

RESEARCH/INVESTIGACIÓN

DINÂMICA POPULACIONAL DE FITONEMATOIDES SOB REGIMES DE FLUXO DE ÁGUA EM COLUNAS DE SOLO

Patrícia Ângelo de Barros¹, Elvira Maria Régis Pedrosa^{1*}, Ênio Farias de França e Silva¹, Jarbas Honório de Miranda², Mario Monteiro Rolim¹, e Mariana Ferreira de Lima David¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, CEP: 52171-900. ²Professor, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Biosistemas. *Autor para correspondência: elvira.pedrosa@ufrpe.br

ABSTRACT

Barros, P. A., E. M. R. Pedrosa, E. F. F. Silva, J. H. Miranda, M. M. Rolim, and M. F. L. David. 2016. Dynamics of nematode populations under water flow regime in soil columns. *Nematropica* 46:244-260.

Plant-parasitic nematodes cause serious agricultural losses worldwide. Although the damage and the population densities of these parasites are higher in sandy soils, there is little information on how the texture and soil hydrodynamics affect the movement of the nematode. Whereas the movement of plant-parasitic nematodes in soil is affected by the environment, soil texture is highly relevant to the nematode mobility and efficiency in infection. Therefore, this study aimed to evaluate the influence of water flux density on plant-parasitic nematode mobility. Evaluations were performed in the Laboratory of Nematology of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE) and in the Soil Physics Laboratory and Water Quality, Department of Biosystems Engineering, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), using soil columns (11.0 cm long acrylic cylinder with 1.95 cm internal diameter and 3.0 cm² cross section) with a peristaltic pump, under saturation and stationary flow regime. The experimental design was completely randomized in a factorial 3 (species of nematode: *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita*, *Pratylenchus coffeae*) × 2 (nematode condition: alive, dead) × 3 (soil types: Latossol, Nitosol, and washed sand) × 3 (soil density: bulk density, density 0.1 g cm³ above and below the true density of each soil) × 4 (flow rate: 5, 15, 25 and 40 ml min⁻¹) crossed and nested arrangement with three replications. The increase in flow rate from 5 to 40 ml min⁻¹ increased the amount of leached nematodes, although fewer *M. incognita* juveniles were leached than *P. coffeae*. Nematode mobility increased as the sand level increased or the soil density decreased. In contrast, in clay soils with density ranging from 1.1 to 1.3 (g cm⁻³) the dynamics of nematodes was almost nil.

Key words: *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita*, movement in soil, *Pratylenchus coffeae*.

RESUMO

Barros, P. A., E. M. R. Pedrosa, E. F. F. Silva, J. H. Miranda, M. M. Rolim and M. F. L. David. 2016. Dinâmica populacional de fitonematoides sob regimes de fluxo de água em colunas de solo. *Nematropica* 46:244-260.

Os nematoides parasitas de plantas causam sérios prejuízos agrícolas em todo o mundo. Embora os danos e as densidades populacionais desses parasitas sejam maiores em solos arenosos não encharcados, existe pouca informação de como a textura e a hidrodinâmica do solo afetam a movimentação dos nematoides. Considerando que a movimentação do fitonematoides no solo é afetada pelo ambiente e que a textura do solo é altamente relevante para a mobilidade e eficiência na infecção, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência da densidade de fluxo de água em colunas de solo na mobilidade de fitonematoides. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Fitonematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e no Laboratório de Física do Solo e Qualidade de Água, do Departamento de Engenharia de Biosistemas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), utilizando-se para tal colunas de solo (em acrílico, constituídas por um cilindro com 11,0 cm de comprimento, diâmetro interno de 1,95 cm e secção transversal de 3,0 cm²) e uma bomba peristáltica, sob condição de saturação e fluxo em regime estacionário. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial cruzado e aninhado em arranjo 3 (espécies de nematoide: *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita*, *Pratylenchus coffeae*) × 2 (condições do nematoide: vivo, morto) × 3 (tipos de solo: Latossolo, Nitossolo, areia lavada) × 3 (densidades do solo: densidade real, densidade 0,1 g cm³ acima

e abaixo da densidade real de cada solo) $\times 4$ (vazões: 5, 15, 25 e 40 ml min⁻¹) com três repetições. O aumento da vazão de 5 para 40 ml min⁻¹ aumentou a quantidade de nematoides lixiviados, entretanto, os juvenis de *M. incognita* sofreram menor efeito da lixiviação do que *P. coffeae*. A mobilidade dos nematoides tendeu a crescer com o aumento da proporção de areia e redução da densidade do solo. Em contraposição, em solos argilosos com densidade variando de 1,1 a 1,3 (g cm⁻³) a dinâmica dos fitonematoides foi quase nula.

Palavras chave: *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita*, movimento no solo, *Pratylenchus coffeae*.

INTRODUÇÃO

Os nematoides parasitas de plantas representam um dos principais problemas fitossanitários para diversas culturas de importância agrícola no mundo. Esses parasitas causam severos danos e perdas significativas à produtividade agrícola, prejudicando a agricultura não somente por reduzir as colheitas, mas também pelas perdas qualitativas.

Reproduzindo e alimentando-se de plantas vivas, esses nematoides podem migrar na rizosfera ou no interior das raízes (Ferris, 1985; Nunes *et al.*, 2010). Classificados como migratórios ou sedentários (Barker e Campbell, 1981; Fosu-Nyarko e Jones, 2016), os nematoides utilizam os nutrientes da planta hospedeira para alimentação, modificam a morfologia e fisiologia da planta e injetam toxinas no sistema radicular, resultando em formação de galhas e deformações nas raízes no caso de espécies do gênero *Meloidogyne* (Wallace, 1974; Eisenback, 1982; Sgrignoli *et al.*, 2014), e em necrose nas raízes, quando do gênero *Pratylenchus* (Kimpinski, 1979; Mudawi e Idris, 2015).

Embora, após a eclosão, os fitonematoides migratórios frequentemente irão se mover no solo durante os demais estádios do ciclo de vida, alimentando-se de várias áreas do sistema radicular, os sedentários migram até encontrar uma fonte de alimentação, permanecendo no mesmo local até ao final do seu ciclo ou do hospedeiro (Behn, 2012). Apesar do comportamento parasitário, os fitonematoides passam uma parte considerável do seu ciclo de vida no solo (Fajardo *et al.*, 2011) e, conseqüentemente, para se alimentarem e completarem o ciclo, possuem capacidade natural de se movimentarem livremente entre as partículas do solo pela água.

Como organismos invertebrados que se movem pelo espaço poroso do solo, o movimento dos nematoides e o dano que eles produzem são influenciados pelas propriedades morfológicas do solo (Neher *et al.*, 1999). Segundo Laughlin e Lordello (1977), fatores como tamanho das partículas, diâmetro dos poros do solo, diâmetro dos nematoides e a espessura do filme de água do solo interferem no movimento desses organismos.

Quando o solo está saturado, quase todo o espaço poroso é preenchido com água. Na medida em que o solo seca, parte dos seus poros é preenchida com ar, diminuindo o fluxo e conseqüentemente o movimento dos nematoides visto que o nematoide não pode mover-se entre as partículas do solo quando o diâmetro do poro é menor que a largura do seu corpo (Georgis e Poinar, 1983).

Assim, a sobrevivência e o parasitismo não dependem somente do hospedeiro, mas também, do sucesso da movimentação do nematoide no solo. Desta forma o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do fluxo de água na mobilidade de nematoides em diferentes níveis de densidade e textura do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Fitonematologia da UFRPE e no Laboratório de Física do Solo e Qualidade de Água, do Departamento de Engenharia de Biosistemas (ESALQ/USP), utilizando-se para tal colunas de solo (em acrílico, constituídas por um cilindro com diâmetro interior de 1,95 cm, secção transversal de 3,0 cm², com 11,0 cm de comprimento) e uma bomba peristáltica, sob condição de saturação com fluxo constante.

Material de solo

Para o preenchimento das colunas foram utilizadas amostras de três tipos de material de solo: Latossolo Vermelho, série “Sertãozinho” (S1); Nitossolo Vermelho, série “Sertãozinho” (S2) e Areia lavada (S3). O material de solo foi coletado no município de Piracicaba, SP, cujas coletas foram feitas em perfis característicos para cada tipo de solo à profundidade de 0,20 a 0,40 m, exceto areia lavada. Depois de coletado, o material foi seco, destorroado, peneirado em malha de 0,002 m para obtenção de TFSA (terra fina seca ao ar) e submetido a análises granulométricas.

A Tabela 1 apresenta as características físicas do material de solo utilizado. De acordo com a classificação da EMBRAPA (2006), S1 é classificado como de textura média, S2 de textura argilosa e

Tabela 1. Características físicas dos solos estudados.

Características	Solo 1 ^z	Solo 2 ^z	Solo 3 ^z
Argila (<0,002 mm)	198	402	-
Silte (0,053 - 0,002 mm)	32	138	-
Areia Total	770	460	-
Areia grossa (2,00 - 0,210 mm)	320	210	-
Areia fina (0,210 - 0,053 mm)	550	250	-
Classe textural	Média	Argilosa	Areia
Densidade do solo (Kg.dm ⁻³)	1,39	1,23	1,52

^zClassificação segundo EMBRAPA (2006). Solo 1: Latossolo Vermelho, série "Sertãozinho"; Solo 2: Nitossolo Vermelho, série "Sertãozinho"; Solo 3: Areia lavada.

S3 areia. Para a pesquisa, o material de solo foi esterilizado por autoclavagem sob temperatura de 111°C, à pressão de 0,5 atmosfera, durante 2 horas.

Obtenção dos nematoides

Para o estudo de movimentação foram utilizadas três espécies de nematoides: *Meloidogyne enterolobii* Yang & Eisenback, 1983, *M. incognita* (Kofold & White, 1919) Chitwood 1849, e *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941.

As espécies de *Meloidogyne* foram coletadas a partir de raízes e solo de áreas cultivadas com goiabeiras (*M. enterolobii*) e cana-de-açúcar (*M. incognita*) e as populações foram mantidas em condições de casa de vegetação, parasitando o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar Santa Cruz. A identificação dos nematoides foi realizada com base no fenótipo das esterases (Carneiro e Almeida, 2001). Os ovos dos nematoides foram extraídos de raízes de tomateiro, seguindo a metodologia de Hussey e Barker (1973) modificada por Bonetti e Ferraz (1981). A suspensão de ovos foi submetida à desinfestação superficial em solução de pentabiótico. As suspensões de ovos desinfetados foram colocadas em lâmina para contagem de nematoides e levadas para microscópio óptico para contagem. Para tanto, foram utilizadas câmaras de eclosão preparadas em Funil de Baermann modificado.

As câmaras foram mantidas em incubadoras B.O.D. à temperatura constante de 28°C no escuro e, após três horas, as suspensões de juvenis foram retiradas das câmaras e descartadas, sendo repostos iguais volumes de água nas câmaras. Este procedimento foi necessário para remoção dos juvenis que já haviam eclodido na suspensão. As câmaras foram mantidas por cinco dias com coletas diárias dos juvenis e adições de volumes de água. Para o estudo foram utilizados juvenis de segundo

estádio (J2), que é a fase migrante e infectante deste nematoide.

Para *P. coffeae*, os nematoides foram extraídos de cascas trituradas de inhame (*Dioscorea alata* L.) colocadas em Funil de Baermann (1917). A suspensão em água contendo *P. coffeae*, foi passada pela peneira de 200 mesh acoplada a de 500 mesh para que o maior número de adultos ficasse retido na peneira de 200, obtendo assim um maior número de juvenis na peneira de 500 mesh.

As contagens dos nematoides foram realizadas com o auxílio de lâminas de Peter. Como nesse estudo foram utilizados nematoides vivos e mortos, os espécimes mortos foram obtidos submetendo-se parte dos espécimes vivos a "banho Maria".

Dispositivo experimental

O dispositivo experimental utilizado para o estudo da movimentação das três espécies de nematoide em condição de saturação foi composto por colunas em acrílico, constituídas por um cilindro com diâmetro interior de 1,95 cm, secção transversal de 3,0 cm², com 11,0 cm de comprimento. A movimentação dos nematoides nas colunas com solo foi avaliada segundo a metodologia de Fujimoto *et al.* (2009).

Os estudos foram conduzidos utilizando-se três tipos de solo (S1, S2, e S3), cada tipo de solo submetido a três densidades (além da densidade real do solo, foram utilizadas densidades acima e abaixo da mesma): S1 (1,3; 1,4, e 1,5 g cm⁻³), S2 (1,1; 1,2, e 1,3 g cm⁻³) e S3 (1,4; 1,5, e 1,6 g cm⁻³). A fim de avaliar a influência do fluxo de água na mobilidade dos nematoides nesses diferentes níveis de densidade e textura foram utilizados 4 tipos de vazão: 5, 15, 25, e 40 ml min⁻¹. Dessa forma o delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial cruzado e aninhado constituído por 3 (espécies de nematoide: *M. enterolobii*, *M. incognita*, *P. coffeae*) × 2 (condições do nematoide: vivo, morto) × 3 (tipos de solos: S1, S2, S3) × 3 (densidades do solo: densidade real do solo, densidade acima e abaixo da mesma) × 4 (vazões: 5, 15, 25 e 40 ml min⁻¹) com três repetições, sob condições de saturação e fluxo em regime estacionário e temperatura de 27°C.

Para manter a mesma vazão nos diferentes tipos de solo, uma bomba peristáltica de doze canais que cria um fluxo de água mais uniforme foi ligada à extremidade no ponto de entrada da coluna. O dispositivo experimental encontra-se esquematizado na Figura 1. Os volumes da solução que atravessavam a coluna de solo foram coletados a intervalos de 0,1 VP até um total de 2,0 VP (volume de poros), onde VP é o volume de água necessário

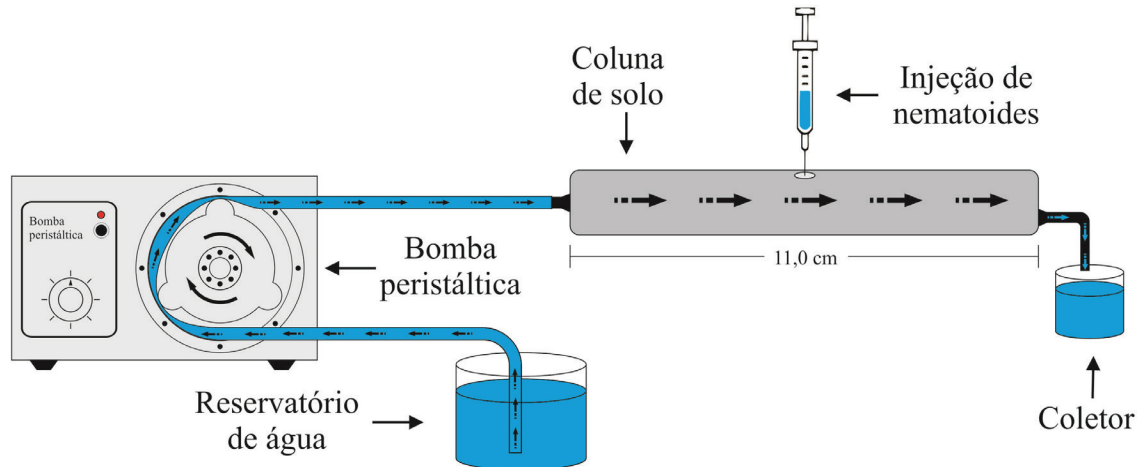


Figura 1. Dispositivo experimental utilizado para o estudo da movimentação das três espécies de nematoides em condição de saturação. Fonte: Adaptado de Fujimoto *et al.* (2009).

para substituir a água do solo da coluna, do ponto de entrada até o ponto de saída. Para cada coluna foram determinados volume de poros, densidade de fluxo e velocidade de avanço. O volume de poros de cada coluna (VP) foi determinado pela relação a seguir (Eq. 1) (Santos *et al.*, 2010):

$$V_p = \pi \cdot r^2 \cdot h \left(1 - \frac{D_s}{D_p} \right) \quad (1)$$

em que:

- r – raio da coluna, cm
- h – comprimento da coluna, cm
- D_s – densidade do solo, g. cm⁻³
- D_p – densidade das partículas, g. cm⁻³

$$q = \frac{Q}{A} = \frac{V_e}{At} \quad (2)$$

em que:

- q – densidade de fluxo, cm. h⁻¹
- Q – vazão, cm³. h⁻¹
- A – seção transversal da coluna, cm²
- V_e – volume total de efluente, cm³
- t – intervalo de tempo para coletar o volume V_e, h

A velocidade de avanço da solução percolante para cada solo foi definida da Eq. 3 (Santos *et al.*, 2010):

$$V_f = \frac{q}{\alpha} \quad (3)$$

em que

- V_f – velocidade de avanço, cm h⁻¹

α – porosidade total, cm³. cm⁻³

Os nematoides presentes na água de drenagem dos frascos coletores foram contados com um auxílio de um microscópio óptico. O número total de nematoides encontrados foi dividido pelo número inicial injetado (C/C₀), para calcular a taxa de detecção (Fujimoto *et al.*, 2009).

Condução do experimento

O preenchimento das colunas deformadas com os solos foi executado de forma a proporcionar uniformidade e homogeneidade em toda coluna, sendo que o solo foi previamente mensurado, utilizando aproximadamente uma massa específica para cada tipo de densidade e textura para as colunas. Adicionou-se o solo em camadas e cada camada sobreposta foi compactada por leve pressão com um disco de madeira de diâmetro inferior ao diâmetro interno da coluna. Após o preenchimento da coluna com cada tipo de solo, a extremidade da coluna foi fechada com uma malha que permitia a passagem dos nematoides.

Para o início do teste, saturou-se a coluna com água autoclavada de maneira lenta, utilizando um dosador semelhante aos utilizados em hospitais para soro, com o objetivo de regular a vazão e, desta forma, expulsar o ar contido nos microporos, por um período mínimo de 24 horas para a completa saturação. Após 24 horas de repouso (saturação), uma bomba peristáltica, foi ligada ao ponto de entrada da coluna.

Após a saturação completa, verificou-se, em cada unidade experimental, se o fluxo estava em condição de regime permanente. Comprovada a condição de fluxo constante, foi dado início à passagem da

suspensão contendo os nematoides, um (01) ml da suspensão, contendo 1000 ± 100 nematoides vivos ou 1000 ± 100 nematoides mortos, foram inseridos no centro da coluna com auxílio de uma seringa. A partir desse ponto foi iniciada a coleta dos volumes da solução que atravessavam a coluna de solo. Os efluentes foram coletados sequencialmente em frascos coletores, com numeração sequenciada.

Os volumes da solução que atravessavam a coluna de solo foram coletados a intervalos de 0,1 VP até um total de 2,0 VP (volume de poros) em frascos coletores que possuíam 15 ml de volume. Cada frasco representava aproximadamente 0,1 volumes de poros. O volume coletado foi definido em função do volume de poros, cujos valores estão em função do volume da coluna ($41,79 \text{ cm}^3$) e da porosidade do solo em questão. Os nematoides presentes na água de drenagem foram contados com o auxílio de um microscópio óptico. O número total de nematoides encontrados foi dividido pelo número inicial injetado (C/C_0), para calcular a taxa de detecção.

Análises estatísticas

Os dados utilizados nas análises foram previamente testados com relação à normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Além disso, foi executada a análise de melhor potência de transformação dos dados de Box-Cox.

A escolha do modelo para análise de variância com suas interações foi feita considerando a parcimônia e a estatística de ajuste Akaike information criterion-AIC (Akaike, 1974). O modelo escolhido foi o mais parcimonioso e com menor valor de AIC, ou seja, o que obteve o melhor ajuste.

Assim, no modelo adotado tem-se:

$$y_{ijklm} = \mu + N_i + S_j + C_k + V_l + (NS)_{ij} + (NC)_{ik} + (NV)_{il} + (SC)_{jk} + (NSC)_{ijk} + D_{(j)} + \varepsilon_{ijklm}$$

Em que:

y_{ijklm} é o efeito do i -ésimo nível do nematoide, j -ésimo nível do solo, k -ésima condição (nematoide vivo ou morto), l -ésima vazão e m -ésima repetição.

μ é uma constante (média geral); N_i é efeito do i -ésimo nível do nematoide, S_j é o efeito do j -ésimo nível do solo, C_k é o efeito da k -ésima condição (nematoide vivo ou morto), V_l é o efeito da l -ésima vazão; $(NS)_{ij}$ é o efeito da interação entre N_i e S_j ; $(NV)_{il}$ é o efeito da interação entre N_i e V_l ; $(SC)_{jk}$ é o efeito da interação entre S_j e C_k ; $(NSC)_{ijk}$ é o efeito da interação entre N_i , S_j e C_k ; $D_{(j)}$ é o efeito do aninhamento da densidade em S_j e $\varepsilon_{ijklm} \sim N(0, \sigma^2)$ é o componente do erro aleatório associado a cada observação. Com: $i = 1, 2, \dots, a$; $j = 1, 2, \dots, b$; $k = 1, 2, \dots, c$; $l = 1, 2, \dots, d$; $m = 1, 2, \dots, n$.

Após a análise de variância foram calculadas médias para cada fator avaliado (nematoide, solo, condição e vazão) e desdobradas às interações significativas, sendo estas comparadas pelo teste de Tukey considerando o limite de significância entre os níveis dos fatores com p-valor de $< 0,05$ na distribuição F de Fisher-Snedecor. Todas as análises estatísticas foram realizadas no SAS 9.4 (SAS INSTITUTE INC., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando todas as fontes de variação com suas respectivas interações para o movimento do nematoide, foram significativos os efeitos de solo, condição, vazão, interação nematoide \times condição, interação solo \times condição e o aninhamento de densidade nos tipos de solo. O efeito global dos três tipos de nematoides não foram significativos. O experimento apresentou ainda 84,02% da variação experimental do R^2 devido aos efeitos dos tratamentos. O coeficiente de variação experimental ou dos efeitos do ambiente foi de 66,09% sendo este considerado dentro do padrão de experimentos com nematoide (Tabela 2).

Considerando as quatro vazões avaliadas, todas diferiram entre si com relação ao movimento do nematoide, em que a vazão 5 ml min^{-1} proporcionou a condição de menor movimento que a vazão 40 ml min^{-1} , ou seja, quanto maior a vazão maior o número de nematoides lixiviados (Tabela 3).

Em colunas preenchidas com areia, o número de J2 vivos que estavam presentes no vaso coletor demonstrou grande alteração com um aumento da densidade e do fluxo em 2,0 VP para cada espécie de nematoide (Figuras 2 a 4). Em 2,0 VP para densidade de $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ um total de 64 (6,4%) a 496 (49,6%) de J2 de *M. enterolobii* (Figuras 2A a 2D), 41 (4,1%) a 348 (34,8%) de *M. incognita* (Figuras 3A a 3D), e 83 (8,3%) a 537 (53,7%) (vazão de 5 a 40 ml min^{-1}) de *P. coffeae* (Figuras 4A a 4D) foram observados na água de drenagem.

Na densidade de $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ um total de 55 (5,5%) a 284 (28,4%) de J2 de *M. enterolobii* (Figuras 2E a 2H), 38 (3,8%) a 159 (15,9%) de *M. incognita* (Figuras 3E a 3H) e 77 (7,7%) a 366 (36,6%) (vazão de 5 a 40 ml min^{-1}) de *P. coffeae* (Figuras 4E a 4H) e na densidade de $1,6 \text{ g cm}^{-3}$ um total de 53 (5,3%) a 176 (%) de J2 de *M. enterolobii* (Figuras 2I a 2M), 33 (3,3%) a 106 (10,6%) de *M. incognita* (Figuras 3I a 3M) e 74 (7,4%) a 247 (24,7%) (vazão de 5 a 40 ml min^{-1}) de *P. coffeae* (Figuras 4I a 4M) estavam presentes na água de drenagem, logo, observou-se que com o aumento da vazão houve um aumento do número de nematoides no vaso coletor e o inverso foi observado quando a densidade aumentava.

Tabela 2. Análise de variância para mobilidade dos nematoides.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
Nematoide	2	9815,085	1,63	0,1975
Solo	2	4977163,710	824,66	<0,0001**
Condição	1	2653696,025	439,69	<0,0001**
Vazão	3	452255,782	74,93	<0,0001**
Nematoide*Solo	4	5566,258	0,92	0,4505
Nematoide*Condição	2	18475,733	3,06	0,0475*
Nematoide*Vazão	6	5553,219	0,92	0,4798
Solo*Condição	2	1803566,673	298,83	<0,0001**
Nematoide*Solo*Condição	4	6350,680	1,05	0,3794
Densidade (Solo)	6	300834,372	49,84	<0,0001**
Resíduo	615	6035,40		
R ² (%)		84,02		
C.V. (%)		66,09		
Média		117,54		

** : Significativo a 1%; * : Significativo a 5%.

Tabela 3. Mobilidade dos nematoides em quatro diferentes vazões.

Vazão (ml min ⁻¹)	Movimento ^z
5	62,83 D
15	88,71 C
25	136,28 B
40	182,35 A

^zErro padrão da média: ± 6,1037. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com p-valor < 0,05; Número de indivíduos/300 cm³ de solo.

Assim o número de nematoide lixiviados foi inversamente proporcional à densidade do solo, independente do fluxo. Na vazão de 5 ml min⁻¹, para as três densidades, o número de *M. incognita* lixiviados foi duas vezes menor que o número de *P. coffeae* (Figuras 3A e 4A; 3E e 4E; 3I e 4I).

Quando os J2 mortos foram introduzidos na coluna, estes foram observados com maior frequência que os J2 vivos no vaso coletor até atingir 2,0 VP. Em 2,0 VP para densidade de 1,4 g cm⁻³ um total de 392 (39,2%) a 821 (82,1%) de *M. enterolobii* (Figuras 2A a 2D), 524 (52,4%) a 863 (86,3%) de *M. incognita* (Figuras 3A a 3D) e 463 (46,3%) a 843 (84,3%) (vazão de 5 a 40 ml min⁻¹) de *P. coffeae* (Figuras 4A a 4D) foram observados na água de drenagem. Na densidade de 1,5 g cm⁻³ um total de 248 (24,8%) a 651 (65,1%) de *M. enterolobii* (Figuras 2E a 2H), 224 (22,4%) a 753 (75,3%) de *M. incognita* (Figuras 3E a 3H)

e 253 (25,3%) a 734 (73,4%) (v5 a v40) de *P. coffeae* (Figuras 4E a 4H) e na densidade de 1,6 g cm⁻³ um total de 126 (12,6%) a 427 (42,7%) de *M. enterolobii* (Figuras 2I a 2M), 139 (13,9%) a 452 (45,2 %) de *M. incognita* (Figuras 3I a 3M) e 148 (14,8%) a 671 (67,1%) (vazão de 5 a 40 ml min⁻¹) de *P. coffeae* (4I a 4M) foram observados na água de drenagem. Portanto, mais de 80%, 60% e 40% da quantidade inicial de J2 mortos passaram por meio da coluna cheia de areia na vazão de 40 ml min⁻¹ nas densidades de 1,4; 1,5 e 1,6 g cm⁻³ (Figuras 2 a 4), respectivamente.

Em colunas com solo de textura média, o número de J2 vivos e mortos que estavam presentes no vaso coletor mostrou ligeira alteração com um aumento da densidade e do fluxo em 2,0 VP para cada espécie de nematoide. Na vazão de 40 ml min⁻¹ para densidade de 1,3 g cm⁻³, o número de nematoides vivos lixiviados foi de 14,4%, 11,2% e 15,7% e mortos de 17,9%, 18,6 % e 172% para *P. coffeae*, *M. incognita* e *M. enterolobii*, respectivamente (Figuras 5D, 6D e 7D). Para densidade de 1,4 g cm⁻³, o número de nematoides vivos lixiviados foi de 12,1%, 8,9% e 12,9% e mortos de 15,9%, 16,1 % e 17,4% para *P. coffeae*, *M. incognita* e *M. enterolobii*, respectivamente (Figuras 5H, 6H e 7H). Para a densidade de 1,5 g cm⁻³, o percentual de nematoides vivos lixiviados foi de 10,8 %, 7,4 % e 91% e mortos de 14,3%, 13,9 % e 15,4% para *P. coffeae*, *M. incognita* e *M. enterolobii*, respectivamente (Figuras 5M, 6M e 7M). Portanto, menos que 20% dos nematoides inicialmente vivos e mortos foram lixiviados.

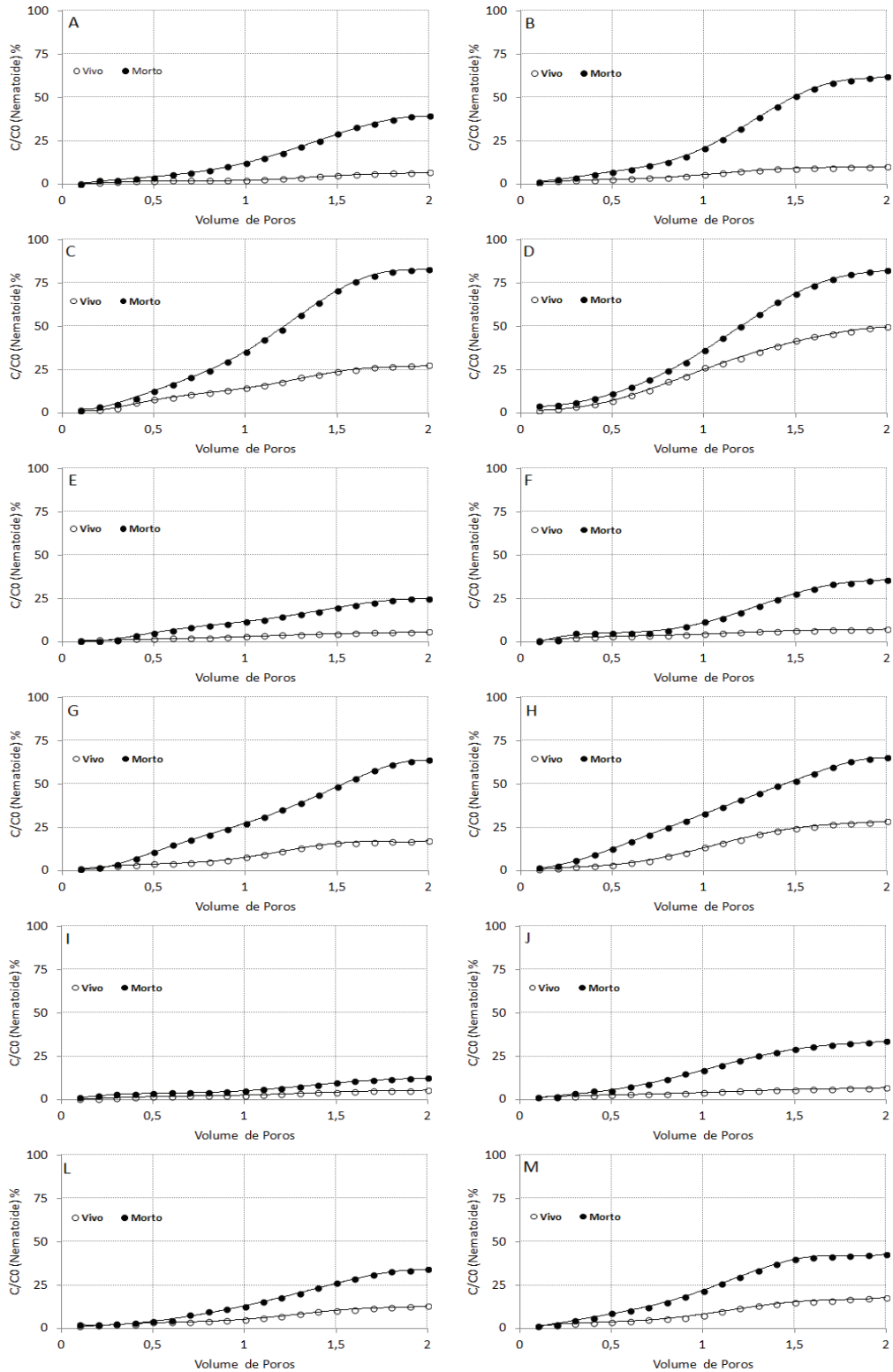


Figura 2. Taxa de detecção de *Meloidogyne enterolobii* (vivo e morto), em colunas preenchidas com areia. Densidade de 1,4 g cm⁻³: A) 5 ml min⁻¹, B) 15 ml min⁻¹, C) 25 ml min⁻¹ e D) 40 ml min⁻¹; Densidade de 1,5 g cm⁻³: E) 5 ml min⁻¹, F) 15 ml min⁻¹, G) 25 ml min⁻¹ e H) 40 ml min⁻¹; Densidade de 1,6 g cm⁻³: I) 5 ml min⁻¹, J) 15 ml min⁻¹, L) 25 ml min⁻¹ e M) 40 ml min⁻¹.

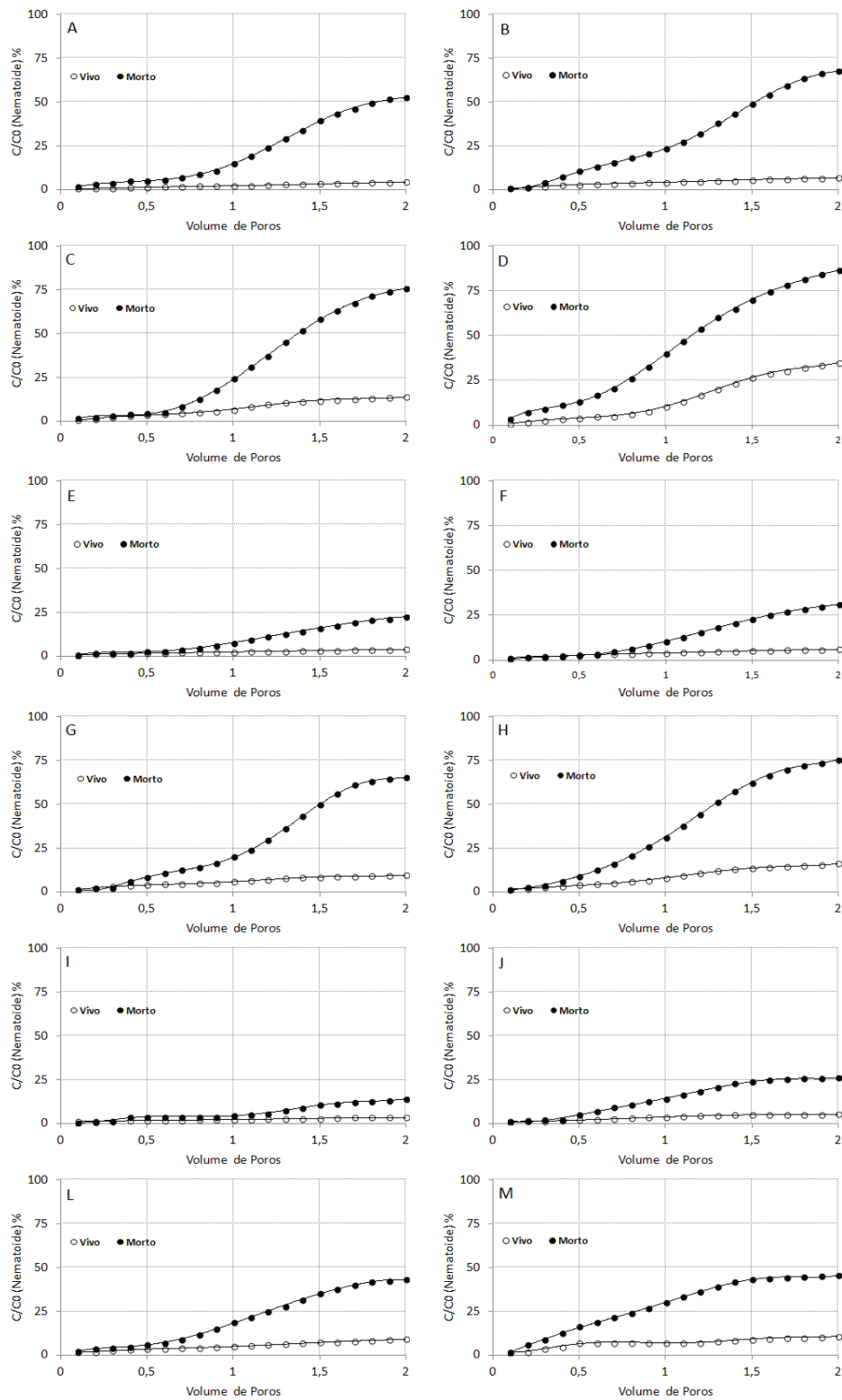


Figura 3. Taxa de detecção de *Meloidogyne incognita* (vivo e morto), em colunas preenchidas com areia. Densidade de 1,4 g cm⁻³: A) 5 ml min⁻¹, B) 15 ml min⁻¹, C) 25 ml min⁻¹ e D) 40 ml min⁻¹; Densidade de 1,5 g cm⁻³: E) 5 ml min⁻¹, F) 15 ml min⁻¹, G) 25 ml min⁻¹ e H) 40 ml min⁻¹; Densidade de 1,6 g cm⁻³: I) 5 ml min⁻¹, J) 15 ml min⁻¹, L) 25 ml min⁻¹ e M) 40 ml min⁻¹.

Em solo argiloso, o movimento dos nematoides em ambas as condições, vivos e mortos, foi praticamente nulo (Figura 8), diferenciando dos solos de textura média e areia (Figuras 2 a 7). A soma dos nematoides vivos na água de drenagem foi de 15 ou menos, ao longo do experimento. Além disso, nenhum dos nematoides injetados inicialmente mortos foi observado na água de drenagem no ponto de saída.

A interação dos nematoides *M. enterolobii*, *M. incognita*, e *P. coffeae* com a condição (vivo ou morto) foram significativas, sendo as médias apresentadas na Tabela 4. Não houve diferença ($p < 0,05$) entre os três nematoides dentro da condição “nematóide morto”, entretanto, dentro da condição “nematóide vivo”, *P. coffeae* apresentou significativamente ($p < 0,05$) maior movimento de lixiviados do que *M. incognita*, enquanto *M. enterolobii* apresentou movimento intermediário entre os outros dois nematoides (Tabela 4). Este resultado sugere que o *M. incognita* tem uma maior capacidade de resistir ao fluxo de água em relação ao *P. coffeae*, ou seja, é mais difícil de ser lixiviado com a chuva ou irrigação no campo.

Comparando ainda a condição “nematóide morto” e “nematóide vivo” (fator isolado), houve diferença entre a mobilidade de todos nematoides avaliados, sendo que na condição “nematóide morto” a mobilidade dos nematoides foi praticamente três vezes maior que na condição “nematóide vivo”, sugerindo que os nematoides resistem ao fluxo (Tabela 4).

Com relação à interação dos tipos de solos com as duas condições dos nematoides, todos os níveis foram significativos (Tabela 5). Dentro da condição “nematóide morto” e “nematóide vivo”, o tipo de solo que possibilitou maior mobilidade de nematoides lixiviados foi areia, sendo o solo argiloso o que permitiu o menor movimento dos nematoides lixiviados (praticamente nulo). Esquivel (1996) apontou que a capacidade para migrar de J2 de *M. incognita* é inversamente relacionada com o percentual de silte mais argila no solo. Segundo Van Gundy (1985), a movimentação do juvenil (J2) entre as partículas do solo diminui à medida que a percentagem de argila e silte aumentam na textura, não existindo movimentação em solos com mais de 30% de argila, além de silte. Como no presente estudo a textura do solo argiloso apresentou mais 40% de argila e uma percentagem relativamente elevada de silte, essa pode ser uma das justificativas pelo não movimento em solo argiloso.

Comparando a condição “nematóide morto” com “nematóide vivo”, diferença na mobilidade do nematóide ocorreu apenas para o solo com textura média e areia. Além do mais, os valores de

Tabela 4. Médias de mobilidade do nematóide para o desdobramento da interação de três espécies e duas condições biológicas (nematóide vivo ou morto).

Nematóide	Nematóide morto ^z	Nematóide vivo ^z
<i>Meloidogyne enterolobii</i>	178,67 aA	58,33 abB
<i>M. incognita</i>	184,92 aA	35,83 bB
<i>Pratylenchus coffeae</i>	181,03 aA	66,48 abB

Erro padrão da média: $\pm 7,4755$

^zMédias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Tukey com p-valor $< 0,05$;

Número de indivíduos/300 cm³ de solo.

Tabela 5. Médias de mobilidade do nematóide para o desdobramento da interação de três tipos de solo com duas condições biológicas do nematóide.

Solo	Nematóide morto ^z	Nematóide vivo ^z
S3	457,65 aA	120,61 aB
S1	86,96 bA	38,54 bB
S2	0 cA	1,50 cA

Erro padrão da média: $\pm 7,4755$

^zMédias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey com p-valor $< 0,05$;

Número de indivíduos/300 cm³ de solo. S1: Solo1; S2: Solo2; S3: Solo3.

movimento para “nematóide morto” foram sempre maiores do que para “nematóide vivo” (Tabela 5). Como mais nematoides mortos que vivos foram lixiviados, esse resultado sugere que para esses dois tipos de solo os nematoides conseguem resistir ao fluxo de água. Wallace (1958) preconizou que havia um tamanho de partícula ideal para o movimento de cada uma das espécies de nematoides no solo. Assim, o tamanho de poro (Prot e Van Gundy, 1981) e a textura do solo (Rinaldi *et al.*, 2014) influencia a movimentação dos fitonematoides.

A textura do solo é um dos principais fatores que influenciam a distribuição de espécies de *Pratylenchus* (Goulart, 2008) e *Meloidogyne* (Fajardo *et al.*, 2011). No presente estudo, solo de textura média, com 19% de argila, favoreceu o movimento das espécies *P. coffeae*, *M. incognita*, e *M. enterolobii* e solo argiloso, com 40% de argila, desfavoreceu a movimentação dos mesmos.

De acordo com Asmus e Inomoto (2007), *P. brachyurus* apresentou melhor mobilidade em solos com textura média com 15 a 25% de argila. Entretanto, para Dias *et al.* (2010), solos com textura

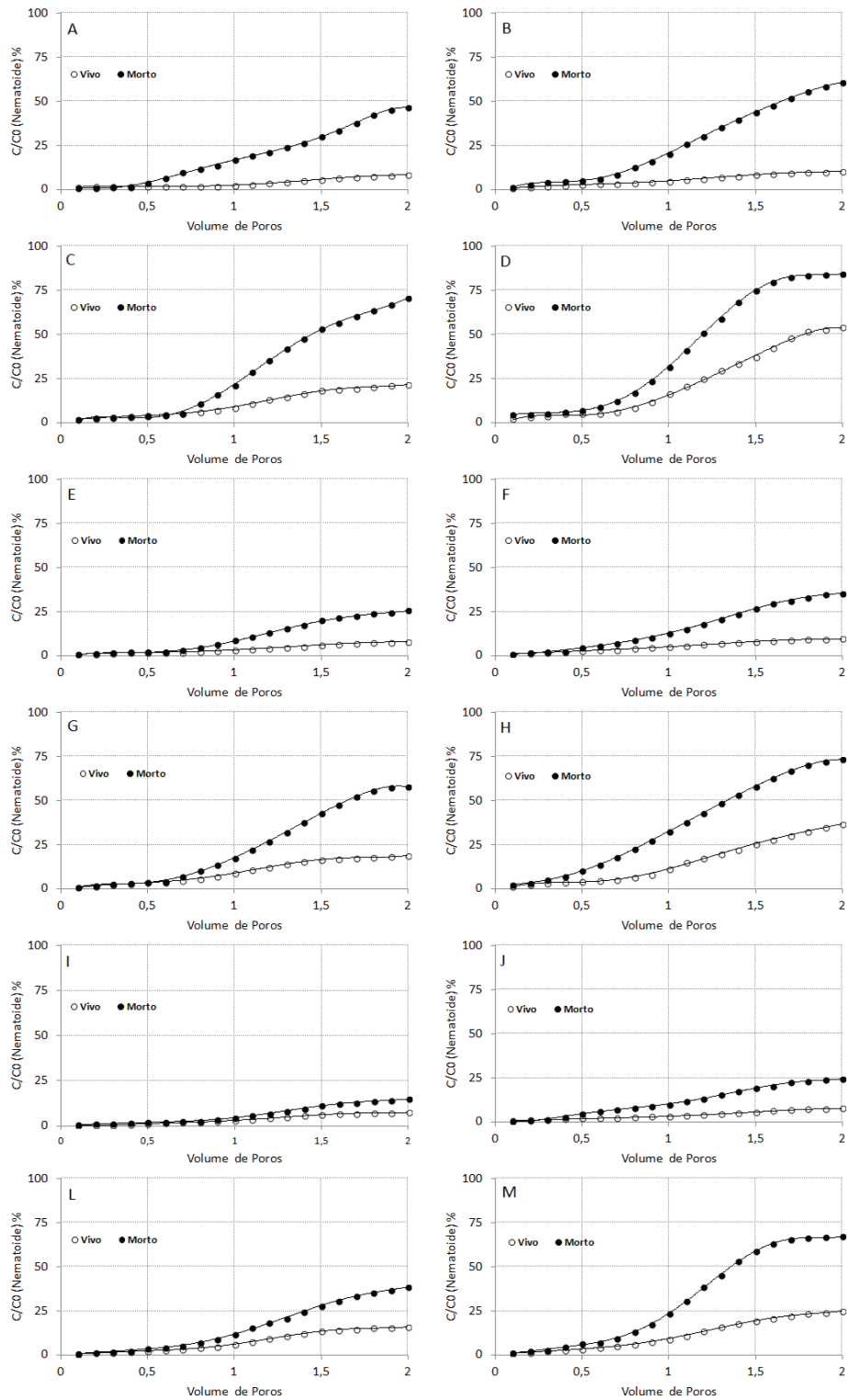


Figura 4. Taxa de detecção de *Pratylenchus coffeae* (vivo e morto), em colunas preenchidas com areia. Densidade de $1,4\ g\ cm^{-3}$: A) $5\ ml\ min^{-1}$, B) $15\ ml\ min^{-1}$, C) $25\ ml\ min^{-1}$ e D) $40\ ml\ min^{-1}$; Densidade de $1,5\ g\ cm^{-3}$: E) $5\ ml\ min^{-1}$, F) $15\ ml\ min^{-1}$, G) $25\ ml\ min^{-1}$ e H) $40\ ml\ min^{-1}$; Densidade de $1,6\ g\ cm^{-3}$: I) $5\ ml\ min^{-1}$, J) $15\ ml\ min^{-1}$, L) $25\ ml\ min^{-1}$ e M) $40\ ml\ min^{-1}$.

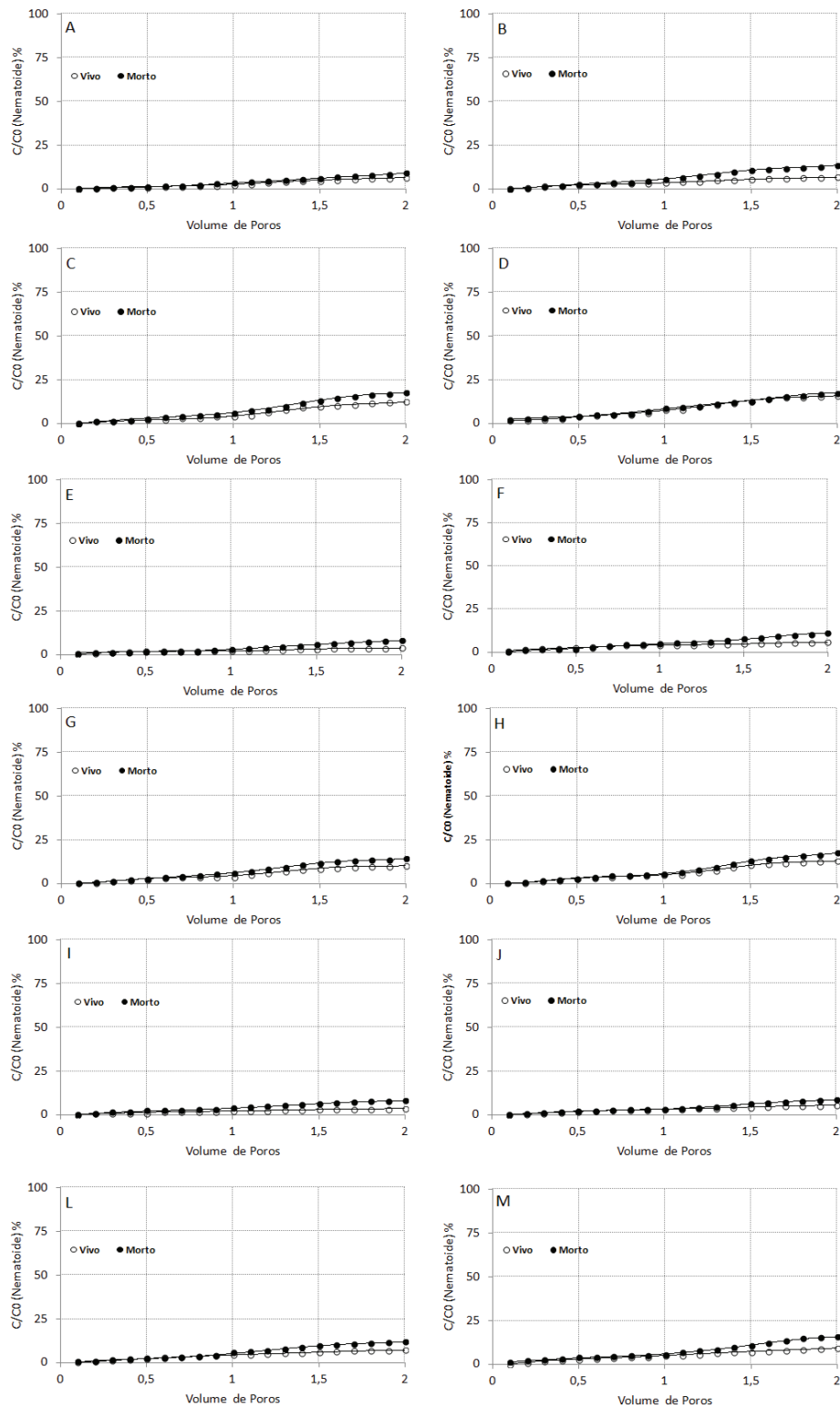


Figura 5. Taxa de detecção de *Meloidogyne enterolobii* (vivo e morto), em colunas preenchidas com textura média. Densidade de 1,3 g cm⁻³: A) 5 ml min⁻¹, B) 15 ml min⁻¹, C) 25 ml min⁻¹ e D) 40 ml min⁻¹; Densidade de 1,4 g cm⁻³: E) 5 ml min⁻¹, F) 15 ml min⁻¹, G) 25 ml min⁻¹ e H) 40 ml min⁻¹; Densidade de 1,5 g cm⁻³: I) 5 ml min⁻¹, J) 15 ml min⁻¹, L) 25 ml min⁻¹ e M) 40 ml min⁻¹.

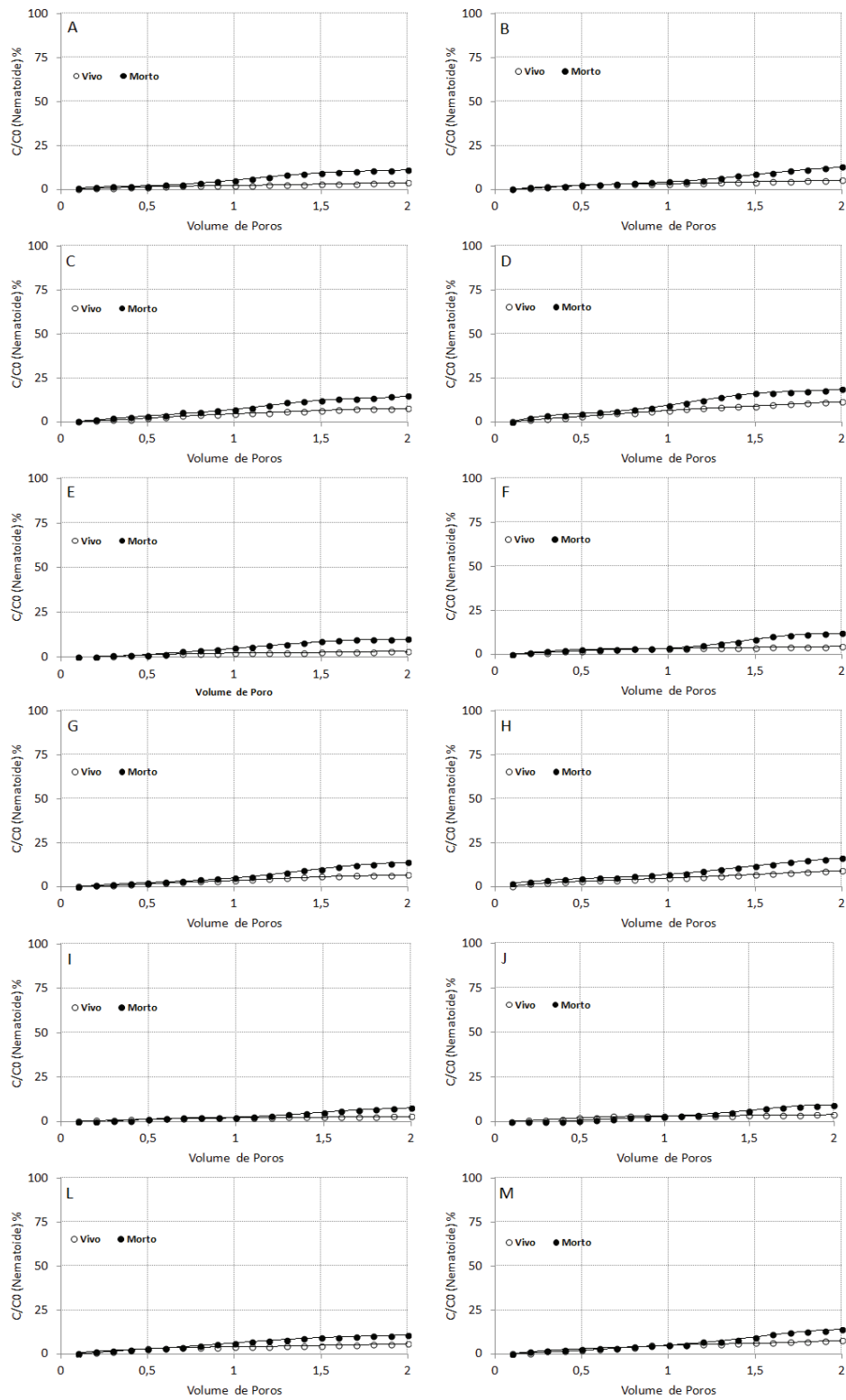


Figura 6. Taxa de detecção de *Meloidogyne incognita* (vivo e morto), em colunas preenchidas com textura média. Densidade de $1,3 \text{ g cm}^{-3}$: A) 5 ml min^{-1} , B) 15 ml min^{-1} , C) 25 ml min^{-1} e D) 40 ml min^{-1} ; Densidade de $1,4 \text{ g cm}^{-3}$: E) 5 ml min^{-1} , F) 15 ml min^{-1} , G) 25 ml min^{-1} e H) 40 ml min^{-1} ; Densidade de $1,5 \text{ g cm}^{-3}$: I) 5 ml min^{-1} , J) 15 ml min^{-1} , L) 25 ml min^{-1} e M) 40 ml min^{-1} .

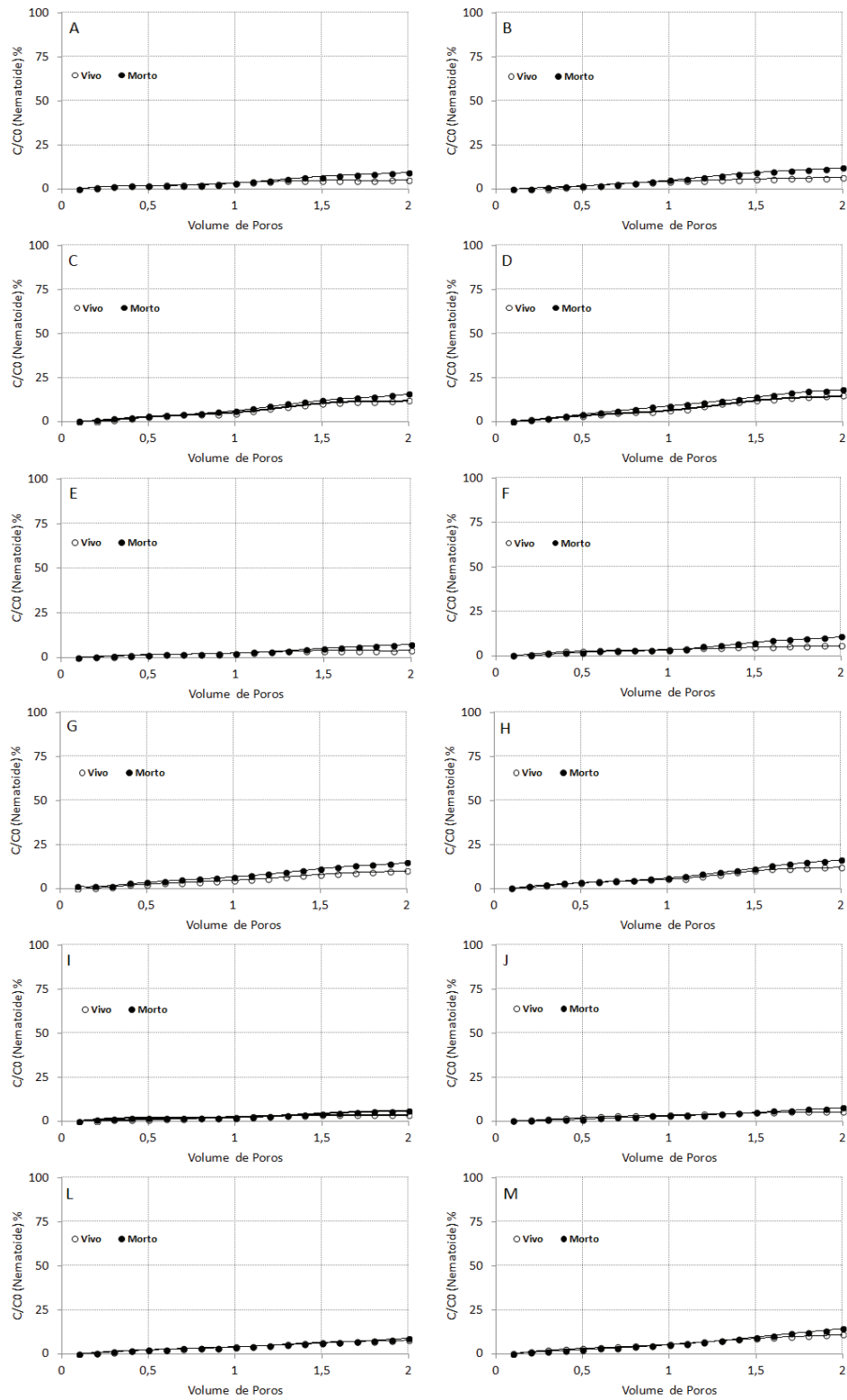


Figura 7. Taxa de detecção de *Pratylenchus coffeae* (vivo e morto), em colunas preenchidas com solo textura média. Densidade de $1,3 \text{ g cm}^{-3}$: A) 5 ml min^{-1} , B) 15 ml min^{-1} , C) 25 ml min^{-1} e D) 40 ml min^{-1} ; Densidade de $1,4 \text{ g cm}^{-3}$: E) 5 ml min^{-1} , F) 15 ml min^{-1} , G) 25 ml min^{-1} e H) 40 ml min^{-1} ; Densidade de $1,5 \text{ g cm}^{-3}$: I) 5 ml min^{-1} , J) 15 ml min^{-1} , L) 25 ml min^{-1} e M) 40 ml min^{-1} .

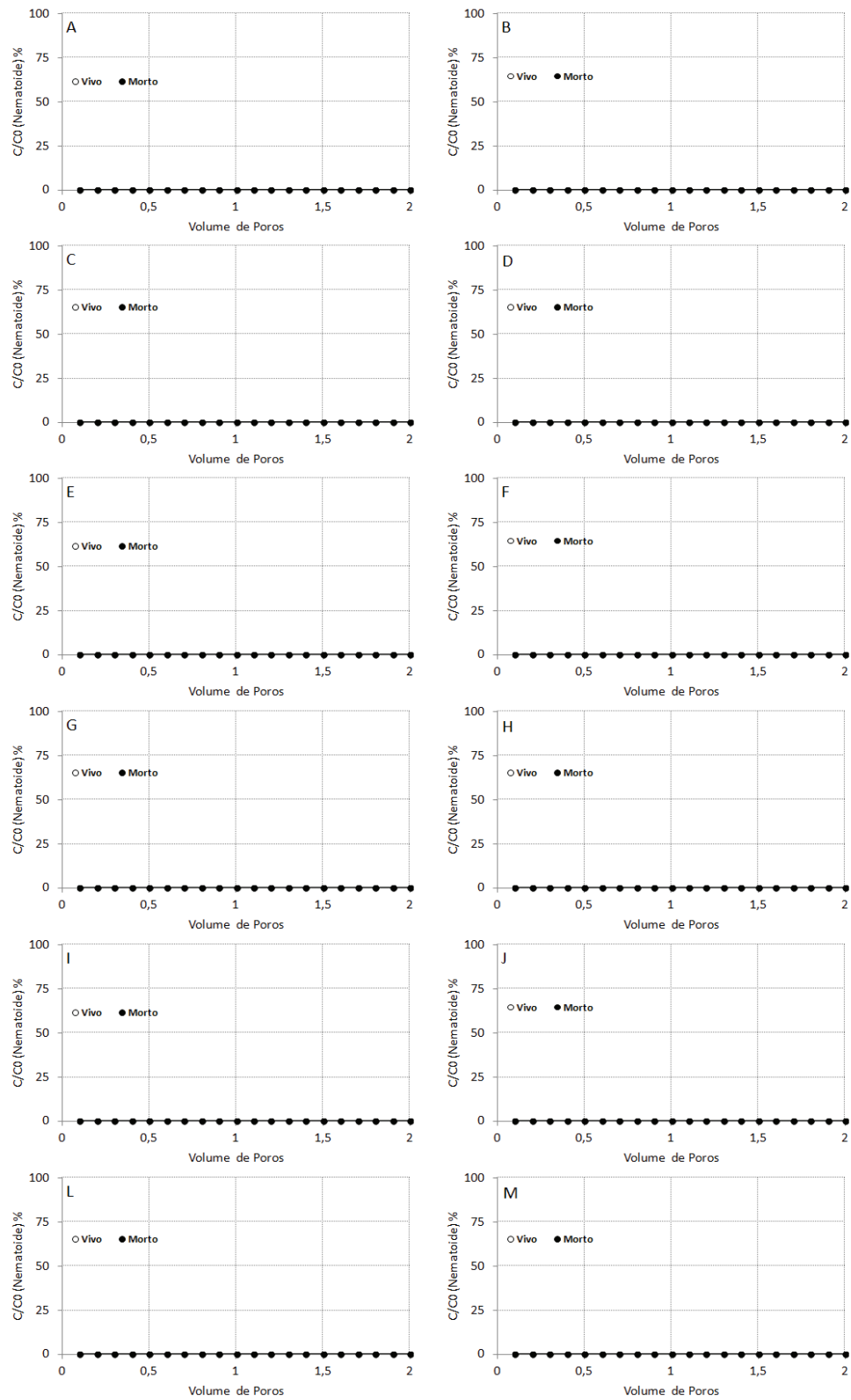


Figura 8. Taxa de detecção de *Meloidogyne enterolobii*, *M. incognita*, e *Pratylenchus coffeae* (vivo e morto), em colunas preenchidas com solo argiloso. Densidade de 1,1 g cm⁻³: A) 5 ml min⁻¹, B) 15 ml min⁻¹, C) 25 ml min⁻¹ e D) 40 ml min⁻¹; Densidade de 1,2 g cm⁻³: E) 5 ml min⁻¹, F) 15 ml min⁻¹, G) 25 ml min⁻¹ e H) 40 ml min⁻¹ e Densidade de 1,3 g cm⁻³: I) 5 ml min⁻¹, J) 15 ml min⁻¹, L) 25 ml min⁻¹ e M) 40 ml min⁻¹.

mais arenosa com menos de 15% de argila favorecem *P. brachyurus*. Em relação à *Meloidogyne* spp., tem sido verificado que em solos com mais do que 50% de areia o nematoide se multiplica e locomove mais rapidamente (Arévalo *et al.*, 2007). Revisando o gênero *Meloidogyne*, Cadet *et al.* (2004) e Jaraba *et al.* (2007) apontaram maior frequência e abundância desse nematoide em solos arenosos do que solos argilosos. Segundo Rinaldi *et al.* (2014), solo arenoso com 11% de argila favorece *M. incognita* e solo com textura intermediária (17% a 56% de argila) favorece a *M. javanica*, corroborando Peixoto *et al.* (2011) e contrapondo com os resultados acima.

Estudos realizados por Charchar *et al.* (2009) e Fajardo *et al.* (2011) mostraram que a percentagem de areia foi inversamente proporcional à densidade de *Meloidogyne* spp. Essa menor proporção de nematoides em solos arenosos pode estar relacionada com a quantidade de poros secos (Fajardo *et al.*, 2011), uma vez que o solo de textura argilosa apresenta uma melhor estrutura, maior porosidade total e maior retenção de água do que o de areia, diretamente relacionada com o alto teor de matéria orgânica, razão pela qual a porosidade do ar pode ser superior.

Os nematoides em areia (120,61 vivos e 457,65 mortos) apresentaram maior número de lixiviados em relação a solos de textura média (86,96 vivos e 38,54 mortos). Em contraste, apesar de uma diferença no tamanho e na distribuição do poro, o número de nematoides vivos lixiviados foi 3,79 vezes menor em relação aos mortos em areia do que em solo de textura média, que apresentou 2,25 de nematoides vivos lixiviados em relação aos mortos entre os dois preenchimentos (Tabela 5). Então, os nematoides conseguem resistir ao fluxo de água mesmo em solos que apresentaram maior velocidade de fluxo, não levando em consideração a textura do solo, confirmando a assertiva de Fujimoto *et al.* (2009) de que o J2 é capaz de resistir ao fluxo, mesmo em macroporos que não são considerados ideais para a migração de nematoides. Esses pesquisadores verificaram que 90% de J2 de *M. incognita* vivos permaneceram no interior da coluna de esferas de vidro, areia e Andisol, sem que fossem lixiviados para o ponto de saída, ainda que as esferas de vidro compreendessem numerosos poros de diferentes tamanhos.

No efeito da densidade aninhado no tipo de solo, a combinação areia com a menor densidade (1,4 g cm⁻³) apresentou o maior valor de movimento de nematoides lixiviados (403,96), enquanto que o solo argiloso em todas as densidades apresentaram valores que não diferiram de zero. O solo de textura média apresentou valores intermediários de movimento (Tabela 6).

O tamanho das partículas relaciona-se ao tamanho do poro, partículas de maiores tamanhos determinam aumento do poro (Klinger e Haukeland, 2006). Segundo Young (1992), o tamanho das partículas ou agregados afeta o movimento dos nematoides, que é diretamente influenciado pelo tamanho dos poros. Poros pequenos impossibilitam a passagem dos nematoides e poros muito grandes limitam o movimento lateral (Wallace, 1971).

Comparando dentro de cada tipo de solo, apenas areia apresentou diferenças entre as densidades do solo (de 1,4 a 1,6 g cm⁻³), o que sugere que quando a densidade do solo é alterada, o movimento dos nematoides é afetado. Para os solos textura média e argilosa o movimento não é afetado independente da densidade testada no experimento (Tabela 6).

Tabela 6. Médias do movimento dos nematoides para o efeito de seis densidades aninhada em três tipos de solo.

Solo	Densidade (g cm ⁻³)	Movimento ^z
S3	1,4	403,96 A
S3	1,5	280,01 B
S3	1,6	183,42 C
S1	1,3	79,64 D
S1	1,4	64,21 D
S1	1,5	44,40 D
S2	1,1	1,734 E
S2	1,2	0,51 E
S2	1,3	0 E

Erro padrão da média: ± 9,1556

^zMédias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey com p-valor <0,05;

Número de indivíduos/300 cm³ de solo.

S1: Solo1; S2: Solo2; S3: Solo3.

LITERATURA CITADA

- Asmus, G. L., and M. M. Inomoto. 2007. Manejo de nematoides. Pp. 551-580 in E. C. Freire, ed. Algodão no cerrado do Brasil. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, Abrapa.
- Arévalo, G. E., C. L. Zúñiga, V. Baligar, B. Bailey, and Y. M. Canto. 2007. Dinâmica poblacional de nemátodos asociados al sistema de cultivo tradicional de cacao en la amazonia peruana. 8 p. In Taller Pan-Amazónico sobre Biodiversidad del Suelo, Rio Branco, Acre, Brasil. 26 y 29 de septiembre. Available at <http://www.iamazonica.org.br/conteudo/eventos/biodiversidadeSolo/>

- pdf/resumos/Painel2_ArevalosE.pdf (Acesso em: 20 Dezembro de 2015).
- Baermann, G. 1917. Eine einfache Methode zur Auffindung von *Ankylostomum* (Nematoden) larven in Erdproben. *Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië* 57:131-137.
- Barker, K. R., and C. L. Campbell. 1981. Sampling nematode populations. Pp. 451-474 in B. M. Zuckerman and R. A. Rohde (eds.). *Plant-parasitic nematodes*, New York: Academic Press.
- Behn, J. L. 2012. Comparison of Methods and Corn Root Types for Efficient Extraction of Endoparasitic Nematodes. Theses, Dissertations, and Student Research in Agronomy and Horticulture. University of Nebraska-Lincoln. 48 p.
- Bonetti J. I., and S. Ferraz. 1981. Modificações do método de Hussey and Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 6: 553.
- Cadet, P., S. D. Berry, and V. W. Spaul. 2004. Mapping of interactions between soil factors and nematodes. *European Journal of Soil Biology* 40:77-86.
- Carneiro, R. M. D. G., and M. R. A. Almeida. 2001. Técnica de eletroforese usada no estudo de enzimas dos nematóides de galhas para identificação de espécies. *Nematologia Brasileira* 25:555-560.
- Charchar, J. M., M. E. N. Fonseca, L. B. Boiteux and A. F. Lima Neto. 2009. Ocorrência de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no estado de Tocantins. *Nematologia Brasileira*, 33:182-186.
- Dias, W. P., A. Garcia, J. F. V. Silva, and G. E. S. N Carneiro,. 2010. Nematoides em Soja: Identificação e controle. Londrina, PR: Embrapa Soja, 8 p. (Circular Técnica, 76).
- Eisenback J. D. 1982 Morphological comparison of head shape and stylet morphology of second-stage juveniles of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology* 14:339-343.
- Embrapa - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa, Rio de Janeiro, Brasil. 306 p.
- Esquivel, A. 1996. Influencia del suelo sobre las poblaciones de nematodos . Pp. 57-62 in Bertsch, F., W. Badilla, y E. Bornemisza (eds.) X Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, EUNED, San José, Costa Rica. Available at http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_X/a50-2388-III_057.pdf(Acesso em: 01 Novembro de 2015).
- Fajardo P. M., E. E. Aballay, and P. M. Casanova. 2011. Soil properties influencing phytoparasitic nematode population on Chilean vineyards. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71:240-248.
- Ferris, H. 1985. Population assessment and management strategies for plant-parasitic nematodes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 12:285-299.
- Fosu-Nyarko, J., and M. G. K. Jones. 2016. Advances in understanding the molecular mechanisms of root lesion nematode host interactions. *Annual Review of Phytopathology* 54:253-78.
- Fujimoto, T., S. Hasegawa, K. Otake, and T. Mizukubo. 2009. Effect of water flow on the mobility of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in columns filled with glass beads, sand or andisol. *Applied Soil Ecology* 43:200-205.
- Georgis, R., and G.O. Poinar Jr. 1983. Effect of soil texture on the distribution and infectivity of *Neoplactana glaseri* (Nematoda: Steinernematidae). *Journal of Nematology*, 15:329-332.
- Goulart, A. M. C. 2008. Aspectos gerais sobre nematoides das lesões radiculares (Gênero *Pratylenchus*). Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 30 p (Documentos - ISSN 1517-5111, 219).
- Hussey R. S., and K. R. Barker. 1973. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57:1025-1028.
- Jaraba J., Z. Lozano, and Y. M. Espinosa. 2007. Nematodos agalladores asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en el Departamento de Córdoba, Colombia. *Agronomía Colombiana* 25:124-130.
- Kimpinski, J. 1979. Root lesion nematodes in potatoes. *American Potato Journal* 56:79-86.
- Klinger, I., and S. Haukeland. 2006. The soil as a reservoir for natural enemies of pest insects and mites with emphasis on fungi and nematodes. Pp. 145-211 in J. Eilenberg, and H. M. T. Hokkanen (eds.). *An ecological and societal approach to biological control*. Dordrecht (The Netherlands): Springer.
- Laughlin, C. W., and L. G. E. Lordello. 1977. Sistemas de manejo de nematoides: Relações entre a densidade de população e os danos à planta. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba 2:15-24.
- Mudawi, H. I. and M. O. Idris. 2015. Efficacy of the bioagents *Bacillus* isolates and *Trichoderma* spp. in the control of wilt/root-rot disease in chickpea, *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development* 12:303-314.
- Neher, D. A., T. R. Weicht, M. Savin, J. H. Görres,

- and J. A. Amador. 1999. Grazing in a porous environment. 2. Nematode community structure. *Plant and Soil* 212:85-99.
- Nunes, H. T., A.C. Monteiro, and A. W. V. Pomela. 2010. Uso de agentes microbianos e químico para o controle de *Meloidogyne incognita* em soja. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 32:403-409.
- Peixoto, L. A., F. R. Alves, W. B. Moraes, and L. L. Belan. 2011. Quantificação de danos em alface causado por diferentes níveis de *Meloidogyne incognita* em diferentes tipos de solo. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer* 7:1-12.
- Prot, J. C., and S. D. Van Gundy. 1981. Effect of soil texture and the clay component on migration of *Meloidogyne incognita* second-stage juveniles. *Journal of Nematology* 13: 213-217.
- Rinaldi, L. K., J. E. Nunes, and T. D. N. Montecelli. 2014. Efeito de texturas do solo sobre populações de *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* em soja. *Cultivando o Saber* 7:83-101.
- Santos, J. S. dos, V. L. A. Lima, J. C. F. B. Junior, L.V. B. D. Silva, and C.A.V. Azevedo. 2010. Mobilidade de solutos em colunas de solo com água residuária doméstica e de suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 14:1226-1233.
- Sgrignoli, L. A., A. G. Almeida, A. S. Oliveira, A. M. M. B. Otoboni, R. B. Pardo, P. S. Marinelli, and C. E. M. Otoboni. 2014. Análise química do solo e levantamento de fitonematoides em hortas do município de Marília/SP. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia* 25:01-16.
- Van Gundy, S. D. 1985. Ecology of *Meloidogyne* spp. emphasis on environmental factors affecting survival and pathogenicity. Pp. 177-182 in J. N. Sasser, and C. C. Carter (eds). *An advanced treatise on Meloidogyne*. Raleigh, North Carolina.
- Wallace, H. R. 1958. Movement of eelworms. I. The influence of pore size and moisture content of the soil on the migration of larvae of the beet eelworm, *Heterodera schachtii* Schmidt. *Annals of Applied Biology* 46:74-85.
- Wallace, H. R. 1971. Abiotic influence in the soil environment. Pp. 257-280 in B. M. Zuckerman, W. F. Mai, and R.A. Rohde (eds.). *Plant parasitic nematodes*. New York: Academic press.
- Wallace, H. R. 1974. The influence of root knot nematode, *Meloidogyne javanica*, on photosynthesis and on nutrient demand by roots of tomato plants. *Nematologica* 20:27-33.
- Young, L. D. 1992. Epiphytology and life cycle. Pp. 27-36 in R. D. Riggs and J. A. Wrather, (eds.). *Biology and management of the soybean cyst nematode*. St Paul, MN: The American Phytopathological Society Press.

Received:

5/X/2016

Accepted for publication:

8/XII/2016

Recibido:

Aceptado para publicación: