

FERNANDA CARLA FERREIRA

**CONTROLE DE *Meloidogyne* spp. EM ALGODOEIRO E QUIABEIRO COM
O FERTILIZANTE ORGANOMINERAL UFV-TM100 E O EFEITO DA
INCORPORAÇÃO DE PÓ DE BASALTO AO FERTILIZANTE EM
TOMATEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

F383c
2014
Ferreira, Fernanda Carla, 1989-
Controle de *Meloidogyne* spp. em algodoeiro e quiabeiro
com o fertilizante organomineral UFV-TM100 e o efeito da
incorporação de pó de basalto ao fertilizante em tomateiro /
Fernanda Carla Ferreira. – Viçosa, MG, 2014.
xi, 46f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Silamar Ferraz.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Nematoides. 2. Plantas - Controle de pragas. 3.
Meloidogyne. 4. *Ricinus communis*. 5. Fertilizante
organomineral. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Fitopatologia. Programa de Pós-graduação em Fitopatologia.
II. Título.

CDD 22. ed. 632.96

FERNANDA CARLA FERREIRA

**CONTROLE DE *Meloidogyne* spp. EM ALGODOEIRO E QUIABEIRO COM
O FERTILIZANTE ORGANOMINERAL UFV-TM100 E O EFEITO DA
INCORPORAÇÃO DE PÓ DE BASALTO AO FERTILIZANTE EM
TOMATEIRO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitopatologia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2014.

Luiz Antônio Maffia

Leandro Grassi de Freitas

Paulo Afonso Ferreira

Silamar Ferraz
(Orientador)

A Deus,

Aos meus pais CARLOS e FRANCISCA

Ao meu irmão RAMON

Ao meu namorado RAFAEL

Aos meus familiares e amigos

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pois foi a fé nele que me deu forças para enfrentar essa caminhada, principalmente nos momentos difíceis.

Ao professor Silamar Ferraz, pela orientação, ensinamentos transmitidos e pela amizade.

A Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitopatologia, pela oportunidade de realizar este Curso de Mestrado.

Aos meus conselheiros, Prof. Leandro Grassi de Freitas e Prof. Paulo Afonso Ferreira, pelas críticas e sugestões durante a elaboração deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa.

Aos meus pais, Carlos e Francisca, por todo o amor, apoio incondicional e incentivo, fazendo tudo por mim e não medindo esforços para que eu chegasse até aqui, atingindo mais uma meta em minha vida.

Ao meu irmão Ramon, pela amizade, apoio, conselhos e por acreditar sempre em minha vitória.

À minha família, pelo apoio, em especial as minhas avós, Diva e Geraldina, pelas orações e carinho e a minha prima Flávia, pela sua influência em minha vida acadêmica.

Ao meu namorado Rafael, pelo apoio, dedicação e companheirismo.

Aos amigos da turma de mestrado 2012, pela amizade, apoio e pelos momentos de alegria vividos.

Aos amigos do BIONEMA que me receberam com muito carinho e paciência. Em especial ao Paulo, pela amizade, ensinamentos transmitidos e pela paciência durante todos estes anos; a Deisy e a Érica, pela amizade, companheirismo e ajuda na elaboração deste trabalho. Ao Hugo, Augusto, Leonardo, Guilherme, Raul, Thalita, Paula, Rosana e Elder pelo convívio, pela amizade e pelas colaborações.

A todos que de alguma forma contribuíram para mais essa conquista o meu MUITO OBRIGADA!!!

BIOGRAFIA

FERNANDA CARLA FERREIRA, filha de Carlos Roberto Ferreira e Francisca Consolação do Rosário Ferreira, nasceu em 06 de janeiro de 1989, em Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Em 2007 iniciou o Curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). No período entre 2008 e 2011 foi bolsista de Iniciação Científica no Departamento de Fitopatologia, sob a orientação do Professor Silamar Ferraz.

Em março de 2012 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da UFV (nível de mestrado), sob a orientação do Professor Silamar Ferraz, submetendo-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2014.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO..... | viii |
| ABSTRACT | x |
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 5 |
| EFEITO DA APLICAÇÃO DO FERTILIZANTE ORGANOMINERAL UFV-TM100 NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ALGODÃO E QUIABO E NO CONTROLE DE <i>Meloidogyne</i> spp..... | 9 |
| RESUMO..... | 10 |
| ABSTRACT..... | 11 |
| INTRODUÇÃO..... | 12 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 13 |
| RESULTADOS..... | 15 |
| Influência do fertilizante organomineral à base de torta de mamona UFV-TM100 no desenvolvimento do algodão e no controle de <i>Meloidogyne incognita</i> raça 3 | 15 |
| Influência do fertilizante organomineral à base de torta de mamona UFV-TM100 no desenvolvimento do quiabo e no controle de <i>Meloidogyne javanica</i> | 18 |
| DISCUSSÃO | 20 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 24 |
| INCORPORAÇÃO DO PÓ DE BASALTO AO FERTILIZANTE ORGANOMINERAL UFV-TM100 E O EFEITO DESTE NA POPULAÇÃO DE <i>Meloidogyne javanica</i> E NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE TOMATE..... | 26 |
| RESUMO | 27 |
| ABSTRACT..... | 29 |
| INTRODUÇÃO..... | 30 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 31 |
| Efeito do pó de basalto no controle de <i>Meloidogyne javanica</i> e no desenvolvimento do tomateiro | 33 |
| Influência das doses de pó de basalto aplicadas com o fertilizante organomineral UFV-TM100 no controle de <i>Meloidogyne javanica</i> e no desenvolvimento do tomateiro | 34 |
| RESULTADOS..... | 35 |
| Efeito do pó de basalto no controle de <i>Meloidogyne javanica</i> e no desenvolvimento do tomateiro | 35 |

| | |
|---|-----------|
| Influência das doses de pó de basalto aplicadas com o fertilizante organomineral UFV-TM100 no controle de <i>Meloidogyne javanica</i> e no desenvolvimento do tomateiro | 39 |
| DISCUSSÃO | 40 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 43 |
| CONCLUSÕES GERAIS | 46 |

RESUMO

FERREIRA, Fernanda Carla, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Controle de *Meloidogyne* spp. em algodoeiro e quiabeiro com o fertilizante organomineral UFV-TM100 e o efeito da incorporação de pó de basalto ao fertilizante em tomateiro** Orientador: Silamar Ferraz.

Os nematoides fitoparasitas ocorrem em uma ampla gama de cultivos e estão associados a prejuízos diversos na agricultura. Com o objetivo de encontrar novas estratégias de controle que causem menos impactos ambientais e ao homem, medidas alternativas têm sido estudadas. Dentre essas medidas de controle, o uso de fertilizantes organominerais é uma possibilidade inovadora de veicular resíduos orgânicos e fertilizantes minerais, que podem ser utilizados pela agricultura orgânica ou convencional. A fim de aproveitar também resíduos de minerações, o uso do pó de basalto deve ser estudado como uma forma que possa compor o fertilizante organomineral. Como existem poucas informações sobre o uso de fertilizantes organominerais e também pela vasta gama de hospedeiros que os nematoides atacam, estudos em busca da melhor forma de aplicação do fertilizante, da melhor dose a ser utilizada em diversos patossistemas e do tempo entre a aplicação do fertilizante e o plantio da cultura devem ser realizados. Assim os objetivos desse trabalho foram 1) selecionar doses do fertilizante organomineral UFV-TM100 a ser utilizado em plantas de algodão e quiabo, visando o desenvolvimento das plantas e o controle de *Meloidogyne* spp. 2) testar o pó de basalto como uma forma de aperfeiçoar a formulação do fertilizante UFV-TM100 (Documento de Patente – PI0904349-7) no desenvolvimento de plantas de tomate e no controle de *Meloidogyne javanica* em casa de vegetação. Vasos de 2 L de capacidade foram preenchidos com o substrato de suporte de plantas e o UFV-TM100 foi incorporado nas doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 g L⁻¹ de substrato. Adicionalmente, cada vaso foi infestado com 5.000 ovos de *M. javanica* para o experimento com quiabo e 5.000 ovos de *M. incognita* raça 3 para o experimento com algodão. As sementes de ambas as culturas foram semeadas 14 dias

após a incorporação do UFV-TM100 ao substrato. Para o experimento com quiabo, a colheita se deu aos 60 dias após a semeadura, e para o algodão, 90 dias. Para a cultura do algodão, apesar da aplicação do fertilizante ter reduzido o número de galhas e de ovos do nematoide, houve também redução no tamanho das plantas e na germinação das sementes. O mesmo ocorreu com a cultura do quiabo. Para avaliar o efeito do pó de basalto no controle de *M. javanica* e no desenvolvimento do tomateiro foram testados: uma dose do UFV-TM100 (15 g L⁻¹ de substrato), uma dose do pó de basalto (7,5 g L⁻¹ de substrato); e a testemunha, que era composta só pelo nematoide. O fertilizante organomineral e o pó de basalto foram então incorporados a 2 L de solo, que foram colocados em vasos e infestados com 5.000 ovos de *M javanica*. Após 15 dias, mudas de tomateiro com 21 dias de idade foram transplantadas para esses vasos e 60 dias depois as variáveis foram avaliadas. Os resultados mostraram que a incorporação do pó de basalto ao solo não interferiu no crescimento da planta e na produção de ovos do nematoide, diferenciando da testemunha somente no número de galhas. Para avaliar a influência das doses de pó de basalto aplicadas juntamente com o fertilizante organomineral no controle de *M. javanica* e no desenvolvimento do tomateiro foram adicionadas à formulação do UFV-TM100 as doses do pó de basalto (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 g L⁻¹ de substrato). O pó de basalto foi assim misturado ao fertilizante organomineral e posteriormente incorporado a 2 litros de solo, que foram então colocados em vasos e infestados com 5.000 ovos de *M javanica*. Após 15 dias, mudas de tomate com 21 dias de idade foram transplantadas para esses vasos e 60 dias depois as variáveis foram avaliadas. A aplicação das doses crescentes de pó de basalto juntamente com o UFV-TM100 não influenciaram o controle do nematoide como também não influenciou no desenvolvimento do tomateiro, demonstrando que o pó de basalto não teve efeito sinérgico ao UFV-TM100, não sendo o mais indicado a ser incorporado a sua formulação.

ABSTRACT

FERREIRA, Fernanda Carla, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa. February, 2014. **Control of *Meloidogyne* spp. in cotton and okra plants with organo-mineral fertilizer UFV-TM100, and the effect of the fertilizer in combination with basalt dust on tomato plants.** Advisor: Silamar Ferraz.

Plant parasitic nematodes affect a wide range of plants and they are associated with various forms of damage to a vast number of agricultural crops. With the aim to define new control strategies offering less human and environmental harm, alternative nematode control measures have been studied. Among these, the use of organo-mineral fertilizers constitutes a pioneering possibility to convey organic residues and mineral fertilizers that can be employed by the organic or conventional agriculture. In order to make good use of mining residues, the use of basalt dust must be studied as a potential component in organo-mineral fertilizers. Due to the reduced availability of information concerning the use of organo-mineral fertilizers as well as a matter of the huge range of host plants that nematodes affect, studies in search of the best application technique, correct application dosage in different pathosystems and the best period between fertilizer application and crop planting, must be pursued. Thus, the objectives of the present research were: 1) to select dosages of organo-mineral fertilizer UFV-TM100 to be used in cotton and okra plants, aiming plant development and control of *Meloidogyne* spp.; 2) to test basalt dust as a method to improve the formulation of the fertilizer UFV-TM100 (Patent Document – PI0904349-7), targeting tomato plant development and control of *Meloidogyne javanica* under green-house condition. Pots with 2 L volume were filled with plant support substrate and then UFV-TM100 was incorporated at dosages of 0, 6, 12, 18, 24 and 30 g L⁻¹. Additionally, each plot planted with okra was infested with 5.000 *M. javanica* eggs and 5.000 *M. incognita* race 3 eggs in pots planted with cotton plants. Seeds of both plants were sowed 14 days after UFV-TM100 was incorporated to the substrate. Plants were harvested 60 days after sowed, in the experiment with okra, and after 90 days in cotton. In the

experiment with cotton, despite the application of the fertilizer, a reduction in plant size and seed germination was observed, although a reduction of the number of root knots and nematode eggs was also observed. Similar results were perceived in okra plants. To evaluate the effect of basalt dust in *M. javanica* control and tomato plants development, dosages were tested as follows: 1- one dosage of UFV-TM100 (15 g L⁻¹ of substrate); 2- one dosage of basalt dust (7,5 g L⁻¹ of substrate) and 3- control treatment (only nematodes). The organo-mineral fertilizer and basalt dust were then incorporated into 2L soil to fill pots that were later infested with 5.000 eggs of *M. javanica*. After 15 days, tomato seedlings with 21 days old were transplanted into these plots to be evaluated 60 days after. Results showed that incorporation of the basalt dust to the soil had no effect in plant growth and production of nematode eggs, differing from the control treatment only in regard to the number of root knots. The formulation of UFV-TM100 was added to the dosages of basalt dust (0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 g L⁻¹ of substrate), in order to evaluate the influence of the basalt dust dosages applied together with the organo-mineral fertilizer in *M. javanica* control and tomato plant development. Basalt dust was then mixed with the organo-mineral fertilizer and incorporated with 2 L soil to fill pots that were infested with 5.000 *M. javanica* eggs. After 15 days tomato seedlings of 21 days old were transplanted to these pots and evaluated 60 days after. Application of increasing dosages of basalt dust with UFV-TM100 neither influenced on nematode control nor on development of tomato plants, demonstrating that basalt powder had no synergistic effect with UFV-TM100, thus is not recommended to be incorporated to its formulation.

INTRODUÇÃO GERAL

Os fitonematoides são responsáveis por grandes perdas na agricultura em todo o mundo, podendo inviabilizar o cultivo em determinadas áreas. Os nematoides causadores de galhas radiculares, pertencem ao gênero *Meloidogyne* spp. e são um grupo de polívoros considerados economicamente importantes, pois são parasitas obrigatórios de plantas altamente adaptados, estão distribuídos em todo mundo e parasitam quase todas as espécies de plantas superiores (Moens, 2009). No Brasil, como em outras partes do mundo, os nematoides-das-galhas têm sido encontrados associados a culturas de grande importância econômica e são fator limitante à produção de algumas delas, a exemplo do algodão, batata, café, cana-de-açúcar, cenoura, fumo, soja, tomate, dentre outras (LORDELLO, 1982).

Os nematoides das galhas induzem a formação de células gigantes na região vascular da raiz, reduzindo a quantidade de água e minerais translocados do solo para a planta (ZIMMERMAN; MCDONOUGH, 1978). Como consequência a planta passa a apresentar deficiência nutricional, murcha acentuada durante o período mais quente do dia, redução do crescimento das plantas, diminuição da área foliar e baixa produtividade (GONÇALVES *et al.*, 1995).

Além dos danos causados pelos fitonematoides, a importância do patógeno é também justificada pela dificuldade e pelos altos custos envolvidos no seu controle. O princípio de controle da exclusão é o mais importante quando se pensa no manejo de qualquer nematoide, ou seja, deve-se evitar o estabelecimento deste organismo em local de plantio onde ele não ocorre. A partir do momento que a área foi infestada, a sua erradicação torna-se praticamente impossível e as medidas de controle que serão adotadas visarão apenas à redução na população dos fitonematoides no solo (FERRAZ *et al.*, 2001; FERRAZ *et al.*, 2010).

Várias práticas vem sendo adotadas para tentar reduzir a população dos nematoides no solo e dentre essas práticas se encontram o controle químico, a rotação de culturas e o uso de variedades

resistentes. O método considerado ideal para o controle de doenças de plantas é o uso de variedades resistentes, no entanto, nem sempre é possível o seu uso, devido à disponibilidade de genótipos que combinem características de resistência com qualidades agronômicas (DROPKIN, 1969; FREITAS *et al.*, 1999; FERRAZ *et al.*, 2001). A rotação de culturas, embora seja desejável, nem sempre é de fácil aplicação devido à fatores econômicos e a tendência à monocultura (HALBRENDT; LAMONDIA, 2005). O controle químico, baseado no uso de nematicidas, tem tido espaço limitado na agricultura mundial, devido à persistência dos compostos químicos no solo, à contaminação dos lençóis freáticos e aos efeitos prejudiciais aos seres humanos e ao meio ambiente. Além disso, seu custo é elevado e sua eficiência temporária (JATALA, 1986; STIRLING, 1991; KERRY, 2001).

Com o objetivo de encontrar novas estratégias de controle dos fitonematoides que causem menos impactos ambientais e ao homem, medidas alternativas têm sido estudadas. Dentre essas medidas de controle, o uso de fertilizantes organominerais é uma forma inovadora de veicular resíduos orgânicos e fertilizantes minerais, que podem ser utilizados pela agricultura orgânica ou convencional, de maneira a atuarem no manejo de nematoides e no desenvolvimento das plantas (FERREIRA, 2008; 2012). Esses fertilizantes organominerais são formulados a partir de subprodutos ou rejeitos industriais, agrícolas e urbanos, o que torna estes produtos econômica e ambientalmente interessantes, favorecendo a sustentabilidade do agroecossistema (RITZINGER *et al.*, 2008). A fim de reciclar também os rejeitos de minerações e pedreiras, responsáveis por impactos ambientais em todo o país, o uso de rochas moídas também pode ser uma alternativa na composição de fertilizantes organominerais.

O uso de rochas moídas aplicadas ao solo na forma de pó é uma prática denominada rochagem, a qual apresenta o potencial de fornecer aos solos grande número de macronutrientes e micronutrientes (THEODORO; LEONARDOS, 2006; KNAPIK; ANGELO, 2007). O pó de

rocha está sendo utilizado principalmente por produtores que praticam uma agricultura em moldes mais naturais ou orgânica, pois estes buscam novas alternativas de insumos naturais que não causem danos ao ambiente e ao homem e que melhorem o solo alterado pelas adubações convencionais, que são responsáveis por desequilíbrios nutricionais (NICHELE, 2006).

Diversas rochas e minerais podem ser utilizados na agricultura e pecuária, como condicionadores de solos, alterando as condições físico-químicas dos solos a favor do agricultor, ou como carreadores de nutrientes, promovendo a geração de condições mais favoráveis ao plantio, em termos de quantidade de nutrientes e umidade (NICHELE, 2006).

O pó de rochas apresenta baixa velocidade de liberação de nutrientes quando comparado aos fertilizantes solúveis, contribuindo com o efeito residual por um longo período (HARLEY; GILKES, 2000). Além disso, reduz os custos de produção agrícola devido ao baixo custo de beneficiamento, pois envolve apenas a moagem das rochas, além das pedreiras apresentarem boa distribuição em várias regiões do país.

Os basaltos são considerados rochas básicas, tidas como um importante material de origem de solos, contribuindo para sua fertilidade em função do predomínio de minerais facilmente intemperizáveis e ricos em cátions, destacando-se os feldspatos cálcio-sódicos e piroxênios (RESENDE *et al.*, 2002). Em outros países, a utilização do pó de basalto já pode ser considerada uma prática convencional de muitos agricultores. Nos Estados Unidos e na Europa, o pó de basalto tem sido utilizado na pecuária como amenizador de odor, higienizador de instalações e na prevenção de problemas nos cascos dos animais e na agricultura enriquecendo compostos, fazendo parte da composição de substratos, melhorando a estrutura do solo, servindo de suprimento de micronutrientes e no controle de pragas e doenças, (KNAPIK; ANGELO, 2007).

A utilização do pó de rocha tem várias vantagens como a diminuição da mão-de-obra, pois com a aplicação do pó de rocha não há necessidade de se adubar frequentemente, devido ao seu efeito prolongado. Isso porque, não sendo o pó de rocha prontamente solúvel em água, o produto não é lixiviado pela água da chuva ou irrigações intensas. Outras vantagens são a correção do pH, a não salinização do solo, o controle na absorção de potássio, o que beneficia a absorção de cálcio e magnésio e a diminuição da fixação do fósforo solúvel pela presença da sílica (AMPARO, 2003). Outra grande vantagem é que o pó de basalto é encontrado em todas as pedreiras que fazem dessa rocha matéria-prima para outros fins. Assim, a utilização do pó de rocha é um recurso bem mais barato em comparação com outros produtos utilizados para adubação (KIEHL, 2002). Além disso, o uso do pó de rocha ainda recicla os rejeitos de minerações e pedreiras, responsáveis por impactos ambientais em todo o país (THEODORO, 2000).

Adicionalmente, uma outra vantagem da utilização do pó de basalto é o fornecimento de silício. Este elemento geralmente não é considerado entre o grupo de elementos essenciais para o crescimento das plantas (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995), mas é tido como elemento benéfico, primordial na agricultura atual, pois quando a planta está bem nutrida com sílica, ela apresenta maior resistência ao ataque de pragas e doenças (BARRETO, 1998). Por ser rico em silício, o pó de basalto em mistura com um fertilizante organomineral pode ajudar no controle de nematoides quando aplicado ao solo visando a nutrição das plantas.

O Laboratório de Controle Biológico de Fitonematoides (Bionema), do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, vem desenvolvendo algumas formulações de fertilizante organomineral à base de torta de mamona e palha de café (UFV-TMC10) e também somente à base de torta de mamona (UFV-TM100), já com Documento de Patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial, nº PI0904349-7, que apresentam efeito nematicida sobre *Meloidogyne* spp. (FERREIRA, 2008; 2012).

A fim de aperfeiçoar a formulação do fertilizante organomineral UFV-TM100, para que ocorra um melhor desenvolvimento das plantas e um controle mais efetivo do nematoide, o pó de basalto foi selecionado para compor o fertilizante.

Algumas culturas já foram testadas quanto à dose necessária e a época de aplicação do UFV-TM100, como alface (*Lactuca sativa* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) e banana (*Musa cavendishii* L.) visando o controle de *Meloidogyne javanica* (Treb) Chitwood e em café arábica, para o manejo de *Meloidogyne exigua* Goeldi (FERREIRA, 2012). Mas devido ao enorme número de culturas que os fitonematoides atacam, quando se pensa em utilizar o fertilizante organomineral tem-se poucas informações técnicas sobre as diferentes culturas hospedeiras dos fitonematoides e a forma como esse fertilizante atua (AKHTAR; MAHMOOD, 1997; FERREIRA, 2008; BERNARDO *et al.*, 2011; RITZINGER *et al.*, 2011).

Assim o presente trabalho tem como objetivos selecionar doses do fertilizante organomineral à base de torta de mamona (UFV-TM100) a ser utilizado em plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) visando o desenvolvimento das plantas e o controle de *Meloidogyne* spp. e testar o pó de basalto como uma forma de aperfeiçoar a formulação do fertilizante UFV-TM100 no desenvolvimento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e no controle de *M. javanica* em casa de vegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKHTAR, M.; MAHMOOD, I. Impact of organic and inorganic management and plant based products on plant-parasitic and microbivorous nematode communities. **Nematologia Mediterranea**, v. 25, n. 1, p. 21-23, 1997.
- AMPARO, A. Farinha de rocha e biomassa. **Agroecologia Hoje**, n. 20, p. 10-12, 2003.
- BARRETO, S. B. A farinha de rocha MB-4 e o solo. 1998. Disponível em: < mibasa.com.br >. Acesso em: 20 de novembro de 2013.

- BERNARDO, J. T. *et al.* Efeito de adubos orgânicos sobre *Meloidogyne javanica* em tomateiro. **Nematologia Brasileira**, v. 35, p. 10-19, 2011.
- DROPKIN, V. H. The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to *Meloidogyne*: reverse by temperature. **Phytopathology**, v. 59, p. 1632-1639, 1969.
- FERRAZ, S. *et al.* Controle de nematóides com práticas culturais. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: Editora UFV, 2001. p.1-52.
- FERRAZ, S. *et al.* **Manejo sustentável de fitonematoides**. Viçosa: Editora UFV, 2010. 304
- FERREIRA, P. A. **Formulação de condicionador de solo para uso em covas de plantio de café, visando ao controle de *Meloidogyne exigua***. 2008. 84f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Curso de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FERREIRA, P. A. **Avaliação de um fertilizante organomineral com atividade nematicida**. 2012. 86f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Curso de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FREITAS, L. G. *et al.* **Introdução à nematologia**. Viçosa: Editora UFV, 1999. 84
- FYFE, W. S. *et al.* Sustainable farming with native rocks: the transition without revolution. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, p. 715-720, 2006. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652006000400007&nrm=iso >.
- GONCALVEZ, W. *et al.* Biochemical basis of coffee tree resistance to *Meloidogyne incognita*. **Plantations, Recherche, Developpement**, v. 2, n. 1, p. 54-60, 1995. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0029141799&partnerID=40&md5=624d722cb00168f198be007a50c2b2fb> >.
- HALBRENDT, J. M.; LAMONDIA, J. A. Crop rotation and other cultural practices. In: Chen, Z. X.; Chen, S. Y., *et al* (Ed.). **Nematology: advances and perspectives**. Wallingford: CAB International, 2005. p.909-930.

- HARLEY, A. D.; GILKES, R. J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geochemical overview. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, n. 1, p. 11-36, 2000. Disponível em: < <http://www.ingentaconnect.com/content/klu/fres/2000/00000056/00000001/00232560> >.
- JATALA, P. Biological-control of plant-parasitic nematodes. **Annual Review of Phytopathology**, v. 24, p. 453-489, 1986. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1986D802500023 >.
- KERRY, B. R. Exploitation of nematophagous fungal *Verticillium chlamydosporium* Goddard for the biological control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). In: Butt, T. M.; Jackson, C., *et al* (Ed.). **Fungi as biocontrol agents: Progress, problems and potential**. Wallingford: CAB International, 2001. p.155-167.
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 3. Piracicaba: Livrocere, 2002. 171
- KNAPIK, J. G.; ANGELO, A. C. Pó de basalto e esterco eqüino na produção de mudas de *Prunus sellowii* Koehne (rosaceae). **Floresta**, v. 37, p. 427-436, 2007.
- KORNDORFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agrômicas**, v. 70, p. 1-5, 1995.
- LORDELLO, L. G. E. **Nematoides das plantas cultivadas**. 7. São Paulo: Nobel, 1982.
- MOENS, M. *et al.* *Meloidogyne* Species – a Diverse Group of Novel and Important Plant Parasites. In: Perry, R. N.; Moens, M., *et al* (Ed.). **Root-knot nematodes**. Wallingford: CAB International, 2009. cap. 1, p.1-13. ISBN 13: 978 1 84593 492 7.
- NICHELE, E. R. **Utilização de minerais no desenvolvimento de plantas e na mitigação de odores em criações animais confinadas**. 2006. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.
- RESENDE, M. *et al.* **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: Editora UFLA, 2002. 338
- RITZINGER, C. H. S. P. *et al.* Avaliação da população de nematóides em bananal com e sem o uso de organomineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1103-1110, 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000400008&nrm=iso >.

- RITZINGER, R. *et al.* **Utilização de resíduos de mamona em cobertura no manejo de *Meloidogyne javanica* em aceroleira.** XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Vitória: 6 p. 2008.
- STIRLING, G. R. **Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and perspectives.** Wallingford: CAB International, 1991.
- THEODORO, S. M. C. H. **A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural.** 2000. 225f. Tese (Doutorado em Geologia). Curso de Pós Graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Brasília.
- ZIMMERMAN, M. H.; MCDONOUGH, J. Dysfunction in the flow of food. In: Horsfall, J. G. e Cowling, E. B. (Ed.). **Plant disease, an advanced treatise.** New York: Academic Press, v.3, 1978. p.117-140.

Capítulo 1

**EFEITO DA APLICAÇÃO DO FERTILIZANTE ORGANOMINERAL UFV-TM100
NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE ALGODÃO E QUIABO E NO
CONTROLE DE *Meloidogyne* spp.**

RESUMO

FERREIRA, Fernanda Carla, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Efeito da aplicação do fertilizante organomineral UFV-TM100 no crescimento de plantas de algodão e quiabo e no controle de *Meloidogyne* spp.** Orientador: Silamar Ferraz.

O fertilizante organomineral é uma alternativa ao uso de nematicidas químicos no controle dos nematoides. No entanto, devido a ampla gama de hospedeiros que os nematoides das galhas possuem, as informações sobre o uso desse tipo de fertilizante ainda são escassas na literatura. Assim, o objetivo do presente trabalho foi selecionar doses do fertilizante organomineral à base de torta de mamona e nutrientes (UFV-TM100) a ser utilizado em plantas de algodão e quiabo visando o desenvolvimento das plantas e o controle de *Meloidogyne* spp. Os experimentos para cada patossistema foram montados independentes, em condições de casa de vegetação. Vasos de plástico de 2 litros de capacidade foram preenchidos com o substrato e o UFV-TM100 foi incorporado nas doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 g L⁻¹ de substrato. Adicionalmente, cada vaso foi infestado com 5.000 ovos de *M. javanica* para o experimento com quiabo e 5.000 ovos de *M. incognita* raça 3 para o experimento com algodão. As sementes de quiabo e de algodão foram semeadas 14 dias após a incorporação do fertilizante ao substrato. Para o experimento com quiabo a colheita do experimento se deu aos 60 dias após a semeadura e para o algodão aos 90 dias. A incorporação do UFV-TM100 ao substrato, diminuiu a reprodução dos nematoides tanto no experimento com algodão quanto no experimento com o quiabo. No entanto, qualquer uma das doses usadas diminuiu também o desenvolvimento das plantas testadas. Além disso, as doses de 24 e 30 g L⁻¹ de substrato reduziram a germinação das sementes em 50%.

Palavras chave: Nematóide, *Ricinus communis* e manejo de doenças de plantas.

ABSTRACT

FERREIRA, Fernanda Carla, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa. February, 2014. **Impact of organo-mineral fertilizer UFV-TM100 on growth of cotton and okra plants and control of *Meloidogyne* spp.** Advisor: Silamar Ferraz.

Organo-mineral fertilizers represent an alternative to chemical nematicides to control plant parasitic nematodes. However, due to the vast range of host plants of root knot nematodes, information about the use and applications of these kind of fertilizers are still reduced in literature. Thus, the objective of the present work was to select dosages of the organo-mineral fertilizer based on castor bean cake and nutrients (UFV-TM100), to be used in cotton and okra plants aiming plant development and *Meloidogyne* spp. control. The experiments for each pathosystem were prepared independently under greenhouse conditions. Plastic pots with 2 liters capacity were filled with substrate and the UFV-TM100 was merged at dosages of 0, 6, 12, 18, 24 and 30 g L⁻¹ of substrate. Additionally, each pot planted with okra plants was infested with 5.000 eggs of *M. javanica* and pots planted with cotton were infested with 5.000 eggs of *M. incognita* race 3. Okra and cotton seeds were sowed 14 days after the mixture of the fertilizer to the substrate. Okra plants were harvested 60 days after sowing and cotton plants 90 days after sowing. Incorporation of UFV-TM100 to the substrate reduced nematode reproduction in cotton and okra experiments. However, every dosage tested in the experiments reduced plant development and doses of 24 and 30 g L⁻¹ substrate reduced seed germination to 50%.

Key words: Nematode, *Ricinus communis* and plant diseases management.

INTRODUÇÃO

Vários métodos alternativos de controle de fitonematoides tem sido estudados em busca de formas que causem menos impactos ambientais, que sejam acessíveis economicamente e que sejam eficazes no controle. Dentre essas medidas de controle, o uso de fertilizantes organominerais é uma forma inovadora de veicular resíduos orgânicos e fertilizantes minerais, que podem ser utilizados pela agricultura orgânica ou convencional, de maneira a atuarem no manejo de nematoides e no desenvolvimento das plantas (Ferreira, 2008). Esses fertilizantes organominerais são formulados a partir de subprodutos ou rejeitos industriais, agrícolas e urbanos, o que torna estes produtos econômica e ambientalmente interessantes, favorecendo a sustentabilidade do agroecossistema (Ritzinger *et al.*, 2008).

No entanto, devido ao enorme número de culturas que os fitonematoides atacam, quando se pensa em utilizar o fertilizante organomineral, têm-se poucas informações técnicas sobre as diferentes culturas hospedeiras dos fitonematoides e a forma como esse fertilizante atua (Akhtar & Mahmood, 1997; Ferreira, 2008; Bernardo *et al.*, 2011; Ritzinger *et al.*, 2011; Ferreira, 2012).

O Laboratório de Controle Biológico de Fitonematoides (Bionema), do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, vem desenvolvendo algumas formulações de fertilizante organomineral à base de torta de mamona e palha de café (UFV-TMC10) e simplesmente à base de torta de mamona (UFV-TM100), este registrado no INPI (Documento de Patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial, nº PI0904349-7), que apresentam efeito nematicida sobre *Meloidogyne* spp. (Ferreira, 2008; 2012).

Algumas culturas já foram testadas quanto à dose necessária e a época de aplicação do UFV-TM100, como alface (*Lactuca sativa* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) e banana (*Musa cavendishii* L.) visando o controle de *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood e em café arábica, para o manejo de *Meloidogyne exigua* Goeldi (Ferreira, 2012). Em todas

as culturas testadas a aplicação do UFV-TM100 mostrou-se eficiente no manejo dos nematoides, o que mostra que mais estudos devem ser conduzidos com o objetivo de selecionar doses do UFV-TM100, economicamente viáveis, a serem incorporadas em outros patossistemas.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar doses do fertilizante organomineral à base de torta de mamona (UFV-TM100) a ser utilizado em plantas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.), visando o desenvolvimento das plantas e o controle de *Meloidogyne* spp.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, no Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Os inóculos de *M. javanica* e *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood raça 3 foram constituídos de ovos, obtidos de populações puras, coletados de raízes de plantas de tomate mantidas em casa de vegetação. Antes da condução dos experimentos, estudos de padrões de isoenzimas em eletroforese foram realizados para confirmação da espécie e verificação da ausência de contaminação com outros nematoides para *M. javanica*. O inóculo de *M. incognita* raça 3 foi confirmado através da sua multiplicação em plantas de algodão. Os ovos utilizados nos experimentos foram extraídos pela técnica de Hussey & Barker (1973), modificada por Boneti & Ferraz (1981), e quantificados em microscópio de luz, com auxílio de câmara de Peters.

Os experimentos para cada patossistema foram montados separadamente, em condições de casa de vegetação. O substrato destinado ao crescimento das plantas foi constituído de uma mistura de solo de barranco e areia, na proporção 1:1 (volume/volume), previamente tratado com Basamid®, 3,5-dimethyl-1,3,5-thiadiazinane-2-thione (Dazomete), na dose de 50 g/m².

Vasos de plástico de 2 L de capacidade foram preenchidos com o substrato de suporte de plantas e o UFV-TM100 foi incorporado nas doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 g L⁻¹ de substrato. Adicionalmente, cada vaso foi infestado com 5.000 ovos de *M. javanica* para o experimento com quiabo e 5.000 ovos de *M. incognita* raça 3 para o experimento com algodão. As sementes de quiabo 'Santa Cruz 47' e as de algodão 'FiberMax-966' foram semeadas 14 dias após a incorporação do fertilizante ao substrato. Para o experimento com quiabo a colheita do experimento se deu aos 60 dias após a semeadura e para o algodão 90 dias.

Os componentes que constituem o UFV-TM100 foram adquiridos no mercado local e misturados com o auxílio de betoneira, por tempo suficiente para homogeneização do produto. O UFV-TM100 continha em cada kg do produto: 24,9 g de nitrogênio; 130 g de fósforo; 40 g de potássio; 14,4 g de cálcio; 4,7 g de magnésio; 40 g de enxofre; 289 mg de zinco; 1.148 mg de ferro; 47 mg de manganês; 920 mg de cobre; 840 mg de boro; pH de 5,8 e relação C/N de 10,2.

O experimento com algodão foi conduzido entre 08 de julho e 23 de outubro de 2013. Durante esse período, as médias das temperaturas máximas e mínimas foi de 37,7 e 15,8 °C, respectivamente. O experimento com quiabo foi conduzido de 11 de agosto a 26 de outubro de 2013. A média da temperatura máxima foi de 38,1 °C e a média da temperatura mínima foi de 16,7 °C.

Em todos os experimentos foram analisados a altura, a massa da parte aérea e das raízes frescas e o número de galhas e de ovos de *Meloidogyne* spp. por sistema radicular das plantas. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Cada tratamento foi repetido seis vezes e a unidade experimental foi constituída por um vaso com uma planta de cada cultura. Para análise dos dados, foi realizada uma análise de regressão onde os modelos foram selecionados com base no valor *P* da ANOVA, no teste *f* dos parâmetros da equação, além do coeficiente de determinação ajustado e a análise de resíduo.

RESULTADOS

Influência do fertilizante organomineral à base de torta de mamona UFV-TM100 no desenvolvimento do algodão e no controle de *Meloidogyne incognita* raça 3

A altura, a massa da parte aérea e das raízes frescas das plantas de algodão foram influenciadas pelas doses do UFV-TM100 incorporado ao substrato (Figura 1). As plantas de algodão tiveram menor altura (Figura 1a), menor massa da parte aérea (Figura 1b) e menor massa das raízes (Figura 1c) a medida que se aumentou a dose do fertilizante organomineral (UFV-TM100).

A aplicação de doses crescentes do UFV-TM100 ao substrato reduziu o número de galhas (Figura 2a) e de ovos (Figura 2b) de *M. incognita* por sistema radicular das plantas de algodão e também diminuiu o número de galhas por grama de raiz (Figura 2c) e o número de ovos por grama de raiz (Figura 2d).

A incorporação das maiores doses do UFV-TM100 ao substrato reduziu a germinação das sementes de algodão. Nas doses de 24 e 30 g L⁻¹ de substrato, somente 50% das sementes plantadas germinaram (Figura 3). Além disso, nessas doses as sementes que germinaram originaram plântulas menores, que posteriormente desenvolveram plantas menores.

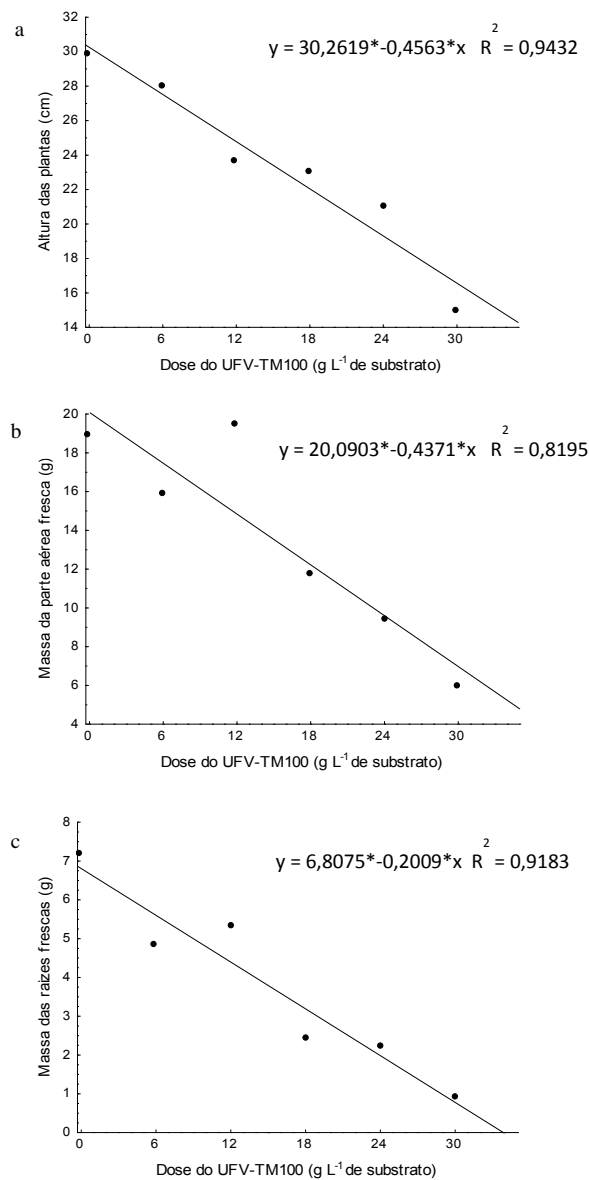


Figura 1. Altura (a), massa da parte aérea (b) e massa das raízes frescas (c) de plantas de algodão cultivadas em substrato contendo doses do fertilizante organomineral à base de torta de mamona (UFV-TM100) e infestado com *Meloidogyne incognita* raça 3. *Parâmetros diferentes de zero (teste t, $\alpha = 0,05$).

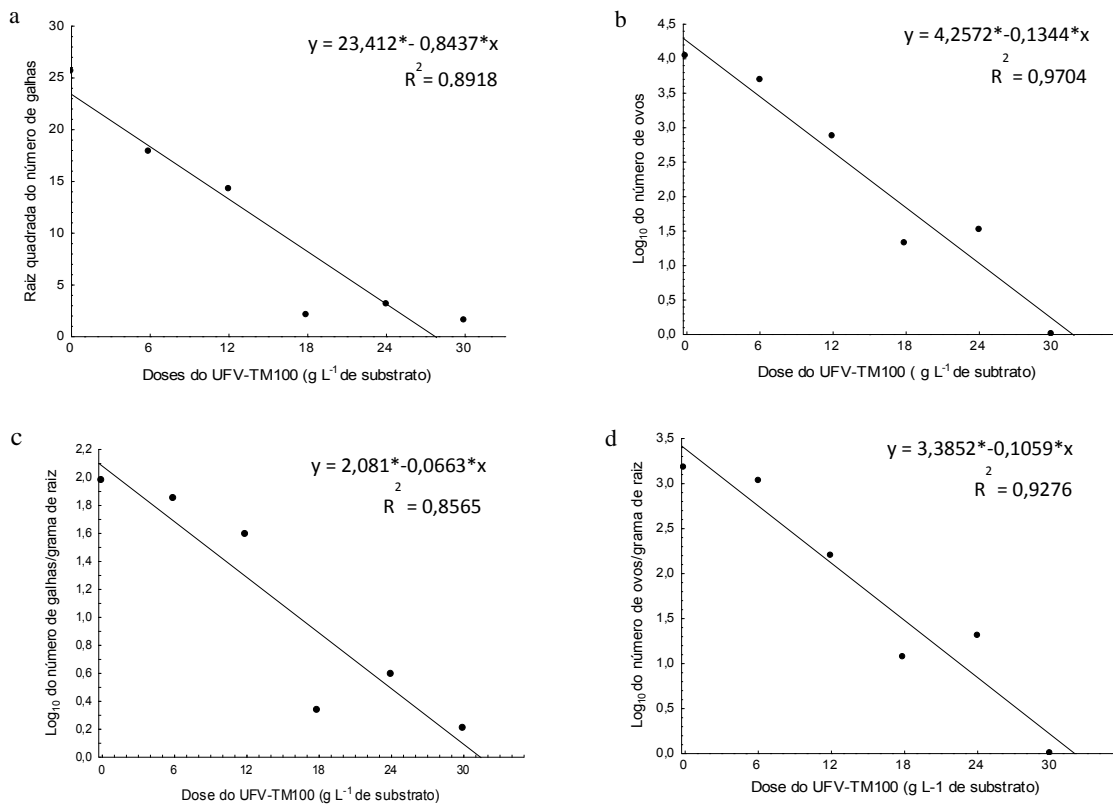


Figura 2. Número de galhas (a), ovos (b), galhas por grama de raiz (c) e ovos por grama de raiz (d) de *Meloidogyne incognita* raça 3 em raízes de plantas de algodão cultivadas em substrato contendo doses do fertilizante organomineral a base de torta de mamona (UFV-TM100). *Parâmetros diferentes de zero (teste t, $\alpha = 0,05$).

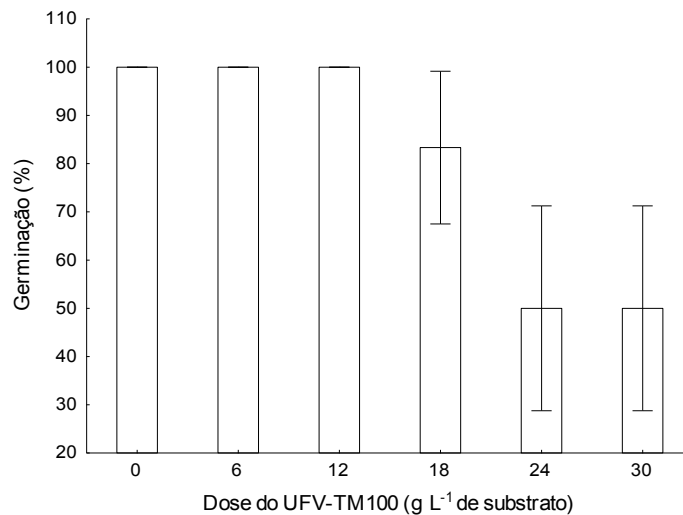


Figura 3. Germinação das sementes de algodão plantadas em substrato contendo doses do fertilizante organomineral UFV-TM100. As barras indicam o erro padrão da média de seis repetições.

Influência do fertilizante organomineral à base de torta de mamona UFV-TM100 no desenvolvimento do quiabo e no controle de *Meloidogyne javanica*

Nas plantas de quiabo a altura e a massa da parte aérea fresca não foram influenciadas pelas doses do UFV-TM100 incorporado ao substrato. No entanto, a massa das raízes frescas diminuiu a medida que se aumentou a dose do fertilizante organomineral (Figura 4).

O número de galhas (Figura 5a) e de ovos (Figura 5b) de *M. javanica* por sistema radicular das plantas de quiabo foram reduzidos com o aumento da dose do UFV-TM100 incorporado ao substrato. Assim como também reduziu o número de galhas por grama de raiz (Figura 5c) e o número de ovos por grama de raiz (Figura 5d).

A incorporação das maiores doses do UFV-TM100 ao substrato diminuiu a germinação das sementes de quiabo. As doses de 24 e 30 g L⁻¹ de substrato, inibiram em até 70% a germinação das sementes plantadas. Além disso, as sementes que germinaram nessas doses, desenvolveram plântulas menores, sendo que na dose de 24 g L⁻¹ de substrato, todas as plântulas morreram.

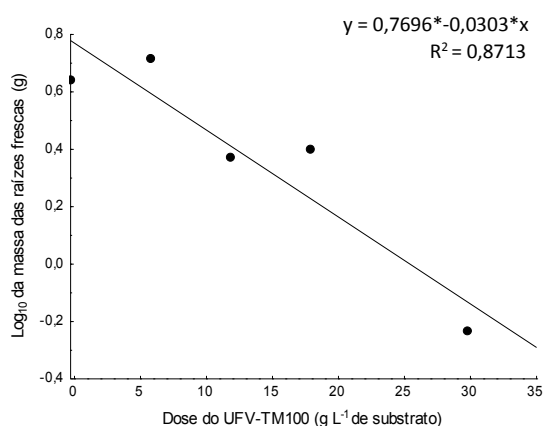


Figura 4. Massa das raízes frescas de plantas de quiabo cultivadas em substrato contendo doses do fertilizante organomineral à base de torta de mamona (UFV-TM100) e infestado com *Meloidogyne javanica*. *Parâmetros diferentes de zero (teste t, $\alpha = 0,05$).

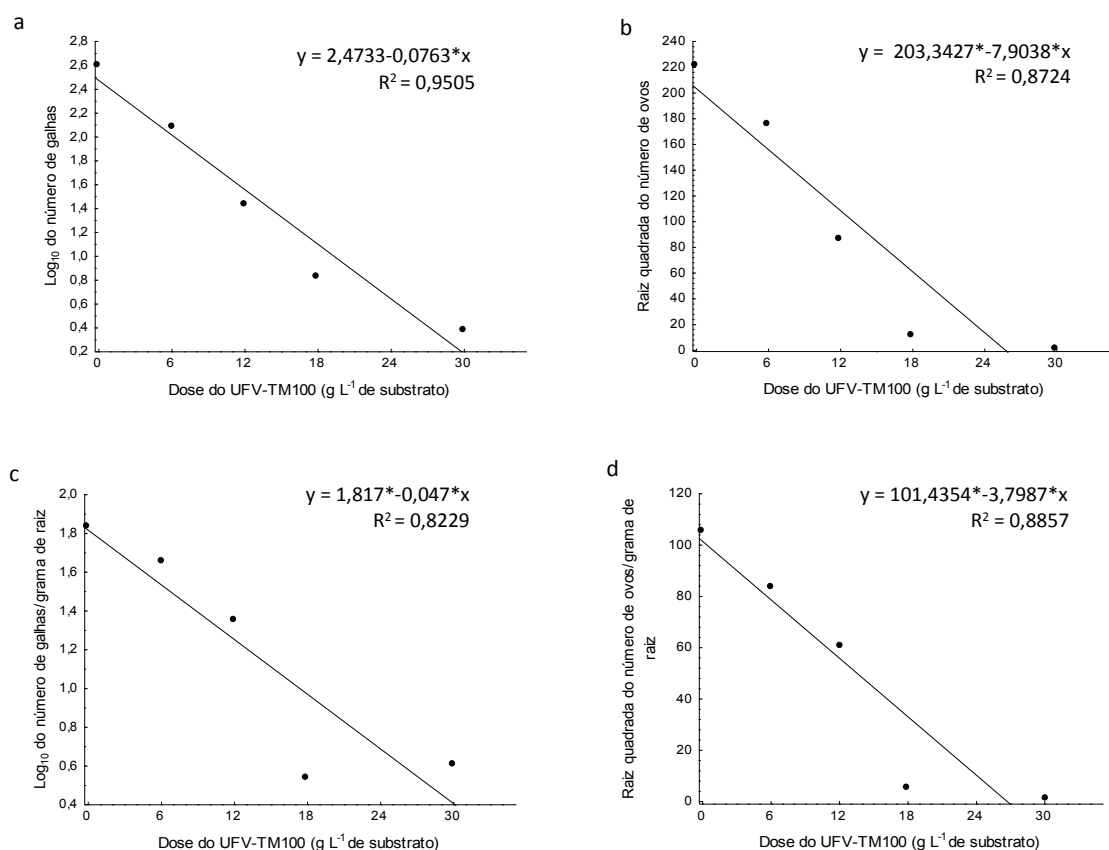


Figura 5. Número de galhas (a), ovos (b), galhas por grama de raiz (c) e ovos por grama de raiz (d) de *Meloidogyne javanica* em raízes de plantas de quiabo cultivadas em substrato contendo doses do fertilizante organomineral à base de torta de mamona. *Parâmetros diferentes de zero (teste t, $\alpha = 0,05$).

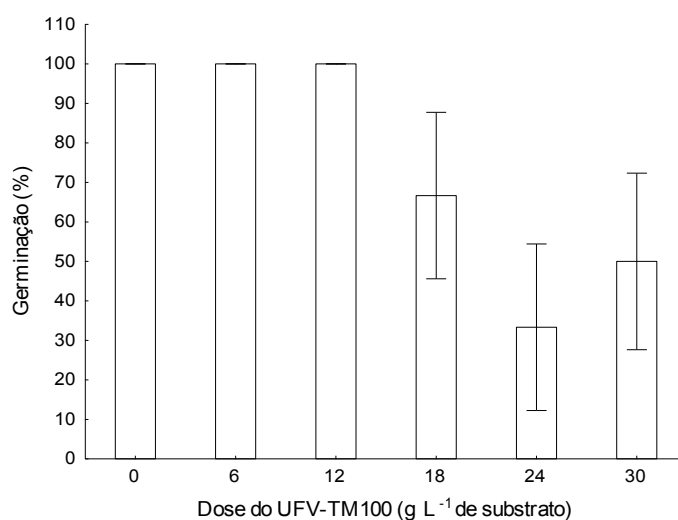


Figura 6. Germinação das sementes de quiabo plantadas em substrato contendo doses do fertilizante organomineral UFV-TM100. As barras indicam o erro padrão da média de seis repetições.

DISCUSSÃO

O UFV-TM100 diminuiu o crescimento vegetativo das plantas de algodão em qualquer dose testada. Já para a cultura do quiabo, o fertilizante diminuiu somente a massa das raízes frescas, sendo que para as outras variáveis vegetativas testadas não houve diferenças significativas.

No entanto, deve-se ressaltar que em ambas as culturas a germinação das sementes foi inibida nas maiores doses. No algodoeiro as duas maiores doses (24 e 30 g L⁻¹ de substrato) diminuíram em 50% a germinação das sementes plantadas. No quiabeiro, além das duas maiores doses (24 e 30 g L⁻¹ de substrato) terem reduzido a germinação das sementes em até 70%, na dose de 24 g L⁻¹ de substrato, as plântulas tiveram crescimento reduzido e morreram.

As sementes foram plantadas 15 dias após a incorporação do UFV-TM100 ao substrato e esse tempo pode ter influenciado na fitotoxidez encontrada nesse experimento para ambas as culturas. Períodos maiores entre a incorporação do UFV-TM100 e o plantio da cultura podem diminuir a fitotoxidez e melhorar a germinação das sementes.

Ferreira (2012) testou o UFV-TM100 em diversas culturas e em todas as culturas testadas o fertilizante além de diminuir a reprodução do nematoide, também ajudou no crescimento das plantas até certa dose para cada cultura e a partir dessa dose, a liberação de compostos tóxicos causou fitotoxidez nas plantas, diminuindo o crescimento. No entanto, todas as culturas testadas por Ferreira (2012), foram culturas onde se transplantou mudas para o solo contendo o fertilizante. No presente trabalho, as sementes foram plantadas diretamente no solo contendo o fertilizante, assim como é feito no campo para tais culturas. O contato direto da semente com o UFV-TM100 pode ter interferido na germinação e no progresso das plântulas, fazendo com que as plantas tivessem o seu crescimento vegetativo prejudicado.

O UFV-TM100 é rico em torta de mamona e esta, por sua vez é rica em ricina. A ricina é uma proteína altamente tóxica do grupo das

lectinas e que está presente no endosperma das sementes de mamona (Rich *et al.*, 1989). Em certas doses, a ricina pode ser fitotóxica às plantas, pois é solúvel em água e facilmente absorvida pela planta, como o que ocorreu com as culturas testadas por Ferreira (2012). Assim, quando a sementeira é feita diretamente no solo contendo a torta, através do fertilizante, a fitotoxidez pode aparecer em doses bem menores, isso porque as sementes absorvem muita água para sua germinação e nesse processo juntamente com a água podem penetrar algumas substâncias capazes de inibir ou retardar a multiplicação ou crescimento das células, podendo também retardar a germinação (Gonzalez *et al.*, 2002).

A germinação das sementes pode ser afetada por muitos fatores. Muitos autores relatam o efeito de diversos extratos aquosos de plantas sobre a germinação de sementes. Wandscheer (2008) ao avaliar o efeito de extratos aquosos de folhas e raízes de nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) sobre a germinação de alface e tomate observou que todas as concentrações dos extratos de nabiça inibiram a germinação de sementes de alface, principalmente extratos de folhas que chegaram a reduzir mais de 50% a germinação das sementes. Com relação ao tomate, apenas o extrato de folha reduziu a germinação das sementes.

Sendo assim, a quantidade de fertilizante no solo, juntamente com a água necessária para a germinação da semente pode ter contribuído para a absorção de compostos tóxicos em alta quantidade, o que inibiu a germinação e prejudicou o crescimento das plantas.

A própria semente de mamona, já teve sua germinação inibida pela torta de mamona como constatado por Severino (2007) que ao colocar sementes de mamona para germinar em doses crescentes de torta de mamona, observou que o percentual de emergência é reduzido a medida que se aumenta a dose de torta de mamona adicionada ao solo. Na dose onde se utilizou 10% de torta (volume/volume) em relação a quantidade de solo, apenas 62,5% das plantas emergiram. Porém, o maior dano provocado pelo excesso de torta de mamona foi observado sobre o

crescimento das plantas, o que corrobora com o observado no presente trabalho.

A incorporação ao solo de materiais orgânicos afeta a dinâmica populacional dos microrganismos e também a disponibilidade de alguns nutrientes, em especial o nitrogênio. A relação C/N do UFV-TM100 é de 10,2. Essa relação é considerada baixa e por isso favorece a mineralização do nitrogênio (Siqueira, 1994). Essa mineralização quando o nitrogênio está em quantidades altas gera subprodutos, como amônio e nitrato, que são capazes de causar efeitos fitotóxicos nessas condições (Rodríguez-Kábana, 1986).

A inibição da germinação pode ter sido causada pelos altos teores de subprodutos da mineralização do nitrogênio no solo. Além disso, o principal sintoma do excesso de amônio e nitrato no solo é a redução do crescimento das plantas (Keeney, 1982), como o ocorrido com as plantas de algodão e quiabo nesse experimento.

Na cultura do algodão o UFV-TM100 diminuiu o número de galhas e de ovos de *M. incognita* em até 86,75% e 100%, respectivamente. A melhor dose para o número de galhas foi de 30,0 g L⁻¹ de substrato e para o número de ovos de 30,0 g L⁻¹ de substrato. No entanto, deve-se considerar que qualquer dose do fertilizante diminuiu a parte vegetativa da planta, o que provavelmente irá interferir em sua produtividade.

Para a cultura do quiabo o fertilizante diminuiu o número de galhas por sistema radicular em até 90,8% e a melhor dose foi de 30,0 g L⁻¹ de substrato. Já o número de ovos por sistema radicular foi reduzido em até 100% e a melhor dose foi de 30,0 g L⁻¹ de substrato.

A redução da massa das raízes frescas não interferiu no número de galhas e de ovos observados, visto que a proporção entre número de galhas por grama de raiz e ovos por grama de raiz diferiu entre todos os tratamentos.

O UFV-TM100 tem se mostrado eficiente no controle de nematoides. Os trabalhos realizados por Ferreira (2012) demonstraram eficácia no controle de *Meloidogyne* sp. em café, banana, tomate e alface,

tal qual observado no presente trabalho. Porém, nas culturas testadas por Ferreira (2012) uma dose ótima foi encontrada, onde se tinha uma máxima dose capaz de controlar o patógeno e que não induziu fitotoxidez, em decorrência da liberação de compostos tóxicos durante a decomposição dos materiais orgânicos. No presente trabalho essa dose não foi encontrada, isso por que a aplicação do UFV-TM100 em qualquer uma de suas doses mostrou-se fitotóxicas para as culturas testadas, nas condições do experimento. No entanto, a dose de 12 g L⁻¹ de substrato, apesar de ter interferido no crescimento vegetativo das plantas, em ambos os experimentos houve redução no número de galhas e ovos do nematoide, sem que houvesse redução na germinação das sementes. Assim, talvez um maior período entre a incorporação e o plantio para esta dose, venha a não interferir na parte vegetativa da planta.

Desta forma, o UFV-TM100 apesar de se mostrar efetivo no controle de *Meloidogyne* sp. nas culturas do algodoeiro e quiabeiro, também mostrou-se fitotóxico a tais culturas nas condições testadas. Nos estudos realizados com mudas, a fitotoxidez foi observada somente em doses mais elevadas. No entanto, quando se utilizou sementes, essa fitotoxidez apareceu em doses bem mais baixas. Assim, esse trabalho vem demonstrar a importância dos estudos com os fertilizantes organominerais nas mais diversas culturas, não podendo simplesmente extrapolar doses de culturas já testadas. Portanto, mais estudos devem ser conduzidos, a fim de selecionar a melhor forma e tempo de aplicação do fertilizante organomineral, ou mesmo modificar a formulação, quando se tratar das culturas do algodoeiro e quiabeiro, além também de selecionar doses do produto a serem incorporadas em outros patossistemas e doses que sejam economicamente viáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKHTAR, M.; MAHMOOD, I. Impact of organic and inorganic management and plant based products on plant-parasitic and microbivorous nematode communities. **Nematologia Mediterranea**, v. 25, n. 1, p. 21-23, 1997.
- BERNARDO, J. T. *et al.* Efeito de adubos orgânicos sobre *Meloidogyne javanica* em tomateiro. **Nematologia Brasileira**, v. 35, p. 10-19, 2011.
- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 553-553, 1981.
- FERREIRA, P. A. **Formulação de condicionador de solo para uso em covas de plantio de café, visando ao controle de *Meloidogyne exigua***. 2008. 84f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Curso de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FERREIRA, P. A. **Avaliação de um fertilizante organomineral com atividade nematicida**. 2012. 86f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Curso de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- GONZÁLEZ, H. R. *et al.* Efectos alelopáticos de restos de diferentes especies de plantas medicinales sobre la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en condiciones de laboratorio. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 7, n. 2, p. 67-72, 2002. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962002000200002&nrm=iso>.
- HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease**, v. 57, p. 1025-1028, 1973.
- KENEY, D. R. Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. In: Stevenson, F. J. (Ed.). **Nitrogen in agricultural soils**. Madison: ASA, 1982. p.645-649.
- RICH, J. R. *et al.* Influence of the castor bean (*Ricinus communis*) lectin (ricin) on motility of *Meloidogyne incognita*. **Nematropica**, v. 19, p. 99-103, 1989.
- RITZINGER, C. H. S. P. *et al.* Avaliação da população de nematóides em bananal com e sem o uso de organomineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 1103-1110, 2011. Disponível em: <

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000400008&nrm=iso >.

RITZINGER, R. *et al.* **Utilização de resíduos de mamona em cobertura no manejo de *Meloidogyne javanica* em aceroleira.** XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Vitória: 6 p. 2008.

RODRIGUEZ-KABANA, R. Organic and Inorganic Nitrogen Amendments to Soil as Nematode Suppressants. **Journal of Nematology**, v. 18, n. 2, p. 129-135, Apr 1986. Disponível em: < <Go to ISI>://A1986C062100003 >.

SEVERINO, L. S. *et al.* **Toxidez Causada pelo Excesso de Torta de Mamona como Fertilizante Orgânico:** 1-4 p. 2007.

SIQUEIRA, J. O. *et al.* **Microrganismos e Processos Biológicos do Solo: Perspectiva Ambiental.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: 1994. 142

WANDSCHEER, A. C. D.; PASTORINI, L. H. Interferência alelopática de *Raphanus raphanistrum* L. sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. e *Solanum lycopersicon* L. **Ciência Rural**, v. 38, p. 949-953, 2008. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000400007&nrm=iso >.

Capítulo 2

INCORPORAÇÃO DO PÓ DE BASALTO AO FERTILIZANTE ORGANOMINERAL UFV-TM100 E O EFEITO DESTE NA POPULAÇÃO DE *Meloidogyne javanica* E NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE TOMATE

RESUMO

FERREIRA, Fernanda Carla, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Incorporação do pó de basalto ao fertilizante organomineral UFV-TM100 e o efeito deste na população de *Meloidogyne javanica* e no crescimento de plantas de tomate.** Orientador: Silamar Ferraz.

O fertilizante organomineral é uma alternativa ao uso de nematicidas químicos no controle dos nematoides. Uma vantagem desses fertilizantes é que a sua formulação busca aproveitar rejeitos industriais, agrícolas e urbanos. Uma possibilidade inovadora é a reciclagem dos rejeitos de minerações e pedreiras para compor os fertilizantes organominerais, na forma de pó de rocha. Para avaliar o efeito do pó de basalto no controle de *Meloidogyne javanica* e no desenvolvimento do tomateiro foram testados: uma dose do UFV-TM100 (15 g L⁻¹ de substrato), uma dose do pó de basalto (7,5 g L⁻¹ de substrato) e a testemunha. O UFV-TM100 e o pó de basalto foram incorporados a 2 litros de substrato, que foram colocados em vasos e infestados com 5.000 ovos de *M. javanica*. Após 15 dias, mudas de tomate com 21 dias de idade foram transplantadas para esses vasos e 60 dias depois o crescimento das plantas e a multiplicação dos nematoides foram avaliados. O pó de basalto reduziu o número de galhas quando comparado com a testemunha, para as outras variáveis não houve diferença do pó de basalto com relação a testemunha. Para avaliar a influência das doses de pó de basalto aplicadas juntamente com o UFV-TM100 no controle de *M. javanica* e no crescimento do tomateiro foram adicionadas à formulação do UFV-TM100 doses de 0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 g L⁻¹ de pó de basalto. O pó de basalto foi misturado ao fertilizante organomineral e posteriormente incorporado a 2 litros de substrato, que foram colocados em vasos e infestados com 5.000 ovos de *M. javanica*. Após 15 dias, mudas de tomate com 21 dias de idade foram transplantadas para esses vasos e 60 dias depois foram avaliados: a altura e a massa da parte aérea e das raízes dos tomateiros, além do número de galhas e de ovos do nematoide. Nenhuma das variáveis

avaliadas foram influenciadas pela incorporação do pó de basalto ao fertilizante organomineral.

Palavras chave: Nematóide, manejo de doenças de plantas e pó de rocha.

ABSTRACT

FERREIRA, Fernanda Carla, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa. February, 2014. **Incorporation of basalt dust to the organo-mineral fertilizer UFV-TM100 and its influence over *Meloidogyne javanica* population and tomato plant growth.** Advisor: Silamar Ferraz.

Organo-mineral fertilizers stand as an alternative towards chemical nematicides to control plant parasitic nematodes. One of the advantages of such fertilizers consists in the opportunity to use industrial, agricultural and urban waste. An innovative possibility within this context is to recycle mining and stone quarries waste, to comprise organo-mineral fertilizers in the form of rock dust. In order to evaluate the effect of basalt dust on *Meloidogyne javanica* control and development of tomato plants, the following doses were tested: one dosage of UFV-TM100 (15 g L⁻¹ substrate), one dosage of basalt dust (7,5 g L⁻¹ substrate) and control treatment (nematodes only). UFV-TM100 and basalt dust were incorporated with 2 liter substrate and used to fill pots that were later infested with 5.000 *M. javanica* eggs. After 15 days, 21 days old tomato plantlets were transplanted to these pots to evaluate plant growth and nematode multiplication 60 days after transplantation. Basalt dust reduced the number of root knots when compared with the control test, while the rest of the variables studied had no difference with the control. To evaluate the influence of basalt dust doses applied simultaneously with the UFV-TM100 to control *M. javanica* and tomato plant growth, the formulation of UFV-TM100 was added with doses of: 0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 and 7,5 g L⁻¹ of basalt dust. Basalt dust was mixed with the organo-mineral fertilizer and then incorporated into 2 liter substrate to fill pots that were subsequently infested with 5.000 *M. javanica* eggs. After 15 days, tomato plantlets with 21 days old were transplanted to these pots and were evaluated 60 days after in regard to: i- height and mass of the aerial portion and mass of roots; ii- number of root knots and nematode eggs. Not a single variable evaluated was influenced by the incorporation of the basalt dust to the organo-mineral fertilizer.

Key words: Nematode, plant diseases management and rock dust.

INTRODUÇÃO

O uso de fertilizantes organominerais oriundo do aproveitamento de rejeitos industriais, agrícolas e urbanos tem sido uma alternativa ao controle dos fitonematoides, não somente pela questão ambiental ou financeira, mas, também, pela busca por alternativas que possam favorecer a sustentabilidade dos agroecossistemas (Ritzinger *et al.*, 2008). A fim de reciclar também os rejeitos de minerações e pedreiras, responsáveis por grandes impactos ambientais em todo o país, o uso de rochas moídas também pode ser uma alternativa na composição de fertilizantes organominerais.

Diversas rochas e minerais podem ser utilizadas na agricultura e pecuária, como condicionadores de solos, alterando as condições físico-químicas dos solos a favor do agricultor, ou como carreadores de nutrientes, promovendo a geração de condições mais favoráveis ao plantio, em termos de quantidade de nutrientes e umidade (Nichele, 2006).

Os basaltos são considerados rochas básicas e vem sendo utilizado na forma de pó na agricultura. Em outros países, a utilização do pó de basalto já pode ser considerada uma prática convencional de muitos agricultores. Nos Estados Unidos e na Europa, o pó de basalto tem sido utilizado na pecuária como amenizador de odor, higienização das instalações, e prevenção de problemas nos cascos dos animais; na horticultura como enriquecimento de composto, fazendo parte da composição de substratos e para controle de pragas e doenças; e no solo, onde melhora a estrutura do solo e serve de suprimento de micronutrientes (Knapik & Angelo, 2007).

A utilização do pó de rocha tem várias vantagens como a diminuição da mão-de-obra, pois com a aplicação do pó de rocha não há necessidade de se adubar frequentemente, devido ao seu efeito

prolongado, a correção do pH, a não salinização do solo e a não absorção em excesso de potássio, o que beneficia a absorção de cálcio e magnésio e a diminuição da fixação do fósforo solúvel pela presença da sílica (Amparo, 2003). Por ser rico em silício, o pó de basalto em mistura com um fertilizante organomineral pode ajudar no controle de nematoides quando aplicado ao solo visando à nutrição das plantas. Outra grande vantagem é que o pó de basalto é encontrado em todas as pedreiras que fazem dessa rocha matéria-prima para outros fins. Assim, a utilização do pó de rocha é um recurso bem mais barato em comparação com outros produtos utilizados para adubação (Kiehl, 2002).

O Laboratório de Controle Biológico de Fitonematoides (Bionema), do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, vem desenvolvendo algumas formulações de fertilizante organomineral à base de torta de mamona e palha de café (UFV-TMC10) e somente à base de torta de mamona (UFV-TM100), este já com Documento de Patente no Instituto Nacional de Propriedade Industrial, nº PI0904349-7, que apresentam efeito nematicida sobre *Meloidogyne* spp. (Ferreira, 2008; 2012).

A fim de aperfeiçoar a formulação do fertilizante UFV-TM100, para que ocorra um melhor desenvolvimento das plantas e um controle mais efetivo do nematoide, o pó de basalto foi selecionado para compor o fertilizante. Assim o objetivo foi testar o pó de basalto como uma forma de aperfeiçoar a formulação do fertilizante UFV-TM100 no desenvolvimento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e no controle de *Meloidogyne javanica* (Kofoid & White) Chitwood em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico de Fitonematoides (Bionema) e sob condições de casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

O inóculo de *M. javanica* foi constituído de ovos obtidos de populações puras e coletados de raízes de tomateiros, mantidos em casa de vegetação. Os ovos de *M. javanica* utilizados nos ensaios foram extraídos pela técnica de Hussey & Barker (1973), modificada por Boneti & Ferraz (1981), onde as raízes infestadas passaram por uma lavagem cuidadosa em água corrente. Posteriormente, estas foram cortadas em fragmentos de 1 a 2 cm, homogeneizadas e trituradas em liquidificador a baixa velocidade, em 250 mL de solução de hipoclorito de sódio a 0,5 %, durante 20 segundos. A suspensão resultante foi então passada por duas peneiras granulométricas sobrepostas, a superior de 200 'mesh' (com abertura de 0,074 mm) e a inferior de 500 'mesh' (com abertura de 0,025 mm). A suspensão retida na última peneira foi lavada com água, recolhida em béquer com capacidade de 250 mL e usada para as inoculações. As concentrações foram ajustadas com o auxílio da câmara de Peters.

Nos experimentos, as mudas de tomateiro 'Santa Clara' foram obtidas por meio de sementes plantadas em substrato comercial (Plantmax HT – Hortaliças), acondicionado em bandeja de isopor, com 128 células. As mudas foram transplantadas com 21 dias de idade. O substrato destinado ao crescimento das plantas de tomate foi constituído de uma mistura de terriço e areia, na proporção 1:1 (volume/volume), previamente tratado com Basamid®, 3,5-dimethyl-1,3,5-thiadiazinane-2-thione (Dazomete), na dose de 50 g/m².

Os componentes que constituem o UFV-TM100 foram adquiridos no mercado local e misturados com o auxílio de betoneira, por tempo suficiente para homogeneização do produto. O UFV-TM100 continha em cada kg do produto: 24,9 g de nitrogênio; 130 g de fósforo; 40 g de potássio; 14,4 g de cálcio; 4,7 g de magnésio; 40 g de enxofre; 289 mg de zinco; 1.148 mg de ferro; 47 mg de manganês; 920 mg de cobre; 840 mg de boro; pH de 5,8 e relação C/N de 10,2.

O pó de basalto utilizado no experimento foi cedido pela empresa Ekosolos Industria Remineralizadora de Solos Ltda. Ele é originário da rocha basáltica microgabro com composição de 65,46% de silício, 12,41%

de alumínio, 7,04% de ferro, 4,01% de sódio, 3,37% de potássio, 3,28% de cálcio, 1,05% de titânio, 1,56% de magnésio, 0,30% de fósforo e 0,13% de manganês.

Efeito do pó de basalto no controle de *Meloidogyne javanica* e no desenvolvimento do tomateiro

Para avaliar o efeito do pó de basalto no controle de *M. javanica* e no desenvolvimento do tomateiro foram testados: uma dose do UFV-TM100 (15 g L⁻¹ de substrato) que tem atividade comprovada no controle do nematoide (Ferreira, 2012); uma dose do pó de basalto, que foi escolhida como sendo a maior dose que poderia ser usada para compor o UFV-TM100, que foi de 7,5 g L⁻¹ de substrato, que corresponde a 50% da composição do fertilizante organomineral UFV-TM100 indicado para ser utilizado em um litro de substrato; e a testemunha, que era composta só pelo nematoide.

O fertilizante organomineral e o pó de basalto foram incorporados a 2 litros de solo, que foram colocados em vasos e infestados com 5.000 ovos de *M. javanica*. Após 15 dias, mudas de tomate 'Santa Clara' com 21 dias de idade foram transplantadas para esses vasos e 60 dias depois foram avaliados: a altura e a massa da parte aérea e das raízes dos tomateiros, além do número de galhas e de ovos do nematoide.

Ao final do experimento o solo foi recolhido e foi realizada uma análise química do solo para posterior avaliação do efeito de cada tratamento no pH e nos nutrientes do solo.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Cada tratamento foi repetido seis vezes e a unidade experimental foi constituída por um vaso com uma planta. A análise estatística dos dados obtidos foi realizada com o auxílio do pacote estatístico Statistica 12.0 (Statsoft, 2013) e submetidos à análise de variância, após a verificação dos pressupostos desse procedimento, e ao teste de média de Tukey, quando necessário, ao nível de 5 % de probabilidade.

Influência das doses de pó de basalto aplicadas com o fertilizante organomineral UFV-TM100 no controle de *Meloidogyne javanica* e no desenvolvimento do tomateiro

Para avaliar a influência das doses de pó de basalto aplicadas juntamente com o fertilizante organomineral no controle de *M. javanica* e no desenvolvimento do tomateiro foram adicionadas à formulação do UFV-TM100 doses do pó de basalto. Essas doses foram calculadas em relação à quantidade de UFV-TM100 usado para cada litro de solo. Como a melhor dosagem desse fertilizante para o tomateiro é de 15 g L⁻¹ de solo (Ferreira, 2012), foram utilizados 0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 e 7,5 g L⁻¹ de pó de basalto. O pó de basalto foi assim misturado ao fertilizante organomineral e posteriormente incorporado a 2 litros de solo, que foram então colocados em vasos e infestados com 5.000 ovos de *M. javanica*. Após 15 dias, mudas de tomate 'Santa Clara' com 21 dias de idade foram transplantadas para esses vasos e 60 dias depois foram avaliados: a altura e a massa da parte aérea e das raízes dos tomateiros, além do número de galhas e de ovos do nematoide.

Após a colheita dessas plantas para avaliação, novas mudas de tomate 'Santa Clara' com 21 dias de idade foram transplantadas para esses mesmo vasos, a fim de avaliar a população remanescente de nematoides nesse solo. Depois de 30 dias essas plantas de tomate foram coletadas e o número de galhas quantificado.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, cada tratamento foi repetido seis vezes e a unidade experimental foi constituída por um vaso com uma planta de tomate. Para análise dos dados, foi feita uma análise de regressão.

RESULTADOS

Efeito do pó de basalto no controle de *Meloidogyne javanica* e no desenvolvimento do tomateiro

Nenhuma diferença significativa foi observada entre a testemunha e os tratamentos ($P \geq 0,05$) em relação à altura da parte aérea e a massa das raízes das plantas de tomate.

A massa da parte aérea fresca aumentou ($P < 0,05$) em 39,25% nas plantas que foram tratadas somente com o fertilizante organomineral UFV-TM100 quando comparadas ao tratamento somente com pó de basalto (PB). E quando comparadas a testemunha (Nema), o aumento foi de 33,48% (Figura 1).

O número de galhas diferiu ($P < 0,05$) entre os três tratamentos. No tratamento em que o solo recebeu o UFV-TM100 o número de galhas diminuiu em 91,86% com relação à testemunha. Já o tratamento em que o solo recebeu somente PB, a diminuição foi de 58,28% comparando-se com a testemunha (Figura 2a). O número de ovos também diminuiu ($P < 0,05$) quando comparado o tratamento com o UFV-TM100 e a testemunha. No entanto, o tratamento com PB não diferiu ($P \geq 0,05$) da testemunha. O número de ovos diminuiu em 99% quando as plantas cresceram no solo com UFV-TM100 (Figura 2b).

A adição do pó de basalto ao solo não alterou ($P \geq 0,05$) o número de galhas por grama de raiz como também não alterou o número de ovos por grama de raiz quando comparados à testemunha. No entanto, essas variáveis diminuíram ($P < 0,05$) quando o UFV-TM100 foi adicionado ao solo em comparação com os outros tratamentos (Figuras 2c e 2d).

A adição do fertilizante organomineral ao solo teve a tendência de aumentar o pH do solo, assim como o pó de basalto (Tabela 1). A quantidade de macro e micronutrientes também teve essa tendência quando se adicionou UFV-TM100 ao solo. Mas com a adição somente do pó de basalto, o teor de macro e micronutrientes não foi muito diferente do encontrado para a testemunha (Tabela 1).

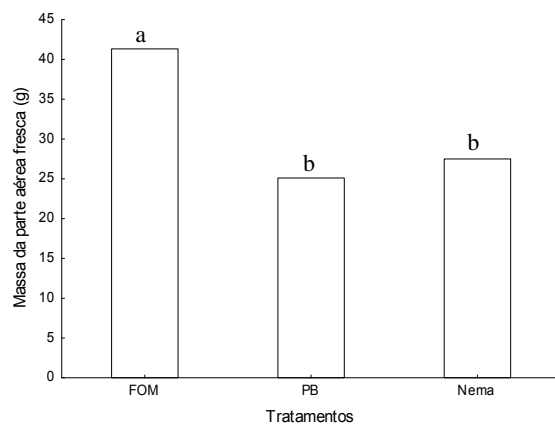


Figura 1. Massa da parte aérea fresca do tomateiro cultivado em substrato contendo o fertilizante organomineral UFV-TM100 (FOM), o pó de basalto (PB) e a testemunha (NEMA). Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Média de seis repetições.

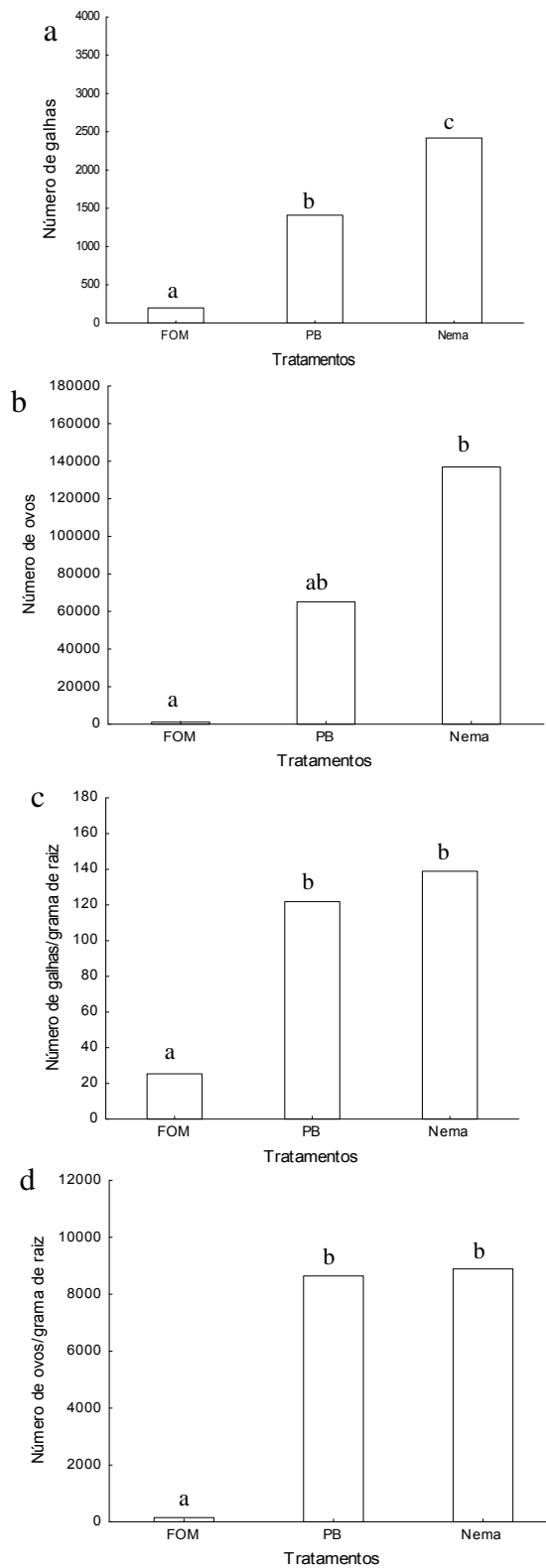


Figura 2. Número de galhas (a), número de ovos (b), número de galhas/g de raiz (c) e número de ovos/g de raiz (d) de *Meloidogyne javanica* em tomateiro com fertilizante organomineral UFV-TM100 (FOM), pó de basalto (PB) e testemunha (Nema). Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Média de seis repetições.

Tabela 1. Resultados analíticos das amostras de solo.

| Tratamento | pH | P | K | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H + Al | P-rem | Zn | Fe | Mn | Cu | B |
|----------------------|-----|--------------------|----|------------------------------------|------------------|------------------|--------|-------|--------------------|-------|------|-----|-----|
| | | mg/dm ³ | | cmol _c /dm ³ | | | | mg/L | mg/dm ³ | | | | |
| UFV-TM100 | 5,5 | 195,5 | 75 | 3,8 | 1,5 | 0,0 | 3,14 | 33,0 | 17,7 | 68,2 | 67,0 | 4,6 | 8,7 |
| Pó de Basalto | 5,9 | 83,3 | 15 | 3,2 | 1,2 | 0,0 | 2,31 | 29,4 | 3,2 | 122,7 | 61,3 | 0,9 | 0,7 |
| Testemunha | 5,9 | 75,6 | 13 | 3,2 | 1,1 | 0,0 | 2,48 | 30,5 | 2,9 | 99,2 | 53,7 | 0,8 | 0,6 |

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5

P - K - Zn - Fe - Mn - Cu - Extrator Mehlich 1

H + Al – Extrator Acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0

Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol L⁻¹

B - Extrator água quente

P-rem = Fósforo Remanescente

Influência das doses de pó de basalto aplicadas com o fertilizante organomineral UFV-TM100 no controle de *Meloidogyne javanica* e no desenvolvimento do tomateiro

A altura e a massa das raízes frescas das plantas de tomate não foram influenciadas pelas doses do pó de basalto incorporado ao substrato contendo UFV-TM100 (Tabela 2).

A aplicação das doses crescentes de pó de basalto juntamente com a dose fixa do UFV-TM100 também não influenciaram no controle do nematoide, quando se avaliou o número de galhas e o número de ovos por sistema radicular das plantas de tomate, até a dose testada de 7,5 g L⁻¹ de pó de basalto (Tabela 2).

Com relação à avaliação da massa das raízes frescas e do número de galhas remanescentes, as doses do pó de basalto também não influenciaram essas variáveis.

Tabela 2. Altura, massa das raízes frescas, número de galhas e número de ovos de *Meloidogyne javanica* em plantas de tomate cultivadas em substrato tratado com o fertilizante organomineral e concentração crescente do pó de basalto.

| Dose do pó de basalto incorporado ao substrato | Altura (cm) | Massa das raízes frescas (g) | Número de galhas | Número de ovos |
|---|---------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 0 | 47,83 ^{ns} | 13,35 ^{ns} | 761 ^{ns} | 16537 ^{ns} |
| 1,5 | 51,33 | 14,09 | 902 | 21437 |
| 3,0 | 49,33 | 12,93 | 726 | 17850 |
| 4,5 | 42,83 | 12,40 | 631 | 16537 |
| 6,0 | 51,83 | 14,06 | 834 | 30625 |
| 7,5 | 50,33 | 11,75 | 738 | 35175 |
| CV (%) | 14,8 | 21,8 | 38,4 | 65,0 |

^{ns}Não significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

DISCUSSÃO

A incorporação do pó de basalto ao solo não interferiu no crescimento da planta. Isso pode ter ocorrido devido ao curto período de tempo que a planta ficou em contato com o pó de basalto. Estudos mostram que as taxas de liberação de nutrientes das rochas acontecem de forma muito lenta (Blum, 1989a, b). Além disso, a eficácia do pó de rocha como fonte de nutrientes é questionada devido à baixa solubilidade e pela necessidade de aplicar grandes quantidades de pó de rocha ao solo para se obter respostas positivas (Bolland & Baker, 2000). Em testes realizados por Knapik *et al.* (2005), com a cultura da soja, quando se usou a maior dose de pó de basalto de 10 g L⁻¹, observou-se maior valor no peso de 100 sementes. No presente estudo, a maior dose utilizada foi de 7,5 g L⁻¹ e provavelmente essa dose não foi suficiente para melhorar o desenvolvimento da planta, além disso, o tempo do experimento de 60 dias pode não ter sido o suficiente para liberação de nutrientes do pó de basalto a ponto de melhorar o desenvolvimento da planta.

Outro fator que pode influenciar na taxa de liberação de nutrientes do pó de rocha é a comunidade microbiana do solo. Quanto mais alta estiver a atividade biológica, mais alta será a extração de nutrientes. O uso complementar de composto orgânico associado ao emprego de rochas moídas mostrou-se vantajoso para o desenvolvimento das culturas (Theodoro & Rocha, 2005). É provável que o solo utilizado no experimento estivesse com uma comunidade microbiana baixa, devido ao uso do Basamid® (Dazomete) que pode ter provocado um vácuo biológico e isso também pode ter afetado na liberação dos nutrientes do pó de basalto. Além disso, estudos mostram que quando se utiliza o pó de basalto juntamente com uma fonte de microrganismos, a exemplo dos presentes em esterco bovino, o efeito é sinérgico. Theodoro e Leonardos (2006) observaram que o uso adicional de composto orgânico foi vantajoso, mostrando que a combinação da fertilização orgânica e da rocha pode cumprir, se não todas, a maioria das exigências de macro e micronutrientes.

A multiplicação de *M. javanica*, medida pelo número de ovos por planta, não foi afetada pela incorporação do pó de basalto ao substrato. O número de galhas e ovos diminuiu significativamente quando comparados à testemunha, no entanto, essa redução não foi observada ao se avaliar o número de galhas e ovos por grama de raiz. Quando o pó de basalto foi incorporado ao substrato juntamente com o UFV-TM100 não houve diferença significativa em relação às doses do pó de basalto que foram utilizadas.

A aplicação de pó de basalto proporciona maiores teores de potássio (K) e silício (Si) para as plantas. O K está envolvido nos mecanismos de defesa das plantas a pragas e doenças, uma vez que altos teores desse elemento nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos (Perrenoud, 1990), conferindo às plantas redução na incidência e severidade de danos causados por insetos e fungos. Silva *et al* (2012) observaram que os teores de K eram maiores nas folhas de *Eucalyptus benthamii* Maiden e Cambage, nos tratamentos que receberam o pó de basalto na adubação.

O pó de basalto é rico em silício e este elemento, que geralmente não é considerado essencial para a nutrição das plantas (Korndörfer & Datnoff, 1995), é tido como benéfico na agricultura atual. A planta nutrida com silício apresenta diversas características benéficas, como o aumento na eficiência da capacidade fotossintética, pois as folhas ficam mais eretas, com diminuição do autossombreamento, redução no acamamento, maior rigidez estrutural dos tecidos e resistência a insetos e doenças (Marschner, 1995). Além disso, o silício promove interação com vários elementos que favorecem a nutrição da planta. Segundo Grassi Filho (2003), o silício promove aumento na disponibilidade do fósforo do solo, seja porque o silicato o desloca de sítios de adsorção (ou ocupa-os preferencialmente) na argila e nos sesquióxidos, ou porque diminui a atividade dos íons de alumínio (Al^{+3}) em solução evitando que estes precipitem o ânion de fosfato de dihidrogênio ($H_2PO_4^{-1}$), resultando em aumento na absorção de fósforo pelas plantas.

Nichele (2006) avaliou a incidência e severidade da ferrugem do feijoeiro quando este foi adubado com pó de basalto e segundo os resultados obtidos, quando comparado com a testemunha e a adubação com NPK, as plantas adubadas com pó de basalto possuem menor incidência e severidade da ferrugem. A menor intensidade da doença nos tratamentos com pó de rocha pode estar relacionada à maior absorção de silício e, ou ao melhor equilíbrio nutricional do feijão nestes tratamentos.

Oliveira (2012) testou o silicato de cálcio e magnésio para controle de *M. javanica* em bananeira e observou que o número de galhas, de massa de ovos e de juvenis de segundo estágio (J2) do nematoide não foram influenciados pelas doses do silicato de cálcio e magnésio, no entanto dependendo da dose utilizada o fator de reprodução do nematoide e o número de ovos foi afetado negativamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Freire (2007) ao trabalhar com diferentes doses de silicato de potássio e silicato de cálcio no controle de *M. javanica* em alface e pepineiros. Dutra *et al.* (2004) também encontraram redução do número de ovos por raiz de *M. javanica* e *M. incognita*, em plantas de feijoeiro.

Provavelmente, devido à alta eficiência do UFV-TM100 no controle de *M. javanica*, acabou por mascarar o efeito do pó de basalto. Portanto, como o objetivo do trabalho foi para aperfeiçoar o fertilizante organomineral UFV-TM100 para que este fosse mais eficiente no controle do nematoide e no desenvolvimento das plantas, o pó de basalto não é o mais indicado para ser incorporado a esta formulação, já que seu efeito não foi sinérgico. O estudo de outros resíduos ou produtos que possam ser incorporados ao UFV-TM100 deve seguir, a fim de se obter uma formulação mais complexa, que possa ser mais eficiente não só no controle do nematoide, como também no crescimento das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMPARO, A. Farinha de rocha e biomassa. **Agroecologia Hoje**, n. 20, p. 10-12, 2003.
- BLUM, W. E. H. *et al.* Zur Verwendung von Gesteinsmehlen in der Landwirtschaft. I. Chemisch-mineralogische Zusammensetzung und Eignung von Gesteinsmehlen als Düngemittel. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**, v. 152, n. 5, p. 421-425, 1989a. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1002/jpln.19891520504> >.
- BLUM, W. E. H. *et al.* Zur Verwendung von Gesteinsmehlen in der Landwirtschaft. II. Wirkung von Gesteinsmehlen als Bodenverbesserungsmittel. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**, v. 152, n. 5, p. 427-430, 1989b. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1002/jpln.19891520505> >.
- BOLLAND, M. D. A.; BAKER, M. J. Powdered granite is not an effective fertilizer for clover and wheat in sandy soils from Western Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, n. 1, p. 59-68, 2000/01/01 2000. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1023/A%3A1009757525421> >.
- BONETI, J. I. S.; FERRAZ, S. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 553-553, 1981.
- DUTRA, M. R. *et al.* Efeito do sílcio aplicado na semeadura do feijoeiro no controle de nematoides das galhas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 172, 2004.
- FERREIRA, P. A. **Formulação de condicionador de solo para uso em covas de plantio de café, visando ao controle de *Meloidogyne exigua***. 2008. 84f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Curso de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FERREIRA, P. A. **Avaliação de um fertilizante organomineral com atividade nematicida**. 2012. 86f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Curso de Pós-graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FREIRE, E. S. **Controle dos nematoides das galhas (*Meloidogyne spp.*) e dos cistos (*Heterodera glycines*)**. 2007. 104f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

- GRASSI FILHO, H. Elementos úteis ou benéficos. **Revista Agroecologia Hoje**, n. 20, p. 20-21, 2003.
- HUSSEY, R. S.; BARKER, K. R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease**, v. 57, p. 1025-1028, 1973.
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 3. Piracicaba: Livroceres, 2002. 171
- KNAPIK, J. G. **Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth e *Prunus sellowii* Koehne**. 2005. 163f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- KNAPIK, J. G.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de *Prunus sellowii* Koehne em resposta a adubações com NPK e pó de basalto. **Floresta**, v. 37, n. 2, p. 257-264, 2007.
- KORNDORFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agrônomicas**, v. 70, p. 1-5, 1995.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition in higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995.
- NICHELE, E. R. **Utilização de minerais no desenvolvimento de plantas e na mitigação de odores em criações animais confinadas**. 2006. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.
- OLIVEIRA, R. M. *et al.* Efeito do silicato de cálcio e magnésio sobre a reprodução de *Meloidogyne javanica* e desenvolvimento de mudas de bananeira Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 409-415, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452012000200013&nrm=iso >.
- PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. Bern, Switzerland: International Potash Institute, 1990. 363 p
- RITZINGER, R. *et al.* **Utilização de resíduos de mamona em cobertura no manejo de *Meloidogyne javanica* em aceroleira**. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Vitória: 6 p. 2008.
- SILVA, A. *et al.* Avaliação dos efeitos da aplicação de basalto moído na fertilidade do solo e nutrição de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta**, v. 42, p. 69-76, 2012.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, p. 721-730, 2006. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652006000400008&nrm=iso >.

THEODORO, S. H.; ROCHA, E. L. **Rochagem: equilíbrio do solo e vigor para as plantas**. III Congresso Brasileiro e III Seminário Estadual de Agroecologia. Florianópolis: Epagri/UFSC 2005.

CONCLUSÕES GERAIS

- O fertilizante organomineral UFV-TM100 quando utilizado para o plantio de sementes de algodão reduziu a população de *M. incognita* raça 3, no entanto ele também reduziu a germinação e o crescimento das plantas de algodão nas condições testadas.
- A população *M. javanica* em plantas de quiabo foi reduzida com a adição do fertilizante organomineral UFV-TM100 ao solo, no entanto o crescimento das plantas e a germinação das sementes também diminuíram nessas condições.
- O uso do pó de basalto diminuiu o número de galhas de *M. javanica* e teve a tendência de melhorar de forma discreta os teores de nutrientes no solo, no período testado.
- A utilização de doses do pó de basalto juntamente com o UFV-TM100 não interferiu na reprodução do nematoide assim como não interferiu no desenvolvimento das plantas de tomate. Logo, o pó de basalto não é o mais indicado para ser incorporado na formulação do UFV-TM100, já que seu efeito não foi sinérgico.