100% de solo -FMA - nematoide), T3 (100% de Solo + nematoide) e T5 (90% de solo + 10% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram os maiores valores de MMSPA 13,62g, 12,59g, 12,77g e 11,36g respectivamente. O tratamento T5 (90% de solo + 10% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) obteve valor superior ao tratamento T9 (90% de solo + 10% de pó de casca de coco -FMA - nematoide), supostamente esse aumento está relacionado a maior micorrização que deve ter compensado o efeito do nematoide sobre o crescimento das plantas de berinjela.

Figura 6- Média do peso da massa da matéria seca da parte aérea de berinjela aos 75 dias de cultivo. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade.



Os resultados indicam que no tratamento T5 (90% de solo + 10 de pó de casca de coco + FMA + nematoide) a adição de 10% de pó de casca de coco favoreceu a micorrização e consequentemente aumento da MMSPA. Segundo Brandão (2000) pela massa de matéria seca é possível saber qual o substrato forneceu maior quantidade de nutrientes.

Nos tratamentos T4 (100% de pó de casca de coco) e T12 (60% de solo + 40% de pó de casca de coco) o valor da MSPA diferiu do tratamento T1(100% de solo + FMA). Pode-se inferir que mesmo sem a inoculação com FMA a presença de pó de casca de coco não contribui para o crescimento das plantas em termos percentuais, eventualmente esta redução está relacionada com a menor disponibilidade de nutrientes contidos no substrato.

A matéria seca da parte aérea está relacionada com a qualidade e quantidade de folhas, pois segundo Beloote e Silva, (2000) esta é uma característica importante, uma vez que as folhas representam umas das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para adaptação da planta pós plantio, a qual precisará de reserva de fotoassimilados que servirão de suprimentos de água e nutrientes para as raízes no primeiro mês de plantio.

Foi verificado que os tratamentos T6 (80% de solo + 20% de pó de casca de coco + FMA + nematoide), T7 (70% de solo + 30% de solo + FMA + nematoide) e T8 (60% de solo + 40% de pó de casca de coco) apresentaram diferença estatística que em relação ao tratamento controle T1 (100% de solo) e demais tratamentos.

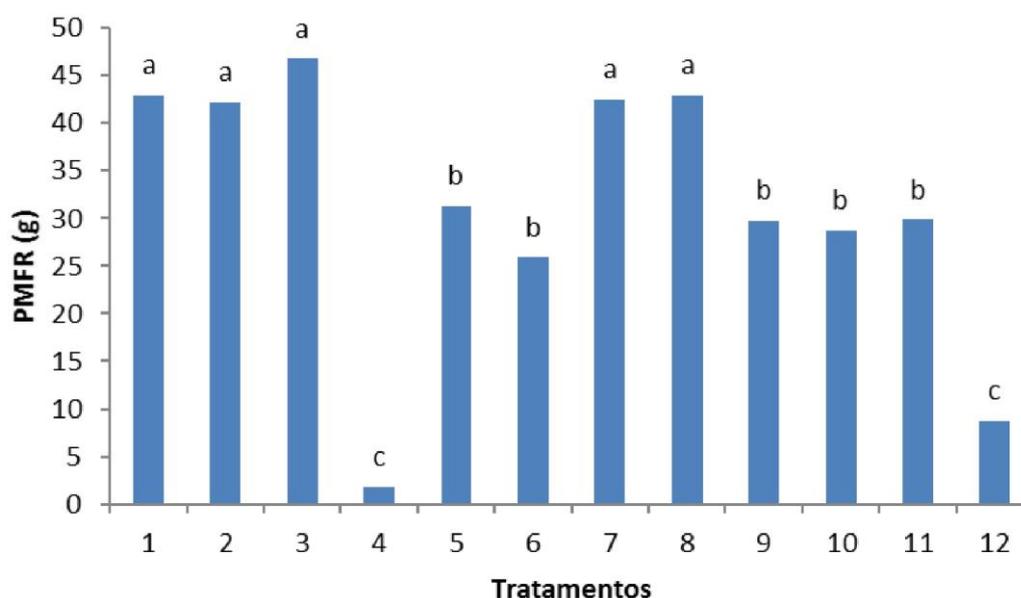
Os menores valores de MMSP foram apresentados pelos tratamentos T12 (60% de solo + 40% de pó de casca de coco - FMA - nematoide) e T4 (100% de pó de casca de coco + nematoide), cuja elevações das proporções do pó da casca de coco pressupõe o efeito na redução da MMSPA.

6.3 Peso da massa fresca da raiz

Nas avaliações de peso em gramas de raízes por planta, foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos

A produção de massa fresca das raízes de berinjela encontra-se na (figura 7). Verifica-se que os tratamentos T1(100% de solo + FMA+ nematoide), T2(100% de solo - FMA - nematoide), T3 (100% de Solo + nematoide), T7 (70% de solo + 30% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) e T8 (60% de solo + 40% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) não diferiram estatisticamente entre si, porém apresentaram os maiores valores de MFR e diferiram dos demais tratamentos.

Figura 7- Peso da massa da matéria fresca da raiz de berinjela aos 75 dias de cultivo. Médias de seis repetições. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% de probabilidade.



O aumento de MFR observada nos tratamentos T7 (70% de solo + 30% de pó da casca de coco + FMA + nematoide) e T8(60% de solo + 40% de pó da casca de coco + FMA +

nematoide) em relação aos tratamentos T5 (90% de solo + 10% de pó da casca de coco + FMA + nematoide) e T6(80% de solo + 20% de pó da casca de coco + FMA + nematoide), possivelmente pode ser atribuído ao maior número de galhas formadas (cerca de 331,6 e 364,3 galhas) em todo sistema radicular o que deve ter afetado o peso das raízes, além do mais os tratamentos T7 (70% de solo + 30% de pó da casca de coco + FMA + nematoide) e T8(60% de solo + 40% de pó da casca de coco + FMA + nematoide) foram os que apresentaram os maiores fatores de reprodução (FR =1,18 e FR =1,29) revelando-se como um dos tratamentos menos resistente ao ataque do *M. incognita*. De acordo com Tihohod et al. (2000), a planta em fase de início de crescimento e sob de ataque de nematoides, emite uma grande quantidade de raízes novas, em busca de substituição às já danificadas pelo ataque, assim, poderiam resistir mesmo em situações de bloqueio mais severo das funções do sistema radicular.

Os tratamentos T5 (90% de solo + 10% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) e T6 (80% de solo + 20% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) apresentaram o menor peso fresco de raiz, cerca de 8,7g e 10,9g menor número de galhas, cerca de 232,6 e 247,83 e o menor fator de reprodução 0,69 e 0,57 podendo serem incluídas no grupo das plantas consideradas resistentes. Tais resultados estão de acordo com os encontrados por Abrão e Mazzafera (2011), quando observaram os efeitos de diferentes concentrações de inóculo de *M. incognita* em algodão, verificando que o aumento da massa de raízes pode ter sido em decorrência da presença do nematoide.

O comportamento dos tratamentos T9 (90% de solo + 10% de pó da casca de coco - FMA - nematoide), T10 (80% de solo + 20% de pó da casca de coco - FMA - nematoide) e T11(70% de solo + 30% de pó da casca de coco - FMA - nematoide) que não foram inoculados. Evidencia-se, assim, que o solo ou mais fatores influenciaram positivamente o crescimento das plantas, ao contrário do que ocorreu quando a elevação da concentração de pó de casca de coco no substrato.

As respostas menos promissoras foram obtidas nos tratamentos T4 (100% pó da casca de coco + nematoide) e T12 (60% de solo + 40% de pó da casca de coco -FMA - nematoide), respectivamente, com valores de peso de massa fresca de raiz de 3 e 12 g.

Paula (2006) verificou ocorrência, tanto de redução de peso de massa fresca como ganho de peso em raízes, em espécies de *Passiflora* infectadas com *M. incognita*. Apesar da importância do nematoide das galhas como um patógeno em berinjela, a influência da presença dos fitopatogenos sobre o desenvolvimento da berinjela, assim como o potencial

desses organismos de se reproduzirem nessas espécies, é uma informação bastante útil para as atividades agrícolas que visem a exploração dessa cultura, em especial voltadas para o pequeno agricultor.

6.4 Elementos minerais na parte aérea

6.4.1 Concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea das plantas

As concentrações de nitrogênio e potássio na parte aérea não foram significativas (tabela 4). Verificou-se diferença estatística entre os tratamentos para os valores do fósforo na parte aérea. Com base nos resultados obtidos o tratamento T5 (90% de solo + 10% de pó da casca de coco + FMA + nematoide) apresentou o maior valor de P 2,44 mg planta⁻¹, enquanto o tratamento T4 (100% de pó de casca de coco) apresentou o menor valor (0,94 mg planta⁻¹).

Tabela 4 – Conteúdos em g kg⁻¹ de N, P e K na parte aérea das plantas de berinjela após 75 dias do transplântio submetidos ao teste de comparação de médias. Média de seis repetições. Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott.

Tratamentos	N	P	K
T1 100% de solo + FMA	16,43 b	1,42 a	16,43 b
T2 100% de solo -FMA – nematoide	15,31 b	1,63 a	15,31 b
T3 100% de Solo + nematoide	14,09 c	1,35 a	14,09 c
T4 100% pó da casca de coco seco+ nematoide	13,82 c	0,94 a	13,82 c
T5 90% de solo + 10% de pó da casca de coco +FMA + nematoide	15,31 b	2,55 b	15,31 b
T6 80% de solo + 20% de pó da casca de coco + FMA + nematoide	18,01 a	2,35 b	18,01 a
T7 70% de solo + 30% de pó da casca de coco +FMA + nematoide	14,19 c	2,15 b	14,19 c
T8 60% de solo + 40% de pó da casca de coco +FMA + nematoide	14,65 c	2,44 b	14,65 c
T9 90% de solo + 10% de pó da casca de coco -FMA - nematoide	16,89 b	2,19 b	16,89 b
T10 80% de solo + 20% de pó da casca de coco - FMA - nematoide	16,24 b	2,00 b	16,24 b
T11 70% de solo + 30% de pó da casca de coco -FMA - nematoide	14,00 c	1,89 b	14,00 c
T12 60% de solo + 40% de pó da casca de coco -FMA - nematoide	14,21 c	1,76 b	14,21 c
CV	19,33	25,48	28,39

Mesmo apresentando diferença estatística, o teor de fósforo encontra-se abaixo do nível crítico para a cultura, com médias entre 0,94 a 2,44 g kg⁻¹, quando o valor adequado para a cultura da berinjela recomendada por Hochmuth (1996) é entre 3 e 12 g kg⁻¹. Mesmo o fósforo existente no substrato estando em quantidades abaixo da recomendada e a solução (Solução de Houglan) nutritiva com ausência de fósforo suprimida para estimular a micorrização, observou-se na avaliação desse parâmetro que esse resultado demonstrou a

capacidade dos FMA em fornecer minimamente fósforo para as plantas hospedeiras, concordando com (Moreira e Siquiera 2006) quando relatam que diversos trabalhos mostram a eficiência dos FMA em fornecer fósforo para a planta hospedeira mesmo em solos com deficiência em relação a esse nutriente.

Em cultivo de pimentão (*Capsicum annuum* L.) utilizando como substratos pó da casca de coco seco e verde, além de inoculação com FMA (*Glomus clarum*, *Glomus intraradices* e *Gigaspora margarita*), Monteiro et al. (2009) verificaram influência do adubo na absorção de nutrientes pelas plantas. Os maiores valores de nutrientes foram encontrados nas plantas inoculadas e nos tratamentos abaixo de 20 % de pó da casca de coco.

Negreiros et al. (2005), estudando diferentes tipos de substratos na produção de mudas de mamoeiro, correlacionaram o melhor substrato com o maior teor de fósforo presente no mesmo, demonstrando dessa maneira a importância da adição deste nutriente no solo para o desenvolvimento das mudas de mamoeiro.

Uma das contribuições dos benefícios mais pronunciados e pesquisados dos FMA é o aumento no desenvolvimento das plantas hospedeiras devido a maior absorção de nutrientes (MALUSÁ et al., 2012). Além do mais, os FMA promovem o aumento no alcance dos nutrientes pouco disponíveis (CARDOSO et al., 2010), especificamente os de baixa mobilidade no solo, pelo desenvolvimento de estruturas internas nas raízes e de hifas extra radiculares. Deste modo, a resistência das plantas infectadas com FMA ao nematoide pode ser atribuída, ao menos parcialmente, ao aumento na absorção do fósforo, proporcionado pela associação fungos-hospedeiro.

6.5 Avaliação da colonização micorrízica arbuscular no sistema radicular da berinjela

Os resultados da colonização radicular pelas micorrizas deste trabalho, estão apresentados na Tabela 5. Nas avaliações foram verificadas diferenças estatísticas no grau de colonização. A maior média de colonização ocorreu no tratamento T1 (100% de solo + FMA) com 43% da raiz colonizada, enquanto que o tratamento T8 (60% de solo + 40% de pó de casca de coco + FMA + nematoide) apresentou menor média, 16%. Analisando os dados percentuais da colonização do FMA e comparando-os com T2 (100% solo - FMA - nematoide), observou-se que não houve incremento no crescimento das plantas na presença de micorrizas, talvez em razão de seu baixo grau de colonização. Por outro lado, as plantas de T12 tiveram o menor crescimento (22,8 cm), quando comparado ao T2 (56 cm) (100% solo-

FMA - nematoide). Essa diferença pode ser em razão do elevado percentual de pó de casca de coco (40%) que teria colaborado para comprometer o crescimento normal da berinjela, em razão do comprometimento nutricional imposto ao substrato.

Trabalhos utilizando substrato com pó da casca de coco e FMA têm sido realizados, porém estão restritos a experimentos com inoculação de espécies, em casa de vegetação, sem contudo observar respostas em campo (SILVA JUNIOR et al., 2006, 2010; MONTEIRO et al 2009).

O efeito benéfico da micorrização é altamente dependente do binômio cultivar de planta e espécie de nematoide, bem como do nível de colonização, do estado nutricional da planta e da disponibilidade de nutrientes no solo. O nematoide geralmente reduz os benefícios dessa associação micorrízica e esta, por sua vez, compensa a quantidade de dano suportado pela planta infectada. Além de tudo, FMA e nematoides endoparasitas geralmente são inibidores mutualistas entre si, cada qual reduzindo a população do outro. Porém, em outros casos, o estímulo no desenvolvimento radicular pela micorriza, incrementa a população de nematoides (INGHAM, 1988).

Tabela 5 - Colonização dos FMA no córtex do sistema radicular das plantas de berinjela. Média de seis repetições.

Tratamentos	Colonização micorrízica arbuscular (%)
T1 100% de solo + FMA	43
T5 90% de solo + 10% de pó de coco + FMA + nematoide	24
T6 80% de solo + 20% de pó de coco + FMA + nematoide	18
T7 70% de solo + 30% de pó de coco + FMA + nematoide	19
T8 60% de solo + 40% de pó de coco + FMA + nematoide	16

A colonização micorrízica radicular das plantas inoculadas foi influenciada diretamente pela proporção de pó de casca de coco no substrato a partir de 10%, sendo menor nas plantas cultivadas no substrato com maiores teores de pó de casca de coco Tabela 5.

Em experimento com melão (*Cucumis melo* L.) e substrato de pó de coco, Silva Junior et al. (2006), observaram que os melhores resultados de colonização e crescimento vegetal foram encontrados nas proporções abaixo de 20 % do substrato com pó de casca de coco, uma vez que valores elevados desse substrato restringiram o crescimento vegetal e a colonização

micorrízica, com menor incorporação de carbono pelos microrganismos. Plantas de melão cultivadas com substrato de pó de casca de coco puro ou em concentrações elevadas (80 % e 100 %) não conseguiram se desenvolver adequadamente. Neste trabalho, observou-se que as plantas de berinjela tiveram comportamento semelhante ao de melão, havendo maior micorrização nas raízes em que se empregou pó de casca de coco até no máximo 10%, havendo subdesenvolvimento nas plantas que foram cultivadas em substrato constituído de 100% de pó de casca de coco. Neste tratamento (T4) as plantas apresentaram altura de apenas 10 cm, fato que poderia ser atribuído à falta de nutrientes.

Pesquisas têm demonstrado que o efeito adverso dos FMA sobre a reprodução de nematoide está relacionado com o elevado percentual de colonização das raízes pelas micorrizas. Saleh e Sikora (1984) afirmaram, com base nos seus ensaios, que a micorrização teve efeito negativo sobre a reprodução do *M. incognita* somente quando a colonização radicular foi superior a 54%. Neste trabalho, os maiores resultados de colonização na presença de nematoides em raízes de berinjela foram de 24% (T5), aquém, portanto daqueles, constatados pelos autores para o algodoeiro (*Gossypium spp.*)

6.6 Avaliação do parasitismo do nematoide no sistema radicular da berinjela

De acordo com a (tabela 6), os resultados encontrados com a variáveis NG, NMO e FR dos sistemas radiculares das plantas de berinjela para o parasitismo do *M. incognita*, apresentaram diferenças estatísticas significativas para todos os tratamentos.

Tabela 6 – Número de galhas, massa de ovos, número de ovos e fator de reprodução do nematoide *M. incognita* no sistema radicular das plantas de berinjela.

Tratamentos	NG ¹	NMO ²	NO ³	FR ⁴
3	498,6 c	62,6 e	8.636,6 c	1,72 b
4	6,1 a	3,0 a	112,5 a	0,045a
5	232,6 b	23,0 c	2.884,3 b	0,57 a
6	247,8 b	36,5 d	3.502 b	0,69 a
7	331,6 b	48,3 c	5.966,6 c	1,18 b
8	364,3 b	58,5 e	6.536,6 c	1,29 b
CV (%)	34,17	19,73	84,07	64,25
DMS**	14,95	47,70	4,25	5,12

1-NG= número médio de galhas/planta, 2-NMO= número médio de massas de ovos/raiz, 3-NO= número médio de ovos/raiz e 4-FR= Fator de reprodução do nematoide/raíz. **Diferença mínima significativa. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

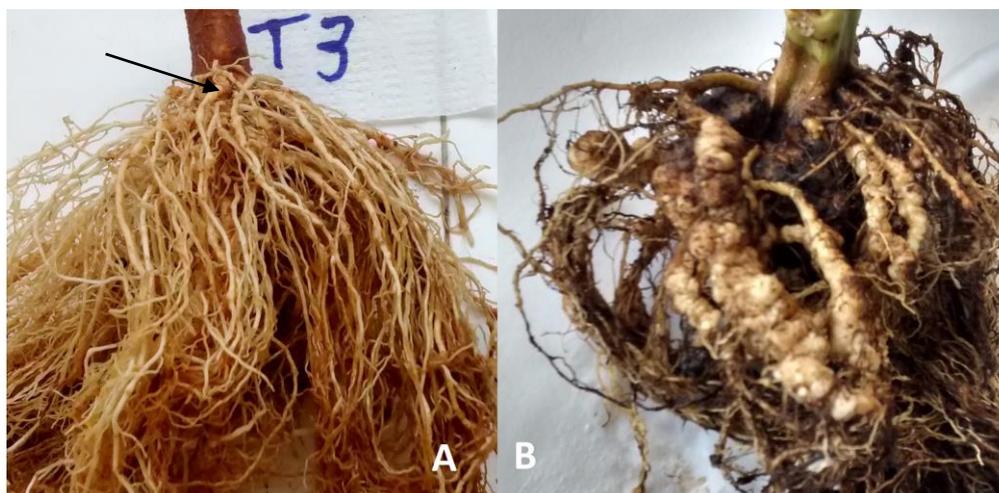
Observou-se pelos dados que os fitonematoides apresentaram uma menor infectividade nos tratamentos T4 (100% pó da casca de coco + nematoide), T5 (90% de solo + 10% de pó da casca de coco + FMA + nematoide), T6 (80% de solo + 20% de pó da casca de coco + FMA + nematoide), T7 (70% de solo + 30% de pó da casca de coco + FMA + nematoide) e T8 (60% de solo + 40% de pó da casca de coco + FMA + nematoide) com relação às plantas dos tratamentos T3 (100% de solo + nematoide)

O NG e de NMO foram menores em todos os tratamentos em que houve a adição de FMA, havendo menos galhas, individualmente, nas raízes dos tratamentos com menor proporção de pó de casca de coco (10 e 20%), ainda que não tenha havido diferença estatística entre eles. O menor NG foi obtido no tratamento T4, (100% de pó da casca de coco). Essa redução pode estar associada à dificuldade de motilidade de juvenis de *M. incognita* no pó de casca de coco, provavelmente em razão de sua maior porosidade, dificultando para os juvenis alcançarem as raízes, podendo ainda os mesmos, em maioria, terem sido eliminados do vaso com a água de irrigação. O maior número de galhas entre os tratamentos inoculados com FMA e nematoide foi verificado nos tratamentos T7 (70% de solo + 30% de pó da casca de coco + FMA + nematoide) e T8 (60% de solo + 40% de pó da casca de coco + FMA + nematoide), provavelmente devido, ao maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas micorrizadas, determinando maior disponibilidade de sítios de infecção para o nematoide.

Cofewicz et al. (2001) estudando a interação de diferentes espécies de FMA e *M. javanica* em tomateiro constataram que as plantas inoculadas com FMA podem atrair um maior número de juvenis infetivos do que as raízes das plantas não micorrizadas, pela maior liberação de exsudatos, determinando uma maior eclosão de ovos. A colonização pelos FMA pode aumentar o desenvolvimento do sistema radicular, resultando em um maior número de sítios de penetração e maior sobrevivência pós-penetração dos juvenis.

Na Figura 8 é possível observar a diferença do tamanho de galhas presentes nas raízes de berinjela (A) e nas de cóleus (B).

Figura 8 – Tamanhos de galhas encontradas nas raízes de berinjela e de coleus.



Fonte: Autor

Baseado na média do número de galhas, confirma-se que a cultivar de berinjela 'Comprida Roxa' é realmente suscetível ao *M. incognita*, uma vez que produziu uma grande quantidade de galhas superior a 100 e segundo Taylor e Sasser (1978), em uma escala de notas variando de um a cinco, a planta que formar mais de 100 galhas, recebe nota (5), que caracteriza como suscetível.

Os tratamentos inoculados com FMA e o nematoide (T5 a T8) apresentaram uma variação no NO de 2.884,3 a 6.536,6 ovos de nematoide/planta. Observou-se que os tratamentos T7 e T8 a quantidade de ovos por raiz não diferiu de T3, plantas com nematoide e sem micorrizas. Nesses dois tratamentos a proporção de pó de casca de coco foram maiores, 30 e 40%. O menor NO do T4 (112,5), deve-se à menor penetração de juvenis nas raízes, conforme já discutido anteriormente.

O FR de *M. incognita* nas raízes de berinjela inoculadas e colonizadas pelo FMA (T5 a T8), variou entre os tratamentos, sendo um pouco inferior, em todos os casos, ao FR observado nas plantas do T3 (1,72), indicando que o patógeno não estava aumentando muito a sua população. O FR nos tratamentos 7 e 8 não diferiu estatisticamente do tratamento que não possuía a FMA (T3), porém foi superior ao FR dos tratamentos 5 e 6, conforme também se constatou para o NG e NMO. Isso sugere que os 10 e 20 % de pó de casca de coco na presença de FMA teria reduzido, parcialmente, a infectividade do nematoide.

Diversos trabalhos já apresentaram a potencialidade dos FMA em reduzir o parasitismo dos fitonematoides causadores de galhas no sistema radicular das plantas. Benedetii et al. (2005) afirmaram que a planta micorrizada tem seu estado nutricional melhorado devido a maior absorção de nutrientes pelas hifas dos fungos em destaque para o

fósforo, garantindo para a planta melhores condições para enfrentar o ataque dos microrganismos patogênicos.

Anjos et al. (2010) estudando a interação entre *M. incognita* e o fungo micorrízico *S. heterogama* observaram que houve redução no número de galhas, massas de ovos e números de ovos nas raízes de mudas de maracujazeiro-doce *Passiflora alata*. O mesmo autor afirmou que tal redução poderia ter sido em razão da concorrência entre o patógeno e o simbionte por locais de infecção, mas outros fatores, como aumento de lignina e fenóis, também poderiam ter interferido no parasitismo do nematoide.

Estudos têm revelado que várias espécies de FMA são capazes de diminuir a infecção de nematoides nas raízes das plantas. Shreenivara et al. (2007) relataram que plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) inoculadas com *G. fasciculatum* apresentaram significativa redução no número de galhas (66,1%) e de massas de ovos (66,5%) de *M. incognita* em comparação com as plantas controle inoculadas e não micorrizadas. Todavia, Hussey e Roncadori (1982) e Maia et al. (2006), relataram que a relação entre FMA e nematoides parasitas tem como consequência para as plantas um benefício das micorrizas no que se refere à menor severidade da infecção pelo patógeno.

Pesquisas que busquem elucidar a interação dos FMA com nematoide das galhas envolvendo culturas desenvolvidas em substratos orgânicos, contribuirão para o conhecimento da diversidade de micorrizas, de suas relações com as plantas parasitadas visando o desenvolvimento de estratégias que beneficiem as culturas, como também de biotecnologia com o emprego do FMA para a agricultura sustentável e conservação ambiental.

7 CONCLUSÕES

- As plantas de berinjela infectadas por *M. incognita* cultivadas nos substratos com 10% de pó de casca de coco foram as que apresentaram maior número de folhas.
- Os substratos formados com a adição de 40% de pó de casca de coco restringiram o desenvolvimento das plantas de berinjela.
- Os teores de N, P e K verificados na parte aérea de berinjela foram inferiores aos valores considerados adequados para a cultura.
- A infectividade de *M. incognita* foi reduzida nas plantas que receberam o inóculo de FMA com até 20% de pó de casca de coco.
- O emprego de 100% de pó da casca de coco comprometeu o crescimento de berinjela.

REFERÊNCIAS

- ABAD P.; CASTAGNONE SERENO, P.; ROSSO, M.N.; ENGLER, J.A.; FAVERY, B. Invasion, feeding and development. In: PERRY, R.N.; MOENS, M.; STARR, J.L. (Ed.). Root - knot nematodes. Wallingford, UK: CAB INTERNATIONAL, 2009, p.163 - 181.
- ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. The effect of VA mycorrhizae on plant growth. In: POWELL, C.L.; BAGYARAJ, D.J. (eds). VA Mycorrhizal. [S.1.]: CRC , 1984. p.13-130
- ABRÃO, M.M.; MAZZAFERA, P. Efeitos do nível de inóculo de *Meloidogyne incognita* em algodoeiro. *Bragantia*, v.60, p.19-26, 2001. Disponível em: 15/10/2015.
- A.IRFAN, M. AYOUB, P. K. JIT. Application of arbuscular mycorrhizal fungal inoculant on growth enhancement of *Solanum melongena* L. at different phosphorous level. **Mycorrhiza News** v. 23, e. 3 p. 9 – 12. 2011.
- ALVES FR; CAMPOS VP. 2001. Efeito do aquecimento do solo na resistência de plantas a *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raça 3. *Nematologia Brasileira*, 25: 153-162.
- ALLEN, M.F. The ecology of arbuscular mycorrhizas: a look into the 20th century and a peek into the 21st. **Mycological Research**, New York, v.100, n. 7. P 769-782, 1996.
- AL MOMANY, A.A.R. Effect of three-vesicular arbuscular mycorrhizal isolates on growth of tomato, eggplant and pepper in a fiel soil. *Disarat, Hannover*, v. 14, n. 11, p. 161-8, 1987.
- AMORIM, E.P. da R; MELO, I. S. de Ação antagônica de rizobactérias contra *Phytophthora parasitica* e *P. cirtophora* e seu efeito no desenvolvimento de plântulas de citros. *Revista Brasileira de fruticultura*, Cruz das Almas, v. 24. 565-568, 2002.
- ANJOS, E. C. T.; CAVALCANTE, U. M. T.; GONÇALVES, D. M. C.; PEDROSA, E. M. R.; SANTOS, V. F.; MAIA, L. C. Interactions between an Arbuscular Mycorrhizal Fungus (*Scutellospora heterogama*) and the Root-knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) on Sweet Passion Fruit (*Passiflora alata*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.53, n.4, p.801-809, 2010.
- AN, Z -Q. et al. The influence of crop and soil fumigation on a mycorrhizal fungal community associated with soybean. *Mycorrhiza*, New York, v. 3, n.3, p. 171-182, July 1993.
- ANEFALOS, L.C. et al. Sazonalidade da oferta de produtos hortícolas: o mercado de berinjela, In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008, Rio Branco. Anais. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/9/817.pdf> Acesso em 11/9/2015.
- ANUÁRIO Brasileiro de Hortaliças. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2010.88 p.
- ARAÚJO, J. M. M. Técnicas agroecológicas aplicadas à agricultura familiar. Natal: EMPARN, 2010. 30 p.

- AZCÓN-AGULIAR, C. e BAREA, J. M. 1996. Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens – an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza* 6: 457-464.
- BALBACH A. BOARIM DSF 1992. As Hortaliças na Medicina Natural. 2ª edição. Edições Vida Plena. Itaquaquecetuba-SP.
- BERBARA, R. L. L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. III – Fungos Micorrízicos Arbusculares: muito além da nutrição. Ed. Fernandes, M. S., SBCS, Nutrição Mineral de Plantas, Viçosa, 432p., 2006
- BERTA, G.; TROTTA, A.; FUSCONI, A.; HOOKER, J.E.; MUNRO, M.; ATKINSON, P.; GIOVANNETTI, M.; MORINI, S.; FORTUNA, P. TISSERANTI, B.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S. Arbuscular mycorrhizal induced changes to plant growth and root system morphology in *Prunus cerasifera*. *Tree Physiology*, v.15, p.281-293, 1995.
- BEZERRA, F. C., Rosa, M. F. (2002) Utilização do pó da casca de coco-verde como substrato para a produção de mudas de alface. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPAT), 4p. (Comunicado Técnico, 71).
- BELOOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus spp*. In: Gonçalves, J. L. de M.; Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 105-133. 2000.
- BIRD, A. F. 1959. The attractiveness of roots to the plant parasitic nematodes *Meloidogyne javanica* and *M. hapla*. *Nematologica*, 4:322-335
- BENEDETTI, T. Controle biológico (*Glomus etunicatum*), químico (fipronil) e estudo molecular (PCR-ITS) do nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines* Ichinohe). 2005. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- BRANDÃO, F. D. Efeito de substratos comerciais no desenvolvimento de cultivares de alface na época de inverno. 29f. Monografia apresentada para obtenção de título de Engenheiro Agrônomo. Universidade Federal de Uberlândia. 2000
- BRITO, J. A.; FERRAZ, S. Seleção de gramíneas antagonistas a *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 11, p. 260-269, 1987.
- BOROWICZ, V. 2001. Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant-pathogen relations *Ecology* 82 (11): 3057- 3068.
- CARDOSO, E. J. B. N.; CARDOSO, I. M.; NOGUEIRA, M. A.; MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; PAULA, A. L. M. Micorrizas arbusculares na aquisição de nutrientes pelas plantas. In: SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A.; CARDOSO, E. J. N.; TSAI, S. M. **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. 1. ed. Lavras, MG: UFLA, 2010. p.153-214.

CARRIJO, O.A.; REIS, N.V.B.; MAKISHIMA, N.; MOITA, A.W. Avaliação de substratos e de casa de vegetação para o cultivo de tomateiro na região de Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, suplemento CD-ROM, 2001.

CHEN, N.; LI, H. M. Cultivation and seed production of eggplant. 2014. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/2297037/Eggplant-Seed>>. Acesso em 14 Jun 2014.

COSTA, A.M.G. Substrato e adubação mineral na formação de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em tubete. 2003. 45p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

COLOZZI-FILHO, A.; NOGUEIRA, M. A. Micorrizas Arbusculares em Plantas Tropicais: Café, Mandioca e Cana-de-açúcar. In: SILVEIRA, A. P. D. da. FREITAS, S. dos. S. Microbiota do solo e qualidade ambiental. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007. 312 p.

COOLEN, W. A.; D'HERDE, C. J. Method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77p.

COSTA MANSO, E.; TENENTE, R. C. V.; FERRAZ, L. C. C. B., OLIVEIRA, R. S.; MESQUITA, R. Catálogo de nematoides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 488p.

DEHNE, H. W. 1982. Interactions between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and pathogens. *Phytopathology* 72 (8): 1115- 1119.

ELSEN, A.; GERVACIO, D.; SWENNEN, R. & de WAELE, D. 2008. AMF- induced biocontrol against plant parasitic nematodes in *Musa* sp.: a systemic effect. *Mycorrhiza* 18: 251- 256.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Berinjela** (*Solanum melongena* L.). Sistema de Produção. Nov. 2007 Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Beringela/Beringela_Solanum_melongena_L/referencias.html>. Acesso em: 27 de junho 2014.

FARIA, C.M.D.R Mecanismo de ataque e defesa na interação nematoide-planta. Revisão Anual de Patologia de Plantas. V 11, 2003

FAO 2011. World Production. Disponível em: <www.faostat.org.br>. Acesso em: 18 jun. 2014.

FERNANDES, M. C. A.; SANTOS, A. S.; RIBEIRO, R. L. D. Sensibilidade ao fungicida benomyl in vitro de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* provenientes de frutos de pimentão, jiló e berinjela. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 68, p. 89-95, 2001.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402P.

FLORES-AYLAS, W. W.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, n. 2, p. 257-266, fev. 2003.

FORTES, J.F; OSÓRIO, V. A. Morango: fitossanidade. Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS), Informe Tecnológico. 36p. 2003.

FRAGOSO, R.R.; LOURENÇO, I.T.; VIANA, A.A.B.; SOUZA, D.S.L.; ANDRADE, R.V.; MEHTA, A.; BRASILEIRO, A.C.M. PINTO, E.R.C.; LIMA, L.M.; ROCHA, T.L.; GROSSI - DE - SÁ, M.F. Interação molecular planta - nematoide. Documentos Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 198, 56 p., 2007.

FREITAS, L.G.; OLIVEIRA, R.D.L.; FERRAZ, S. **Introdução à Nematologia**. 3º ed. Viçosa: Editora, UFV, 2006. 83p.

FULLER, V.L.; LILLEY, C.J.; URWIN, P.E. Nematode resistance. New Phytologist, v. 180, p. 27 – 44, 2008.

GEORGE, E. K.; HAUSSIER, G.; VETTERLEIN, E. G.; MARSCHNER, H. Water and nutrient translocation by hiphae of *Glomus mossae*. Can. J. Bot. v. 70, p. 2130-2137, 1992.

GRIME, J. P. et al. Floristic diversity in a model system using experimental microcosms. Nature, London, v. 328, p. 420-422, july 1987.

GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T. H. Spores of micorrhizal endogene species extracet from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**. V, 46, p. 235-244, 1963.

GIOVANETTI, M. G.; MOSSE, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist. New York, v. 84, pp. 489-500.

GHEYSEN, G.; FENOLL, C. Gene expression in nematode feeding sites. Annual Review of Phytophatology, v. 40, p. 191-219, 2002.

GOODMAN, R. N.; KIRÁLY, Z.; WOOD, K. R. The biochemistry and physiology of plant disease. Columbia, University of Missouri Press, 1986. 433p.

HAAG, H.P.; HOMA, P. Nutrição mineral de hortaliças: deficiências de macronutrientes em berinjela. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v. 25, p. 149-159, 1968.

HARRISON, M.J. Molecular and cellular aspects of the arbuscular mycorrhizal symbiosis. Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology, v.50, p.361- 389, 1999.

HEGDE, D.M. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. Food & Fertilizer Technology Center. Maharashtra, 1997. Disponível em: Acesso em: 10 agosto 2015.

HERRERA, C. Efecto de la micorrización en plantas de vivero de palto y cítricos bajo diferentes dosis de fertilización. Taller de Licenciatura. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía, Quillota, Chile, 64 p. 2003.

HORTBRASIL, **Berinjela.** Disponível em <<http://www.hortbrasil.org.br/classificacao/berinjela/berinjela.html>>. Acesso em 18 jun.2014.

HOL, W. H. G. & COOK, R. 2005. An Overview of arbuscular mycorrhizal fungi- nematode interactions. *Basic and Applied Ecology* 6:489- 503.

HUANG, J. S. Mechanisms of resistance to root-knot nematodes. In: SASSER, J. N. & CARTER, C. C. An advanced treatise on Meloidogyne: Biology and control. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1985. v. 1, p.11-17.

HOCHMUTH GJ; ALBREGTS EE; CHANDLER CC; CORNELL J; HARRISON J. 1996. Nitrogen fertigation requirements of drip-irrigated strawberries. *Journal of American Society for Horticultural Science* 121: 660-665.

HUSSEY, R. S.; ROCADORI, R. W. Vesicular-arbuscular mycorrhizae may limit nematode activity and improve plant growth. *Plant Disease Reporter*. V. 57, p.1025 -1028, 1992.

INGHAM, R. E. 1988. Interactions between nematodes and vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 24: 169- 182.

INOMOTO, M. M.; MACHADO, A. C. Z.; ANTEDOMÊNICO, S.R. Reação de *Brachiaria spp.* e *Panicum maximum* a *Pratylenchus brachyurus*. *Fitopatologia Brasileira*, v. 32, n. 4, p. 341-344, 2007.

INVAM - International culture collection of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. Disponível em: Acesso em: 8 de jun. de 2014.

JOSE, D; SHANMUGAVELU, K.G. THAMBURAJ, S. Studies on the efficiency of organic vs. inorganic form of nitrogen in brinjal. *India Journal of Horticulture*, v. 45, p. 100-103, 1988.

KOWALSKA, G. Flowering biology of eggplant and procedures intensifying fruit set: review. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus, Lublin*, v. 7, n. 4, p. 63-76, 2008.

KARSEN, G.; MOENS, M. Root - knot nematodes. In: PERRY, R. N.; MOENS, M. (Eds.). *Plant nematology*. Wallingford, UK: CAB International, p.59 - 90. 2006.

KIRIACHEK, S. G. et al. Regulação do desenvolvimento de micorrizas arbusculares. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 33, p. 1-16, 2009

Koide, R. T. & R. P. Schreiner. 1992. Regulation of vesicular arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43 (2): 557-581

LARANJEIRA, D. Situação atual do controle biológico de *Fusarium spp.* In: REUNIÃO DE CONTROLE BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS, 7., 2001 Bento Gonçalves. Anais...Bento Gonçalves: (s.n.), 2001. P 37-43.

LEVANTAMENTO TÉCNICO UFC/DENOS. Levantamento detalhado dos solos da Chapada do Apodí. **UFC/DENOS**, 1988.

LORDELLO, L.G.E. Nematoides das plantas cultivadas. 8 ed. São Paulo: Nobel, 1984. 314p.

MADEIRA, M. C. B. Caracterização de germoplasma de berinjela (*Solanum melongena* L.) e avaliação da resistência a *Colletotrichum gloesporioides* (Penzig) Penzig et Saccardo. 1989. 267 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasil, DF.

MACGUIDWIN, A.E., BIRD, G.W. & SAFIR, G.R. Influence of *Glomus fasciculatum* on *Meloidogyne hapla* infecting *Allium cepa*. *Journal of Nematology* 17:389-395. 1985.

MALAVOLTA E; HAAG HP; MELLO FAF; BRASIL SOBRINHO MOC. 1974. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Livr. Pioneira, 727p.

MALAVOLTA, E. Manual de calagem e adubação das principais culturas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 496 p.

MALAVOLTA, E. et al. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997.

MALUSÁ, E.; SAS-PASZT, L.; CIESIELSKA, J. Technologies for beneficial microorganisms inocula used as biofertilizers. **The Scientific World Journal**, v.2012, p.1-12, 2012.

MATTEO, B. C. (2002) Biodiversidade e ecofisiologia de fungos micorrízicos arbusculares em associação com bromélias. Tese (Mestrado em Recursos Vegetais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo - ESALQ, 80p.

MAIORANO, J.A. Utilização de substratos orgânicos comerciais na obtenção de mudas micorrizadas de limoeiro “Cravo” em ambiente protegido. 2003. 62f. Dissertação (Mestrado) Instituto Agronômico. Campinas.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant Soil*, v. 159, p. 89-102, 1994. MICHEREFF S. J., BARROS R. Proteção de plantas na agricultura sustentável / eds. – Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2001. 368 p.

MAKKOUK, K.M.; KOENIG, R. & LESSEMANN, D.E. 1981. Characterization of a Tombusvirus isolated from eggplant. *Phytopathology* 71: 572–577.

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

MORTON, J.B.; Benny, G.L. 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. *Mycotaxon* 37: 471-491.

MONTEIRO, M.T.M., GOMES, V.F.F., MENDES FILHO, P.F., GUIMARÃES, F.V.A. 2009. Absorção de nutrientes por mudas de pimentão micorrizado cultivado em substrato com pó de coco. *Revista Caatinga* 22: 95-101.

MURRAY, N. P. Caracterización y evaluación agronómica del residuo de fibra de coco: un nuevo material para el cultivo en sustrato. Valencia, 2001. 228 p. Tesis (Doctorales) en Ciencias Químicas, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Departamento de Química de la Universidad Politécnica de Valencia.

NASCIMENTO, W.M. Produção de sementes de berinjela In: IV CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇÃS, 2004, Brasília. Palestras...Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. CD-ROM.

NEGREIROS, J.R das S.; BRAGA, L R.; ÁLVARES, V. DE S; BRUCKNER, C.H. (2005). Diferentes substratos na formação de mudas de mamoeiro do grupo solo. Nota técnica: *Revista Brasileira de Agrociência*, v.11, n. 1, p. 101-103.

NOGUERA, P. A. et al. Coconut coir waste, a new viable ecologically – Friendly peat substitute. *Acta Horticultural*, v. 517, p, 279-286, 2000.

NUNES, M. U. C. Fibra e pó da casca de coco: Produtos de grande importância para a indústria e a agricultura. In: ARAGÃO, W. M. Coco Pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 9, p. 66-71.

NUNES, M. U. C. Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó da casca de coco. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2000. 29 p. (Comunicado Técnico, 13).

OOSTENBRINK, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mendelingen Landbouwhogeschool Wageningen* 66:1- 46.

OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; GALVÃO, D. C. Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de berinjela e pimenta. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. v. 1, n. 2, p. 24-32, jul/dez. Mossoró – RN. 2006.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. *Ver. Ciên. Agrônômica*, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 39-44, 2008.

PAULA, S. da M. Diversidade genética e reação de *Passiflora* spp. a *Meloidogyne incognita* e a *Meloidogyne javanica*. 2006. 98f. Dissertação 53 (Mestrado em Fitopatologia). Departamento de fitopatologia do instituto de ciências biologia da Universidade de Brasília, Brasília-DF. 2006.

PEREIRA, N.S.; BEZERRA, F.C.; ROSA, M.F. de. 2004. Produção de mudas de quiabeiro (*Abelmoschus sculentum* L. Moench) em substratos à base de pó de casca de coco verde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44. Anais...Campo Grande: SOB. Horticultura Brasileira 22 (2). Suplemento CD-ROM.

PHILIPS, J.M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society. London, v. 55, p. 158-161, 1970.

PINHEIRO J. B.; PEREIRA R. B.; CARVALHO A. D. F. de; AGUIAR F. M.; Ocorrência e manejo de nematoides na cultura do jiló e berinjela. Circular Técnica, EMBRAPA Hortaliças, Brasília - DF, abril 2013. 8 p.

RAMMAH, A.; HIRSCHMANN, H. *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. Journal of Nematology, 20 (1): 58-69, 1988.

REIS, A.; BOITEUX, L. S.; LOPES, C. A. Doenças da berinjela no Brasil. Brasília, Dezembro, 2011, 8 p. (Circular Técnica 97).

REIS, A. Atenção para o oídio em hortaliças. Disponível: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/imprensa/releases/oidio_em_hortalicas.html acesso: 17 de ago 2015.

LOPES, C. A.; REIS, A. Doenças do tomateiro em ambiente protegido. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. 11 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 53).

RODRIGUES, M. B. C.; ANDREOTE, F. D.; SPÓSITO, M. B.; AGUILLAR-VILDOSO, C. I.; ARAÚJO, W. L.; PIZZIRANI-KLEINER, A. A. Resistência a bezimidázóis por *Guignardia citricarpa*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, V. 42, p. 323-327, 2007.

ROSA, M. F. et al. Caracterização do pó da casca de coco usado como substrato agrícola. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2001. 6 p. (Comunicado Técnico, 54).

SAIGUSA, T. On the egg development and its morphological observations of the root - knot nematode, *Meloidogyne spp.* Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, v. 1, p. 238 - 243, 1957.

SALEH, H.; SIKORA, R. A. Relationship Between *Glomus Fasciculatum* Root Colonization of Cotton and its effect on *Meloidogyne incognita*. Nematologica. v. 30, p. 230 – 237, 1984.

SÁNCHEZ, F.P. Propriedades y características de los substratos. Turba y fibra de coco. In: FERNÁNDEZ, M.F. & GÓMEZ, I.M.C. (ed). Cultivo sem suelo II. Curso superior de especialización. p. 65-92. Almería, Espanha: Dirección Gen. de Investigación y Formación Agraria de la Junta de Andalucía/FIAPA/Caja Rural de Almería. 1999. 590 p.

SALGADO, S. M. L.; SILVA, L. H. C. P.. Potencial da indução de resistência no controle de fitonematoides. In: CAVALCANTI, L. S., R. M. DI PIETRO, S. F. PASCHOLATI, M. L. V. RESENDE; R. S. ROMERO (ed). Indução de Resistência em plantas a patógenos e insetos. FEALQ, Piracicaba, 2005. P. 155-168.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA JÚNIOR, J.M.T., MENDES FILHO, P.F., GOMES, V.F.F, GUMIRÃES, F.V.A. & SANTOS, E.M. 2010. Desenvolvimento de meloeiro associado a fungos micorrízicos arbusculares e cultivado em substrato po de coco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 5: 54-59.

SILVA JÚNIOR, J. M. T. (2008) Fungos Micorrízicos arbusculares no desenvolvimento do meloeiro, cultivado em substrato de pó de coco, solo e vermicomposto. Dissertação (Mestrado em Agronomia solos e nutrição de plantas) – Fortaleza – CE, 78p.

SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A.; OLIVEIRA, E. Ocorrência de micorrizas vesicular-arbusculares em agro e ecossistemas do Estado de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.24, p.1499-1506, 1989.

SIQUEIRA, J. O.; BRUSSARD, L. (Ed.) Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras Universidade Federal de Lavras, 2008. P 483-536.

SIDDIQUI, Z. A. e MAHMOOD, I. 1998. Effect of plant growth promoting bacterium, an AM fungus and soil types on the morphometrics and reproduction of *Meloidogyne javainica* on tomato. Applied Soil Ecology 8: 77-74

SHREENIVARA, K. R.; KRISHNAPPA, K.; RAVICHANDRA, N. G. Interaction effects of arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum* and root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on growth and phosphorous uptake of tomato. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v.20, n.1, p. 57-61, 2007

SCHUSSLER, A.; SCHWARZOTT, D.; Walker C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycological Research, (in press), 2001.

SCHÜBLER, A., SCHWARZOTT, D. & WALKER, C. A new phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycological Research 105:1413–1421, 2001.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. Mecanismos bioquímicos de defesa vegetal. In: PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B.

SMITH, G. S.; RONCADORI, R. W. & HUSEY, R. S. 1986. Interactions of endomycorrhizal fungi, sperphosphate and *Meloidogyne incognita* on cotton in microplot and field studies. Journal of Nematology 18, 208-216.

SMITH, S.E., FACELLI, E., POPE, S., SMITH, F.A. Plant performance in stressful environments: Interpreting new and established knowledge of the roles of Arbuscular Mycorrhizas. Plantt Soli. 326:3-20. 2010.

SMITH, S. E.; MCGEE, P. A. & SMITH, F. A. 1989. Physiological interactions between mycorrhizal fungi and host plants: an approach to determining the bases of symbiotic efficiency. Endocytobiology 4: 91-98.

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.

SOUZA, DÉBORA DA SILVA; SILVA, KENIA NARA DA. Substituição Parcial da Farinha de trigo pela farinha de berinjela para elaboração de massa fresca. *Anais da 9ª Mostra Acadêmica UNIMEP – 08 a 10 de novembro de 2011*

SOUZA, F. A. de; SILVA, I.C.L. da; BERBARA, R.L.L. Fungos micorrizicos arbusculares: muito mais diversos do que se imaginava. In. MOREIRA, F. M. S. 2008.

SOUZA, F. A. et al. Classificação e taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil. In: SIQUEIRA, J. O. et al. *Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil*. Lavras: Editora UFLA, 2010. p. 15-73.

STÜRMER, S.L. & SIQUEIRA, J.O. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Brazilian ecosystems. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. & BRUSSAARD, L., eds. *Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems*. Wallingford, CABI-Pub., 2006. P.206-236.

TAYLOR, A.L. & SASSER, J.N. *Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)*. Raleigh: North Carolina State University, 1978. 111p.

TIHOHOD, D. **Nematologia agrícola aplicada**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1993.372p.

TIHOHOD, D. *Nematologia agrícola aplicada*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000

VAN DER HEIJDEN, M. G. A. et al. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, London, v.396, p. 69-72, Nov. 1998.

VIEIRA, D. C. Estudo da irrigação por gotejamento na cultura de berinjela (*Solanum melongena*, L.). Tese – Doutorado – Universidade de Campinas, Faculdade de Engenharia de Limeira. 80 p., 1973.

WILLIAM SON, V.M.; KUMAR, A. Nematode resistance in plants: the battle underground. *Trends in Genetics* v. 22, p. 396 – 403, 2006.

WILLIAMSON, V.M.; HUSSEY, R.S. Nematode pathogenesis and resistance in plants. *Plant Cell*, v. 8, p. 1735 – 1745, 1996.

WOLF, D.C.; WAGNER, G.H. Carbon transformations and soil organic matter formation. In: SYLVIA, M.; FUHRMANN, J.J.; HARTEL, P.G.; ZUBERER, D.A. (Ed.). *Principles and applications of soil microbiology*. New Jersey; Pearson Prentice Hall, 2005.p. 285-232.