

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**INTERAÇÃO FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES e  
*Meloidogyne incognita*, EM PLANTAS DE TOMATEIRO e PIMENTÃO.**

**SILVIA SANTIN BORDIN**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU - SP  
Fevereiro - 2002

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**INTERAÇÃO FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES e  
*Meloidogyne incognita*, EM PLANTAS DE TOMATEIRO e PIMENTÃO.**

**SILVIA SANTIN BORDIN**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marli T. A. Minhoni

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU - SP  
Fevereiro – 2002

## AGRADECIMENTOS

À FCA-Unesp pela cedência do espaço físico e estrutura para realização deste trabalho.

Aos docentes e funcionários que contribuíram direta ou indiretamente com a realização deste trabalho.

Em especial a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marli T. A. Minhoni pela orientação e colaboração na realização deste trabalho.

Ao pessoal da Biblioteca que sempre nos atenderam com muita dedicação.

À funcionária Maria de Fátima Silva e ao colega doutorando Ângelo Tadeu Ottati, pela dedicação e colaboração na realização deste trabalho.

À colega Dr<sup>a</sup> Jaqueline Verzignazzi e ao colega doutorando Carlos Alberto de Oliveira Matos pelo auxílio na realização da análise estatística.

Aos amigos que sempre estiverem próximos auxiliando com palavras ou gestos, nos dando forças para continuar os trabalhos.

À CAPES pela bolsa de estudos.

Aos meus pais, familiares e em especial a meu filho Itibere, pela compreensão e carinho.

## SUMÁRIO

Conteúdo	Página
RESUMO .....	01
SUMARRY .....	02
1 INTRODUÇÃO .....	03
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	05
2.1 O tomate .....	05
2.2 O pimentão .....	05
2.3 O nematóide .....	06
2.4 O controle .....	08
2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares .....	11
2.5.1 Tomateiro x fungos MA .....	11
2.5.2 Pimentão x fungos MA .....	12
2.6 Fungos MA x Nematóides .....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	25
3.1 Experimento 1: Interação <i>M. incognita</i> – tomateiro – fungos MA .....	25
3.2 Experimento 2: Interação <i>M. incognita</i> – pimentão – fungos AM .....	27
3.3 Adubação .....	28
3.4 Os fungos MA .....	29
3.5 O nematóide .....	30
3.6 Os parâmetros analisados .....	31
3.7 Análise estatística .....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4.1 Resultados e discussão – Experimento 1 – tomate .....	34
4.1.1 Micorrização .....	34
4.1.2 Infecção pelo nematóide .....	36
4.1.3 Efeito do fósforo .....	38

4.1.4 Interação fungos MA x nematóide .....	39
4.1.5 Interação micorrização x adubação fosfatada .....	42
4.1.6 Interação nematóide x adubação fosfatada .....	45
4.2 Resultados e discussão – Experimento 2 – pimentão .....	47
4.2.1 Micorrização .....	47
4.2.2 Infecção pelo nematóide .....	49
4.2.3 Interação fungo MA x nematóide .....	51
5. CONCLUSÕES .....	56
6. BIBLIOGRAFIA CITADA .....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabelas	página
Tabela 1. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT), diâmetro de caule em cm (DIAM), teor de fósforo na parte aérea em g P kg <sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA 100 <sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, entre os fungos MA (médias de oito repetições).	35
Tabela 2. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT), diâmetro de caule (DIAM), teor de fósforo na parte aérea em g P kg <sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA 100 <sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, entre as raças de <i>M. incognita</i> (médias de oito repetições).	37
Tabela 3. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de <i>M. incognita</i> , em plantas de tomateiro entre as raças do nematóide (médias de oito repetições).	37
Tabela 4. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT), diâmetro de caule em cm (DIAM), teor de fósforo na parte aérea em g P kg <sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL), e número de esporos de fungo MA 100 <sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, entre as doses de fósforo (médias de oito repetições).	38
Tabela 5. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT), porcentagem de colonização micorrízica (% COL), teor de fósforo na parte aérea em g P kg <sup>-1</sup> de matéria seca (P PA) e número de esporos de fungo MA 100 <sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, na interação: fungo MA x nematóide (médias de oito repetições).	39
Tabela 6. Teor de fósforo na parte aérea em g P kg <sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA 100 <sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, na interação: fungo MA x nematóide (médias de oito repetições).	40

- Tabela 7. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de *M. incognita*, em plantas de tomateiro entre os fungos MA (médias de oito repetições). 40
- Tabela 8. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule em cm (DIAM), em plantas de tomateiro, na interação: fungo MA x teor de fósforo (médias de oito repetições). 43
- Tabela 9. Teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA 100<sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, na interação: fungo MA x teor de fósforo (médias de oito repetições). 43
- Tabela 10. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule em cm (DIAM), em plantas de tomateiro, na interação: nematóide x teor de fósforo (médias de oito repetições). 45
- Tabela 11. Teor de fósforo na parte aérea em g kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA 100<sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, na interação: nematóide x teor de fósforo (médias de oito repetições). 46
- Tabela 12. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de *M. incognita*, em plantas de tomateiro entre as doses de fósforo (médias de oito repetições). 46
- Tabela 13. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule (DIAM), em plantas de pimentão, entre os fungos MA (médias de oito repetições). 47
- Tabela 14. Número de folhas por planta (N FOL), número de flores por planta (N FLO), porcentagem de colonização micorrízica (% COL), teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA) e número de esporos de fungo MA 100<sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de pimentão, entre os fungos MA (médias de oito repetições). 48
- Tabela 15. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule (DIAM), em plantas de pimentão, entre os nematóides,(médias de oito repetições). 49

Tabela 16. Número de folhas por planta (N FOL), número de flores por planta (N FLO), porcentagem de colonização micorrízica (% COL), teor de fósforo na parte aérea em $\text{g P kg}^{-1}$ de matéria seca (P PA) e número de esporos de fungo MA $100^{-1}$ g de solo seco (N ESP), em plantas de pimentão, entre os nematóides, (médias de oito repetições).	50
Tabela 17. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de <i>M. incognita</i> , em plantas de pimentão entre nematóides, (médias de oito repetições).	50
Tabela 18. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule em cm (DIAM), em plantas de pimentão, na interação: fungo MA x nematóide (médias de oito repetições).	52
Tabela 19. Porcentagem de colonização micorrízica (% COL), teor de fósforo na parte aérea em $\text{g P kg}^{-1}$ de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de flores por planta (N FLOR) e número de esporos $100 \text{ g}^{-1}$ de solo seco (N ESP), em plantas de pimentão, na interação: fungo MA x nematóide (médias de oito repetições).	53
Tabela 20. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de <i>M. incognita</i> , em plantas de pimentão entre os fungos MA (médias de oito repetições).	54

**INTERAÇÃO FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES e *Meloidogyne incognita*, EM PLANTAS DE TOMATEIRO e PIMENTÃO.** Botucatu, 2001. 70 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: Sílvia Santin Bordin

Orientadora: Marli Teixeira de Almeida Minhoni

## RESUMO

O tomateiro e o pimentão são importantes culturas no Brasil. Porém, como muitas culturas são atacadas pelos chamados nematóides causadores de galhas, entre estes a espécie *Meloidogyne incognita* Chitwood. Este nematóide representa grandes perdas em ambas culturas. Estas culturas também são colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares, os quais podem trazer vários benefícios às plantas. Dentre esses benefícios temos o auxílio na absorção de fósforo e a redução na severidade de doenças. Este trabalho analisou a interação fungos MA e as raças 2 e 3 de *M. incognita* em plantas de tomateiro e pimentão. Observou-se que, em tomateiro, os fungos MA, aumentaram os teores de fósforo na parte aérea, sendo que *Glomus clarum* foi mais eficiente que *Gigaspora margarita*. Ambas as raças de *M. incognita* foram bastante agressivas às plantas de tomateiro, porém os fungos MA foram eficientes em auxiliar a planta a superar o dano do nematóide. *G. clarum*, *G. margarita* e *Glomus etunicatum* melhoraram o desenvolvimento de plantas de pimentão, aumentaram os teores de fósforo na parte aérea e auxiliaram as plantas a superar os danos provocados pelo nematóide.

---

Palavras Chave: Fungos MA, *M. incognita*, tomate, fósforo, pimentão.

**INTERACTION VA-MYCORRIZAL FUNGI *Meloidogyne incognita* IN TOMATO PLANTS AND PEPPER PLANTS.** BOTUCATU, 2001 70 p. Thesis (Doctor's degree in Agronomy / for Protection of Plants) – Agronomy College, São Paulo State University.

Author: Sílvia Santin Bordin

Adviser: Marli Teixeira de Almeida Minhoni

## SUMMARY

Tomato and pepper plants are important cultures in Brazil. But as many cultures are attacked by named root-knot nematodes, among them the *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood races. This nematode represents big losses in both cultures. Those cultures are colonized by VA-mycorrhizal fungi and they can help the plants. From among these benefices we have an aid in phosphorus assimilation and a reduction in the hardness of diseases. This work has analyzed the interaction between AM fungi and the races two and three of *M. incognita* in tomato plants and pepper plants. We observed in tomato plants that AM fungi has increased the phosphorus content in the shoot so *Glomus clarum* was more efficient than *Gigaspora margarita*. Both races of *M. incognita* were too aggressive in tomato plants, but MA fungi were efficient for helping the plants to support the damages of nematodes. *G. clarum*, *G. margarita* and *Glomus etunicatum* got better the development of pepper plants. They increased the phosphorus assimilation in the shoot and helped the plants to support the damage by nematodes.

---

Keywords: VA-mycorrhizal fungi, *M. incognita*, phosphorus, tomato, pepper

## 1. INTRODUÇÃO

O tomateiro e o pimentão são hortaliças amplamente cultivadas no Brasil e, como outras culturas, também são atacadas por diversos patógenos entre os quais os nematóides da espécie *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, havendo redução na produtividade. A melhor forma de controle de nematóides fitopatogênicos é a prevenção, utilizando-se mudas e ou sementes sadias e evitando-se a infestação através da não introdução de implementos e utensílios infestados. O uso de variedades resistentes é recomendado sempre que houver material disponível. Em áreas infestadas pode-se utilizar uma série de métodos para a redução da população ou dos danos por eles causados, entre estes temos o controle químico, considerado por vezes ineficiente ou inviável economicamente e danoso ao ambiente. Outro método é o controle biológico, sobre o qual existem inúmeros trabalhos, principalmente com fungos que parasitam os nematóides ou seus ovos, porém, nenhum deles se mostrou aplicável até o momento, em escala comercial.

O tomateiro e o pimentão também se encontram associados a fungos micorrízicos arbusculares (MA), estabelecendo-se uma simbiose mutualista. Os fungos MA podem trazer benefícios às plantas, como melhor absorção de elementos minerais, com destaque ao fósforo bem como a tolerância a doenças e pragas, como por exemplo àquelas

devidas a espécies de *Fusarium*, *Phytophthora* e nematóides, tendo potencial de uso em programas de controle biológico. O presente trabalho teve por objetivo, analisar a interação do nematóide *Meloidogyne incognita* com fungos MA das espécies *Gigaspora margarita* Becker Hall, *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann e *Glomus clarum* Nicolson & Schenck, em tomateiro e pimentão suscetíveis ao nematóide. Traduz-se como a busca de uma prática mais eficiente de controle do dano de fitonematóides, através da produção de mudas micorrizadas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O tomateiro

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é originário da América do Sul e foi levado para a Europa pelos primeiros exploradores, onde foi cultivado inicialmente como ornamental e depois como medicinal. Atualmente, é mundialmente utilizado como alimento, principalmente na produção de molhos e extratos, sendo fonte de beta-caroteno e ácido ascórbico, entre outros compostos (Sonnenberg, 1985).

O Brasil destaca-se como o nono país na produção mundial desta olerícola. A produção nacional do ano de 1999, segundo o Agrianual (2000a), foi de 3.142.855 toneladas e destas, 767.580 toneladas foram produzidas no Estado de São Paulo. A área cultivada no país, no ano de 1999 foi de 65.589 ha, sendo 14.030 ha no Estado de São Paulo.

## 2.2 O pimentão

O pimentão era uma cultura de pouca expressão comercial no Brasil até os anos 90. A partir de então, passou a constar nos dados da CEAGESP pelo aumento significativo no volume comercializado. Essa cultura é dividida de acordo com o pigmento, ou seja, em verde e em vermelho. O primeiro é mais utilizado como salada e o segundo, é muito utilizado para extração do pigmento, o qual é utilizado principalmente na indústria de embutidos cárneos tais como as salsichas, presunto e outros (Tivelli, 1998).

O volume de pimentão comercializado na CEAGESP-São Paulo, no ano de 1999 foi de 20.399 toneladas a um preço médio de US\$ 0,26 kg<sup>-1</sup> (Agrianual, 2000b).

## 2.3 O nematóide

Os nematóides fitoparasitos são muito importantes quanto ao aspecto econômico, porque podem danificar plantas causando prejuízos aos agricultores. Os nematóides causadores de galhas (*Meloidogyne* spp.) atacam várias culturas tais como as olerícolas e entre estas, o tomateiro é uma das mais suscetíveis. O ciclo de vida do nematóide, descrito por Taylor & Sasser (1983), inicia-se com a eclosão dos juvenis de segundo estágio (J2), sendo esta a forma infectiva. As larvas penetram na raiz geralmente pelos pontos de crescimento, movimentam-se principalmente entre as células não diferenciadas e colocam suas cabeças no cilindro central, com o corpo no córtex. Utilizando os estiletos, perfuram a parede das células e injetam substâncias de suas glândulas esofágicas. Estas substâncias provocam o aumento de volume das células do cilindro central e o aumento da divisão celular no periciclo. Estas transformações resultam na formação de células gigantes. Geralmente estas transformações são acompanhadas pelo engrossamento da raiz com a formação de galhas. Cada fêmea deposita na galha de 250 a 500 ovos, envolvidos numa matriz gelatinosa. Seu ciclo de vida no campo dura de 25 a 40 dias. Estima-se que estes nematóides completam mais de três ciclos em cada fase de desenvolvimento do tomateiro (Huang, 1992).

No Brasil, os nematóides causadores de galhas foram encontrados pela primeira vez em plantas de café, em agosto de 1877, sendo documentados por Göeldi (Taylor & Sasser, 1983). Hoje, no Estado de São Paulo, cerca de 40% da cafeicultura situa-se em solo infestado com nematóides, o que tem causado uma redução média de 15 a 20% na produção. Dentre os nematóides causadores de galhas o mais importante é o *M. incognita*, o qual possui 4 raças fisiológicas, infectando diferentes espécies de plantas, inclusive a maioria das daninhas que infestam a cafeicultura (Fazuoli, 1989 e Godoy et al., 1997).

Em tomateiro, as principais espécies de nematóides associadas, segundo Cook & Evans (1987), são *M. incognita*, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood, *Meloidogyne hapla* Chitwood e *M. chitwood* Golden, O'Banner, Santo and Finley.

Anwar et al. (1994) relatam que, plantas de tomateiro cv. Moneymakes foram mais suscetíveis a *M. incognita* que plantas de pimentão. Observaram, 35 dias após a inoculação de 50 J2 por planta (50 juvenis de segundo estágio por planta), que plantas de tomateiro apresentaram o maior número de massas de ovos (30 por planta) com 4.140 ovos e o pimentão apresentou de 969 a 364 ovos por planta.

Filgueira (1982) cita que, dos patógenos que afetam o tomateiro, os nematóides são de controle mais problemático. Além dos danos causados diretamente pelo parasitismo nas raízes, os nematóides facilitam a penetração de fungos e bactérias danificando ainda mais a planta.

O dano dos nematóides foi estudado por alguns autores como Ponte et al. (1977), os quais observaram redução em 66,5 % no crescimento vegetativo e cerca de 40% na produção de frutos de tomateiro var. Filipinas, cultivados em solos infestados com *M. incognita*, comparado com os cultivados em solo esterilizado.

Charchar et al. (1998) observaram, em tomateiro cv Rio Grande, Europeel e Calipso, infestados com a raça 1 de *M. incognita* e *M. javanica*, perdas de produtividade até 16,5 % a 17 % em condições de campo e perdas de 24,4 % a 44,3 %, em condições de estufa.

Langellotti et al. (1995) observaram perdas na produção de 50% ou mais na região do Mar Mediterrâneo. Nessa região, o nematóide conseguiu completar 3 ciclos na cultura do tomateiro.

Plantas de pimentão também são atacadas por *M. incognita*. Quando isto ocorre, os frutos perdem o sabor adocicado (Di Vito & Lamberti, 1980). Densidades de inóculo de 0,1 a 1 ovos e juvenis  $\text{cm}^{-3}$  (ovos ou formas juvenis por centímetro cúbico) de solo já limitam o desenvolvimento de pimentão nos Estados Unidos (Lindsey & Clayshulte, 1982).

Di Vito et al. (1985) observaram que *M. incognita* raça 1 reduziu a produção e o peso médio dos frutos em plantas de pimentão. Os autores estabeleceram um limite de tolerância de 2,2 ovos e juvenis  $\text{cm}^{-3}$  de solo mas, concluíram que este limite varia de ano para ano. O tamanho dos frutos foi o parâmetro mais afetado pela presença do nematóide.

Peixoto et al. (1997, 1999) destacaram que o rendimento da cultura do pimentão no Brasil teve uma queda acentuada, ocasionada, entre outros, por problemas fitossanitários incluindo danos por nematóides, especialmente o gênero *Meloidogyne*. Os autores demonstraram a suscetibilidade da variedade Ikeda às 4 raças de *M. incognita*. Os autores encontraram: Fator de reprodução de 2,084; 2,378; 3,166 e 1,31 e Índice de reprodução %<sup>1</sup> de: 41,39 (levemente resistente); 56,01 (suscetível); 58,81 (suscetível) e 15,29 (moderadamente resistente), respectivamente para as raças 1, 2, 3 e 4. Sendo: Cultura suscetível àquela que atingir 50% a 100% de reprodução em relação ao padrão suscetível, levemente resistente (25% a 50%), moderadamente resistente (10% a 25%) e muito resistente (1% a 25%).

Khan & Haider (1991) concluíram que o potencial de dano e eficiência de reprodução de nematóides do gênero *Meloidogyne* em pimentão, pode ser disposto da seguinte forma: *M. javanica* > *M. incognita* raça 2 > *M. incognita* raça 1 > *M. incognita* raça 4 > *M. incognita* raça 3.

Em pimentão, segundo Kurozawa & Pavan (1997), já foi constatada a ocorrência de nematóides do gênero *Meloidogyne* e *Pratylenchus*. A ocorrência e danos devem ser cada vez mais importantes à medida que o cultivo seja intensificado na mesma área. Em estufa, não sendo tomadas medidas preventivas de controle, pode ser um problema limitante.

---

<sup>1</sup> Índice de Reprodução % em relação ao suscetível, considerado 100 % (no caso, o tomate Ângela Gigante).

## 2.4 O controle

Segundo Rebel et al. (1976), o controle de *M. incognita* é dificultado devido a sua sobrevivência no solo e a ampla gama de hospedeiros. O nematóide sobrevive no solo por mais de seis meses em ausência de hospedeiros. Em 6 meses, os autores observaram uma redução somente de 27% na infestação inicial.

Ferraz (1992) relata que o controle de fitonematóides é, de modo geral, uma tarefa difícil e cada situação requer um estudo. Dentre os métodos alternativos de controle, a remoção e eliminação de raízes infestadas e o tratamento do solo com vapor de água, têm fornecido bons resultados. Outro método alternativo é o controle biológico, pois, no solo, existem muitos inimigos naturais dos nematóides e dentre estes, os fungos têm sido considerados os de maior potencial; dentre eles, os mais estudados são *Arthrobotrys irregularis* (controla larvas), *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson (parasita ovos e fêmeas), *Verticillium chlamydosporium* Goddard e *Gliocladium* spp. Dentre as bactérias cita-se a *Pasteuria penetrans* que causa esterilidade nos nematóides. Na prática, estes microrganismos teriam que ser multiplicados em grande escala e espalhados nas áreas infestadas. Contudo, esta prática não tem sido adotada face às dificuldades de execução e de sobrevivência destes microrganismos no sistema. Outras práticas alternativas de controle de nematóides são a inundação, rotação de culturas, adição de matéria-orgânica ao solo, uso de variedades resistentes e culturas armadilha, entre outros. Porém, medidas isoladas dificilmente levarão ao controle de nematóides.

A infestação crescente dos solos, com nematóides fitoparasitos é uma realidade e tem sido devida principalmente ao uso de mudas e implementos agrícolas contaminados; água de chuva também colabora para o aumento da disseminação. Esta infestação tem ocasionado perdas na produtividade o que têm levado os pesquisadores a buscar formas de controle (Fazuoli, 1989).

Inúmeros trabalhos já foram e continuam sendo desenvolvidos visando o controle de nematóides do gênero *Meloidogyne*. Jaehn (1984a, 1984b), Jaehn e Rebel (1984a, 1984b, 1984c, 1984d) desenvolveram vários estudos buscando o controle do nematóide em plantas de cafeeiro, utilizando produtos químicos e/ou matéria orgânica. Os resultados encontrados não foram satisfatórios. Apesar de ter obtido algum controle em alguns

casos, os nematicidas apresentam alta toxicidade ao homem e ao ambiente. Ademais, em nenhum caso houve erradicação do patógeno e com o tempo, a população restabelece-se a níveis de dano.

Huang (1992) cita, como métodos de controle de *Meloidogyne* em hortaliças, a limpeza do campo com eliminação e destruição de plantas infestadas, pousio com aração, plantas e armadilha<sup>2</sup> e antagonistas como a *Crotalaria* spp., *Tagetes* spp., *Chenopodium ambrosioides*, *Canavalia ensiformis* e *Stizolobium aterrimum*, o uso de cultivares resistentes (tais como o tomateiro IPA – 3 e Nemadoro, resistentes a *M. javanica*, *M. incognita* e *M. arenaria* (Neal) Chitwood e nematicidas. O uso de nematicidas para combate de nematóides causadores de galhas é eficiente mas, muitas vezes antieconômico, sendo os produtos mais usados o Carbofuran e Aldicarb. O controle integrado envolvendo vários métodos, visando a redução da população inicial do nematóide, é o mais eficiente.

Embora tais práticas de medidas preventivas da disseminação, contaminação e ataque de nematóides estejam disponíveis, até o momento não têm solucionado o problema de forma satisfatória (Gonçalves et al., 1998, Campos et al., 1985, D'addabbo & Sasanelli, 1997, Akhtar & Mahmood, 1997, Rao et al., 1998 e Freitas et al., 1999).

Godoy et al. (1997) recomendam, como medidas de controle, a prevenção, utilizando-se mudas sadias. Em áreas infestadas o nematóide pode ser tolerado através do manejo da adubação, principalmente orgânica e tratos na lavoura (uso de utensílios limpos, evitar contaminação pela água, por sementes, aração, pousio, uso de culturas não hospedeiras, entre outros), bem como o uso de plantas armadilha para reduzir a população de nematóides.

Curi et al. (1977) observaram que o controle químico com diferentes nematicidas (DBCP + fensultothion, phenamiphos<sup>3</sup> + phenamiphos, carbofuran + carbofuran, basamid + oxamyl, Aldicarb + Aldicarb, Ac 64475 + Ac 64475, DD + prophos e oxamyl + oxamyl) na cova ou em cobertura, recomendados para controle de nematóides em cafeeiro, mostraram uma proteção inicial que permitiu maior produção, porém, não conseguiu livrar o sistema radicular do parasitismo.

---

<sup>2</sup> Planta armadilha: o nematóide infecta e não reproduz; Planta antagonista: o nematóide infecta e morre.

<sup>3</sup> Produto mais ele mesmo significa duas vezes o a dose recomendada.

O controle de nematóides e fungos patógenos de solo, plantas daninhas e artrópodes na Geórgia e Flórida, tem sido feito principalmente com brometo de metila, principalmente nas culturas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), pimentão (*Capsicum frutescens* L.) e tomate (*L. esculentum* Mill.) (Csinos et al., 2000). Na região da costa do Mar Mediterrâneo, o controle de nematóides em tomateiros também tem sido feito com Brometo de Metila (Caroppo et al., 1998).

Campos et al. (1985) ressaltam que o controle químico é afetado por condições de clima e solo, sendo eficaz por até três meses, período muito curto para uma cultura perene, mas que poderia ser utilizado em culturas anuais.

No Brasil, Minami and Haag (1989) citam como métodos de controle de *Meloidogyne* em tomateiro: uso de variedades resistentes, evitar o tráfego de implementos em áreas infestadas, utilizar mudas isentas do nematóide, utilizar matéria orgânica na adubação, fazer rotação de culturas e utilizar nematicidas. Têm registro no Ministério da Agricultura os seguintes produtos nematicidas para uso na cultura do tomateiro: Dazomet (para tratamento de solo antes do plantio), Metam, Carbofuran e Fenamiphos (para controle de *M. javanica*).

## 2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares

Fungos micorrízicos arbusculares (MA) estabelecem simbiose mutualista com a grande maioria das plantas superiores (Powell & Bagyaraj, 1986).

Taxonomicamente, os fungos micorrízicos arbusculares fazem parte do Reino Fungi, Filo Zygomycota, Classe Zygomycetes e Ordem Glomales, compondo os gêneros *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* e *Scutellospora* (Agris, 1997).

Dentre os benefícios que estes fungos proporcionam às plantas temos a promoção do desenvolvimento (Abbott & Robson, 1986), maior absorção de nutrientes para o hospedeiro (Miller & Allen, 1992) e as interações biológicas, dentre elas as interações com organismos patogênicos de plantas (Bagyaraj, 1986).

### 2.5.1. Tomateiro x fungos MA

Alguns autores citam a interação de tomateiros com fungos micorrízicos. Araújo et al. (1994), inocularam plantas de tomateiro com diferentes espécies de fungos micorrízicos e observaram que nenhuma das espécies inoculadas aumentou significativamente a produção de matéria seca da parte aérea e da raiz, aos 52 dias após a inoculação. As espécies de fungo MA que melhor colonizaram as raízes foram *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita*. Por outro lado, Araújo et al. (1996) encontraram aumento na massa seca radicular e na razão raiz / parte aérea de plantas de tomateiro inoculadas com *G. etunicatum* e adubadas com 60 mg de fósforo por kg de solo e um aumento no conteúdo de fósforo na parte aérea quando as plantas receberam 120 mg de fósforo por kg de solo.

Outros trabalhos demonstraram que plantas de tomateiro beneficiam-se da associação com fungos MA, com incremento na matéria-seca (Plenchette et al., 1983), além da resistência à ação de patógenos (Bagyaraj et al., 1979). Mohandas (1987), observou que plantas de tomateiro, aos 60 dias após a inoculação com *Glomus fasciculatum* (Thaxter sensu Gerd.) Gerd and Trappe, apresentaram incremento substancial no desenvolvimento, conteúdo de nitrogênio, fósforo e produção, quando comparadas com plantas não inoculadas.

Edathil et al. (1996) desenvolveram experimento onde semearam tomate em solo previamente inoculado com *Glomus aggregatum* (Schenck and Smith) Koske, *G. fasciculatum*, *Glomus geosporum* (Nicolson and Gedermann) Walker e *Glomus sinuosum* (Gedermann and Bakski) Almeida e Shenck, isolados ou em combinação entre si, em solo com 0,9 mg de fósforo por kg de solo. Sessenta dias após a inoculação, os autores avaliaram que o melhor desempenho de planta (parâmetros de desenvolvimento e absorção de nutrientes), ocorreu quando as quatro espécies de fungo micorrízico foram inoculadas simultaneamente. Nessa situação, a porcentagem de colonização micorrízica radicular foi significativamente superior aos demais tratamentos, ficando em 94,75%.

### 2.5.2. Pimentão x fungos MA

O pimentão também se associa com fungos micorrízicos arbusculares.

Nemec & Datnoff (1993) inocularam variedades comerciais de tomate e pimentão com *Glomus intraradices* Schenck and Smith, em experimento conduzido em casa-de-vegetação, para se determinar a dependência micorrízica dos cultivares. Das sete cultivares de pimentão analisadas, as que apresentaram maior dependência foram Bell Captain e Early Calwonder e das nove cultivares de tomate observadas, as de maior dependência foram as cv. Heatware e Bonita. Os autores observaram variação no comportamento dos cultivares, sendo que, em algumas, foi observado maior peso seco da parte aérea, em outras, maior peso fresco de raiz e ainda em outras, maior altura de planta. Assim, o benefício do fungo micorrízico varia conforme a cultivar.

Olsen et al. (1996), observaram o efeito da inoculação de *Glomus mosseae* (Nicol. & Gerd.) Fox & Spasoff e *G. etunicatum*, em pimentão (cv. Target), milho (cv. Snosweet) e tomate (cv. Floradade), em solo com baixa fertilidade em fósforo (6 mg de P kg<sup>-1</sup> de solo, extraível em NaHCO<sub>3</sub>), com cinco doses de adubação fosfatada e duas doses de adubação nitrogenada. Em pimentão, o melhor tratamento foi o de plantas inoculadas sem adição de adubação fosfatada, com maior peso seco de parte aérea e maior concentração de fósforo nos frutos jovens.

Al Momany (1987) observou o efeito de *G. fasciculatum*, *Glomus monosporum* e *G. mosseae* no desenvolvimento de plântulas de tomate, berinjela e pimentão em ensaio de campo. Os incrementos na produção foram de 47% para o tomate e de 22% para pimentão. *G. mosseae* resultou em maior incremento no desenvolvimento das plantas e *G. fasciculatum* foi o mais eficiente na colonização de raízes de pimentão e berinjela.

Waterer & Coltman (1989) também verificaram o efeito da inoculação de fungos MA em plantas de pimentão. Os autores observaram que a inoculação com *Glomus aggregatum* (Shenck and Smith) Koske não afetou a concentração de P no tecido vegetal, bem como o desenvolvimento ou produtividade em solos com alto teor de fósforo (0,30 mg L<sup>-1</sup> de solução do solo). Em situação de baixo teor de fósforo (0,03 mg L<sup>-1</sup> de solução de solo), houve aumento da concentração de fósforo no tecido vegetal, peso da planta e produtividade. A

inoculação também melhorou o desempenho das mudas no transplante, diminuindo o estresse hídrico.

Bloodnich (1999), por sua vez, semeou pimentão em solo inoculado ou não com *Glomus intraradices* e observou, após a colheita, uma melhora na qualidade de frutos e incremento na produtividade em mais de 16% nas plantas micorrizadas.

Murumkar & Patil (1996) observaram o efeito dos fungos *G. fasciculatum*, *G. margarita* e *Acaulospora* sp. e combinação destes, bem como o efeito dos diazotróficos *Azotobacter chroococum* Beijerinck, *Azospirillum lipoferum* e sua mistura, em plantas de pimentão variedade grossum (cv Califórnia Wonder). Os autores observaram que, em geral, o comprimento da parte aérea e raiz, peso seco de planta, tamanho dos frutos e a absorção de nutrientes foram significativamente incrementados pela colonização micorrízica juntamente com os diazotróficos. O tratamento mais eficiente foi a mistura das três espécies de fungos MA, seguido por *G. fasciculatum*, *G. margarita* e *Acaulospora* sp..

Davies & Linderman (1991) inocularam *Glomus deserticola* (Trape, Blon & Menge) em plântulas de pimentão cv. Early Bountiful, em três condições de adubação fosfatada. Observaram aumento na área foliar e número de frutos na maior dose de adubação fosfatada (44  $\mu\text{g mL}^{-1}$  na solução nutritiva) e presença conjunta do fungo micorrízico, em relação às demais doses (11 e 22  $\mu\text{g mL}^{-1}$  de P na solução nutritiva) com ou sem fungo micorrízico. O peso seco da parte aérea e da raiz também foi maior na maior dose de fósforo, porém, foi independente da presença ou ausência do fungo micorrízico.

Plantas de pimentão inoculadas com *G. fasciculatum*, *Glomus monosporum* ou *Glomus mosseae* tiveram incrementos de 22%, 21% e 7% na produção, respectivamente. Plantas de tomate, inoculadas com essas mesmas espécies de fungos micorrízicos tiveram incrementos de 47%, 28% e 29% na produção, respectivamente (Al Raddad, 1987).

Haas et al. (1987), inoculando plantas de pimentão com *Glomus macrocarpum* Tul. & Tul., observaram que estas produziram frutos maiores, comparado com os frutos de plantas cultivadas em solo com fungos micorrízicos nativos.

*G. macrocarpum* proporcionou maior incremento no desenvolvimento de pimentão, maior produção e maiores teores de fósforo, zinco, cobre e ferro, quando se

utilizou 50% da adubação fosfatada recomendada pela análise (adicionado na forma de superfosfato prontamente solúvel), quando comparado com plantas inoculadas com *G. fasciculatum*. A avaliação foi feita aos 30 dias após o transplante das mudas. (Sreenivasa et al., 1993).

## 2.6 Fungos MA x Nematóides

Vários autores estudaram a interação entre fungos micorrízicos arbusculares e nematóides.

Ingham (1988) comenta que nematóides e fungos micorrízicos ocorrem, ambos, na região rizosférica. Fungos MA beneficiam as plantas, incrementando a absorção de nutrientes, absorção de água, além de proteção contra patógenos habitantes do solo. Nematóides causadores de galhas, por sua vez, sugam nutrientes da planta podendo interferir em algumas funções micorrízicas. Fungos micorrízicos não colonizam regiões radiculares colonizadas por nematóides e estes, por sua vez, não colonizam regiões colonizadas por fungos MA. Por outro lado, a interação nematóide-micorriza é altamente dependente do binômio cultivar de planta e espécie de nematóide bem como do nível de colonização, do estado nutricional da planta e da disponibilidade de nutrientes no solo. O autor também comenta que o nematóide geralmente reduz os benefícios da associação micorrízica e esta, por sua vez, compensa a quantidade de dano suportado pela planta infectada. Ademais, fungos micorrízicos e nematóides 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 nematóides. Contudo, alguns estudos têm mostrado incremento na produção de esporos e alto percentual de colonização radicular pelo fungo micorrízico, quando o nematóide está presente. Em alguns casos houve severa desvantagem, com o nematóide se alimentando de hifas do fungo micorrízico, comprometendo a absorção de fósforo. No entanto, Pinochet et al. (1996) demonstraram que *G. mosseae* colonizou o córtex radicular de pessegueiro, também colonizado por *Pratylenchus vulnus*.

Elad (1985) comenta que o antagonismo é um fenômeno que tem papel importante na interação entre microrganismos e outros seres vivos do solo, o qual pode ser devido a: parasitismo, antibiose ou competição. A atividade antagônica de microrganismos benéficos pode reduzir a atividade e/ou densidade de inóculo de patógenos de plantas com potencial para desenvolver doença. No solo, temos uma microbiota extremamente diversa, composta por microrganismos benéficos e maléficos. E estes reagem constantemente entre si e são afetados pelas raízes das plantas. Portanto, esta microbiota pode ser manipulada para melhorar a atividade de certos microrganismos benéficos e reduzir a atividade de patógenos de plantas.

Bagyaraj (1986) comenta que diversos patógenos de plantas, dentre eles fungos e nematóides, interagem com fungos MA na raiz. Em muitos casos, a ocupação do córtex radicular por fungos MA é suficiente para prevenir ou reduzir a colonização de patógenos desta zona.

Siddiqui & Mahmood (1996), em sua revisão, relatam que na interação fungos micorrízicos - nematóides, ambos exercem efeitos diretos e indiretos entre si, geralmente havendo redução na severidade do dano causado pelo nematóide em plantas micorrizadas. Os autores comentam que, quando a planta é colonizada concomitantemente por nematóides e por fungos MA, pode ocorrer redução na reprodução do nematóide. As possíveis razões para que isto ocorra, citadas pelos autores, são: parasitismo de ovos de nematóides por fungos MA (pouco expressivo), modificações morfológicas nas raízes da planta (perda de pêlos radiculares, rede de hifas), modificações histológicas (redução no tamanho e número de galhas radiculares, redução no tamanho de nematóides, redução no tamanho de células gigantes), modificações fisiológicas e bioquímicas ( fungos MA induzem a planta a produzir compostos fenólicos e fitoalexinas, a incrementar a produção de lignina e aminoácidos como fenilalanina e serina), modificações na nutrição do hospedeiro (aumento na absorção e translocação do fósforo a qual reduz a exudação radicular). No entanto, os autores ressaltam que cada interação nematóide-fungo MA - planta hospedeira é única e sofre também a influência de fatores como cultivar, espécie de nematóide, espécie de fungo MA, densidade inicial de inóculo, fertilidade do solo e seqüência da inoculação do nematóide. Os autores também citam sete resultados de experimentos em que uma espécie de fungo micorrízico

apresentou efeito adverso<sup>4</sup> sobre a reprodução de uma espécie de *Meloidogyne* em plantas de tomateiro e dois casos em pimentão; citam ainda dois experimentos em que não houve efeito do fungo MA sobre o nematóide e citam também sete outros experimentos em que os fungos MA incrementaram a suscetibilidade das plantas ao nematóide, aumentando a sua população.

Wilhelm (1973) comenta que, decisivamente, os produtos químicos, utilizados nas lavouras para o sucesso das monoculturas, levou ao aparecimento de grandes patógenos devido à supressão dos inimigos naturais. O autor comenta ser necessário retornar à diversidade de culturas e utilizar organismos endogonales que colonizam o córtex radicular, para manter a saúde das plantas.

Dehne (1982), analisando a interação entre fungos MA e nematóides fitopatogênicos, comenta que a taxa de penetração de nematóides, o seu desenvolvimento dentro das raízes bem como o grau de dano, podem ser diminuídos. Por outro lado, plantas em simbiose com fungos micorrízicos podem ter desenvolvimento maior que as não micorrizadas ainda que a taxa de reprodução absoluta do nematóide possa ser maior, ou seja, o dano causado nestas poderá ser menor. As razões para as diferentes respostas são atribuídas às diferenças entre cultivares e às diferentes combinações de hospedeiro-fungo MA e nematóides, bem como às condições de fertilidade do solo e densidade de inóculo.

Hussey & McGuire (1987) comentam que, raízes de plantas colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares podem responder de forma diferente à penetração de nematóides, podendo vir a ser menos capazes de suportar a reprodução destes, comparado com raízes não colonizadas. Os autores comentam que os fungos MA produzem uma extensa rede de hifas, as quais contribuem significativamente para absorção e translocação de fósforo e absorção de outros elementos essenciais à planta. Ademais, fungos MA podem tornar plantas suscetíveis em plantas tolerantes ou suprimir o desenvolvimento de nematóides ou ainda melhorar a produção em solos infestados. Os fungos também podem melhorar a tolerância em plantas já tolerantes e quando pré-inoculados podem competir com o nematóide por sítios de alimentação e assim inibir o ciclo do mesmo. Porém, o incremento no desenvolvimento radicular geralmente resulta em incremento na população do nematóide. Ademais, a densidade de nematóides foi maior em plantas suscetíveis e menor em plantas

---

<sup>4</sup> Efeito adverso traduzido por redução no número final de nematóides e redução no número e tamanho de galhas.

tolerantes. Para os autores, os resultados indicam que o efeito antagônico, entre fungos MA e nematóides causadores de galhas, ocorre somente em determinadas condições de nematóide-hospedeiro-simbionte, condições estas ainda não esclarecidas.

Segundo Hussey & Roncadori (1982), a interação entre fungos micorrízicos e nematóides fitoparasitos pode ser de três tipos: neutra, quando o fungo, o nematóide e o hospedeiro se desenvolvem normalmente; positiva, quando o fungo consegue suplantiar o dano do nematóide, permitindo um bom desenvolvimento e/ou produção da planta; negativa, quando o fungo tem sua esporulação e/ou colonização reduzida ou, o hospedeiro não se desenvolve adequadamente ou, há um incremento na penetração, desenvolvimento e reprodução do nematóide. Os autores também comentam que, plantas micorrizadas têm maior desenvolvimento radicular e por isso suportam uma população maior de nematóides comparadas com plantas não micorrizadas.

Caron (1989) considera os fungos micorrízicos arbusculares como agentes biológicos potenciais contra patógenos de solo (nematóides, bactérias e fungos) pois, colonizam o córtex radicular da grande maioria das plantas, sendo de ocorrência natural no solo e proporcionam grandes benefícios ao desenvolvimento das plantas. A dificuldade de trabalho com esses fungos é dada pela grande variabilidade de efeitos na interação patógeno-planta hospedeira - fungo MA.

A literatura apresenta vários trabalhos com resultados de ensaios de interação fungos MA com patógenos; dentre eles, temos Benhamou et al., (1994) que observaram proteção contra *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *crhysanthemi* em plantas de cenoura micorrizadas. Os autores atribuíram pelo menos parte desta proteção à acumulação de compostos secundários pela planta e a ocupação dos sítios de infecção pelo fungo MA.

Sundaresan et al. (1993) observaram que, plantas de cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) inoculadas simultaneamente com *G. fasciculatum* e *Fusarium oxysporum* tiveram índice de colonização vascular pelo patógeno reduzido em 22,5%, comparado com plantas não micorrizadas. Quando a inoculação do patógeno ocorreu 30 dias após o fungo MA, a redução foi de 54,9%.

Santhi & Sundarababu (1995) conduziram experimentos em vasos para estudo do efeito de diferentes níveis de fósforo (0 – 50 e 100  $\mu\text{g}$  de P  $\text{g}^{-1}$  de solo), *M.*

*incognita*, fungo MA e a interação fungo MA x nematóide em plantas de cowpea. Plantas micorrizadas foram mais resistentes ao nematóide que plantas não micorrizadas. Houve correlação negativa entre os níveis de fósforo e a esporulação e colonização micorrízica.

Saleh & Sikora (1984) encontraram redução significativa na reprodução de *M. incognita* em algodoeiro, quando a colonização radicular por *G. fasciculatum* era superior a 55%. Quando a colonização pelo fungo MA foi superior a 87%, houve também redução no número de ovos do nematóide. O desenvolvimento de plantas de algodão colonizadas por *G. fasciculatum* não foi afetado por *M. incognita*, 30 dias após a inoculação simultânea (fungo e nematóide); aos 50 dias após a inoculação os fungos MA causaram incremento significativo no desenvolvimento da planta e redução significativa na densidade populacional do nematóide (Saleh & Sikora, 1988).

Já Smith et al. (1986), analisando a interação *M. incognita* x *Glomus intraradices* em algodoeiro, em dois níveis de fósforo (alto e baixo)<sup>5</sup>, durante 2 anos subsequentes, observaram que nos anos de 1982 e 1983, o nematóide causou redução significativa na produção, em plantas micorrizadas ou não micorrizadas, muito embora a tolerância das plantas tenha sido incrementada em presença do fungo micorrízico. Ademais, maiores teores de fósforo incrementaram a severidade do dano pelo nematóide. A produção sofreu reduções de 60 % em 1982 e 45 % em 1983, em potes infestados com nematóide, na maior dose de fósforo, comparada com a menor dose de fósforo.

Heald et al. (1989) analisaram a interação entre *Glomus intraradices* e *M. incognita* em pepino sob três níveis de fósforo (0, 50 e 100  $\mu\text{g}$  de P  $\text{g}^{-1}$  de solo). Quando houve adição de 50  $\mu\text{g}$  de P  $\text{g}^{-1}$  de solo, *M. incognita* suprimiu o desenvolvimento de plantas não micorrizadas em 84 %. Por outro lado, o desenvolvimento de plantas micorrizadas, inoculadas com *M. incognita*, foi retardado só em 21 %. A infecção micorrízica não afetou a formação de galhas pelo nematóide e não afetou o número de ovos por massa de ovos. Os níveis de fósforo na parte aérea não foram significativamente influenciados pelo fungo ou pelo nematóide.

---

<sup>5</sup> P baixo: 1982=43 mg  $\text{kg}^{-1}$  e em 1983=82 mg  $\text{kg}^{-1}$ ; P alto: em 1982=82 mg  $\text{kg}^{-1}$  e em 1983=142 mg  $\text{kg}^{-1}$ . Os níveis de P foram elevados até o valor estabelecido por adição de  $\text{CaHPO}_4$ .

Smith (1987) sumariza 16 trabalhos em que foi analisada a interação entre planta hospedeira – nematóide parasita – fungo MA, dentre estes, três são em tomateiro. Na interação *G. margarita* x *M. incognita* não foi observado efeito do fungo sobre o tomateiro e nem sobre o nematóide (infecção, desenvolvimento e reprodução). Na interação *G. fasciculatum* x *Rotylenchulus reniformis* Linfoid & Oliveira, as plantas apresentaram desenvolvimento igual ou superior às plantas não micorrizadas. Houve redução na infecção e no desenvolvimento do nematóide nas plantas micorrizadas. Em inoculação simultânea de *G. margarita*, *G. fasciculatum*, *G. mosseae*, houve um incremento no desenvolvimento do tomateiro, incremento ou redução na infecção e redução no desenvolvimento de *M. hapla*. Quando foi utilizada adubação fosfatada (8 mg de P kg<sup>-1</sup> de solo), em ausência de fungos MA, houve um incremento na infecção e desenvolvimento de *M. hapla* e *M. incognita*. Os teores de fósforo no tecido de plantas micorrizadas foram semelhantes aos encontrados em plantas não micorrizadas que receberam adubação fosfatada. Portanto, a diferença nos resultados não pode ser atribuída unicamente a nutrição fosfatada da planta.

Porém, Pinochet et al. (1995) observaram que cerejeiras micorrizadas com *G. intraradices*, tiveram maior diâmetro de caule e maior peso seco da parte aérea em presença do nematóide *Pratylenchus vulnus* Allen and Jensen. No entanto, o fungo MA não atuou sobre a reprodução do nematóide, enquanto que o nematóide atuou sobre o fungo MA, reduzindo o número de esporos e a porcentagem de colonização micorrízica.

Já Pinochet et al. (1996) observaram que, em frutíferas perenes, tais como *Citrus*, *Prunus*, *Malus* e *Cydonia*, a presença do nematóide *Pratylenchus vulnus* exerceu efeitos negativos reduzindo a porcentagem de colonização radicular por *Glomus mosseae*. Em ameixeira Saint-Julien 655-2 os autores não encontraram interação entre *P. vulnus* e *G. mosseae*.

Oliveira & Zambolim (1985) observaram ganho significativo no peso da matéria seca (parte aérea e sistema radicular) e na produção de vagens por planta de feijoeiro, inoculados com *G. etunicatum*, bem como uma redução no número de ovos do nematóide *M. javanica* no seu sistema radicular.

Gordon & Cooper (1986), trabalhando com *M. hapla*, duas cultivares de alfafa (suscetível e resistente ao nematóide), quatro níveis de fósforo (0, 8, 30 e 120 kg de P ha<sup>-1</sup>) e sua interação com fungos micorrízicos arbusculares, encontraram os seguintes

resultados: A adubação fosfatada incrementou a infecção da planta pelo nematóide, sem a presença da micorriza. Com o aumento da adubação houve um aumento na infecção. As plantas micorrizadas mostraram-se tolerantes ao nematóide. Essa tolerância foi mais expressiva na cultivar mais suscetível. As plantas micorrizadas apresentaram maior P na parte aérea, comparado com não micorrizadas, independente da dose de P, sendo crescente com o aumento da adubação.

Em tomateiro, temos diversos trabalhos onde se analisou a interação fungos MA - nematóides do gênero *Meloidogyne*. Entre eles temos Rao et al. (1998). Neste trabalho, os autores inocularam *G. mosseae* (3 mil clamidósporos/vaso, no plantio) mais *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson ( $4 \times 10^5$ , 30 dias após o fungo) e *M. incognita* (5 dias após o transplântio). Os fungos juntos mostraram efeito aditivo, com redução no índice de galhas, densidade da população do nematóide e número de ovos/ massa de ovos. Não houve interação entre *P. lilacinus* e *G. mosseae* entre si, isto é, um não interferiu no desempenho do outro. Com este trabalho, o autor buscou a soma de efeitos. Enquanto *P. lilacinus* parasita fêmeas, o fungo MA induz a planta a se defender da infecção e dano do nematóide. Ademais, sendo os dois microrganismos benéficos, saber como interagem entre si é uma informação importante, podendo ambos ser utilizados em controle biológico de nematóide, aumentando o benefício.

Babu et al. (1998) realizaram experimento com inoculação de plantas de tomateiro e quiabo com diferentes concentrações de *G. fasciculatum*, para avaliar o manejo de *M. incognita*. Os autores observaram que a produção de biomassa de tomateiro foi semelhante entre os tratamentos inoculados ou não com o fungo MA, apesar da presença do nematóide. A colonização radicular e a produção de esporos pelo fungo MA foi crescente com aumento da concentração do inóculo.

Sharma et al. (1994) conduziram experimento com tomateiro inoculado com 500 clamidósporos de *G. fasciculatum*, mil juvenis de *M. incognita*. Aos 45 dias após o plantio, os autores observaram maior desenvolvimento das plantas de tomateiro, menor número de galhas, massa de ovos e juvenis do nematóide. Também foi observado decréscimo no fator de reprodução nos tratamentos onde o fungo foi inoculado 15 dias antes do nematóide.

Bagyaraj et al. (1979) encontraram que, tomateiros pré-inoculados com *G. fasciculatum*, tiveram menor número e tamanho de galhas *M. incognita* ou *M. javanica*. O fungo também reduziu o número de larvas dos nematóides e as plantas tiveram maior peso seco da parte aérea, sessenta dias após o transplantio.

Já Cason et al. (1983) observaram que, nenhum dos dois fungos micorrízicos inoculados (*G. mosseae* ou *G. margarita*) afetou a reprodução, penetração radicular ou população final de *M. incognita* em raízes de tomateiro. Os fungos também não afetaram a produção total de ovos e o número de ovos por massa de ovos.

Suresh et al. (1985) estudaram a interação entre *G. fasciculatum* e *M. incognita* em tomateiro. Os autores observaram que o número e o tamanho das células gigantes, formadas nas galhas de plantas micorrizadas foi significativamente menor que nas não micorrizadas. Tamanho menor de células gigantes supõe um desenvolvimento menor dos nematóides. Os autores também observaram um número menor de larvas em raízes micorrizadas. Isto se deve, provavelmente, segundo os autores, à modificação dos exsudatos radiculares em plantas não micorrizadas, os quais atraíram os nematóides.

Sitaramaiah & Sikora (1982) observaram que a pré-inoculação de tomateiro com *G. fasciculatum*, no plantio ou no momento do transplantio, reduziu a penetração e desenvolvimento de *R. reniformis*, em 71%, 38% e 48% respectivamente aos 5, 10 e 15 dias após a inoculação do nematóide, quando comparado com o controle. Também foi observada redução significativa no índice de massa de ovos e número de fêmeas, em plantas micorrizadas, 15 dias após a inoculação do nematóide.

Mittal et al. (1991) inocularam plantas de tomateiro com *G. fasciculatum* e observaram que, quando vesículas e arbúsculos estavam presentes, havia menor número de galhas do nematóide e com isto os autores concluíram que o fungo MA inibiu o desenvolvimento do nematóide.

Sundarababu et al. (1996) conduziram experimento com tomateiro (cv. Co.3) inoculados com *M. incognita* e *G. fasciculatum*, simultaneamente ou com 15 dias de intervalo. Os autores observaram que quando o fungo micorrízico foi inoculado 15 dias antes do nematóide, houve um incremento no desenvolvimento do tomateiro e uma diminuição na reprodução do nematóide. Na inoculação simultânea (fungo e nematóide), os resultados foram semelhantes ao anterior, porém, o fungo mostrou-se capaz de reduzir o desenvolvimento do

nematóide, e essa redução ocorreu mesmo quando o nematóide foi inoculado 15 dias antes do fungo.

Mishra & Shukla (1997) realizaram experimento semelhante com a cv. de tomate Pusa Ruby e observaram que a inoculação simultânea do nematóide e do fungo MA causou uma grande redução no número e tamanho das galhas radiculares induzidas pelo nematóide, quando comparado com a inoculação isolada do nematóide e com inoculação do nematóide 15 dias antes do fungo MA. Quando o fungo MA foi inoculado 15 dias antes do nematóide houve um incremento no desenvolvimento das plantas, comparado com a inoculação do nematóide isoladamente e da inoculação do nematóide 15 dias antes do fungo MA.

A interação entre plantas de pimentão, fungos MA e nematóides também foi estudada, como vemos a seguir.

Sivaprasad et al. (1990) observaram que plantas de pimentão, pré-inoculadas com *G. etunicatum* e *G. fasciculatum* e posteriormente inoculadas com *M. incognita*, apresentaram maior peso seco de parte aérea e raiz, comparado com plantas inoculadas somente como o nematóide.

Sivaprasad et al. (1998) realizaram experimento com três cultivares de pimentão (Kannur, Wyanad e Idukki) as quais foram inoculadas com dois fungos MA para observar o efeito destes sobre os nematóides *M. incognita* e *Radopholus similis* Cobb. Os autores observaram que a altura de planta, o peso seco da parte aérea bem como o peso seco de raiz foram maiores em plantas inoculadas com *G. etunicatum*, infestadas com *M. incognita*, respectivamente para cada cultivar, em 82, 60 e 104 %. *G. mosseae* foi mais eficiente na supressão da população de nematóides em 60 % nas raízes e em 30 % no solo.

Na literatura encontram-se citações de fungos e nematóides predadores que colonizam cistos e ovos de nematóides. Os mais estudados são dos gêneros *Arthrobotrys*, *Catenaria*, *Dactylella* (fungos) e *Mononchus*, *Mononchoides*, *Butlerius*, *Anatonchus* (nematóides) entre outros. Na literatura cita-se também a efetividade do uso da matéria-orgânica no controle desses fitoparasitos. Porém, nenhuma das estratégias de controle de nematóides utilizadas até o momento tem sido satisfatórias (Sikora, 1995).

Baseado no que foi levantado nesta revisão, foi desenvolvido este trabalho, que teve como objetivos:

1. Estudar a influência dos fungos MA *G. margarita* e *G. clarum*, sobre o desenvolvimento de mudas de tomate, e também, verificar a capacidade das plantas inoculadas em superar o dano dos nematóides.

2. Estudar a influência da adubação fosfatada sobre *G. margarita*, *G. clarum* e as raças 2 e 3 de *M. incognita*, em plantas de tomateiro cv. Santa Cruz.

3. Estudar a influência dos fungos MA *G. margarita*, *G. clarum* e *G. etunicatum* sobre o desenvolvimento de plantas de pimentão bem como a capacidade destas em superar o dano de *M. incognita*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Experimento 1: Interação *M. incognita* – tomateiro – fungos MA

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, em condições semi controladas para temperatura com média de  $27 \pm 2^\circ \text{C}$ .

O primeiro procedimento a ser executado foi a confecção do substrato utilizado no desenvolvimento do experimento, este constou da mistura 1:1:1 de areia lavada:solo:bagaço-de-cana compostado, esterilizado com brometo de metila na dosagem de  $50 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-3}$ . As características do substrato foram: pH: 5,8; MO:  $23 \text{ g dm}^{-3}$ ; P resina:  $31 \text{ mg dm}^{-3}$ ; H+Al:  $16 \text{ mmol dm}^{-3}$ ; K:  $2,9 \text{ mmol dm}^{-3}$ , Mg:  $10 \text{ mmol dm}^{-3}$ , CTC: 50, V% 68, conforme análise realizada no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Recursos Naturais Área de Ciência do Solo, FCA/UNESP, Campus de Botucatu.

Após procedida a mistura do substrato, este recebeu uma dose corretiva de calcário dolomítico, PRNT 70% ( $1,4 \text{ g kg}^{-1}$  de substrato) para elevação da saturação de bases em 80%. A homogeneização do calcário ocorreu em misturador elétrico, recebendo água até capacidade de campo do mesmo, medida anteriormente.

O substrato homogeneizado foi submetido a processo de esterilização, para tanto o mesmo foi acondicionado em lona plástica de alta densidade, formando uma camada de 20 cm. Sobre o substrato foi acondicionada a lata de brometo de metila com aplicador, sendo então coberto pela lona, formando uma espécie de saco. Em seguida foi pressionado o aplicador, perfurando a lata de brometo, liberando o gás, permanecendo assim fechado por três dias. Posteriormente, o substrato foi arejado pelo período de uma semana, estando então pronto para ser utilizado.

O substrato pronto foi separado em porções para receber ou não adubação fosfatada, conforme os tratamentos: (P0 = sem adição inicial de fósforo e P1= com adição inicial de fósforo = 0,40 g de superfosfato simples  $\text{kg}^{-1}$  de substrato). Assim, os tratamentos P0 apresentaram  $31 \text{ mg dm}^{-3}$ , devidos ao P naturalmente existente no substrato e o tratamento P1,  $62 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Parte do substrato foi acondicionado em bandejas de isopor de 66 cm x 34 cm contendo 128 células para formação das mudas. Foram utilizadas sementes de tomateiro *Lycopersicon esculentum* Mill cv. Santa Cruz Kada Isla n° 263 Lote 12385-90. Antes do plantio as sementes foram lavadas por duas horas em água corrente para a retirada dos fungicidas do tratamento de sementes e deixadas secar à sombra. Na semeadura, utilizou-se duas sementes por célula e uma semana após a germinação procedeu-se o desbaste quando também realizou-se a inoculação com os fungos MA conforme os tratamentos: sem fungo, com *Glomus clarum*, com *Gigaspora margarita*. A inoculação foi feita através da adição de 1 mL, por plântula, de suspensão de esporos em água, contendo aproximadamente 60 esporos do fungo. Nos tratamentos sem fungo micorrízico, acrescentou-se 1 mL da água de decantação da extração de esporos, filtrado em papel de filtro comum.

Durante este período as plântulas foram regadas em dias alternados, ou conforme a demanda hídrica. A partir do décimo dia após a germinação, começaram a receber solução nutritiva em substituição á rega, em dias alternados, conforme descrito em 3.3.

As plantas ficaram nas bandejas até a época de transplante.

Quando estavam com cerca de 10 cm de altura, aos 40 dias após a semeadura as plântulas foram transplantadas para os sacos de polietileno preto contendo 1,5 kg do mesmo substrato esterilizado utilizado na produção das mudas, seguindo os mesmos

tratamentos. Uma semana após o transplântio, 1/3 das plantas de cada tratamento receberam 5 mL de suspensão contendo 1000 J2 de nematóides da espécie *M. incognita* raça 2, outro 1/3 com *M. incognita* raça 3 e o outro terço recebeu 5 mL de água destilada, isenta do nematóide.

Cada tratamento constou de 8 repetições e consistiu de um fatorial 3 x 2 x 3 (três condições de fungo micorrízico, duas doses de P e três condições de nematóide), totalizando 144 unidades amostrais com uma planta cada.

Após o transplântio para os sacos, as plantas receberam regas em dias alternados (20 mL por planta). A partir do décimo dia após o transplântio, as regas foram substituídas por solução nutritiva, descrita no item 3.3, acrescida semanalmente de adubação fosfatada.

Aos 60 dias após a inoculação do nematóide, o experimento foi avaliado nos seguintes parâmetros: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e flores, peso fresco da parte aérea, peso seco da parte aérea, peso fresco de raiz, porcentagem de colonização micorrízica radicular, número de esporos do fungo por grama de solo, número de galhas radiculares, índice de massa de ovos do nematóide e teor de P da parte aérea.

### **3.2 Experimento 2: Interação *M. incognita* – pimentão – fungos MA**

Utilizou-se o mesmo substrato, os mesmos procedimentos e as mesmas condições do experimento 1 com somente uma dose de adubação fosfatada (31 mg dm<sup>-3</sup>), e os fungos micorrízicos (*G. margarita*, *G. clarum*, *G. etunicatum* e sem fungo) e Nematóide (*M. incognita* raça 2 e raça 3 e sem nematóide). Constituindo-se assim, um fatorial de 4 (quatro condições de fungo micorrízico) x 3 (condições de nematóide), com oito repetições, totalizando 96 unidades amostrais, com uma planta de pimentão cada.

Na formação das mudas, utilizou-se sementes de pimentão *Capsicum annuum* L. var. Ikeda, Feltrin sementes Lote 95020. Antes do plantio as sementes foram lavadas por duas horas em água corrente para eliminação dos fungicidas do tratamento de

sementes. Após, foram colocadas em estufa tipo BOD no escuro contínuo, a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ , acondicionadas em placas de petri sobre papel absorvente embebido em água destilada, até germinação. Este procedimento teve por objetivo padronizar a germinação. Após a germinação, foi feita a repicagem para bandejas de isopor contendo substrato descrito no experimento um sem adubação fostatada (P0), utilizando-se duas sementes pré-germinadas por célula. Uma semana após a repicagem foi feito o desbaste deixando-se uma plântula por casulo, ocasião em que também foi feita a inoculação dos fungos MA, conforme tratamentos, utilizando procedimento idêntico ao utilizado no experimento 1.

Durante este período as plântulas eram regadas em dias alternados ou conforme a demanda hídrica. A partir do décimo dia após a repicagem, a rega foi substituída por solução nutritiva (item 3.3).

A inoculação do fungo MA ocorreu uma semana após a repicagem. O transplântio ocorreu aos 40 dias após a semeadura A inoculação do nematóide uma semana após o transplântio e a coleta do experimento aos 60 dias após a inoculação do nematóide, sendo analisados os mesmos parâmetros do experimento 1.

Após o transplântio para os sacos, as plantas receberam regas em dias alternados (20 mL por planta). A partir do décimo dia após o transplântio, as regas foram substituídas por solução nutritiva, descrita no item 3.3, acrescida semanalmente de adubação fosfatada.

### **3.3 Adubação**

Para ambos os experimentos foi fornecida solução nutritiva nas quantidades e frequências relatadas, com a seguinte composição por litro: 8 mL de uréia 1mol, 5 mL de KCl 1mol, 5 mL de  $\text{CaCl}_2$  1 mol, 2 mL de  $\text{MgSO}_4$  1 mol, e 1 mL de solução micronutrientes, sem manganês mais 1 mL de FeEDTA, modificado de Sarruge (1975). A cada sete dias, foi acrescida à solução adubação fosfatada (1 mL de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1 mol). A adubação fosfatada foi fornecida em função de que as plantas apresentaram sintomas de deficiência deste nutriente. Esta deficiência se deveu, provavelmente, pelo alto teor de

celulose contida do bagaço de cana. Os microrganismos ao decomporem a celulose, seqüestraram os demais nutrientes, diminuindo a sua disponibilidade para as plantas.

### 3.4 Os fungos MA

Foram utilizadas as espécies de fungos micorrízicos *G. margarita*, *G. etunicatum* e *G. clarum* e um controle sem o fungo. Os inóculos iniciais foram obtidos junto ao Laboratório de Microbiologia do Solo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. A multiplicação foi feita em rizosfera de *Brachiária* em casa-de-vegetação, junto ao Laboratório de Microbiologia do Solo, Departamento de Produção Vegetal, Defesa Fitossanitária, FCA/UNESP, Botucatu. A reprodução do inóculo foi feita conforme descrito a seguir.

Sementes de *Brachiaria* foram semeadas em vasos contendo substrato 5:1 (areia lavada: solo), tinalizado 3x a 121°C, com repousos de 24 horas. Após a semeadura, procedeu-se a inoculação de uma espécie de fungo em cada vaso, colocando-se 1 mL de uma suspensão em água destilada, contendo aproximadamente 70 esporos por mL. As plantas eram regadas diariamente e receberam solução nutritiva modificada de Sarruge (1975), sem fósforo, semanalmente. Após 120 dias, as plantas foram descartadas, guardando-se o solo em geladeira, contendo os esporos.

O inóculo reproduzido em plantas de *Brachiaria*, foi conservado em geladeira junto ao solo no qual foi multiplicado. Os esporos foram separados por centrifugação úmida seguindo metodologia de Nicolson (1963), descrita a seguir. O solo foi retirado da geladeira e diluído em água em porções de aproximadamente 100 g, formando uma suspensão, a qual foi passada por um jogo de peneiras com aberturas de 0,84, 0,250, 0,105 e 0,053 mm de abertura de malha. Este procedimento foi repetido por três vezes para cada amostra. O material retido nas peneiras foi centrifugado por três minutos a 3.000 rpm, após o descarte do sobrenadante, foi acrescido cerca de 10 mL de solução de sacarose 50 %, procedida homogeneização e nova centrifugação, por dois minutos. Os esporos que permaneceram na superfície foram recolhidos em peneira de 0,044 mm de abertura de malha, acondicionados em Bequer até obtenção do total de esporos necessários ao

experimento. Os esporos foram posteriormente contados em placa canelada para determinação da quantidade de esporos por mL. A inoculação foi feita colocando-se um mL de solução de inóculo por plântula, logo após a germinação, contendo aproximadamente 60 esporos por mL.

### 3.5 O nematóide

As raças 2 e 3 do nematóide *M. incognita* foram obtidas junto à área de Nematologia do Departamento de Produção Vegetal setor de Defesa Fitossanitária, onde foram reproduzidos, em plantas de tomateiro suscetível var. Rutgers.

Após 60 dias de inoculação, colheu-se os tomateiros, separando-se a porção radicular, a qual foi lavada delicadamente para retirada do solo aderido. A porção radicular lavada foi então colocada num liquidificador com aproximadamente 300 mL de solução de hipoclorito de sódio 0,5 %, que facilita a dissolver as massas de ovos. O material foi batido por cerca de 30 segundos e depois passado por peneiras de 20 e 500 mesh. Na primeira peneira, fica retido o material vegetal e restos de raízes. Na segunda ficam retidos os ovos, os quais são abundantemente lavados em água corrente (cerca de cinco minutos). O material foi recolhido em um Bequer, sendo os ovos contados em câmara de Petter.

A eclosão dos juvenis foi feita seguindo o método de Baermann modificado por Whitehead & Hemming (1965). Os ovos extraídos foram distribuídos em várias placas de Petri de 9 cm de diâmetro sobre uma camada de papel absorvente apoiado sobre uma tela de nylon. Na placa também foi colocada água destilada até tocar na camada de papel para umedecer o resíduo. As placas assim montadas foram colocadas em estufa tipo BOD com temperatura controlada a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  durante 12 horas. Os juvenis eclodem e com seu movimento serpenteado ultrapassam os microorifícios do papel e caem na água. Em 12 horas, os juvenis eclodidos presentes na água são passados por peneira de 500 mesh e contadas em lâmina de Petter para se determinar a concentração de larvas por mL. Após a contagem, procede-se a inoculação dos nematóides.

Foram inoculados 1000 J2 por planta, colocando-se 5 mL de solução, contendo 200 J2 mL<sup>-1</sup>, uma semana após o transplante. O controle recebeu 5 mL de água destilada.

### **3.6. Os parâmetros analisados**

Os parâmetros analisados foram:

3.6.1 Altura de planta, a qual foi medida com régua métrica. A medida útil foi considerada desde o ponto de inserção das primeiras raízes até o meristema apical.

3.6.2 Diâmetro de caule, o qual foi medido com paquímetro no ponto imediatamente superior a inserção das primeiras raízes.

3.6.3 Número de folhas: foram contadas as folhas que permaneciam na planta, sendo consideradas as folhas que tinham pelo menos metade do tamanho a ser atingido.

3.6.4 Peso da matéria fresca da parte aérea: feita a separação da parte aérea, no ponto de inserção das primeiras raízes. O material foi lavado para retirada de algum material aderido, seco com papel absorvente e pesado em balança digital.

3.6.5 Peso da matéria seca da parte aérea: o material após determinação do peso fresco, foi acondicionado em sacos de papel e colocado em estufa regulada para 60 °C, até peso constante.

3.6.6 Peso da matéria fresca de raízes: o material, destacada a parte aérea, foi cuidadosamente lavado em água corrente para retirada do substrato aderido, seco em papel absorvente e determinado o peso fresco em balança digital.

3.6.7 Índice de galhas radiculares: as raízes foram observadas a olho nu, ou em lupa e feita a contagem de galhas existentes. Após a contagem, os valores foram dispostos em uma escala de notas: Nota zero= nenhuma galha, Nota 1= 1 a 2 galhas, Nota 2= 3 a 10 galhas, Nota 3= 11 a 30 galhas, Nota 4= 31 a 100 galhas e nota 5= mais de cem galhas, proposta por Taylor & Sasser (1978).

3.6.8 Índice de massa de ovos: o sistema radicular da plantas foi imerso em solução com floxine B (Whiteread & Hemming 1965). A solução de floxine (0,15 g L<sup>-1</sup> de água) permite a coloração somente das massas de ovos. As raízes limpas foram mergulhadas em recipientes com solução de floxine durante 20 a 25 min para coloração das massas de ovos e após visualizadas em microscópio estereoscópico, para contagem. Os números contados também foram submetidos à mesma escala de notas utilizada na determinação do índice de galhas, conforme descrito no item anterior.

3.6.9 Colonização micorrízica radicular: do sistema radicular das plantas (utilizadas para verificação do índice de galhas e massas de ovos), foram separadas as raízes finas as quais foram coloridas segundo metodologia descrita a seguir, baseada em Phillips & Hayman (1970). As raízes separadas foram acondicionadas em tubos de ensaio, aos quais foi adicionado KOH 10 % e colocados em banho-maria a 90 ° C por cerca de trinta minutos. Após, as amostras de raízes foram lavadas com água corrente uma a uma, reacondicionadas no tubo de ensaio, acidificadas com HCl 1% e em seguida, coloridas, por 5 minutos em banho-maria, com tripan azul 0,05 %. A porcentagem de colonização radicular foi determinada através da contagem de pontos colonizados ou não em placa quadriculada, segundo Giovanetti & Mosse (1980).

3.6.10 Número de esporos por cem gramas de solo seco: amostras de solo de cada tratamento foram conservadas em geladeira a 8°C, até a determinação. Após, foram retiradas e secas ao ar livre, na sombra até perda da umidade. Pesou-se 100 g e submeteu-se ao peneiramento úmido, conforme descrito a seguir, baseado em metodologia descrita por Nicolson (1963), descrita no item 3.4.

3.6.11 Número de cachos florais: foram contados os cachos florais visualizados (em tomateiro) e flores (em pimentão).

3.6.12 Determinação do teor de fósforo no tecido: foi realizado no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Departamento de Recursos Naturais, Área de Ciência do Solo, da FCA/UNESP, utilizando método citado por Malavolta et al. (1997), descrito a seguir: pesa-se 500 mg de material vegetal seco e moído; coloca-se em tubo de digestão; adiciona-se 6 mL de uma mistura de HNO<sub>3</sub> e HClO<sub>4</sub> (4:1 v/v); leva-se ao bloco digestor 160 °C até reduzir o volume à metade ( $\pm$  40 minutos); eleva-se a temperatura até 210 °C até obtenção de um extrato incolor ( $\pm$  20 minutos); deixa-se esfriar e transfere-se o extrato para balão volumétrico de 50 mL com porções de água deionizada, completado-se o volume com esta água.

A quantificação é feita tomando-se 5 mL do extrato ao qual se adiciona vanadato ou molibdato para reagir com o P. O teor foi lido em Fotocolorímetro no comprimento de 420 nm.

### 3.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância para experimento fatorial, entre fatores e de correlação de médias, utilizando-se programa para análise estatística SAS. As diferenças entre tratamentos foram determinadas pelo teste de Tukey Kramer a 5 % de probabilidade. Os dados de colonização radicular foram transformados em arcoseno  $(x/100)^{1/2}$ , número de folhas, número de cachos e número de flores foram transformados em  $(x + 0,5)^{1/2}$ . Os dados de índice de galhas e índice de massa de ovos foram submetidos ao teste não paramétrico de Wilcoxon devido serem dados de notas, os quais não se adequam a testes paramétricos.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Resultados e discussão - Experimento 1-Tomate**

Os resultados e a discussão dos dados encontrados no experimento 1 são apresentados a seguir:

#### **4.1.1 Micorrização**

Os efeitos da micorrização em tomateiro podem ser observados na tabela 1.

Houve uma tendência de se encontrar maior peso fresco de raiz em presença de ambos os fungos MA, comparado com a testemunha sem fungo. Porém este resultado se deve provavelmente a presença de galhas do nematóide, não sendo necessariamente um parâmetro positivo para a planta.

Tabela 1. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT), diâmetro de caule em cm (DIAM), teor de fósforo na parte aérea em  $\text{g P kg}^{-1}$  de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA  $100^{-1}$  g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, entre os fungos MA (médias de oito repetições).

FMA	PFR	PSPA	ALT	DIAM	P PA	N FOL	N CACH	% COL	N ESP
<i>G. m.</i>	8,90 a	3,04 a	72,38 b	0,41 a	1,34 b	3,52 a	0,73 a	57,48 b	247, 21 a
<i>G. c.</i>	8,79 a	3,02 a	72,29 b	0,40 a	1,47 a	3,44 a	0,76 a	63,28 a	15,65 b
Sem FMA	8,55 a	3,00 a	80,04 a	0,42 a	1,16 c	3,47 a	0,75 a	0,46 c	0,92 c
CV %	29,45	23,14	12,56	10,50	22,58	17,57	18,96	20,13	17,57

*G. m.* = *G. margarita*; *G. c.* = *G. clarum*; Sem FMA = sem fungo micorrízico

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey  $P=0,05$

O peso seco de parte aérea não diferiu entre os tratamentos e altura de planta foi menor em presença dos fungos MA. Este resultado nos mostra que o fungo MA utilizou energia da planta e ocasionou redução no seu crescimento. Resultado semelhante foi encontrado por Araújo et al. (1994). Os autores inocularam plantas de tomateiro com *G. etunicatum* e *G. margarita* e não observaram aumento significativo na produção de matéria seca da parte aérea e da raiz. Smith (1987), em sua revisão coloca que nem sempre os fungos MA contribuem para o crescimento da planta, havendo casos em que ocorre redução no crescimento.

O diâmetro de caule, número de folhas e número de flores por planta, não diferiram entre os tratamentos.

Plantas micorrizadas apresentaram maior teor de fósforo na parte aérea, comparado com plantas não micorrizadas. *G. clarum* foi superior a *G. margarita* em 9% e superior a testemunha em 27%. *G. margarita* foi superior à testemunha em 13%. Estes resultados estão de acordo com o constatado por Mohandas (1987), o qual observou aumento significativo no fósforo absorvido por plantas de tomateiro, 60 dias após a inoculação com *G. fasciculatum*. Ademais, Nemeč & Datnoff (1993), observaram que o

benefício do fungo MA à planta pode variar conforme a cultivar, sendo registrado aumentos na altura, peso seco e/ou outros parâmetros do crescimento. No presente trabalho, observou-se aumento significativo na absorção de fósforo.

A colonização radicular foi maior em presença de *G. clarum* com 63,28 %, comparado com *G. margarita* com 57,48 %. Porém, o maior número de esporos foi encontrado em *G. margarita* com 247,21 esporos  $100\text{ g}^{-1}$  de solo seco, comparado com *G. clarum* com 15,65 esporos  $100\text{ g}^{-1}$  de solo seco, embora a colonização radicular tenha sido maior em presença de *G. clarum*. Estes resultados nos mostram que maior colonização radicular não está associado com maior produção de esporos.

#### 4.1.2 Infecção pelo nematóide

Os resultados da infecção pelo nematóide em plantas de tomateiro podem ser observados nas tabelas 2 e 3.

A raça 3 resultou em maior peso fresco de raiz (11,44 g), e mostrou-se mais agressiva, comparado com a raça 2; isto provavelmente se deva a um maior número e tamanho de galhas, já que raízes de plantas infectadas pelo nematóide possuem maior peso fresco de raiz, comparado com plantas não infectadas (tabela 2).

Ambas as raças do nematóide reduziram o desenvolvimento das plantas, tendo sido observado redução no peso seco da parte aérea em 40 % em presença da raça 2 e em 36 % em presença da raça 3.

Já quanto a altura de planta, a redução foi menos drástica, ficando em 19 % em presença da raça 2 e em 22 % frente à raça 3.

Diâmetro de caule, número de folhas e de flores por planta e a porcentagem de colonização micorrízica não diferiram entre os tratamentos, não sendo portanto afetados pela presença do nematóide.

Tabela 2. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT), diâmetro de caule (DIAM), teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA 100<sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, entre as raças de *M. incognita* (médias de oito repetições).

Nem.	PFR	PSPA	ALT	DIAM	P PA	N FOL	N CACH	% COL	N ESP
Mi r 3	11,44 a	2,57 b	67,96 c	0,40 a	1,13 c	3,47 a	0,73 a	41,82 a	61,61 b
Mi r 2	10,45 b	2,45 c	70,00 b	0,43 a	1,18 b	3,38 a	0,74 a	37,77 a	52,17 b
Sem nem.	4,35 c	4,04 a	86,75 a	0,39 a	1,67 a	3,58 a	0,77 a	41,65 a	89,38 a
CV %	29,45	23,14	12,56	10,50	22,58	17,57	18,96	20,13	17,57

Mi r3 = *M. incognita* raça 3; Mi r2 = *M. incognita* raça 2; Sem nem = sem nematóide  
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

Tabela 3. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de *M. incognita*, em plantas de tomateiro entre as raças do nematóide (médias de oito repetições).

Nematóide	Índice de M O	Índice de galhas
<i>M. incognita</i> r3	4,36	4,83
<i>M. incognita</i> r2	4,35	4,81
Sem nematóide	0,00	1,00
Prob > CHISQ	0,0001	0,0001

Teste Wilcoxon: Prob > CHISQ menor de 0,05 pelo menos duas médias diferem entre si.

Quanto aos teores de fósforo na parte aérea, a redução foi de 29 % frente à raça 2 e de 32 % frente à raça 3. A causa provável da redução nos teores de fósforo na parte aérea, pelo nematóide, pode ser a redução da eficiência radicular, citada por Taylor & Sasser (1983). Segundo os autores, as raízes quando deformadas pelas galhas, têm sua eficiência comprometida e com isso, há o comprometimento da absorção dos nutrientes. Ademais, a planta menos nutrida tem menos energia para “gastar” na absorção de fósforo.

Os autores também citam trabalho realizado em que se comprova que o fósforo acumula-se nas raízes, e não nas folhas, em plantas infectadas por *Meloidogyne*.

Não houve diferença entre índice de galhas e índice de massa de ovos entre as duas raças do nematóide (Tabela 3).

#### 4.1.3 Efeito do fósforo

O efeito da adubação inicial com fósforo pode ser observada na tabela 4.

Tabela 4. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT), diâmetro de caule em cm (DIAM), teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL), e número de esporos de fungo MA 100<sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, entre as doses de fósforo (médias de oito repetições).

P	PFR	PSPA	ALT	DIAM	P PA	N FOL	N CACH	% COL	N ESP
P 0	7,75 b	2,85 b	74,65 a	0,40 a	1,27 b	3,52 a	0,75 a	44,20 a	113,98 a
P 1	9,75 a	3,20 a	75,15 a	0,42 a	1,38 a	3,43 a	0,74 a	36,63 b	61,88 b
CV %	29,45	23,14	12,56	10,50	22,58	17,57	18,96	20,13	17,57

P0 = sem dose inicial de fósforo; P1 = com dose inicial de fósforo

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

A adubação inicial com fósforo (P1) proporcionou maior peso fresco de raiz (9,75 g), maior peso seco de parte aérea (3,20 g) e maior teor de fósforo na parte aérea (1,38 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca), comparado com plantas que não receberam adubação inicial com fósforo (P0), com os respectivos valores de 2,85 g, 74,65 cm e 1,27 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca.

Estes resultados mostram que a dose inicial de fósforo interferiu no desenvolvimento da planta, melhorando o seu crescimento.

#### 4.1.4 Interação fungo MA x nematóide

Os dados da interação fungo MA com *M. incognita* podem ser observados nas tabelas 2, 5, 6 e 7 .

Tabela 5. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT), porcentagem de colonização micorrízica (% COL), teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA) e número de esporos de fungo MA 100<sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, na interação: fungo MA x nematóide (médias de oito repetições).

FMA/nematóide	PFR	PFPA	PSPA	ALT	DIAM
<i>G. m.</i> x Mi r3	12,41 a	17,92 a	2,91 c	66,88 d	0,41 a
<i>G. m.</i> x Mi r2	10,54 b	17,00 cd	2,46 d	68,69 d	0,43 a
<i>G. m.</i> x Sem nem	3,75 d	21,88 b	3,76 b	81,56 b	0,38 a
<i>G. c.</i> x Mi r3	11,90 a	17,29 c	2,67 cd	66,56 d	0,40 a
<i>G. c.</i> x Mi r2	10,63 b	17,61 c	2,72 cd	67,81 d	0,41 a
<i>G. c.</i> x Sem nem	3,84 d	21,34 b	3,69 b	82,50 b	0,39 a
Sem FMA x Mi r3	10,01 b	14,84 e	2,15 e	70,44 cd	0,40 a
Sem FMA x Mi r2	10,18 b	15,66 de	2,17 de	73,50 c	0,45 a
Sem FMA x Sem nem	5,46 c	27,00 a	4,68 a	96,19 a	0,41 a
CV %	29,45	18,22	23,14	12,56	10,50

*G. m.* = *G. margarita*; *G. c.* = *G. clarum*; Sem FMA = sem fungo micorrízico

Mi r3 = *M. incognita* raça 3; Mi r2 = *M. incognita* raça 2; Sem nem = sem nematóide

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

A porcentagem de colonização radicular micorrízica não foi afetada pela presença de qualquer das raças do nematóide, embora tenha havido uma tendência de se

encontrar maior colonização em presença da raça 3 com 41,82 % e em ausência do nematóide com 41,65 %, comparado com 37,77 % em presença da raça 2 (Tabela 2).

Tabela 6. Teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA 100<sup>1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, na interação: fungo MA x nematóide (médias de oito repetições).

FMA/nematóide	P PA	N FOL	N CACH	% COL	N ESP
<i>G. m.</i> x Mi r3	1,08 e	3,66 a	0,71 a	58,76 bc	174,50 b
<i>G. m.</i> x Mi r2	1,23 d	3,32 a	0,74 a	54,32 c	195,50 b
<i>G. m.</i> x Sem nem	1,71 b	3,57 a	0,74 a	59,38 b	371,63 a
<i>G. c.</i> x Mi r3	1,33 cd	3,33 a	0,74 a	66,25 a	9,82 cd
<i>G. c.</i> x Mi r2	1,24 d	3,41 a	0,74 a	58,82 bc	14,50 c
<i>G. c.</i> x Sem nem	1,84 a	3,58 a	0,80 a	64,82 a	22,63 c
Sem FMA x Mi r3	0,97 e	3,41 a	0,74 a	0,44 d	0,50 d
Sem FMA x Mi r2	1,05 e	3,41 a	0,74 a	0,19 d	0,38 d
Sem FMA x Sem nem	1,46 c	3,60 a	0,77 a	0,75 d	1,88 d
CV %	22,58	17,57	18,96	20,13	17,57

*G. m.* = *G. margarita*; *G. c.* = *G. clarum*; Sem FMA = sem fungo micorrízico

Mi r3 = *M. incognita* raça 3; Mi r2 = *M. incognita* raça 2; Sem nem = sem nematóide

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

Tabela 7. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de *M. incognita*, em plantas de tomateiro entre os fungos MA (médias de oito repetições).

Fungo MA	Índice de M O	Índice de galhas
<i>G. margarita</i>	3,00	3,23
<i>G. clarum</i>	2,87	3,15
Sem fungo MA	2,81	3,23
Prob > CHISQ	0,9198	0,9198

Teste Wilcoxon: Prob > CHISQ menor de 0,05 pelo menos duas médias diferem entre si.

Os índices de massa de ovos e de galhas foram semelhantes entre os fungos MA e testemunha sem fungo (Tabela 7). Heald et. Al (1989) analisando a interação *G. intraradices* e *M. incognita* observaram que o fungo MA não afetou significativamente o Índice de galhas e o número de ovos por massa de ovos em plantas de pepino. Smith (1987) não observou influência de *G. margarita* sobre infecção, desenvolvimento e reprodução de *M. incognita* em plantas de tomateiro. Porém, Sharma et al. (1994), observaram que plantas de tomateiro, inoculadas com *G. fasciculatum* e *M. incognita* apresentaram menor número de galhas e massa de ovos, comparado com plantas não inoculadas com o fungo MA.

Maior peso fresco de raiz foi observado em presença de fungo MA, frente a raça 3 do nematóide, comparado com a raça 2, com 12,41 g para *G. margarita* e 11,90 g para *G. clarum* (Tabela 5). Este resultado se deve provavelmente a presença de um maior número e ou tamanho de galhas, cuja formação é induzida pela presença do nematóide a qual seria estimulada pela presença do fungo MA.

Maior peso seco de parte aérea foi observado em ausência de fungo micorrízico e em ausência de nematóide com 4,68 g, seguido dos tratamentos sem nematóide e em presença de *G. margarita* com 3,76 g, e *G. clarum* com 3,69 g. Porém, quando comparamos tratamentos com nematóide, observamos que os fungos MA conseguiram fazer com que as plantas superassem o dano do fitopatógeno. *G. margarita* apresentou peso seco de parte aérea superior em 26 % frente à raça 3 e 12 % frente à raça 2 do nematóide (Tabela 5). Resultados semelhantes foram observados por Oliveira & Zambolim (1985). Os autores verificaram aumento significativo do peso seco da parte aérea e radicular de plantas de feijoeiro inoculadas com *M. javanica* e *G. etunicatum*.

A altura de planta foi semelhante entre os tratamentos em presença do fungo MA, independentemente da presença do nematóide. Este resultado demonstra que os fungos MA conseguiram auxiliar a planta a superar os danos causados pelo nematóide.

O teor de fósforo na parte aérea foi, em geral, maior em presença de fungo MA, independentemente da presença do nematóide. Porém, nos tratamentos com fungos MA sem nematóide, os teores foram significativamente maiores que nos demais tratamentos. Plantas inoculadas com *G. clarum* em ausência de nematóide apresentaram 1,84 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca, comparado com 1,24 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca frente a raça 2 e 1,33

g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca frente a raça 3 e as inoculadas com *G. margarita* 1,71 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca, comparado com 1,23 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca frente a raça 2 e 1,08 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca frente a raça 3 (Tabela 6). Este resultado nos mostra que, o nematóide reduziu a absorção de fósforo pelas plantas, mesmo com a presença do fungo MA, o qual auxilia as plantas na absorção deste elemento. Os teores de fósforo na parte aérea em plantas inoculadas com *G. margarita* foram semelhantes frente a raça 3 do nematóide, porém, frente a raça 2 estes teores foram 15 % maiores, comparando com plantas inoculadas com a mesma raça do nematóide sem fungo MA. Já plantas inoculadas com *G. clarum*, apresentaram maiores teores de fósforo na parte aérea, 27 % em presença da raça 3 e 15 % frente a raça 2, comparado com as plantas em ausência de fungo MA. Estes resultados nos mostram que *G. clarum* foi mais eficiente em absorver fósforo em presença das duas raças do nematóide e *G. margarita* o foi somente em presença da raça 2.

Maior número de esporos foi observado no tratamento com *G. margarita* sem nematóide com 371,63 esporos 100 g<sup>-1</sup> de solo seco. Entre os fungos MA, *G. margarita* apresentou maior número de esporos que *G. clarum* (Tabela 6). Este resultado nos mostra que *G. margarita* se reproduz melhor em plantas de tomateiro.

Diâmetro de caule, número de folhas e número de cachos florais por planta não diferiram nas combinações de fungo MA com o nematóide.

#### **4.1.5 Interação micorrização x adubação fosfatada**

A interação fungos MA x adubação fosfatada pode ser observada nas tabelas 8 e 9.

Plantas inoculadas com fungos MA apresentaram valores semelhantes de peso seco de parte aérea e altura de planta, em ambas as doses de fósforo. Maior peso seco na parte aérea foi verificado em plantas sem fungo MA em P1 com 3,34 g. Já maior altura de planta foi observada em ausência de fungo MA em ambas as doses de fósforo com 80,96 cm em P0 e 79,13 g em P1.

Tabela 8. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule em cm (DIAM), em plantas de tomateiro, na interação: fungo MA x teor de fósforo (médias de oito repetições).

FMA / P	PFR	PFPA	PSPA	ALT	DIAM
<i>G. m.</i> x P0	7,70 cd	18,64 bc	3,00 bc	72,00 bc	0,39 a
<i>G. m.</i> x P1	10,10 a	19,22 b	3,09 b	72,75 bc	0,42 a
<i>G. c.</i> x P0	8,35 c	18,21 cd	2,89 c	71,00 c	0,40 a
<i>G. c.</i> x P1	9,23 b	19,29 b	3,15 b	73,58 b	0,40 a
Sem FMA x P0	7,19 d	17,66 d	2,66 d	80,96 a	0,42 a
Sem FMA x P1	9,92 a	20,67 a	3,34 a	79,13 a	0,42 a
CV %	29,45	18,22	23,14	12,56	10,50

*G. m.* = *G. margarita*; *G. c.* = *G. clarum*; Sem FMA = sem fungo micorrízico

P0 = sem dose inicial de fósforo; P1 = com dose inicial de fósforo

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

Tabela 9. Teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA 100<sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, na interação: fungo MA x teor de fósforo (médias de oito repetições).

FMA / P	P PA	N FOL	N CACH	% COL	N ESP
<i>G. m.</i> x P0	1,29 c	3,63 a	0,73 a	63,30 b	327,75 a
<i>G. m.</i> x P1	1,39 b	3,40 a	0,73 a	51,67 d	166,67 b
<i>G. c.</i> x P0	1,30 c	3,46 a	0,77 a	68,88 a	13,92 c
<i>G. c.</i> x P1	1,65 a	3,42 a	0,75 a	57,71 c	17,28 c
Sem FMA x P0	1,23 c	3,47 a	0,75 a	0,42 e	0,25 d
Sem FMA x P1	1,09 d	3,48 a	0,75 a	0,50 e	1,58 d
CV %	22,58	17,57	18,96	20,13	17,57

*G. m.* = *G. margarita*; *G. c.* = *G. clarum*; Sem FMA = sem fungo micorrízico

P0 = sem dose inicial de fósforo; P1 = com dose inicial de fósforo

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

O teor de fósforo na parte aérea foi 7 % maior em P1 comparado com P0. Em presença de fungo MA, os teores de fósforo foram maiores em P1, sendo maior em presença de *G. clarum* com 1,65 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca, comparado com *G. margarita* com 1,39 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (Tabela 9).

A colonização radicular pelo fungo foi 18% maior em P0. Estes resultados nos mostram que a adubação fosfatada inicial elevou o fósforo disponível permitindo à planta absorver mais e em consequência, houve uma menor taxa de colonização pelo fungo MA. O mesmo comportamento foi observado em plantas inoculadas com *G. clarum*. Porém, as diferenças observadas foram maiores. Em P1 o teor de fósforo na parte aérea foi 21 % maior quando comparado com P0 e a colonização radicular pelo fungo foi 16% maior em P0, comparado com P1.

Os teores de fósforo na parte aérea foram semelhantes em presença ou ausência de fungo MA em P0. Porém, em P1 o maior teor foi observado em presença de *G. clarum* com 1,65 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca, seguido por *G. margarita* com 1,39 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca e por último o controle sem fungo MA com 1,09 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca. Esta observação nos mostra que, em presença de maior quantidade de fósforo disponível, plantas micorrizadas absorvem mais o elemento, independente de uma menor colonização micorrízica. Estes resultados diferem dos encontrados por Smith (1987) observou que em plantas de tomateiro inoculadas com *M. hapla*, *M. javanica* e os fungos MA *G. margarita*, *G. fasciculatum* e *G. mosseae*, quando receberam adubação fosfatada, os teores de fósforo na parte aérea foram semelhantes, independente da presença de fungos MA. Porém, sabemos que a adubação fosfatada interage com fatores de solo e portanto, são necessários mais dados para comparar solos diferentes frente este parâmetro.

Maior número de esporos foi observado em presença de *G. margarita*, sendo maior em P0 com 327,67 esporos 100<sup>-1</sup> g de solo seco, comparado com P1 com 166,67 esporos 100<sup>-1</sup> g de solo seco. Em presença de *G. clarum* não houve diferença no número de esporos 100<sup>-1</sup> g de solo seco, entre as doses de fósforo.

#### 4.1.6 Interação nematóide x adubação fosfatada

O efeito desta interação podem ser observados nas tabelas 10,11 e 12.

Tabela 10. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule em cm (DIAM), em plantas de tomateiro, na interação: nematóide x teor de fósforo (médias de oito repetições).

Nematóide/P	PFR	PFPA	PSPA	ALT	DIAM
Mi r3 x P0	9,81 c	15,29 c	2,36 d	66,38 c	0,40 a
Mi r3 x P1	13,08 a	18,07 b	2,79 c	69,54 b	0,41 a
Mi r2 x P0	9,63 c	15,82 c	2,25 d	70,17 b	0,43 a
Mi r2 x P1	11,27 b	17,69 b	2,65 c	69,83 b	0,43 a
Sem nem x P0	3,80 c	23,40 a	2,94 b	87,42 a	0,38 a
Sem nem x P1	4,91 d	23,41 a	4,15 a	86,08 a	0,41 a
CV %	29,45	18,22	23,14	12,56	10,50

Mi r3 = *M. incognita* raça 3; Mi r2 = *M. incognita* raça 2; Sem nem = sem nematóide

P0 = sem dose inicial de fósforo; P1 = com dose inicial de fósforo

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

Em geral, os melhores resultados foram observados em ausência do nematóide em ambas as doses de fósforo. Porém, comparando-se as doses de fósforo, em geral, os melhores resultados foram observados em P1.

Estes resultados eram esperados pois, o nematóide prejudica a planta e, em maiores adubações fosfatadas espera-se maior absorção do elemento pela planta.

Os teores de fósforo na parte aérea foram significativamente maiores em ausência de nematóide com 1,71 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca em P1 e 1,63 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca em P0.

A adubação inicial com fósforo não interferiu no Índice de galhas e massa de ovos do nematóide (Tabela 11). Este resultado demonstra que, provavelmente, a

diferença entre as doses utilizada não tenha sido suficientemente grande para afetar o nematóide.

Tabela 11. Teor de fósforo na parte aérea em  $\text{g kg}^{-1}$  de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de cachos florais por planta (N CACH), porcentagem de colonização micorrízica (% COL) e número de esporos de fungo MA  $100^{-1}$  g de solo seco (N ESP), em plantas de tomateiro, na interação: nematóide x teor de fósforo (médias de oito repetições).

Nematóide/P	P PA	N FOL	N CACH	% COL	N ESP
Mi r3 x P0	1,09 e	3,52 a	0,71 a	46,00 a	74,42 bc
Mi r3 x P1	1,16 d	3,41 a	0,75 a	37,63 c	48,80 c
Mi r2 x P0	1,10 de	3,45 a	0,77 a	44,56 b	96,58 b
Mi r2 x P1	1,25 c	3,31 a	0,71 a	34,54 d	43,67 c
Sem nem x P0	1,63 b	3,59 a	0,77 a	45,59 a	170,92 a
Sem nem x P1	1,71 a	3,57 a	0,77 a	37,71 bc	93,17 b
CV %	22,58	17,57	18,96	20,13	17,57

Mi r3 = *M. incognita* raça 3; Mi r2 = *M. incognita* raça 2; Sem nem = sem nematóide  
 P0 = sem dose inicial de fósforo; P1 = com dose inicial de fósforo

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey  $P=0,05$

Tabela 12. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de *M. incognita*, em plantas de tomateiro entre as doses de fósforo (médias de oito repetições).

Dose de fósforo	Índice de M O	Índice de galhas
P 0	2,87	6,32
P 1	2,91	3,14
Prob > CHISQ	0,5605	0,5605

P0 = sem dose inicial de fósforo; P1 = com dose inicial de fósforo

Teste Wilcoxon: Prob > CHISQ menor de 0,05 pelo menos duas médias diferem entre si.

## 4.2 Resultados e discussão - experimento 2 – Pimentão

### 4.2.1 Micorrização

Os resultados de micorrização de plantas de pimentão podem ser observados nas tabelas 13 e 14.

Todos os três fungos micorrízicos utilizados melhoraram o desempenho da planta, apresentando valores significativamente maiores em todos os parâmetros analisados, comparados com as plantas não inoculadas com fungos MA. Em média, as plantas inoculadas com fungos MA superaram as não inoculadas em 1167 % para peso fresco de parte aérea, 1264 % para peso seco de parte aérea, 257 % para altura de planta, 171 % para diâmetro de caule, 140 % para teor de fósforo na parte aérea, 129 % para número de folhas por planta e 235 % para número de flores por planta.

Tabela 13. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule (DIAM), em plantas de pimentão, entre os fungos MA (médias de oito repetições).

FMA	PFR	PFPA	PSPA	ALT	DIAM
G. m.	5,19 b	10,99 a	1,61 a	29,61 b	0,41 b
G. c.	4,53 c	9,26 b	1,35 b	28,71 c	0,41 b
G. e.	5,65 a	9,51 b	1,40 b	31,01 a	0,42 a
Sem FMA	0,62 d	0,85 c	0,11 c	11,58 d	0,23 c
CV %	29,20	37,93	44,19	14,16	13,36

G.m. = *G. margarita*; G.c. = *G. clarum*; G.e. = *G. etunicatum*; Sem FMA = sem fungo MA  
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

Tabela 14. Número de folhas por planta (N FOL), número de flores por planta (N FLO), porcentagem de colonização micorrízica (% COL), teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA) e número de esporos de fungo MA 100<sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de pimentão, entre os fungos MA (médias de oito repetições).

FMA	N FOL	N FLO	% COL	P PA	N ESP
G. m.	3,50 a	1,70 b	68,78 a	2,12 a	22,55 b
G. c.	3,39 b	1,70 b	65,57 b	1,54 c	15,00 b
G. e.	3,37 b	2,04 a	54,19 c	1,65 b	297,87 a
Sem FMA	2,63 c	0,70 c	0,00 d	1,13 d	0,25 c
CV %	7,03	52,93	18,09	8,16	135,52

G.m.= *G. margarita*; G.c.= *G. clarum*; G.e. = *G. etunicatum*; Sem FMA = sem fungo MA  
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

Dentre os fungos MA, o melhor desempenho observado foi para *G. margarita*, com valores significativamente maiores de peso fresco de parte aérea (10,99 g), peso seco de parte aérea (1,61 g), teor de fósforo da parte aérea (2,12 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca) e número de folhas por planta (3,50), comparados com os demais tratamentos. Já *G. etunicatum* superou os demais tratamentos em peso fresco de raiz (5,65 g), altura de planta (31,01 cm), diâmetro de caule (0,42 cm) e número de flores por planta (2,04), comparado com os demais tratamentos. *G. clarum* apresentou valores semelhantes ou inferiores aos demais fungos MA em todos os parâmetros analisados. Resultados semelhantes foram encontrados por Murumbar & Patil (1996), os quais observaram que fungos MA, entre eles *G. margarita*, incrementaram o peso seco de plantas de pimentão e melhoraram a absorção de nutrientes. Também Sivaprasad et al. (1998), trabalhando com três cultivares de pimentão, observaram que as plantas micorrizadas tiveram aumento na altura, peso seco de parte aérea e peso seco de raiz.

A colonização radicular foi significativamente maior para *G. margarita* com 68,78 %, seguida de *G. clarum* com 65,57 % e, a menor porcentagem de colonização foi observada em *G. etunicatum* com 54,19 %. Este resultado nos mostra que

*G. margarita* colonizou melhor as raízes de plantas de pimentão e esta colonização reverteu em maior benefício às plantas, quando comparado com as demais espécies de fungo MA.

Maior esporulação ocorreu em plantas inoculadas com *G. etunicatum* com média de 297,87 esporos por 100 g<sup>-1</sup> solo seco. Este valor é significativamente maior que os demais tratamentos, com *G. margarita* e *G. clarum*, com 22,55 e 15 esporos por 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Este dado nos mostra que *G. etunicatum* se reproduz bem em plantas de pimentão.

#### 4.2.2 Infecção pelo nematóide

Os dados de infecção por *M. incognita* em plantas de pimentão podem ser observados nas tabelas 15, 16 e 17.

Tabela 15. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule (DIAM), em plantas de pimentão, entre os nematóides, (médias de oito repetições).

Nematóide	PFR	PFPA	PSPA	ALT	DIAM
Mi r2	4,33 a	8,50 a	1,12 b	25,28 b	0,38 a
Mi r3	3,43 b	6,02 b	0,87 c	22,71 c	0,35 c
Sem nem.	4,23 a	8,44 a	1,36 a	27,70 a	0,37 b
CV %	29,20	37,93	44,19	14,16	13,36

Mi r3 = *M. incognita* raça 3; Mi r2 = *M. incognita* raça 2; Sem nem = sem nematóide  
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

A raça 3 de *M. incognita* mostrou-se mais agressiva às plantas de pimentão, as quais apresentaram valores significativamente menores de: peso fresco de raiz (3,43 g), peso fresco de parte aérea (6,02 g), peso seco de parte aérea (0,87 g), altura de planta (22,71 cm), diâmetro de caule (0,35 cm) e fósforo na parte aérea (1,51 g P kg<sup>-1</sup> de

matéria seca), quando comparadas com o controle sem nematóide, o qual apresentou respectivamente: 8,44 g, 1,36 g, 27,70 cm, 0,37 cm e 1,57 g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (Tabela 15). Estes dados contradizem Khan & Haider (1991), os quais encontraram que a raça 2 seria mais agressiva que a raça 3; neste experimento e para esta variedade, a raça 3 mostrou-se mais agressiva.

Tabela 16. Número de folhas por planta (N FOL), número de flores por planta (N FLO), porcentagem de colonização micorrízica (% COL), teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA) e número de esporos de fungo MA 100<sup>-1</sup> g de solo seco (N ESP), em plantas de pimentão, entre os nematóides, (médias de oito repetições).

Nem	N FOL	N FLO	% COL	P PA	N ESP
<i>Mi r2</i>	3,28 a	1,57 a	48,50 a	1,76 a	48,85 b
<i>Mi r3</i>	3,20 a	1,31 a	47,12 a	1,51 c	165,05 a
Sem nem.	3,17 a	1,73 a	45,79 a	1,57 b	3,06 c
CV %	7,03	52,93	18,09	8,16	135,52

*Mi r3* = *M. incognita* raça 3; *Mi r2* = *M. incognita* raça 2; Sem nem = sem nematóide  
Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,0

Tabela 17. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de *M. incognita*, em plantas de pimentão entre nematóides, (médias de oito repetições).

Nematóide	Índice de MO	Índice de galhas
<i>M. incognita r2</i>	4,55	3,72
<i>M. incognita r3</i>	4,64	4,04
Sem nematóide	0,19	0,19
Prob > CHISQ	0,0001	0,0001

Teste Wilcoxon: Prob > CHISQ menor de 0,05 pelo menos duas médias diferem entre si.

A raça 2 do nematóide não diferiu do controle não inoculado com nematóide, em peso fresco de raiz, peso fresco de parte aérea e teor de fósforo na parte

aérea. O controle por sua vez superou esta em peso seco de parte aérea e altura de planta. Por outro lado, plantas sem nematóide apresentaram maior peso seco de parte aérea com 1,36 g comparado com a raça 2 com 1,12 g e com a raça 3 com 0,87 g; maior altura de planta com 27,70 cm comparada com a raça 2 com 25,28 cm e com a raça 3 com 22,71 cm .

Taylor & Sasser (1983) comentam que as plantas infectadas por nematóides do gênero *Meloidogyne* possuem raízes mais curtas, além de serem menos eficientes na absorção de água e nutrientes. Isto causa diminuição no crescimento e as plantas apresentam sintomas de deficiência de nutrientes e, mais tarde, redução no rendimento. Os autores citam o trabalho de Bruske & Bergeson (1972) os quais encontraram redução no transporte de giberelina e citocinina das raízes para a parte aérea, em plantas infectadas por nematóides causadores de galhas. Ademais, a giberelina transportada era diferenciada daquela transportada em plantas não infectadas. Isto pode explicar a queda de folhas e ausência da floração em plantas inoculadas com *M. incognita*. Os autores também comentam que, plantas infectadas com nematóides causadores de galhas, têm seu metabolismo alterado, priorizando a produção de proteínas nas raízes em detrimento do transporte de nutrientes para a parte aérea, com isto, a planta não desenvolve bem a parte aérea, tendo crescimento e produção reduzidos. Isto explica a redução no crescimento (peso fresco e seco da parte aérea, altura e diâmetro de caule) e no número de folhas e flores, ocorridos neste trabalho.

Os resultados observados demonstram que o nematóide prejudicou a planta, sendo que a raça 2 foi mais prejudicial que a raça 3. E com a redução no número de flores, muito provavelmente haveria redução na produção. A produção, segundo Di Vito et al. (1985), é o parâmetro mais afetado por *M. incognita* em plantas de pimentão.

Houve uma tendência da raça 3 de *M. incognita* apresentar maior Índice de galhas e massa de ovos, comparado com a raça 2 (Tabela 17). Embora a raça 2 tenha causado mais prejuízo às plantas.

### 4.2.3 Interação fungo MA x nematóide

A interação fungos MA x nematóide sobre as plantas de pimentão podem ser observadas na tabelas 18, 19 e 20.

Tabela 18. Peso fresco de raiz em g (PFR), peso fresco de parte aérea em g (PFPA), peso seco de parte aérea em g (PSPA), altura de planta em cm (ALT) e diâmetro de caule em cm (DIAM), em plantas de pimentão, na interação: fungo MA x nematóide (médias de oito repetições).

FMA/nematóide	PFR	PFPA	PSPA	ALT	DIAM
<i>G. m.</i> x Mi r2	6,57 a	14,48 a	1,93 a	30,00 cd	0,46 a
<i>G. m.</i> x Mi r3	3,34 d	7,34 e	1,04 c	27,92 de	0,36 c
<i>G. m.</i> x Sem nem	5,65 b	11,16 b	1,86 a	30,92 abc	0,40 bc
<i>G. c.</i> x Mi r2	3,87 d	8,72 cde	1,27 bc	27,06 e	0,41 b
<i>G. c.</i> x Mi r3	4,93 c	8,37 de	1,21 bc	28,36 cde	0,40 bc
<i>G. c.</i> x Sem nem	4,81 c	10,69 bc	1,58 ab	30,71 bcd	0,41 b
<i>G. e.</i> x Mi r2	6,38 ab	10,06 bcde	1,19 bc	33,30 ab	0,43 ab
<i>G. e.</i> x Mi r3	4,91 c	7,94 e	1,19 bc	25,83 e	0,41 b
<i>G. e.</i> x Sem nem	2,65 abc	10,54 bcd	1,82 a	33,90 a	0,42 a
Sem FMA x Mi r2	0,48 e	0,75 f	0,09 d	10,75 g	0,23 d
Sem FMA x Mi r3	0,54 e	0,44 f	0,06 d	8,75 g	0,22 d
Sem FMA x Sem nem	0,83 e	1,37 f	0,18 d	15,25 f	0,25 d
CV %	29,20	37,93	44,19	14,46	13,36

*G.m.* = *G. margarita*; *G.c.* = *G. clarum*; *G.e.* = *G. etunicatum*; Sem FMA = sem fungo MA  
 Mi r3 = *M. incognita* raça 3; Mi r2 = *M. incognita* raça 2; Sem nem = sem nematóide  
 Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

Em todos os parâmetros analisados no experimento, como podemos ver nas tabelas 18 e 19, os fungos MA conseguiram melhorar o desempenho da planta frente ao nematóide. Dentre os fungos MA, em geral, *G. margarita* e *G. etunicatum* mostraram os melhores resultados. Na interação com a raça 2 de *M. incognita* houve maior peso fresco de

raiz, respectivamente 6,57 g e 6,38 g, ambos superando o controle sem fungo MA, com 0,48 g. Este dado nos mostra que a formação de galhas nas raízes da planta infectada pelo nematóide leva a um aumento no peso do sistema radicular devido, provavelmente, a um aumento nas células gigantes e a maior retenção de água.

Tabela 19. Porcentagem de colonização micorrízica (% COL), teor de fósforo na parte aérea em g P kg<sup>-1</sup> de matéria seca (P PA), número de folhas por planta (N FOL), número de flores por planta (N FLOR) e número de esporos 100 g<sup>-1</sup> de solo seco (N ESP), em plantas de pimentão, na interação: fungo MA x nematóide (médias de oito repetições).

FMA/nematóide	% COL	P PA	N FOL	N FLOR	N ESP
<i>G. m.</i> x Mi r2	71,00 a	2,57 a	3,54 a	2,11 b	34,00 bc
<i>G. m.</i> x Mi r3	69,17 a	1,86 b	3,41 a	1,39 c	25,33 bcd
<i>G. m.</i> x Sem nem	66,17 ab	1,95 b	3,56 a	1,60 bc	8,33 c
<i>G. c.</i> x Mi r2	67,00 a	1,50 e	3,40 ab	1,60 bc	25,00 c
<i>G. c.</i> x Mi r3	65,14 ab	1,55 de	3,35 b	1,65 bc	16,86 c
<i>G. c.</i> x Sem nem	64,57 ab	1,58 de	3,33 b	1,84 bc	3,14 c
<i>G. e.</i> x Mi r2	56,00 bc	1,70 c	3,30 b	1,85 bc	136,40 b
<i>G. e.</i> x Mi r3	54,17 c	1,62 cd	3,39 ab	1,50 bc	618,00 a
<i>G. e.</i> x Sem nem	52,40 c	1,65 cd	3,42 ab	2,77 a	139,20 b
Sem FMA x Mi r2	0,00 d	1,28 f	2,87 c	0,71 d	0,00 cd
Sem FMA x Mi r3	0,00 d	1,01 g	2,65 d	0,71 d	0,00 cd
Sem FMA x Sem nem	0,00 d	1,09 g	2,39 e	0,71 d	0,75 c
CV %	18,09	8,16	7,03	52,93	135,52

*G.m.* = *G. margarita*; *G.c.* = *G. clarum*; *G.e.* = *G. etunicatum*, Sem FMA = sem fungo MA  
 Mi r3 = *M. incognita* raça 3; Mi r2 = *M. incognita* raça 2; Sem nem = sem nematóide  
 Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao teste de Tukey P=0,05

Os resultados obtidos vêm de encontro ao observado por Sivaprasad et al. (1990 e 1998) os quais observaram que plantas de pimentão pré-inoculadas com *G. etunicatum* e *G. fasciculatum* e posteriormente inoculadas com *M. incognita*, apresentaram

maior peso seco de parte aérea, peso seco de raiz e maior altura de planta, comparado com plantas inoculadas somente com o nematóide.

Tabela 20. Índice de massa de ovos (MO) e índice de galhas de *M. incognita*, em plantas de pimentão entre os fungos MA (médias de oito repetições).

Fungo MA	Índice de M O	Índice de galhas
<i>G. margarita</i>	3,25	3,10
<i>G. clarum</i>	3,40	3,50
<i>G. etunicatum</i>	3,38	3,25
Sem fungo MA	2,68	1,05
Prob > CHISQ	0,0320	0,0016

Teste Wilcoxon: Prob > CHISQ menor de 0,05 pelo menos duas médias diferem entre si.

*G. margarita* apresentou maior peso fresco de parte aérea com 1,93 g e maior teor de fósforo na parte aérea, 2,57 g P kg<sup>-1</sup> de massa seca, comparado com os demais tratamentos.

Na interação dos fungos MA frente a raça 3 de *M. incognita*, os três fungos melhoraram o desempenho da planta em todos os parâmetros analisados, quando comparado com o controle sem fungo MA em presença do nematóide. Porém, os valores em geral são significativamente menores que os observados na interação dos fungos MA frente a raça 2 do nematóide.

A colonização radicular micorrízica não foi afetada pela presença do nematóide, embora se tenha observado uma tendência de maior colonização em presença do nematóide, com variação de 66,17 % a 71 % para *G. margarita*, de 64,57 a 67,00 para *G. clarum* e de 52,40 a 56,00 para *G. etunicatum* (Tabela 19). Porém, os índices de massas de ovos e de galhas do nematóide provavelmente foram afetados pela presença dos fungos MA. Ambos os valores foram menores em ausência do fungo: índice de massa de ovos 2,69 e índice de galhas 1,05, comparados com os valores com a presença do fungo.

*G. margarita* auxiliou a planta a superar o dano do nematóide, mais facilmente frente a raça 2, comparado com a raça 3. Os valores da interação do fungo frente

a raça 2 foram em geral superiores ou semelhantes aos observados em presença do fungo isoladamente. Isto nos mostra que *G. margarita* conseguiu superar praticamente todo o dano provocado pela raça 2 do nematóide (Tabelas 18 e 19). Porém, frente a raça 3, o fungo conseguiu superar os danos do nematóide somente para os teores de fósforo na parte aérea, número de folhas e número de flores. Quanto aos demais parâmetros, houve uma redução de 34% para peso fresco de parte aérea, 44 % para peso seco de parte aérea, de 10 % para altura e de planta e diâmetro de caule, comparando *G. margarita* com o fungo isoladamente. Este comportamento foi semelhante para *G. etunicatum* e *G. clarum*.

## 5. CONCLUSÕES

Plantas de tomateiro micorrizadas apresentaram maiores teores de fósforo na parte aérea, sendo que, *G. clarum* mais eficiente que *G. margarita* para este parâmetro.

Ambas as raças de *M. incognita* foram bastante agressivas às plantas de tomateiro, porém, os fungos MA conseguiram auxiliar a planta a superar os danos do nematóide.

A adubação fosfatada inicial não interferiu nos índices de galhas e massa de ovos do nematóide, porém, interferiu na colonização micorrízica.

*G. margarita*, *G. clarum* e *G. etunicatum* mostraram-se bastante eficientes em melhorar o desenvolvimento de plantas de pimentão, melhorar a absorção de fósforo pela parte aérea e na superação dos danos causados por *M. incognita* raças 2 e 3.

Ambas as raças de *M. incognita* se mostraram agressivas às plantas de pimentão var. Ikeda, com índices de galhas e massa de ovos maiores que 4,5, porém, a raça 3 mostrou-se mais agressiva que a raça 2.

## 6. BIBLIOGRAFIA CITADA

ABBOT, L.K., ROBSON, A.D.. The effect of VA mycorrhizae on plant growth. In: POWELL, C.L., BAGYARAJ, D.J. **VA mycorrhiza**. CRC Press, Boca Raton, p. 113-30, 1986.

AGRIANUAL 2000 – **Anuário da Agricultura Brasileira, tomate**. São Paulo, p. 515-26, 2000a.

AGRIANUAL 2000 – **Anuário da Agricultura Brasileira, pimentão**. São Paulo, p. 460-3, 2000b.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4<sup>a</sup> ed. Academic Press, London, p. 245-404, 1997.

AKHTAR, M., MAHMOOD, I. Impact of organic and inorganic management and plant-based products on plant-parasitic and microbivorous nematode communities. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 25, n. 1, p. 21-3, 1997.

- Al MOMANY, A.A.R. Effect of three vesicular arbuscular mycorrhizal isolates on growth of tomato, egg-plant and pepper in a fiel soil. **Disarat**, Hannover, v. 14, n. 11, p. 161-8, 1987.
- Al RADDAD, A. M. Effect of three vesicular-arbuscular isolates on growth of tomato, eggplant and pepper in field soil. **Dirasat** (Jordan), v. 11, p. 161-8, 1987.
- ANWAR, S.A., TRUDGILL, D.L., PHILLIPS, M.S. The contribution of variation in invasion and development rates of *M. incognita* to host status differences. **Nematologica**, Leiden, v. 40, p. 579-87, 1994.
- ARAÚJO, A.P. da SILVA, E.M.R., de ALMEIDA, D.L. Efetividade de fungos endomicorrízicos em tomateiro em diferentes níveis de fósforo no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n.2, p. 193-9, 1994.
- ARAÚJO, A. P., ROSSIELLO, R.O.P., da SILVA, E.M.R., de ALMEIDA, D.L. Growth analysis of tomato colonized with arbuscular mycorrhizal fungi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 233-40, 1996.
- BABU, R.S., NAGESWARI. J., POORNIMA, K., SUGUNA, N., REDDY, P.P. (Ed.), KUMAR, N.K.K. (Ed.), VERGHESE, A. Biological control potential of *G. fasciculatum* against *M. incognita* on tomato and okra. Advances in IPM for horticulturae crops. In: **Proceedings of the first National Symposium on Pest Management in Horticultural crops: environmental implications and thrusts**, Bangalone, India, p. 312-14, 1998.
- BAGYARAJ, D.J. Biological interactions with micorrhizal fungi. In: POWELL, C.L., BAGYARAJ, D.J. **VA mycorrhiza**. CRC Press, Boca Raton, p. 131-54, 1986.

- BAGYARAJ, D.J. MANJUNATH, A., REDDY, D.D.R. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhiza with root-knot nematodes in tomato. **Plant and Soil**, The Hague, v. 51, pp. 397-403, 1979.
- BENHAMOU, N. FORTIN, J.A., HAMEL, C., ST-ARNAUD, M., SHATILLAIA. Resistance responses of mycorrhizal Ri T-DNA – transformed carrot roots to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysantemi*. **Phytopatology**, St. Paul, v. 84, n.7, pp. 958-968, 1994.
- BLOODNICK, Ed. Use of mycorrhiza for selected horticultural crops. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 3, p. 565, 1999.
- CAMPOS, V. P., de LIMA, R. D'ARC and de ALMEIDA, V. F.. Nematóides parasitas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 11, n. 126, pp. 50-58, 1985.
- CARON, M. Potential use of mycorrhizae in control of soil-borne diseases. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Guelph, v. 11, p. 177-79, 1989.
- CAROPPO, S. AMBROGIONI, L. PELAGATTI, O., SILVA de J., LAMBERTI, F. Lotta contro i nematodi galligeni su pomodoro in Toscana. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 26 (suplemento), p. 33-7, 1998.
- CASON, K.M.T., HUSSEY, R.S., RONCADORI, R.W. Interactions of vesicular-arbuscular mucorrhizal fungi and phosphorus with *M. incognita* on tomato. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 15, n. 3, p. 329-473, 1983.
- CHARCHAR, J. M. , GONZAGA, V., GIORDANO, L. B. Perda de produtividade de tomateiro causada por infecção de uma população mista de *M. incognita* Raça 1 e *M. javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23 (suplemento), p. 303, 1998.

- COOK, R., EVANS, K. Resistance and tolerance. In: BROWN, R. H., KERRY, B.R. (eds.). **Principles and practice of nematode control in crops**. Academic Press, Marrickville, p. 179-232, 1987.
- CSINOS, A.S., SUMMER, D.R. JOHNSON, W.C., JOHNSON, A.W., McPHERSON, R.M., DOWLER, C.C. Methyl bromide alternatives in tobacco, tomato and pepper transplant production. **Crop Protection**, Madiscn, v. 19, p. 39-49, 2000.
- CURI, S. M., SILVEIRA, S.G.P. da, ELIAS Jr. E.G.. Resultados de produção e da proteção do sistema radicular de cafeeiro sob controle químico do nematóide *Meloidogyne incognita* (KOFOID & WHITE, 1919) CHITWOOD, 1949, em condições de campo. **Sociedade Brasileira de Nematologia**, Piracicaba, n. 2, p. 93-7, 1977.
- D'ADDABBO, T.D., SASANELLI, N. Supression of *M. incognita* by combinations of olive pomace or wheat straw with urea. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 25, n. 2, p. 159-64, 1997.
- DAVIES, F.T. Jr., LINDERMAN, R. G. Short term effects of phosphorus and VA – Mycorrizal fungi on nutrition, growth and development of *Capsicum annuum* L. **Scientia Horticulturae**, Amnsterdan, v. 45, p. 333-8, 1991.
- DEHNE, H. W. Interactions between Vesicular-arbuscular mycorrizal fungi and plant pathogens. **Phytopathology**, St. Paul, v. 72, n. 8, p. 1115-18, 1982.
- Di VITO, M., GRECO, N., CARELLA, A. Population densities of *M. incognita* and yield of *Capsicum annuum*. **Journal of Nematology**, Riverside. v. 17, n. 1, p. 45-9, 1985.
- Di VITO, M., LAMBERTI, A. Prove di lotta chimica contro *M. incognita* su peperoni in Puglia. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 8, p. 81-3, 1980.

- EDATHIL, T.T., MANIAN, S., UDAIYAN, K. Interaction of multiple VAM fungal species on root colonization, plant growth and nutrient status of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 59, p. 63-8, 1996.
- ELAD, Y. Mechanisms of interaction between rhizosphere microorganisms and soilborne plant pathogens. In: JENSEN, V., KJOLLER, A., SORENSEN, L.H. (ed.). **Microbial Communities in Soil**. London: Elsevier Applied science publishers, p. 49-59, 1985, 447 p.
- FAZUOLI, L.C. Em busca do cafeeiro perfeito. **Informativo Coopercitrus**, Campinas nº 27, 1989.
- FERRAZ, L.C.C.B. Métodos alternativos de controle de fitonematóides. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 172, p.23-6, 1992.
- FILGUEIRA, F.A.R.. **Manual de Olericultura e comercialização de hortaliças**. Vol. 2. 2ª ed. São Paulo: Editora Ceres, 1982.
- FREITAS, L.G. FERRAZ, S., ALMEIDA, A.M.S. Controle de *Meloidogyne javanica* em tomateiro pela produção de mudas em substratos infestados com *Paecilomyces lilacinus*. **Nematologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 65-72, 1999.
- GIOVANNETTI, M., MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist** Oxford, v. 84, p. 489-500, 1980.
- GODOY, C. V., BERGAMIN FILHO, A., SALGADO, C.L. Doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: KIMATI, H., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L.E.A. and REZENDE, J.A.M. (eds). **Manual de Fitopatologia** – Volume 2: Doenças das plantas cultivadas. 3ª ed. São Paulo: Editora Agronomica Ceres. 1997, p. 184-200.

GONÇALVES, W., SILVAROLLA, M.B., ALVES de LIMA, M.M. Estratégias visando a implementação do manejo integrado dos nematóides parasitos do cafeeiro. In: EPAMIG – Soluções Tecnológicas para o complexo agrícola. Cafeicultura: Tecnologia para produção. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 36-47, 1998.

GORDON, S.G., COOPER, K.M. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhizal and cultivars of alfafa susceptible and resistant to *Meloidogyne hapla*. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 18, n. 2, p. 141-149, 1986.

HAAS, J.H., BAR-YOSEF, B., KRIKUN, J., BARAK, R., MARKOVITZ, T., KRAMER, S. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus infestation and fosforus fertigation to overcome pepper stunting after Methil bromide fumigation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p. 905-10, 1987.

HEALD, C.M., BRUTON, B.D., DAVIS, R.M. Influence of *Glomus intraradices* and soil phosphorus on *M. incognita* infecting *Cucumis melo*. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 21, n. 1, p. 69-73, 1989.

HUANG, S.P. Nematóides que atacam olerícolas e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 172, p. 31-6, 1992.

HUSSEY, R.S., McGUIRE, J.M. Interaction with other organisms. In: BROWN, R.H., KERRY, B.R. (ed). **Principles and practice of nematode control in crops**. Austrália: Academic Press, p. 300-28, 1987, 447 p.

HUSSEY, R.S., RONCADORI, R.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizae mai limit nematode activity and improve plant growth. **Plant Disease**, Athens, v.66, n. 1, p. 9-14, 1982.

- INGHAM, R.E. Interactions between nematodes and vesicular-arbuscular mycorrhizae. **Agriculturae, Ecosystems and Environment**, Amnsterdan, v. 24, n. 1-3, p. 169-82, 1988.
- JAEHN, A. Viabilidade do uso de nematicidas em cafezal novo, instalado em solo infestado. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 8, p. 275-83, 1984a.
- JAEHN, A . Recuperação de lavoura cafeeira recepada, com a utilização de *Crotalaria spectabilis*, torta de mamona e nematicidas em área infestada por *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 8, p. 257-64, 1984b.
- JAEHN, A., REBEL, E.K.. Instalação de lavoura nova de cafeeiro em área infestada por *M. incognita* com uso de matéria-orgânica e nematicida. **Nematologia Brasileria**, Piracicaba, v. 8, p. 265-73, 1984a.
- JAEHN, A., REBEL, E.K. and MATIELLO, J.B. Viabilidade de recuperação de mudas de cafeeiro, infestadas por *M. incognita*, através de nematicidas. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 8, p. 295-300, 1984b.
- JAEHN, A., REBEL, E. K. Efeitos de nematicidas e inseticidas sistêmicos em pulverização, irrigação e imersão, no tratamento de mudas de cafeeiro infestados por *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 8, p. 301-7, 1984c.
- JAEHN, A., REBEL, E. K. Uso de palha de café, leguminosas e nematicidas em mudas de cafeeiro plantadas em área infestada por *M. incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 8, p. 309-17, 1984d.
- KHAN, M.W., HAIDER, S.R. Comparative damage and reproductive efficiency of *Meloidogyne javanica* and races of *M. incognita* on tomato and eggplant. **Nematologica**, Leiden, n. 37, p. 293-303, 1991.

- KUROZAWA, C., PAVAN, M.A. Doenças das solanáceas (berinjela, jiló, pimentão e pimenta). In: KIMATI, H., AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A. (cord.). **Manual de Fitopatologia**. Vol. 2.: Doenças das plantas cultivadas. 3ª ed. São Paulo: Ceres, p. 665-75, 1997. 774 p.
- LANGELLOTTI, R.R., VITALE, V., D'ERRICO, F.P. Ciclo vitale di *M. incognita* su pomodoro. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 23 (suplemento), p. 35-38, 1995.
- LINDSEY, D.L., CLAYSHULTE, S. Influence of initial inoculum densities of *M. incognita* on three chile cultivars. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 14, p. 353-8, 1982.
- LORDELLO, L.G.E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 8ª ed. Ed. Nobel, São Paulo, 1992. 314p.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações**. 2ª ed. Piracicaba: Potafós, Piracicaba, 1997. 319 p.
- MILLER, S.L., ALLEN, E.B. Mycorrhizae, nutrient translocation, and interactions between plants. In: ALLEN, M.F. (ed). **Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process**. Chapman and Hall, Hardcover, p. 301-32, 1992.
- MINAMI, K., HAAG, H.P. **O tomateiro**. 2ª ed. Fundação Cargill, Campinas, 1989.
- MISHRA, A., SHUKLA, B.N. Interactions between *G. fasciculatum* and *M. incognita* on tomato. **Journal of Mycology and Plant Pathology**, Rajasthan, v. 27, n.2, p. 199-202, 1997.
- MITTAL, N. SHARMA, M., SAXENA, G., MUKERJI, K.G. Effect of VA mycorrhiza on gall formation in tomato roots. **Plant Cell Incompatibility Newsletter**, Delhi, n. 23, p. 39-43, 1991.

- MOHANDAS, S. Field response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill "Pusa Ruby") to inoculation with a VA mycorrhizal fungus *G. fasciculatum* and with *Azotobacter vinelandii*. **Plant and Soil**, The Hague, v. 98, p. 295-7, 1987.
- MURUNBAR, D.R., PATIL, P.L. VAM diazotrophs bell pepper symbiosis. **Journal of Maharashtra Agricultural Universities**, Maharashtra, v. 21, n. 3, p. 394-7, 1996.
- NEMEC, S., DATNOFF, L. Pepper and tomato cultivar responses to inoculation with *Glomus intraradices*. **Advances in Horticultural Science**, Orlando, v. 7, n. 4, p. 161-4, 1993.
- NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transaction of the British Mycological Society**, London, v. 46, n. 2, p. 235-44, 1963.
- OLIVEIRA, A.A.R., ZAMBOLIM, L. Influência de duas texturas de solo na interação sobre *G. etunicatum* Becker & Gerdeman e *Meloidogyne javanica* (TREUB) CHITWOOD em feijoeiro. **Reunião Brasileira sobre micorrizas**, 1., Lavras, p. 162, 1985.
- OLSEN, J.K., SCHAEFER, J.T., HUNTER, M.N., EDWARDS, D.G., GALEA, V.J., MULLER, L.M. Response of capsicum (*Capsicum annuum* L.), sweet corn (*Zea mays* L.), and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizae. **Australian Journal of Agricultural Research**, Bundaberg, v. 47, n. 5, p. 651-71, 1996.
- PEIXOTO, J.R. MALUF, W.R., CAMPOS, V.P. Resistência de linhagens híbridos F<sub>1</sub> e cultivares de pimentão a *M. incognita* (raças 1, 2, 3 e 4) e a *M. javanica*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 98-103, 1997.

- PEIXOTO, J.R. MALUF, W.R., CAMPOS, V.P. Avaliação de linhagens, híbridos e F1 e cultivares de pimentão, quanto à resistência a *Meloidogyne* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2259-65, 1999.
- PHILLIPS, J.M., HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transaction of the British Mycological Society**, London, v. 55, nº 1, 1970.
- PINOCHET, J., CALVET, C., CAMPRUBI, A., FERNÁNDEZ, C. Interaction between the root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* and the mycorrhizal association of *Glomus intraradices* and Santa Lucia 64 Cherry rootstock. **Plant and Soil**, The Hague, v. 120, nº 2, p. 323-9, 1995.
- PINOCHET, J., CALVET, C., CAMPRUBI, A., FERNÁNDEZ, C. Interaction between migratory endoparasitic nematodes and arbuscular mycorrhizal fungi in perennial crops: a review. **Plant and Soil**, The Hague, v. 185, p. 183-90, 1996.
- PLENCHETTE, C., FORTIN, J.A., FURLAN, V. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. I- Mycorrhizal dependency under field conditions. **Plant and Soil**, The Hague, v. 70, p. 199-209, 1983.
- PONTE, J.J. de, LEMOS, J. W.V., PONTE, M. A. de. Implicações da Meloidoginose sobre o crescimento e a produção de tomateiro. **Trabalhos apresentados à II Reunião de Nematologia**, Piracicaba, p. 61-64, 1977.
- POWELL, C.L., BAGYARAJ, D.J. VA mycorrhizae: Why all the interest? In: POWELL, C.L., BAGYARAJ, D.J. VA **Mycorrhizae**. Boca Raton, CRC Press, p. 1-5, 1986.
- RAO, M.S. PARVATHAREDDI, P., MOHANDAS, M.S. Bio-intensive management of *Meloidogyne incognita* on egg plant, by integrative *Paecilomyces lilacinus* and *Glomus mosseae*. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 26, n. 2, p. 213-6, 1998.

- REBEL, E.K., JAEHN, A., VIANNA, A.S. Teste de sobrevivência do nematóide *M. incognita* em solo, na ausência de plantas hospedeiras. **Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 4., Caxambu, p. 85-86, 1976.
- SALEH, H., SIKORA, R.A. Relationship between *G. fasciculatum* root colonization of cotton and it's effect on *M. incognita*. **Nematologica**, Leiden, v. 30, p. 230-7, 1984.
- SALEH, H., SIKORA, R.A. Effect of quintonzen, benomyl and carbendazin on the interaction between the endomycorrhizal fungus *G. fasciculatum* and the root-knot nematode *M. incognita* on cotton. **Nematologica**, Leiden, v. 34, n. 4, p. 432-42, 1988.
- SANTHI, A., SUNDARABABU, R. Effect of phosphorus on the interaction of vesicular-arbuscular mycorrhizae fungi with *M. incognita* on cowpea. **Nematologia Mediterranea**, Bari, v. 23, n. 2, p. 263-5, 1995.
- SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.1, pp. 231-233, 1975.
- SHARMA, M. P. BHARGAVA, S., VERMA, M. K., ADHOLEYA, A. Interaction between the endomycorrhizal fungus *G. fasciculatum* and the roor-knot nematode *M. incognita* on tomato. **Indian Journal of Nematology**, Nova Delhi, v. 24, n. 2, p. 125-32, 1994.
- SIDDIQUI, Z.A., MAHMOOD, I. Role of plant symbionts in nematode management: a review. **Bioresource Technology**, Amnsterdan, v. 54, n. 3, p. 217-226, 1996.
- SIKORA, R. Utilization of symbiotic and mutualistic rhyzosphere microorganisms for the biological control of plant parasitic nematods. **Congresso de Nematologia Tropical**, Rio Quente, p. 233-6, 1995.

- SITARAMAIAH, K., SIKORA, R.A.. Effect of the mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatus* on the host-parasite relationship of *Rotylenchulus reniformis* in tomato. **Nematologica**, Leiden, v. 28, p. 412-19, 1982.
- SIVAPRASAD, P., SHEELA, M.S., NEHTA, U.K. Distribution of phytonematode and VAM fungi in the rhizosphere of pepper and its impact on nematode management. **Nematology: challenges and opportunities in 21st century**. Proceedings of the third International Symposium of Afro-Asian Society of Nematologists (TISAASN), Sugarcane Breeding Institute (ICAR), Coimbatore, p. 102-5, 1998.
- SIVAPRASAD, R., JACOB, A., SULOCHANA, K.K., VISALAKSYHY, D., GEORGE, B. Growth root-knot nematode infestation and phosphorus nutrition in *Piper nigrum* (L.) as influenced by vesicular-arbuscular mycorrhizae. Malaysian Plant Protection Society. **Proceedings of the 3<sup>d</sup> International Conference on Plant Protection in the Tropics: V. I**, Kuala Lumpur, p. 34-7, 1990.
- SMITH, G.S. Interactions of nematodes with mycorrhizal fungi. In: VEECH, J.A., DIKSON, D.W. **Vistas on Nematology**: a commemoration of the twenty-fifth anniversary of the society of nematologists. Society of nematologists, Hyattsville, 1987. p. 292-300.
- SMITH, G. S., RONCADORI, R. W., HUSSEY, R. S. Interaction of endomycorrhizal fungi, superphosphate, and *M. incognita* on cotton in microplot and field studies. **Journal of Nematology**, Riverside, v. 18, n° 2, p. 208-16, 1986.
- SONNEMBERG, P.E. **Olericultura especial, 1<sup>a</sup> parte – Cultura de: Alface, Alho, Cebola, Cenoura, Batata e Tomate**. 5<sup>a</sup> ed. Universidade Federal de Goiás – Curso de Agronomia, Goiânia, p. 123, 1985. 188 p.

- SREENIVASA, M.N., KRISHNARAJ, P.U., GANGAADHARA, G.A., MANJUNATHAIAM, H.M. Respnse of chilli (*Capsicum annuum* L.) to the inoculation of an efficient vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. **Scientia Horticulturae**, Amnsterdam, v. 53, p. 45-52, 1993.
- SUNDARABABU, R., NARANAYANAN, S. C., SANTHI, A. Studies on the effect of interaction of *M. incognita* with *G. fasciculatum*. **South Indian Horticulture**, Nova Delhi, v. 34, n. 3-4, p. 114-5, 1996.
- SUNDARABABU, R. SANKARA, N.C., SANTHI, A. Studies on the effect of interaction of *M. incognita* with *G. fasciculatum*. **South Indian Horticultural**, Nova Delhi, v. 44, n. 3 – 4, p. 114 – 5, 1996.
- SUNDARESAN, P., RAJA, N.V., GUNASEKARAN, P. Induction and accumulation of phytoalexins in cowpea roots infeced with a mycorrhizal fungus *G. fasciculatum* and their resistence to *Fusarium* wilt disease. **Journal Bioscienses**, Bangalore, v. 18, nº 2, p. 291-301, 1993.
- SURESH, C.K., BAGYARAJ, D.J., REDDY, D.D.R. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza on survival, penetration and development of root-knot nematode in tomato. **Plant and Soil**, The Hague, v. 87, n. 2, p. 305-8, 1985.
- TAYLOR, A.L., SASSER, J.N. **Biologia, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz – Espécies de Meloidogyne**. Artes gráficas de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, Raleigh, 1983.
- TIVELLI, S. W. A cultura do pimentão. In: GOTO, R., TIVELLI, S.W. (org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. Ed. Unesp, São Paulo, p. 225-56, 1998.

WATERER, D.R., COLTMAN, R.R. Response of mycorrizal bell peppers to inoculation timing, phosphorus, and water stress. **HortScience**, Alexandria, v. 24, n. 4, p. 688-90, 1989.

WHITEHEAD, A.G., HEMMING, J.R. A comparison of some quantitative of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. **Annual of Applied Biology**, London, n. 55, p. 25-38, 1965.

WILHELM, S. Principles of biological control of soil-borne plant diseases. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 5, n. 6, p. 729-39, 1973.