

IVIS ANDREI CAMPOS E SILVA

MOTILIDADE E MIGRAÇÃO DE NEMATOIDES EM AMBIENTES SALINOS

RECIFE - PE

2020

IVIS ANDREI CAMPOS E SILVA

MOTILIDADE E MIGRAÇÃO DE NEMATÓIDES EM AMBIENTES SALINOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Elvira Maria Régis Pedrosa

RECIFE - PE

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586m Silva, Ivis Andrei Campos
Motilidade e migração de nematoides em ambientes salinos / Ivis Andrei Campos Silva. - 2020.
47 f. : il.

Orientadora: Elvira Maria Regis Pedrosa.
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Recife, 2020.

1. Meloidogyne enterolobii. 2. Pratylenchus coffeae. 3. salinidade. I. Pedrosa, Elvira Maria Regis, orient.
II. Título

CDD 630

IVIS ANDREI CAMPOS E SILVA

Dissertação apresentada em 19 de fevereiro de 2020 ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

Motilidade e migração de nematoides em ambientes salinos

COMISSÃO JULGADORA

ORIENTADORA:

Prof^a. Dr^a. Elvira Maria Régis Pedrosa (UFRPE)

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Artur Paiva Coutinho (UFPE)

Prof^a. Dr^a. Andrea Chaves Fiuza Porto (UFRPE)

Prof. Dr. Abelardo Antônio de Assunção Montenegro (UFRPE)

RECIFE - PE

2020

A minha avó, Alaíde Alves Teixeira (*in memoriam*),
pela educação, apoio, dedicação, ensinamentos,
amor incondicional e pelo exemplo de vida.

Ofereço

Aos meus pais, Veronica Teixeira Campos Silva e
Francisco Francimar Paulo da Silva, pelo amor e por
tudo que proporcionaram para que eu pudesse
concluir meus estudos. Ao meu irmão, Iuri Campos e
Silva.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e por sempre me dar forças para enfrentar os desafios que surgem a cada dia.

Aos meus pais, Francisco Francimar e Veronica Teixeira, ao meu irmão, Iuri Campos, pelo apoio, paciência e compreensão em todos os momentos.

Aos familiares que sempre me desejaram sucesso e que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desse sonho.

A minha noiva e companheira, Safira Sousa, pelo amor, apoio, conselhos e incentivos durante todos os anos de estudo. Sempre serei grato por tudo.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de cursar o mestrado, como também ao coordenador do Programa Prof. Dr. Ênio Farias de França e Silva e ao vice coordenador Prof. Dr. Mario Monteiro Rolim.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa durante o período de realização do mestrado.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFRPE, em especial à minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Elvira Maria Régias Pedrosa, pelos ensinamentos e contribuições na minha formação acadêmica.

Aos membros da banca examinadora: Prof. Dr. Abelardo Antônio de Assunção Montenegro, Prof^a. Dr^a. Andrea Chaves Fiuza Porto e Prof. Dr. Artur Paiva Coutinho pelas valiosas contribuições.

A todos os membros do Laboratório de Fitonematologia (LAFNEMA), especialmente a Thais Fernanda da Silva Vicente e Diego Arruda Huggins de Sá Leitão, pelos ensinamentos, ajuda e amizade.

Ao Dr. José Mauro da Cunha e Castro da Embrapa Semiárido, pelo apoio para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos amigos da Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em especial, Diego Castro, Gabriel Vasco, Kenny Montalvo, Marcos Vinicius, Matheus Tolêdo, Salimo Henrique, Uriel Calisto.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1. Geral	14
2.2. Específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Nematoides	15
3.2. Nematoides parasitas de plantas.....	16
3.3. <i>Meloigodyne enterolobii</i>	16
3.4. <i>Pratylenchus coffeae</i>	17
3.5. Movimentação dos nematoides no solo	18
3.6. Salinidade do solo	19
3.7. Relação salinidade e nematoides parasitas de plantas.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1. Local de realização dos ensaios	22
4.2. Obtenção das populações	23
4.3. Ensaio 1 – motilidade de <i>P. coffeae</i> e <i>M. enterolobii</i> em solução salina	24
4.4. Ensaio 2 – migração vertical de <i>P. coffeae</i>	25
4.5. Análise estatística.....	28
5. RESULTADOS	28
5.1. Ensaio 1	28
5.2. Ensaio 2	34
6. DISCUSSÃO	36
7. CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Movimento sinusoidal de um nematoide entre partículas de solo. (Fonte: Wallace, 1968).	18
Figura 2. Esquema de extração de <i>Pratylenchus coffeae</i> em funil de Baermann.....	23
Figura 3. Raízes de goiabeira infectadas por <i>Meloidogyne enterolobii</i>	24
Figura 4. Recipientes contendo soluções salinas para avaliação da motilidade de fitonematoides.	25
Figura 5. Aparato experimental utilizado para avaliação da mobilidade de <i>P. coffeae</i>	26
Figura 6. Efeito do aumento das concentrações de NaCl (A), CaCl ₂ (B), MgCl ₂ (C) e solução mista (D), aos 2 (T ₁), 4 (T ₂), 6 (T ₃) e 8 (T ₄) dias de exposição no número de <i>M. enterolobii</i> ativos.	30
Figura 7. Desdobramento do fator tipo de sais dentro dos níveis de concentração salina, correspondente ao número total de J ₂ de <i>M. enterolobii</i> . ..	31
Figura 8. Efeito do aumento das concentrações de NaCl (A), CaCl ₂ (B), MgCl ₂ (C) e solução mista (D), aos 2 (T ₁), 4 (T ₂), 6 (T ₃) e 8 (T ₄) dias de exposição no número de <i>P. coffeae</i> ativos.	33
Figura 9. Interação entre o tempo de exposição a salinidade e os diferentes tipos de sais no número total de <i>P. coffeae</i>	34
Figura 10. Distribuição de J ₂ e adultos de <i>P. coffeae</i> em colunas preenchidas com solo não salino (A) e salino (B) ao longo do tempo.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos solos afetados por sais segundo Richards (1954).	21
Tabela 2. Atributos do solo usado em ensaio de migração de <i>P. coffeae</i>	27
Tabela 3. Resumo da análise de variância para os efeitos dos Dias de exposição à salinidade, Tipos de sais (TS) e Níveis de salinidade (NS) no número de nematoides ativos e total de <i>M. enterolobii</i>	29
Tabela 4. Resumo da análise de variância para os efeitos dos Dias de exposição à salinidade, Tipos de sais (TS) e Níveis de salinidade (NS) no número de nematoides ativos e total de <i>P. coffeae</i>	32
Tabela 5. Resumo da análise de variância para os efeitos dos Dias de exposição à salinidade, Níveis de salinidade (NS) e Tipos de sais (TS) no número de nematoides ativos e total de <i>P. coffeae</i>	35

RESUMO

Silva, Ivis Andrei Campos. Motilidade e migração de nematoides em ambientes salinos. Fevereiro de 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elvira Maria Régis Pedrosa.

Os nematoides parasitas de plantas estão entre os principais agentes patogênicos causadores de doenças e danos às culturas, ocasionando sérios prejuízos agrícolas em todo o mundo. Contudo, outro fator limitante para a produção agrícola, em especial na região semiárida do nordeste brasileiro, é a salinização dos solos causada por fatores naturais ou antrópicos. Embora já existam estudos relacionados à interação da textura, temperatura e umidade do solo na movimentação de nematoides parasitas de plantas, informações sobre o comportamento desses parasitas em ambientes salinos são escassas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivos avaliar a motilidade de *Meloidogyne enterolobii* e *Pratylenchus coffeae* e migração vertical de *P. coffeae* em meios salinos. A motilidade foi avaliada submetendo juvenis e adultos de *M. enterolobii* e *P. coffeae* em soluções salinas de NaCl, CaCl₂, MgCl₂ nas concentrações de 0,0 (controle com água destilada), 0,25; 0,5; 0,75 e 1 M, e em solução mista (combinação entre os três sais na proporção 7:2:1), aos 2, 4, 6 e 8 dias de exposição. A migração de *P. coffeae* foi estudada em colunas segmentadas, de 10 cm de comprimento e 4,4 cm de diâmetro interno, preenchidas com solo salino (mistura de NaCl, CaCl₂ e MgCl₂) e não salino, e as avaliações realizadas aos 2, 4 e 6 dias após a inoculação. O aumento das concentrações salinas de todos os sais avaliados promoveu redução na motilidade de ambos os nematoides. A migração vertical de *P. coffeae* foi negativamente afetada pela salinidade do solo.

Palavras-chave: *Meloidogyne enterolobii*, *Pratylenchus coffeae*, salinidade

ABSTRACT

Silva, Ivis Andrei Campos. Nematode motility and migration in saline environments. February 2020. Dissertation (Master's degree in Agricultural Engineering), Federal Rural University of Pernambuco, Recife, PE, Brazil. Advisor: Prof^a. Dr^a. Elvira Maria Régis Pedrosa.

Plant-Parasitic Nematodes are among the main pathogens that cause disease and damage to crops, causing serious agricultural damage worldwide. However, another limiting factor for agricultural production, especially in the semiarid region of northeastern Brazil, is the salinization of soils caused by natural or man-made factors. Although there are studies related to the interaction of soil texture, temperature and capture in the movement of plant parasites, information on the behavior of these parasites in saline environments is scarce. Thus, the present study aimed to evaluate the motility of *Meloidogyne enterolobii* and *Pratylenchus coffeae* and the vertical migration of *P. coffeae* in saline environments. Motility was evaluated by submitting juveniles and adults of *M. enterolobii* and *P. coffeae* in saline solutions of NaCl, CaCl₂, MgCl₂ with concentrations of 0.0 (control with distilled water), 0.25; 0.5; 0.75 and 1M, and in a mixed solution (combination of the three salts in a 7:2:1 ratio), at 2, 4, 6 and 8 days of exposure. The migration of *P. coffeae* was studied in segmented soil columns, 10 cm long, and with an internal diameter of 4.4 cm, filled with saline soil (mixture of NaCl, CaCl₂, MgCl₂) and non-saline soil, and the evaluations were performed at 2, 4 and 6 days after inoculation. The increase in the salt concentrations of all the evaluated salts reduced the motility of both nematodes. The vertical migration of *P. coffeae* was negatively affected by soil salinity.

Keywords: *Meloidogyne enterolobii*, *Pratylenchus coffeae*, salinity

1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, os nematoides parasitas de plantas causam prejuízos nas colheitas na ordem de U\$ 80 bilhões, onde a maior parte desses danos é causada pelos endoparasitas sedentários e migradores (Sahah; Mahamood, 2017). No Brasil, a quantificação das perdas causadas por esses nematoides não é precisa devido, principalmente, às interações com danos provocados por outros agentes, como pragas e outras doenças, condições climáticas, presença de plantas invasoras e inadequação dos tratos culturais (Ritzinger; Fancelli, 2006).

O endoparasita sedentário *Meloidogyne enterolobii*, também conhecido como nematoide das galhas, causa danos às lavouras em vários países da América do Norte, Central e do Sul, África e Ásia, principalmente em vegetais e fruteiras (Freiras et al., 2017). Já o endoparasita migrador *Pratylenchus coffeae*, conhecido como nematoide das lesões radiculares, é encontrado em todo o mundo, distribuído principalmente em regiões tropicais e subtropicais, estando entre os nematoides mais economicamente prejudiciais, parasitando uma ampla variedade de culturas (Gowen et al., 2005).

No Brasil, esses patógenos são prejudiciais às principais culturas de importância econômica ou de subsistência devido à ampla variedade de hospedeiros, agressividade e por serem adaptados às condições edafoclimáticas locais (Castro et al., 2003). No nordeste brasileiro esse cenário não é diferente. Perdas na produção da cana-de-açúcar, inhame da costa, café, banana, goiaba e tomate são comuns devido à presença de *Meloidogyne* spp. e *Pratylenchus* spp. (Moura et al., 2012; Moura, 2006; Moura et al., 2002).

Na região semiárida do nordeste brasileiro, além dos nematoides parasitas de plantas, a salinidade é outro fator que limita a produtividade das plantas cultivadas, constituindo o principal fator abiótico presente nessa região (Ribeiro et al., 2016). A salinidade dos solos afeta as culturas devido ao aumento do potencial osmótico do solo e pela toxidez de determinados elementos, como sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, ocasionando distúrbios fisiológicos nas plantas (Nazário et al., 2013; Sousa et al., 2010). Associado a isso, além das plantas, a comunidade de microinvertebrados residentes no solo também é sensível a salinidade, e a composição desta pode ser influenciada por essa característica (Nielsen et al., 2011).

Os nematoides parasitas de plantas são capazes de se adaptarem às mais variadas condições ambientais, como temperatura, umidade e salinidade, entretanto, informações sobre o comportamento desses vermes em ambientes salinos são escassas no Brasil. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi estudar a motilidade e migração de nematoides parasitas de plantas em ambientes salinos ao longo do tempo.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Estudar a motilidade e mobilidade ao longo do tempo de nematoides parasitas de plantas em ambientes salinos.

2.2. Específicos

Avaliar a motilidade de *M. enterolobii* ao longo do tempo, submetido a soluções salinas de diferentes sais;

Avaliar a motilidade de *P. coffeae* ao longo do tempo, submetido a soluções salinas de diferentes sais;

Avaliar a migração vertical de *P. coffeae* em colunas segmentadas, preenchidas com solo salino em função do tempo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Nematoides

Os nematoides são vermes aquáticos, invertebrados, que possuem, geralmente, corpo em formato cilíndrico, cônico nas extremidades e coberto por uma cutícula. Pertencem a um filo próprio, denominado Nematoda e podem ser encontrados em vários ambientes naturais, desde que haja umidade suficiente para sua sobrevivência, como oceanos e mares, reservatórios de água doce e até mesmo na solução que reveste as partículas de solo (Ferraz; Brown, 2016). O tamanho corporal dos nematoides apresenta grande variedade, podendo ser encontrados com tamanhos menores de 82 μm (*Grifiella minutum*) e maiores que 8 metros (*Placentonema gigantissima*). A maior parte dos nematoides de vida livre e parasitas de plantas são no geral de pequeno tamanho, não podendo serem vistos a olho nu (Sahah; Mahamood, 2017).

Independente dos hábitos alimentares, no geral, os nematoides possuem a mesma estrutura básica, similar ao formato de dois tubos, um externo (considerado a “parede do corpo”) e outro interno, contendo basicamente o sistema digestivo, sendo o espaço intermediário entre os tubos, o pseudoceloma, que é preenchido por fluído mantido em pressão adequada, essencial na movimentação. Além dos sistemas digestivo e reprodutor, há também os sistemas nervoso e excretor-secretor; entretanto, não há órgãos especializados destinados aos sistemas circulatório e respiratório (Ferraz, 2016).

Os nematoides desempenham importantes funções. Na agricultura, seus papéis diretos e indiretos na economia de um país são enormes, causando perdas anuais de safra estimadas em U\$ 80 bilhões. Na cadeia alimentar do ecossistema, muitos deles se alimentam de bactérias e fungos afetando a decomposição da matéria orgânica realizada pelos mesmos, aumentando a fertilidade do solo. Sendo assim, a estrutura da comunidade de nematoides pode ser usada como bioindicadores no monitoramento ambiental (Sahah; Mahamood, 2017).

3.2. Nematoides parasitas de plantas

Os nematoides parasitas de plantas formam um importante grupo de patógenos agrícolas conhecidos por infectarem as plantas levando a redução da produtividade em todo o mundo (Ibrahim et al., 2016). Alguns fatores, como condições ambientais, tipo de solo, histórico de cultivo, espécies, padrão de distribuição e taxa de multiplicação de nematoides, como também, as cultivares utilizadas para o plantio, terão influência se os danos à cultura e redução do rendimento será infligida (Schomaker; Been 2006; Khan, 2008).

Em pesquisas realizadas nos últimos anos, foram classificados os dez gêneros de nematoides parasitas de plantas mais importantes cientificamente e economicamente (Jones et al., 2013). No topo da lista está o gênero *Meloidogyne*, sendo *M. enterolobii* uma das espécies mais devastadoras da produção de culturas agrícolas (Postnikova et al., 2015). Outro destaque é o gênero *Pratylenchus*, distribuído em todo o mundo, com uma gama de aproximadamente 70 espécies.

3.3. *Meloidogyne enterolobii*

Meloidogyne enterolobii foi originalmente descrito por Yang e Eisenback (1983), na ilha de Hainan, na China, infectando raízes de *Enterolobium contortisiliquum*. Em 1988, Rammah e Hirschmann descreveram *M. mayaguensis* em raízes de berinjela e indicaram que essa nova espécie se assemelhava à *M. enterolobii*, porém, Xu et al. (2004), com base em estudos moleculares e de fenótipos de esterase, comprovaram que *M. enterolobii* e *M. mayaguensis* se tratavam da mesma espécie.

São registrados relatos de *M. enterolobii* em vários países da América do Norte, Central e do Sul, África e Ásia (Cabi, 2000). Em países como a França e Suíça também foram encontrados relatos sobre *M. enterolobii* (Blok et al., 2002; Kiewnick et al., 2008). Atacam culturas como abóbora, aipo, batata, berinjela, beterraba, café, feijão, manjerição, goiaba, melancia, pimentão, salsa, soja, tabaco e tomate (Hunt; Handoo, 2009).

No Brasil, *M. enterolobii* foi descrito pela primeira vez nos municípios de Curaçá e Maniçoba, no estado da Bahia e em Petrolina, Pernambuco, por Carneiro et al. (2001), em pomares de goiabeira estabelecidos no Vale do São

Francisco, onde as plantas apresentavam galhas e necroses no sistema radicular.

Meloidogyne enterolobii é considerado uma espécie prejudicial devido à ampla gama de hospedeiros, alta taxa de reprodução e indução de grandes galhas nas culturas (Castagnone-Sereno, 2012). Comparado com outras espécies de nematoides das galhas, *M. enterolobii* apresenta virulência contra várias fontes de genes de resistência a *Meloidogyne* spp. e, portanto, é considerado uma espécie bastante agressiva (Rosa et al., 2015).

3.4. *Pratylenchus coffeae*

Pratylenchus coffeae é uma espécie encontrada em todo o mundo, distribuído principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (Gowen et al., 2005). Este nematoide destaca-se entre os nematoides parasitas de plantas mais prejudiciais economicamente, podendo ser encontrados parasitando uma ampla gama de hospedeiros (Burke et al., 2015).

Relatado pela primeira vez na Indonésia por Zimmermann (1898), parasitando raízes de cafeeiro, *P. coffeae* passou a ser considerado como um fitopatógeno de alta virulência para essa rosácea em vários países produtores, principalmente em Barbados, Congo, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Índia, Jamaica, Madagascar, Malásia, Martinica e Filipinas (Siddiqi, 1972, Villain et al., 2000). Além do cafeeiro, *P. coffeae* causa sérios prejuízos parasitando várias espécies de plantas a exemplo da bananeira, citrus, batata doce, batata inglesa, inhame da costa, entre outros (Salgado et al., 2011; Jesus; Wilcken, 2010; Pinheiro et al., 2012).

No Brasil, o primeiro relato desse nematoide foi realizado por Monteiro e Lordello (1974), em cafeeiro no estado de São Paulo. No Nordeste, *P. coffeae* foi reportado pela primeira vez por Moura e Monteiro (1995), parasitando inhame-da-costa, provocando sintomas semelhantes aos da casca preta.

A infecção por *P. coffeae* causa lesões com extensões variadas de necrose de parênquima cortical nas plantas, levando a lesões e quebra das raízes que podem resultar em problemas de absorção de nutrientes, atrofiamento da planta, alongamento do ciclo da cultura, tombamento das

culturas, favorecendo assim, a redução da produção (Burke et al., 2015). Esses danos à raiz também levam a uma gama de infecções via invasão de outros microrganismos fitopatogênicos (Kaliyappan et al., 2016).

3.5. Movimentação dos nematoides no solo

Um fator importante na sobrevivência dos animais é sua capacidade de dispersão e migração, a fim de encontrar habitat no qual suas características fisiológicas possam funcionar melhor, localizar e capturar seus alimentos e reproduzirem. A maioria dos nematoides normalmente migra por movimento ondulatório, idêntico em princípio ao das cobras. Para se mover, o nematoide posiciona seu corpo em uma série de ondas, dispostas alternadamente à esquerda e à direita ao longo do seu eixo (Figura 1). Cada onda passa pelo corpo, da cabeça à cauda, impulsionando o nematoide para frente ao longo de uma trilha sinuosa (Wallace, 1968).

As ondas são formadas pela contração e relaxamento dos músculos longitudinais no lado dorsal e ventral do corpo, sendo que, para transmitir essas ondas, é necessária uma força que se oponha ao efeito da contração muscular, isto é, devem formar-se casais de flexão (Wallace, 1968). Casais de flexão surgem em nematoides pela força antagônica proporcionada pela pressão hidrostática interna e pela elasticidade da cutícula (Harris; Crofton, 1957).

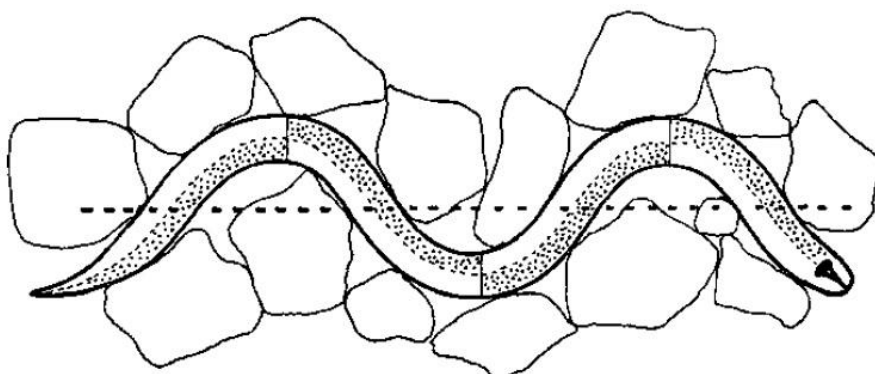


Figura 1. Movimento sinusoidal de um nematoide entre partículas de solo. (Fonte: Wallace, 1968).

Os nematoides movem-se através dos espaços porosos do solo, cujo tamanho depende do tamanho dos agregados do solo, e no filme de água que reveste as partículas do solo. Há pouca perturbação dos agregados durante a locomoção, exceto em solos saturados de água, uma vez que, o nematoide não pode se “espremer” através de espaços mais estreitos que o diâmetro de seu próprio corpo. Alguns dos principais fatores que influenciam a movimentação dos nematoides no solo são: textura, teor de umidade, aeração, temperatura e pH (Wallace, 1968). Outra forma de movimento dos nematoides ocorre quando os mesmos são, por vezes, transmitidos passivamente na água em movimento, principalmente na passagem descendente água por percolação, sendo a textura do solo o principal fator limitante desse tipo de movimento (Pitcher, 1975).

Em trabalho realizado com *P. coffeae*, Francillino et al. (2017) observaram que a migração do nematoide em colunas segmentadas preenchidas com areia lavada foi influenciada pelo fluxo de água (5 ml.min^{-1}), ocorrendo a lixiviação destes. Barros et al. (2016), também em experimento com colunas segmentadas, encontraram resultados similares, onde vazões variando de 5 a 40 ml.m^{-1} aumentaram a lixiviação dos nematoides, sendo que, *P. coffeae* foi mais sensível do que *M. incognita*. Os autores ainda observaram que a mobilidade dos nematoides tendeu a aumentar com o incremento de areia e redução da densidade do solo, porém, em solos argilosos e com densidade variando entre $1,1$ a $1,3 \text{ g.cm}^{-1}$ a dinâmica dos nematoides foi quase nula. Em estudo sobre o efeito da temperatura no movimento vertical de *P. penetrans*, em colunas de tubos plásticos, Pudasaini et al. (2007) encontraram maior migração dos nematoides à 21°C , quando comparado a 11 e 16°C .

3.6. Salinidade do solo

Além de patógenos, fatores abióticos, como a salinidade, podem causar problemas nas culturas, afetando seu desenvolvimento. O processo de salinização do solo consiste na concentração de sais solúveis, nos horizontes ou camadas do perfil do solo, em níveis prejudiciais às plantas. Os solos salinos localizam-se geralmente em áreas baixas, para onde convergem os sais das áreas circunvizinhas, estando a salinização relacionada com condições de restrição de drenagem e, com climas áridos e semiáridos, cuja

evapotranspiração elevada favorece a ascensão capilar dos sais para a superfície (Ribeiro et al., 2016).

A salinização dos solos pode ser um processo natural ou antrópico. As principais causas do processo de salinização natural são: invasão da água salgada que deposita seus sais nos terrenos atingidos; acumulação de sais provenientes de áreas circunvizinhas; ascensão capilar dos sais existentes no próprio terreno e; acumulação dos sais em áreas baixas, em consequência da drenagem subsuperficial lateral das posições mais altas. O processo antrópico é derivado da irrigação com água de qualidade inferior e manejo inadequado da irrigação associado a ausência de drenagem (Carvalho, 1966; Ribeiro et al., 2003; Ribeiro et al., 2009). Portanto, a salinidade do solo é resultado da qualidade da água usada para a irrigação, da drenagem do solo e, conseqüentemente, da eficiência da lixiviação dos sais.

Os principais sais solúveis geralmente encontrados em solos salinos são constituintes de sódio (Na^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}), borato (BO_3^{3-}) e nitrato (NO_3^-) (Ribeiro, 2010).

Os solos têm sido classificados quanto à salinidade e sodicidade levando em consideração a condutividade elétrica do estrato de saturação (CE), percentagem de sódio trocável (PST) ou da relação de adsorção de sódio (RAS) e da atividade hidrogeniônica (pH). A salinidade do solo pode ser quantificada a partir da condutividade elétrica (CE), sendo o parâmetro mais utilizado para medir o teor total de sais solúveis, e expressa em decisiemens por metro (dS.m^{-1}) que equivale a mmho.cm^{-1} . Richard (1954) classifica os solos como salinos, salino-sódicos e sódicos, conforme informado na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação dos solos afetados por sais segundo Richards (1954).

Solos	CE (dS.m ⁻¹)	PST	pH
Normais	< 4	< 15	< 8,5
Salinos	> 4	< 15	< 8,5
Salinos sódicos	> 4	> 15	< 8,5
Sódicos	< 4	> 15	> 8,5

No mundo, cerca de 45 dos 230 milhões de hectares, o que corresponde a 19,5%, enfrentam problemas com salinidade (FAO, 2011). Vários continentes já são afetados pelos problemas de salinização dos solos. Segundo avaliação da Agência Europeia do Ambiente, 16 milhões de hectares foram encontrados salinizados e em torno de 25% das terras de produção irrigada do Mediterrâneo estão afetados por níveis de salinização (Lannetta; Colona, 2008).

No Brasil, solos salinos e/ou sódicos ocorrem na região semiárida do Nordeste, assim como em algumas regiões do Rio Grande do Sul e no Pantanal Mato-Grossense (Ribeiro et al., 2016). No Nordeste do Brasil, aproximadamente nove milhões de hectares de solos são afetados por sais (Fageria; Gheyi, 1997), causados devido à natureza física e química dos mesmos, ao déficit hídrico e à elevada taxa evaporativa (Silva et al., 2011). No Estado de Pernambuco, 781.900 hectares (8% do estado) apresentam solos com elevados teores de sais e sódio trocáveis, sem levar em consideração os problemas de sais e sódios nas áreas dos perímetros irrigados em operação (Melo et al., 1967; Chaves et al., 2005).

3.7. Relação salinidade e nematoides parasitas de plantas

Além das plantas, a comunidade de micro invertebrados residentes no solo também podem ser afetados pela salinidade (Nielsen et al., 2011). Durante os períodos secos e úmidos, os nematoides são submetidos a concentrações variáveis de sais na solução do solo, ocorrendo influência desses sais e íons na sobrevivência dos nematoides (Zaki et al., 2012).

Assim como ocorre com as plantas e em outros seres vivos, os fitonematoides quando expostos a estresses ambientais, desenvolvem

estratégias de sobrevivência, onde se destaca a dormência, que pode ser por quiescência ou diapausa. A quiescência ocorre apenas quando há estresse, como falta de água (anidrobiose), de oxigênio (anoxibiose), temperaturas muito baixas (criobiose) e estresse osmótico (osmobiose), podendo o nematoide se recuperar com o reestabelecimento das condições ideais. A diapausa envolve a suspensão do desenvolvimento por fatores ambientais ou endógenos e difere da quiescência uma vez que são temporariamente irreversíveis e requerem outros ativadores para quebrar a dormência, mesmo quando todos os fatores ambientais são favoráveis (Womwersley et al., 1998).

Dessa forma, o efeito de diferentes sais na sobrevivência de diferentes espécies de nematoides parasitas de plantas tem sido pouco estudado. Dados da literatura são conflitantes. *Rotylenchus reniformis* ocorreu igualmente em solos altamente salinos ($16,5 \text{ dS.m}^{-1}$) e menos salinos ($4,0 \text{ dS.m}^{-1}$) em campos de algodão do Texas (Heald; Heilman, 1971). O nematoide dos citros, *Tylenchulus semipenetrans*, teve seu desenvolvimento e capacidade de reprodução em porta-enxerto de citros favorecidos pela salinidade (Mashela et al., 1992). Maggenti e Hardan (1973) não encontraram diferença nas densidades populacionais de *M. javanica* nas raízes de tomateiro em solos entre 4 e 16 dS.m^{-1} . Por outro lado, a infectividade e o desenvolvimento de *M. incognita* foram prejudicados pelo aumento das concentrações da solução do solo (de 1,5 a $5,0 \text{ dS.m}^{-1}$) de NaCl, CaCl_2 ou combinações de ambos os sais (Edongali et al., 1982).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local de realização dos ensaios

Foram realizados dois ensaios distintos, ambos no Laboratório de Fitonematologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O primeiro consistiu em avaliar a motilidade de *P. coffeae* e *M. enterolobii* em diferentes níveis de concentrações salinas de diferentes tipos de sais ao longo do tempo. O segundo ensaio foi realizado para investigar a migração vertical de *P. coffeae* em solo salino e não salino.

4.2. Obtenção das populações

A população de *P. coffeae* foi obtida a partir de túberas de inhame da costa infectadas pelo nematoide, coletadas no Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco (CEASA), Recife - PE. A extração dos nematoides foi realizada por meio da técnica do funil de Baermann adaptado. Para tal, as cascas de inhame foram colocadas sobre uma peneira forrada, com lençóis de papel, apoiada sobre o funil, contendo água suficiente para cobrir o fundo da peneira contendo as cascas (Figura 2). Devido ao hidrotropismo positivo dos nematoides, eles se movimentaram das túberas para a água e, pela ação da gravidade, decantaram no fundo do funil. Após 24 horas, a água contendo os juvenis e adultos de *P. coffeae* foi escoada para uma peneira de 500 mesh, onde em seguida a suspensão contendo os nematoides foi transferida para um becker e realizada a contagem em microscópio ótico.



Figura 2. Esquema de extração de *Pratylenchus coffeae* em funil de Baermann.

Para a obtenção da população de *M. enterolobii*, foi realizada a coleta de raízes de goiabeiras infectadas pelo nematoide (Figura 3) no Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho, núcleo 6, Petrolina - PE. Após a coleta das raízes, o material foi armazenado em sacos plásticos e transferido ao Laboratório de Fitonematologia da UFRPE para a extração dos ovos a partir da metodologia de Hussey e Barker (1973). Para tal, após a lavagem das raízes, em imersão em água limpa, as mesmas foram cortadas em pequenos

fragmentos e depois trituradas em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1% por 30 segundos em um misturador de metal. Em seguida, a solução foi vertida em uma peneira de 200 mesh sobre uma de 500 mesh e lavada cuidadosamente com água de torneira para remover o excesso de NaOCl. Para a obtenção dos juvenis, o material obtido na etapa anterior foi colocado em funil de Baermann modificado. Os J₂ que eclodiram durante as primeiras 24 horas foram descartados, coletando-se os juvenis eclodidos após 48 e 72 horas.



Figura 3. Raízes de goiabeira infectadas por *Meloidogyne enterolobii*.

4.3. Ensaio 1 – motilidade de *P. coffeae* e *M. enterolobii* em solução salina

Para o estudo da motilidade de *P. coffeae* e *M. enterolobii* em meio salino, foram realizados dois experimentos, separadamente, para cada espécie de nematoide. Foram depositados 1200 ± 120 juvenis contidos em 2 ml de água destilada, em recipientes plásticos (Figura 4), com 18 ml de concentrações de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂), cloreto de magnésio (MgCl₂) e solução mista (combinação entre os três sais na proporção 7:2:1) nos níveis 0,0 (controle com água destilada); 0,25; 0,5; 0,75 e 1 M, mantidos à temperatura ambiente do laboratório ($22 \pm 3^\circ\text{C}$). A motilidade dos nematoides foi determinada após 2, 4, 6 e 8 dias de exposição à salinidade, pela contagem do número de nematoides ativos e número total de nematoides.

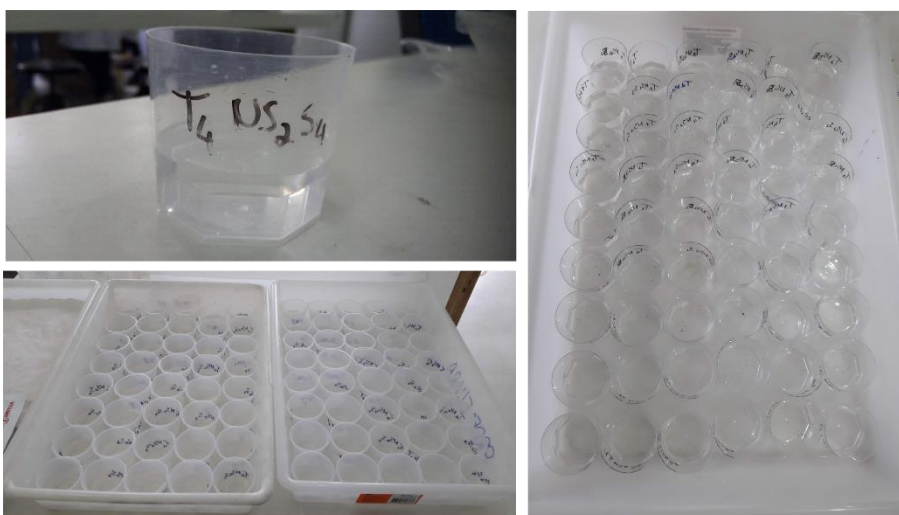


Figura 4. Recipientes contendo soluções salinas para avaliação da motilidade de fitonematoides.

Para o preparo das soluções salinas, foi empregada a equação:

$$m = V \times MM \times M \quad \text{Eq. 1}$$

Onde m é a massa dos sais (g) a ser empregada para atingir o nível molar requerido; V (L) é o volume da solução; MM é a massa molar do sal em questão; e M é a molaridade requerida (mol/L).

Os nematoides foram contados em lâmina de Peters, com auxílio de microscópio ótico com ampliação de $100 \times$ e considerados nematoides ativos os que, no momento da contagem, mostraram movimentos, independentemente de sua intensidade. O número total de nematoides foi considerado como o somatório de todos os nematoides encontrados durante a contagem.

4.4. Ensaio 2 – migração vertical de *P. coffeae*

A migração de *P. coffeae* foi estudada usando colunas de polietileno (PVC) adaptadas, segundo metodologia proposta por Pinkerton et al. (1987). As colunas foram compostas por quatro anéis de 2,0 cm de comprimento, sobrepostos a um anel de 2 cm de comprimento, sendo este último perfurado 1,0 cm acima de sua base para inoculação dos nematoides nas colunas (Figura 5). Cada coluna apresentava 10,0 cm de comprimento, 4,4 cm de diâmetro interno e $153,01 \text{ cm}^3$ de volume interno. As colunas foram preenchidas com

solo coletado na profundidade de 0,0 – 0,4 m na Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina (EECAC-UFRPE), caracterizado conforme Tabela 2, e mantido com densidade de $1,4 \text{ g.cm}^{-3}$ e $U = 15\%$, semelhantes às condições de campo. A base do anel de inoculação foi coberta com uma malha de $15 \mu\text{m}$ para manter os nematoides no sistema. Quando as colunas foram completamente preenchidas, um parafilme foi colocado sobre elas para evitar a perda de água por evaporação e manter a umidade durante o experimento. Um anel de PVC contendo 3 g de túberas sadias de inhame da costa picotada foi colocado no topo das colunas para servir como estímulo aos nematoides (Barros et al., 2019).

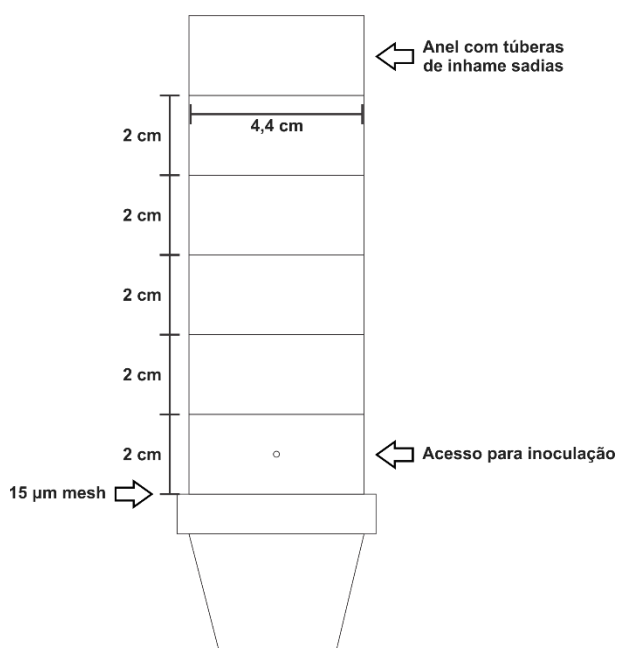


Figura 5. Aparato experimental utilizado para avaliação da migração de *Pratylenchus coffeae*.

Tabela 2. Atributos do solo usado em ensaio de migração de *Pratylenchus coffeae*

Atributos do solo	Profundidade
	0,0 – 0,4 m
Areia (%)	75,6
Sílte (%)	10,4
Argila (%)	14,0
Capacidade de vaso (U %)	15,0
D _s (g.cm ⁻³)	1,38
CE _{es} (dS.m ⁻¹)	0,59

D_s: densidade do solo; CE_{es}: condutividade elétrica do extrato de saturação.

O solo utilizado no experimento foi salinizado artificialmente e, para isso, o mesmo foi passado em peneira com malha de 2 mm e autoclavado sob temperatura de 120°C à pressão de uma atmosfera, durante 4 horas. Posteriormente, o solo foi seco em estufa a 105°C por 24 horas. A mistura dos sais para a salinização foi feita utilizando NaCl, CaCl₂ e MgCl₂ na proporção 7:2:1 (Medeiros, 1992). O solo foi então umedecido à U = 15% para reproduzir o “solo salino” correspondente e, em seguida, utilizado para o preenchimento das colunas. As condutividades elétricas do extrato de saturação dos solos utilizados foram 0,59 dS.m⁻¹ (solo considerado não salino) e 15 dS.m⁻¹ (solo salinizado artificialmente).

Os nematoides coletados dos funis de Baerman modificados foram contados com auxílio de microscópio ótico com ampliação de 100 × e a suspensão foi ajustada para 600 ± 60 nematoides ml⁻¹. Aproximadamente 1200±120 juvenis e adultos de *P. coffeae* foram inoculados em cada coluna através do orifício de inoculação. Os orifícios foram selados após a inoculação. Para manter a umidade do solo, as colunas foram pesadas diariamente em balança analítica para, se necessário, realizar a reposição da água evaporada (Pudasaini et al., 2007).

As colunas foram desmontadas aos 2, 4 e 6 dias após a inoculação (DAI) e os nematoides foram extraídos de cada anel a partir da técnica de flotação centrífuga (Jenkins, 1964). Os nematoides foram contados com o

auxílio de microscópio ótico com ampliação de 100 × para determinar o número de nematoides por anel.

A temperatura do ambiente ao longo dos experimentos permaneceu na faixa entre 20 e 25°C, conforme indicado por um sensor de temperatura conectado ao data logger HOBO®.

4.5. Análise estatística

Em ambos os experimentos, foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com tratamentos arranjos em parcelas sub subdivididas, conforme indicado pelo teste de esfericidade de Mauchly. Foi realizado análise de variância, com o teste F, desdobrando-se as análises sempre que a interação foi significativa por meio de regressões, teste de Tukey e teste X^2 . Os dados foram analisados com auxílio do software R (R CoreTeam, 2018).

No primeiro experimento os fatores consistiram em 4 tempos de exposição a salinidade × 4 tipos de sais × 5 concentrações de sais, com quatro repetições, totalizando 320 unidades experimentais. No segundo experimento foram utilizados 3 tempos após inoculação × 2 salinidades do solo × 5 anéis de contagem, com quatro repetições, totalizando 120 unidades experimentais.

5. RESULTADOS

5.1. Ensaio 1

O número de *M. enterolobii* ativos sofreu influência significativa ($p < 0,0001$) de todos os fatores isolados, com exceção das diferentes fontes de sais ($p > 0,05$, Tabela 3). Ocorreu interação entre os dias de avaliação, tipos de sais e níveis de salinidade ($p < 0,0001$, Tabela 3). Para o número total de *M. enterolobii* houve efeito significativo para os fatores tipos de sais e níveis de salinidade ($p < 0,001$), não havendo significância para o tempo de exposição ($p > 0,05$), porém ocorreu interação significativa entre o nível de salinidade e o tipo de sal ($p < 0,05$, Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para os efeitos dos dias de exposição à salinidade, tipos de sais (TS) e níveis de salinidade (NS) no número de nematoides ativos e total de *Meloidogyne enterolobii*.

FV	<i>M. enterolobii</i> Ativos					<i>M. enterolobii</i> Total			
	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	SM	QM	F	Pr(>F)
Blocos	3	10655	3552	1,0657	0,41	42025	14008	1,5352	0,2713
Dias	3	270985	90328	27,103	<0,0001	24845	8282	0,9076	0,4748
Erro (a)	9	29995	3333			82125	9125		
TS	3	10465	3488	2,4725	0,077	194615	64872	10,7676	<0,0001
Dias:Sal	9	84185	9354	6,63	<0,0001	90535	10059	1,6697	0,1328
Erro (b)	36	50790	1411			216890	6025		
NS	4	57628108	14407027	6383,03	<0,0001	192493	48123	7,1219	<0,0001
NS:Dias	12	446202	37184	16,4742	<0,0001	68567	5714	0,8456	0,6033
NS:TS	12	211622	17635	7,8133	<0,0001	163648	13637	2,0182	0,0245
NS:Dias:TS	36	237028	6584	2,9171	<0,0001	202253	5618	0,8314	0,7398
Erro (c)	192	433360	2257			1297360	6757		

GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio; SQ: Soma de quadrado; P>F: Nível de significância do teste F.

A quantidade de juvenis ativos de *M. enterolobii* reduziu com aumento da concentração salina e com o tempo de exposição aos sais (Figura 6). A redução do número de *M. enterolobii* ativos ocorreu de forma exponencial em todos os sais, e o maior número de J₂ de *M. enterolobii* ativos encontrados ocorreu em água destilada aos 2 dias de exposição para o NaCl (1090), CaCl₂ (1205), MgCl₂ (1175) e solução mista (1185) (Figura 6). A partir da concentração de 0,5 M não foi observado atividade dos J₂ de *M. enterolobii* após 2, 4, 6 e 8 dias de exposição à salinidade para os sais de NaCl e CaCl₂. Para MgCl₂ e solução mista, foi registrado atividade dos nematoides até o nível de 0,5 M, não ocorrendo motilidade a partir de 0,75 M.

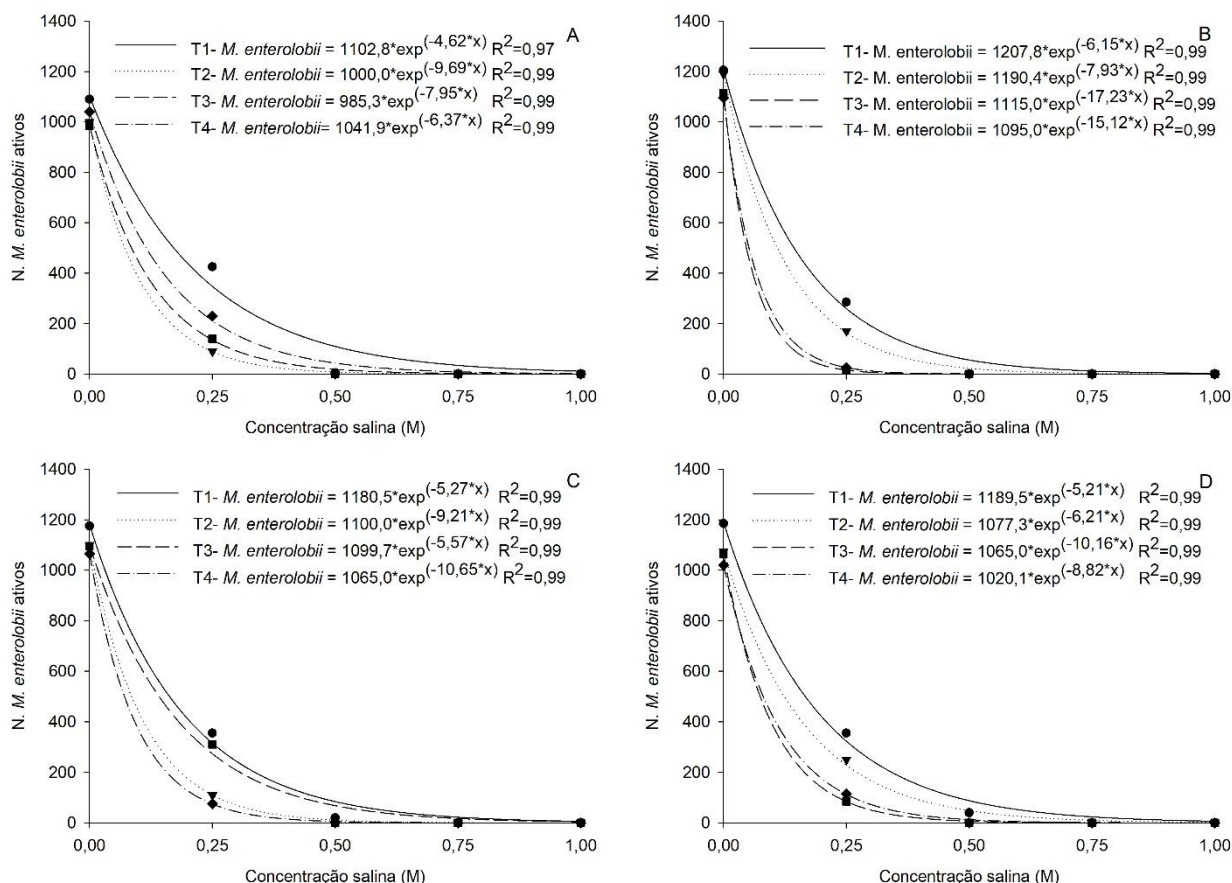


Figura 6. Efeito do aumento das concentrações de NaCl (A), CaCl₂ (B), MgCl₂ (C) e solução mista (D), aos 2 (T₁), 4 (T₂), 6 (T₃) e 8 (T₄) dias de exposição no número de *Meloidogyne enterolobii* ativos.

No desdobramento do fator tipos de sais dentro das concentrações salinas, observa-se resultados significativos para o NaCl e CaCl₂, ajustando-se a um modelo de regressão linear e quadrático, respectivamente (Figura 7). Para MgCl₂ e solução mista, o número total de *M. enterolobii* não sofreu efeito significativo independente das concentrações salinas utilizadas. A elevação da concentração salina, ocasionou aumento linear no número total de *M. enterolobii* nas soluções de NaCl, acarretando acréscimo de 7,2 % no número total de *M. enterolobii* da água destilada para a solução de maior molaridade. Nas soluções de CaCl₂, a concentração salina estimada com maior número de *M. enterolobii* foi de 0,38 M correspondendo a 1255 nematoides, reduzindo, em seguida, com o aumento das concentrações.

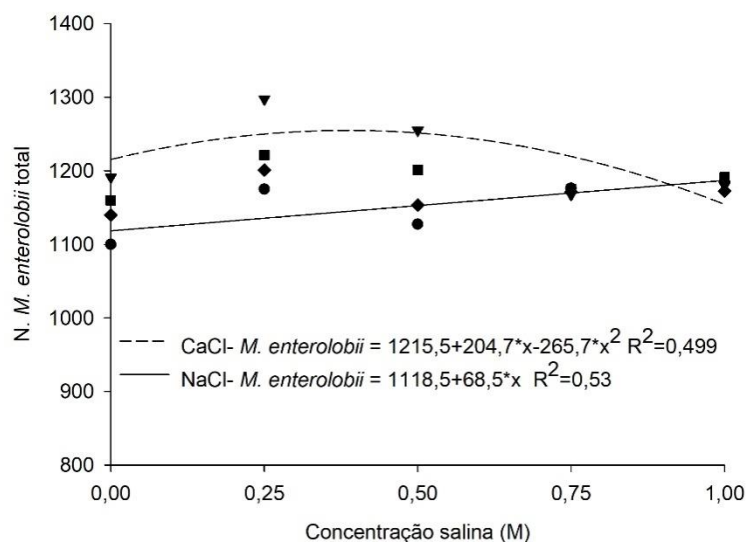


Figura 7. Desdobramento do fator tipo de sais dentro dos níveis de concentração salina, correspondente ao número total de J₂ de *Meloidogyne enterolobii*.

O número de juvenis e adultos ativos de *P. coffeae* sofreu influência significativa de todos os fatores isolados ($p < 0,01$), ocorrendo interação entre o tempo de exposição, tipos de sais e níveis de concentração salina ($p < 0,0001$, Tabela 4). Para o número total de *P. coffeae* houve efeito significativo ($p < 0,05$) apenas para os tipos de sais, sendo o tempo de exposição e os níveis de concentração salina não significativos ($p > 0,05$); entretanto, ocorreu significância para a interação entre o tempo de exposição e tipos de sais ($p < 0,05$, Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para os efeitos dos dias de exposição à salinidade, tipos de sais (TS) e níveis de salinidade (NS) no número de nematoides ativos e total de *Pratylenchus coffeae*.

FV	<i>P. coffeae</i> Ativos					<i>P. coffeae</i> Total			
	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)	SM	QM	F	Pr(>F)
Blocos	3	14365	4788	0,7565	0,5459	30314	10105	0,9771	0,4455
Dias	3	272265	90755	14,3385	0,0008	97724	32575	3,1500	0,0791
Erro (a)	9	56965	6329			93071	10341		
TS	3	140535	46845	20,1556	<0,0001	74604	24868	4,0947	0,0134
Dias:TS	9	79475	8831	3,7995	0,0018	139781	15531	2,5573	0,0219
Erro (b)	36	83670	2324			218635	6073		
NS	4	45652982	11413246	3733,1229	<0,0001	64593	16148	2,2626	0,0639
NS:Dias	12	485347	40446	13,2292	<0,0001	121107	10092	1,4141	0,1620
NS:TS	12	679827	56652	18,5302	<0,0001	39478	3290	0,4610	0,9351
NS:Dias:TS	36	371162	10310	3,3723	<0,0001	280863	7802	1,0932	0,3416
Erro (c)	192	587000	3057			1370280	7137		

GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio; SQ: Soma de quadrado; P>F: Nível de significância do teste F.

O aumento das concentrações salinas de NaCl, CaCl₂, MgCl₂ e da solução mista resultou em redução exponencial no número de *P. coffeae* ativos aos 2, 4, 6 e 8 dias de exposição, sendo que, nas concentrações de 0,75 e 1,0 M não foi observado atividade de *P. coffeae* em todos os tempos e sais avaliados (Figura 8). As maiores quantidades de *P. coffeae* ativos foram observados aos 2 dias de exposição aos tratamentos, em água destilada, sendo 1055 para o NaCl, 1010 no CaCl₂, 1075 no MgCl₂ e 1035 na solução mista.

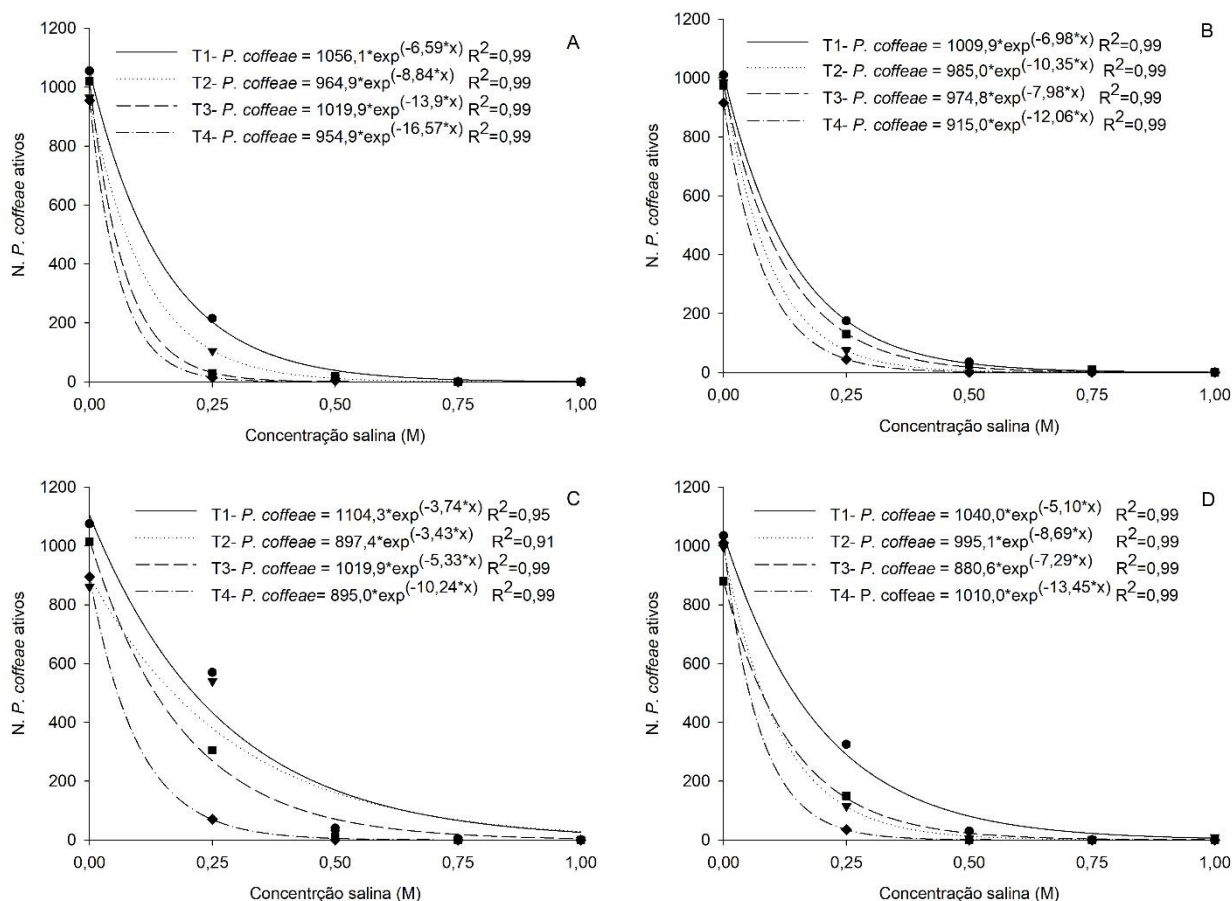


Figura 8. Efeito do aumento das concentrações de NaCl (A), CaCl_2 (B), MgCl_2 (C) e solução mista (D), aos 2 (T₁), 4 (T₂), 6 (T₃) e 8 (T₄) dias de exposição no número de *Pratylenchus coffeae* ativos.

Não houve diferença significativa no número total de juvenis e adultos de *P. coffeae* aos 2 dias de exposição à salinidade nos diferentes sais utilizados no estudo (Figura 9). Aos 4 dias, ocorreu diferença significativa no número total de *P. coffeae* entre NaCl e MgCl_2 , sendo que o primeiro sal obteve maior média de *P. coffeae* (1189) quando comparado ao MgCl_2 (1145). Aos 6 dias de exposição aos sais, a solução composta apresentando média de 1244 *P. coffeae* diferiu estatisticamente de MgCl_2 e CaCl_2 com médias de 1195 e 1172 *P. coffeae*, respectivamente. Na última avaliação, realizada aos 8 dias de exposição aos sais, a solução de MgCl_2 apresentou maior média de juvenis e adultos de *P. coffeae*, correspondendo a 1223, diferindo estatisticamente de todos os demais sais; por outro lado, NaCl e CaCl_2 apresentaram as menores médias de *P. coffeae* (1143 e 1117), não diferindo entre si.

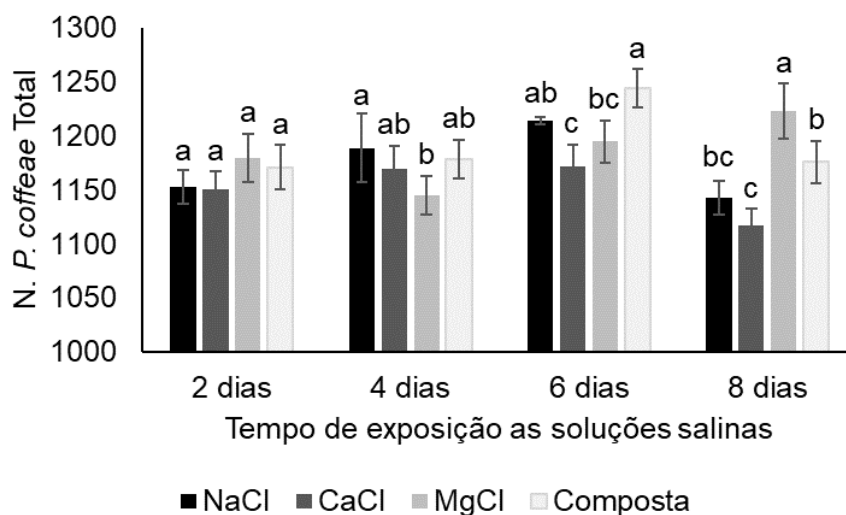


Figura 9. Interação entre o tempo de exposição à salinidade e os diferentes tipos de sais no número total de *Pratylenchus coffeae*.

5.2. Ensaio 2

A migração dos juvenis e adultos de *P. coffeae* teve influência significativa da distância ($p < 0,0001$, Tabela 5), no entanto, não houve efeito significativo do tempo e dos diferentes solos na migração do nematoide. A interação entre o tempo, distância de migração e tipos de solo ocorreu de forma significativa para o número de *P. coffeae* ($p < 0,0001$, Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para os efeitos do tempo (Dias), distância migrada (Seção) e tipo de solo (Solo) no número de *Pratylenchus coffeae*.

FV	Número de <i>P. coffeae</i>				
	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)
Blocos	3	6133	2044	4,0798	0,0675
Dias	2	2940	1470	2,9335	0,1292
Erro (a)	6	3007	501		
Seção	4	1866813	466703	359,3097	< 0,0001
Dias:Seção	8	223627	27953	21,5210	< 0,0001
Erro (b)	36	46760	1299		
Solo	1	53	53	0,0491	0,8256
Solo:Dias	2	3927	1963	1,8067	0,1758
Solo:Seção	4	1084813	271203	249,5736	< 0,0001
Solo:Dias:Seção	8	179907	22488	20,6948	< 0,0001
Erro (c)	45	48900	1087		

GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio; SQ: Soma de quadrado; P>F: Nível de significância do teste F.

No solo não salino (Figura 10 A), as maiores porcentagens de juvenis e adultos de *P. coffeae* foram encontrados entre 4 e 6 cm de migração em todos os tempos de extração, como também, ocorreu aumento do número de *P. coffeae* nas secções superiores ao longo do tempo. Aos 2 DAI, 37,9% de *P. coffeae* migraram entre 4 a 6 cm de distância; aos 4 DAI 3,7% dos nematoides já se encontraram no topo das colunas; aos 6 DAI este percentual aumentou para 17,9%.

A migração de juvenis e adultos de *P. coffeae* ao longo das colunas preenchidas com solo salino (Figura 10 B) ocorreu de forma mais lenta do que no solo não salino. Nenhum juvenil ou adulto de *P. coffeae* atingiu o topo das colunas aos 6 DAI. A maior porcentagem de *P. coffeae* aos 2 e 4 DAI foi encontrada no anel de inoculação, correspondendo a 64,3 e 51,5%, respectivamente. Aos 6 DAI a maior parte dos nematoides (49,4%) se concentraram entre 2 e 4 cm de distância de migração.

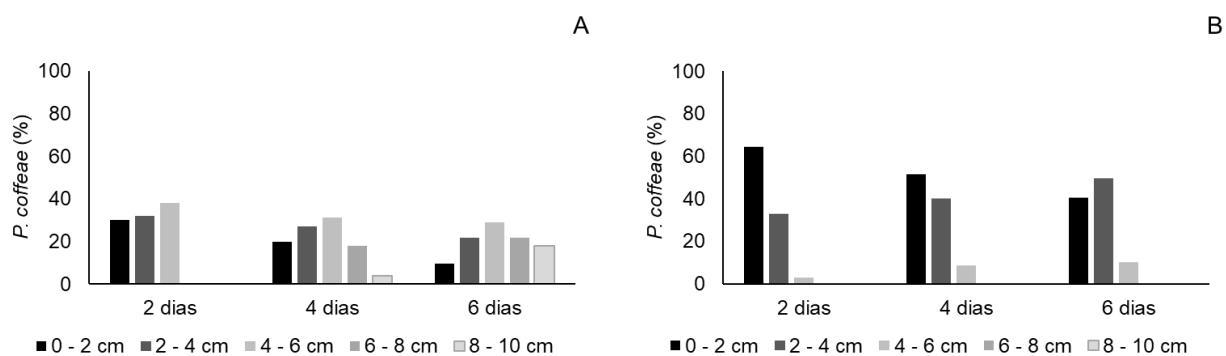


Figura 10. Distribuição de J2 e adultos de *Pratylenchus coffeae* em colunas preenchidas com solo não salino (A) e salino (B) ao longo do tempo.

6. DISCUSSÃO

As atividades de movimentação e locomoção dos animais são biologicamente necessárias para a migração, obtenção de alimentos, reprodução, além de localizar habitat no qual suas características fisiológicas possam funcionar da melhor forma possível (Azmi; Jairajpuri, 1975). No ensaio de motilidade dos nematoides em soluções salinas (Ensaio 1), foi observado em ambas as espécies, que o movimento ondulatório dos nematoides era mais evidente quando expostos à água destilada, sendo reduzido a medida em que a concentração salina e o tempo de exposição aos sais aumentavam, até ficarem, aparentemente, inativos. Segundo Jairajpuri et al. (1974), a sobrevivência dos nematoides pode ser influenciada por vários sais e íons, com efeitos diferentes em diferentes concentrações, onde a taxa de sobrevivência é baixa em altas concentrações.

Em trabalho com diferentes níveis de concentrações salinas de NaCl, MgCl₂, CaCl₂, Na₂SO₄ e MgSO₄, Maggenti e Hardman (1973) relataram que com o aumento da salinidade a 4 mmho/cm o nível populacional de *M. javanica* caiu pela metade. Endongali e Ferris (1982) identificaram redução da densidade de *M. incognita* em níveis de salinidade maiores que 2,5 mmho/cm para NaCl e NaCl₂. Além disso, níveis crescentes de NaCl, CaCl₂ e a combinação entre os dois sais provocaram redução no número de J₃/J₄ e na infectividade de *M. incognita*, onde o efeito dos sais foi mais pronunciado no início do experimento (Edongali et al., 1982).

Apesar de pesquisas relacionadas à sobrevivência de *Pratylenchus* spp. em meios salinos serem escassas, Ray e Das (1980) em estudo desenvolvido

na Índia relataram que espécies de *Pratylenchus* foram tolerantes a condições do solo com condutividade elétrica de até 4 mmho/cm. Chalanska et al. (2016) encontraram correlação negativa entre a salinidade do solo e a ocorrência de *Pratylenchus* spp.

No nosso experimento, a redução da motilidade dos juvenis e adultos de *M. enterolobii* e *P. coffeae*, com o aumento das concentrações salinas, pode ter ocorrido como mecanismo de sobrevivência, onde a recuperação de suas atividades poderia ser reestabelecida, caso houvesse condições adequadas. Como exemplo, Magalhães (2018) constatou que, após submeter J₂ de *M. enterolobii* a soluções salinas de NaCl por 48 horas, houve 100% de recuperação dos nematoides imóveis encontrados entre as concentrações de 100 a 400 mM logo após a transferência para água destilada.

Os nematoides podem se mover aleatoriamente ou em resposta a estímulos. O movimento de um nematoide ou de uma população em direção orientada em relação a um estímulo é definido como migração (Wallace, 1971; Robinson; Perry, 2006). Em nosso ensaio de migração vertical (Ensaio 2), a mobilidade dos juvenis e adultos de *P. coffeae* foi bem distribuída ao longo das colunas com solo não salino, apresentando nematoides em todas as distâncias nas colunas, fato que não foi observado nas colunas preenchidas com solo salino.

Aproximadamente 18% dos juvenis e adultos de *P. coffeae* colocado nas colunas com solo não salino migrou 10 cm, atingindo o topo aos 6 DAI, apontando a atração do nematoide ao inhame, além de condição adequada do solo para a migração. Esse resultado corrobora com Francilino et al. (2017) ao reportarem que aos 5 DAI foi encontrado 14,6% dos *P. coffeae* em cascas de inhame, localizados a mais de 5 cm de distância do acesso de infestação. Por outro lado, nas colunas com solo salino, a distância percorrida pelos nematoides reduziu para faixa de 4 a 6 cm, sendo observado, aproximadamente, 10,2% dos nematoides inoculados, indicando que a migração dos nematoides em solo salino foi afetada negativamente.

Embora pesquisas relacionadas à migração de *Pratylenchus* spp. sejam observadas (Barros et al., 2019; Francilino et al., 2017; Barros et al., 2016), estudos avaliando a migração de espécies de *Pratylenchus* em ambientes

salinos não são citados na literatura. Trabalhando com populações de *M. javanica* e *M. incognita*, Prot (1978a, 1979) relatou que, quando expostos a gradientes de concentrações de clóreto de sódio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio e sulfato de magnésio, os nematoides mostraram ser repelidos pelos sais, migrando no sentido contrário à maior concentração dos sais. Ainda com *M. javanica*, Prot (1978b) indicou que os juvenis se moviam, preferencialmente, em direção a regiões com menores concentrações de vários sais. Com isto, Castro et al. (1991) sugeriram que a criação de gradientes de sais, usando fertilizantes, em níveis tolerados pelas plantas, poderia ser utilizada como uma tática de manejo para exclusão de nematoides.

Como a migração dos nematoides parasitas de plantas pode ser influenciada pelos atributos físicos e químicos do solo e, devido à falta de informação acerca da movimentação desses parasitas em ambientes salinos, faz-se necessário o desenvolvimento de novas pesquisas, tanto a nível laboratorial como em campo, visando novas táticas de manejo na interação salinidade e nematoides parasitas de plantas.

7. CONCLUSÕES

O aumento das concentrações salinas de NaCl, CaCl₂, MgCl₂ e solução mista diminuiu a motilidade de juvenis e adultos de *M. enterolobii* e *P. coffeae*;

Juvenis e adultos de *P. Coffeae* podem migrar 10 cm em solos não salinos em 6 dias;

A migração de *P. Coffeae* é afetada negativamente pelo aumento da salinidade do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZMI, M. I.; JAIRAJPURI, M. S. Studies on nematode behaviour. II. Some observations on the pattern of movement in *Monhystera* sp. Indian. **Journal of nematology**, v. 5, p. 237-240, 1975.
- BARROS, B. E. A.; PEDROSA, E. M. R.; DE FRANÇA SILVA, Ê. F.; ROLIM, M. M.; DE BARROS, P. Â. Mobility of *Pratylenchus coffeae* in segmented soil columns submitted to water flows and plant stimuli. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 5, p. 2189-2200, 2019.
- BARROS, P. A.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, E. F. F.; MIRANDA, J. H.; ROLIM, M. M.; DAVID, M. F. L. Dinâmica populacional de fitonematoides sob regimes de fluxo de água em colunas de solo. **Nematropica**, v. 46, n. 2, p. 244-260, 2016.
- BLOK, V.; FARGETTE, M.; WISHART, J.; PHILLIPS, M.; BERTHIER, K. Mitochondrial differences DNA distinguishing *Meloidogyne mayaguensis* from the major species of tropical root-knot nematodes. **Nematology**, v. 4, n. 7, p. 773–781, 2002.
- BURKE, M.; SCHOLL, E. H.; BIRD, D. M.; SCHAFF, J. E.; COLMAN, S. D.; CROWELL, R.; DIENER, S.; GORDON, O.; GRAHAM, S.; WANG, X.; WINDHAM, E.; WRIGHT, G. M.; OPPERMAN, C. H. The plant parasite *Pratylenchus coffeae* carries a minimal nematode genome. **Nematology**, v. 17, n. 6, p. 621-637, 2015.
- CABI. **Distribution Maps of Plant Diseases nº. 804.** *Meloidogyne mayaguensis*. CABI, Wallingford, 2000.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R. A.; GOMES, A. L. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 25, p. 223-228, 2001.
- CARVALHO, L. G. O. Gênese de solos halomórficos. Rio de Janeiro: **Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo**, Convenio MA/ DPFS-USAID/Brasil, p. 19, 1966.

CASTAGNONE-SERENO, P. *Meloidogyne enterolobii* (= *M. mayaguensis*): profile of an emerging, highly pathogenic, root-knot nematode species. **Nematology**, v. 14, p. 133–138, 2012.

CASTRO, C. E.; MCKINNEY, H. E.; LUX, S. Plant protection with inorganic ions. **Journal of nematology**, v. 23, n. 4, p. 409-413, 1991.

CASTRO, J. M. C.; LIMA, R. D.; CARNEIRO, R. M. D. G. Variabilidade isoenzimática de populações de *Meloidogyne* spp. provenientes de regiões brasileiras produtoras de soja. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 1-12, 2003.

CHALANSKA, A.; LABANOWSKI, G.; SAS, D. Root-lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) in ornamental plant nurseries—influence of soil texture, acidity, salinity and organic matter content. **Communications in Biometry and Crop Science**, v. 11, p. 98-104, 2016.

CHAVES, L. H. G., CHAVES, I. B., VASCONCELOS, A. C. F., LEÃO, A. B. Avaliação da salinidade dos Neossolos dos perímetros irrigados de São Gonçalo e Engenheiro Arcoverde, PB. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 1, p. 15-21, 2005.

EDONGALI, E. A.; DUNCAN, L.; FERRIS, H. Influence of salt concentration on infectivity and development of *Meloidogyne incognita* on tomato. **Revue de Nématologie**, v. 5, n. 1, p. 111-127, 1982.

EDONGALI, E. A.; FERRIS, H. Varietal response of tomato to the interaction of salinity and *Meloidogyne incognita* infection. **Journal of nematology**, v. 14, n. 1, p. 57-62, 1982.

FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Efeitos dos sais sobre as plantas. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. DE. (ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, p.125-131, 1997.

FAO. The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW)-Managing systems at risk. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, p. 50, 2011.

FERRAZ, L. C. C. B. Nematoides: conhecer para combater o inimigo. In: CASTILHO, R. C.; BUSOLI, A. C.; ANDRADE, D. J.; ROSSI, G. D.; BELLO, M. M.; BRENHA, J. A. M. **Tópicos em entomologia agrícola - IX**. 1 ed. Jaboticabal: Gráfica Multipress LTDA, v 1, p. 27-39, 2016.

FERRAZ, L. C. C. B.; BROWN, D. J. F. Nematologia de plantas: fundamentos e importância. **Manaus: Norma Editora**, p. 251, 2016.

FRANCILINO, A. H; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, Ê. F. F.; ROLIM, M. M.; CARDOSO, M. S. O.; MARANHÃO, S. R. V. L. Efeito do fluxo de água, isca vegetal e volume de poros do solo na mobilidade de *Pratylenchus coffeae*. **Nematropica**, v. 47, n. 1, 2017.

FREITAS, V. M.; SILVA, J. G. P.; GOMES, C. B.; CASTRO, J. M. C.; CORREA, V. R.; CARNEIRO, R. M. D. G. Host status of selected cultivated fruit crops to *Meloidogyne enterolobii*. **European Journal of Plant Pathology**, v. 148, p307-319, 2017.

GOWEN, S. R.; QUÉNÉHERVÉ, P.; FOGAIN, R. Nematode parasites of bananas and plantains. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**, v. 2, p. 611-643, 2005.

HARRIS, J. E.; CROFTON, H. D. Structure and function in the nematodes: internal pressure and cuticular structure in *Ascaris*. **Journal of Experimental Biology**, v. 34, n. 1, p. 116-130, 1957.

HEALD, C. M.; HEILMAN, M. D. Interaction of *Rotylenchulus reniformis*, soil salinity, and cotton. **Journal of nematology**, v. 3, n. 2, p. 179, 1971.

HUNT, D. J.; HANDOO, Z. A. Taxonomy, identification and principal species. In: PERRY, R. N.; MOENS, M.; STARR, J. L. (Ed.). **Root-knot Nematodes**. Cambridge: CABI International, p. 55-88, 2009.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. **Plant Disease Report**, vol. 57, p. 1025-1028, 1973

IBRAHIM, S. K.; AZAR I.; NASER, C.; AKIKKI, B. IBRAHIM, L. Plant-parasitic nematodes on stone fruits and citrus in Lebanon. **Lebanese Science Journal**, v. 17, n. 1, 2016.

JAIRAJPURI, M. S.; AZMI, M. I.; BAJAJ, H. K. Studies on nematode behaviour I. Effect of pH and salt concentrations on the survival of *Hoplolaimus indicus*, *Helicotylenchus indicus*, *Xiphinema basiri* and *Mylonchulus minor*. **Indian Journal of Nematology**, v. 4, p. 171-181, 1974.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant disease reporter**, v. 48, n. 9, 1964.

JESUS, A.M; WILCKEN, S.R.S. Reprodução de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Pratylenchus coffeae* em diferentes cultivares de bananeira. **Nematologia Brasileira**, v. 34, n.1, p. 3-9, 2010.

JONES, J. T.; HAEGEMAN, A.; DANCHIN, E. G. J; GAUR, H. S.; HELDER, J.; JONES, M. G. K.; KIKUCHI, T.; MANZANILLA-LÓPEZ, R.; PALOMARES-RIUS, J. E.; WESEMAEL, W. M. L.; PERRY, R. N. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, v. 14, n. 9, p. 946-961, 2013.

KALIYAPPAN, R.; VISWANATHAN, S.; SUTHANTHIRAM, B.; SUBBARAYA, U.; SOMASUNDRAM, S. M.; MUTHU, M. Evolutionary Expansion of WRKY Gene Family in Banana and Its Expression Profile during the Infection of Root Lesion Nematode, *Pratylenchus coffeae*. **Plos One**, v. 11, n. 9, p. 1-18, 2016.

KHAN, M. R. **Plant nematodes: Methodology, morphology, systematics, biology and ecology**. CRC Press, 2008.

KIEWNICK, S. KARSEN, G. BRITO, J. A.; OGGENFUSS, M.; FREY, J. E. First report of root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* on tomato and cucumber in Switzerland. **Plant Disease**, v. 92, n. 9, p. 1370, 2008.

LANNETTA, M.; COLONA, N. **Land care in desertification affected areas**. Madrid: Lucinda, 2008.

MAGALHÃES, P. R. **Comportamento de cultivares de feijão-caupi ao parasitismo de *Meloidogyne* spp. e avaliação do efeito da salinidade na eclosão, motilidade, sobrevivência e infectividade de *M. enterolobii***. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Cidade, p. 49. 2018.

MAGGENTI, A. R.; HARDAN, A. The effects of soil salinity and *Meloidogyne javanica* on tomato. **Journal of nematology**, v. 5, n. 4, p. 231, 1973.

MASHELA, P.; DUNCAN, L.; McSORLEY, R. Salinity reduces resistance to *Tylenchus semipenetrans* in citros rootstocks. **Nematropica**, vol. 22, n. 1, 1992.

MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade de água para irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos**. Dissertação mestrado. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, p. 173. 1992.

MELO, F. E. S.; BEZERRA, G. E.; GURGEL, E. A. Estudos de solos nos vales do Nordeste para fins de irrigação. **Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Recife-PE**, v.5, n.1, p.7-54, 1967.

MONTEIRO, A. R.; LORDELLO, L. G. E. Encontro do nematoide *Pratylenchus coffeae* atacando cafeeiro em São Paulo. **Revista de Agricultura**, v. 49, p. 164, 1974.

MOURA, R. M. Principais doenças do inhame-da-costa no Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 3, p. 180-199, 2006.

MOURA, R. M.; COSTA, M. B.; DA SILVA, S. T.; CARNEIRO, R. M. G. Espécies do fitonematóide do gênero *Meloidogyne* (nematoda–heteroderidae) encontradas associadas à cultura da cana-de-açúcar no estado de Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 8, p. 193-204, 2012.

MOURA, R. M.; MONTEIRO, A. R. *Pratylenchus coffeae* on yams in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, p. 256, 1995.

MOURA, R. M.; PEDROSA, E. M. R.; PRADO, M. D. C. Incidência de *Pratylenchus coffeae* causando severa nematose em cafeeiro no Nordeste. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 6, p. 649-649, 2002.

NAZÁRIO, A. A.; BESTETE, L. D. O.; GARCIA, G. D. O.; REIS, E. D.; CECÍLIO, R. A. Desenvolvimento e produção do milho irrigado com água de diferentes condutividades elétricas. **Engenharia Ambiental: Tecnologia e Pesquisa**, v. 10, n. 2, p. 117-130, 2013.

- NIELSEN, A. L.; SPENCE, K. O.; NAKATANI, J.; LEWIS, E. E. Effect of soil salinity on entomopathogenic nematode survival and behaviour. **Nematology**, v. 13, n. 7, p. 859-867, 2011.
- PINHEIRO, J. B.; RODRIGUES, C. D. S.; DE CARVALHO, A. D. F.; PEREIRA, R. B. Nematoides na cultura da batata-doce. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2012.
- PINKERTON, J. N., MOJTAHEDI, H., SANTO, G. S., O'BANNON, J. H. Vertical migration of *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* under controlled temperature. **Journal of nematology**, v. 19, n. 2, p. 152, 1987.
- PITCHER, R. S. Factors influencing the movement of nematodes in soil. In: **Nematode vectors of plant viruses**. Springer, Boston, p. 389-407, 1975.
- POSTNIKOVA, O. A.; HULT, M.; SHAO, J.; SKANTAR, A.; NEMCHINOV, L. G. Transcriptome analysis of resistant and susceptible alfalfa cultivars infected with root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. **Plos One**, v. 10, n. 2, p. 1-17, 2015.
- PROT, J. C. Behaviour of juveniles of *Meloidogyne javanica* in salt gradients. **Revue de Nématologie**, v. 1, n. 2, p. 135-142, 1978a.
- PROT, J. C. Influence of concentration gradients of salts on the movement of second stage juveniles of *Meloidogyne javanica*. **Revue de nématologie**, v. 1, p. 21-26, 1978b.
- PROT, J. C. Influence of concentration gradients of salts on the behaviour of four plant parasitic nematodes. **Revue de nématologie**, v. 2, n. 1, p. 11-16, 1979.
- PUDASAINI, M. P.; VIAENE, N.; MOENS, M. The influence of host and temperature on the vertical migration of *Pratylenchus penetrans*. **Nematology**, v. 9, n. 3, p. 437-447, 2007.
- R CORE TEAM (2018). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

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

RAY, S.; DAS, S. N. Nematodes of saline soils in Orissa, India. **Indian Journal of Nematology**, v. 10, n. 2, p. 231-235, 1980.

RIBEIRO, M. R. Origem e Classificação dos Solos Afetados por Sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza, INCTSal. p. 1-19, 2010.

RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S. Química dos solos salinos e sódicos. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (ed). **Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 449-484, 2009.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ V, V. H. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. v.3. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.165-208, 2003.

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; FILHO, E. G (Eds.) **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p. 09-16, 2016.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. LWW, 1954.

RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematóides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 331-338, 2006.

ROBINSON, A. F.; PERRY, R. N. Behaviour and sensory perception. In: PERRY, R. N.; MOENS, M. (Eds). **Plant nematology**, CABI Publishing, p. 210-233, 2006.

ROSA, J. M. O.; WESTERICH, J. N.; WILCKEN, S. R. S. Reprodução de *Meloidogyne enterolobii* em olerícolas e plantas utilizadas na adubação verde. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 826-835, 2015.

SALGADO, S. M. L.; CARNEIRO, R. M. D. G.; PINHO, R. S. C. DE. Aspectos técnicos dos nematoides parasitas do cafeeiro. **EPAMIG**, 2011.

SCHOMAKER, C. H.; BEEN, T. H. Plant growth and population dynamics. In: PERRY, R. N., MOENS, M. **Plant nematology**, p. 275-295, 2006.

SHAH, M. M.; MAHAMOOD, M. Introductory Chapter: Nematodes-A Lesser Known Group of Organisms. In: SHAH, M. M.; MAHAMOOD, M. **Nematology-Concepts, Diagnosis and Control**. Intech, p. 3-18, 2017.

SIDDIQI, M. R. *Pratylenchus coffeae*. In: **Descriptions of Plant Parasitic Nematodes**. Set.1, n. 6. Commonwealth Institute of Helminthology, Hersts, 1972.

SILVA, J., ALVES, S., NASCIMENTO, I., SILVA, M., MEDEIROS, J. Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assú cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 7, n. 4, p. 26-31, 2011.

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; SILVA, G. L.; FREITAS, C. A. S.; CAVALCANTE, L. F.; SOUSA, C. H. C. Acumulação de biomassa, teores e extração de micronutrientes em plantas de milho irrigadas com águas salinas. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 31, n. 2, p. 1-10, 2010.

VILLAIN, L.; MOLINA, A.; SIERRA, S.; DECAZY, B.; SARAH, J. L. Effect of grafting and nematicide treatments on damage by root lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) to *Coffea arabica* L. in Guatemala. **Nematropica**, v. 30, p. 87-100, 2000.

WALLACE, H. R. Abiotic influences in the soil environment. In: ZUCKERMAN, B. M.; ROHDE, R. A. (Eds). **Plant parasitic nematodes**, v. 1, p. 257-280, 1971.

WALLACE, H. R. The dynamics of nematode movement. **Annual Review of Phytopathology**, v. 6, n. 1, p. 91-114, 1968.

WOMWERSLEY, C. Z.; WHARTON, D. A.; HIGA, L. M. Survival biology. In: Perry R. N; Wright, D. J. (Eds.) **The physiology and biochemistry of free-living and plant-parasitic nematodes**, p. 271-300, 1998.

XU, J.; LIU, P.; MENG, Q.; LONG, H. Characterisation of *Meloidogyne* species from China using isozyme phenotypes and amplified mitochondrial DNA restriction fragment length polymorphism. **European Journal of Plant Pathology**, v. 110, p. 309-315, 2004.

YANG, B; EISENBACK, J. D. *Meloidogyne enterolobii* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitizing pacara earpot tree in China. **Journal of Nematology**, v. 15, n. 3, p. 381–391, 1983.

ZAKI, M. J.; KHAN, D.; ABID, M. Nematodes in the saline environment: a mini overview. **International Journal Biology and Biotechnology**, v. 9, n. 1-2, p. 99-113, 2012.

ZIMMERMANN, A. W. P. De nematoden der koffie wortels. Deel I. **Mededeel's Lands Plantentuin (Buitenzorg)**, v. 27, p. 1-64, 1898.