

Mobilidade de *Pratylenchus coffeae* em Solos com Diferentes Texturas e Níveis de Salinidade

Pratylenchus coffeae Mobility in Soils with Different Textures and Salinity Levels

Larissa Gabrielle Lino de Andrade^{*a}; Elvira Maria Regis Pedrosa^a; Ênio Farias França e Silva^a; Mário Monteiro Rolim^a; Ivis Andrei Campos e Silva^a; Edinalda Andrade Silva^a

^aUniversidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, PE, Brasil.

*E-mail: larissa_lino_03@hotmail.com

Resumo

O nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus coffeae* parasita importantes culturas agrônômicas no Brasil e no mundo. A salinidade do solo é outro fator que limita drasticamente a produtividade das culturas. Além disso, a textura do solo tem grande importância na movimentação e distribuição dos nematoides no solo. Objetivou-se neste estudo avaliar a mobilidade de juvenis e adultos de *P. coffeae* em solos de diferentes texturas sob diferentes níveis de salinidade. O dispositivo experimental consistiu em colunas de PVC com 10 cm de comprimento × 4,4 cm de diâmetro interno, preenchidas com solos de duas classes texturais (areia franca e franco argilo arenoso). Foram usadas soluções salinas de NaCl, CaCl₂ e MgCl₂ nas concentrações de 0,1; 2,1; 4,1 e 6,1 dS m⁻¹. Para estímulo atrativo aos nematoides, cascas de inhame foram colocadas numa das extremidades. As avaliações ocorreram aos 2, 4, 6 e 8 dias após a injeção do nematoides (DAI). Em solo arenoso, as diferenças na distribuição de *P. coffeae* nas colunas ao longo dos dias e níveis salinos foram significativas. Aos 2 DAI, 3,6% dos nematoides migraram até 10 cm a 6,1 dS m⁻¹. A migração ocorreu por toda a coluna ao longo dos dias, conforme houve incremento da salinidade. Aos 8 DAI, 24% dos nematoides que migraram até 10 cm encontravam-se a 0,1 dS m⁻¹; enquanto 15% deles mantiveram-se a 6,1 dS m⁻¹. A migração horizontal de juvenis e adultos foi excessivamente reduzida no solo argiloso, não mostrando influência da salinidade.

Palavras-chave: Migração. Salinização. Nematóide das Lesões Radiculares. Textura do Solo.

Abstract

The root lesion nematode *Pratylenchus coffeae* parasitizes important agronomic crops in Brazil and worldwide. Soil salinity drastically limits crop yields also. Moreover, soil texture highly affects movement and distribution of nematodes in soil. The objective of this study was to evaluate the mobility of *P. coffeae* juveniles and adults in soils of different texture under different salinity levels. The experimental device consisted in 10.0 cm long × 4.4 cm internal diameter PVC columns, filled with two textural soil classes (sandy and clayey soils) treated with NaCl, CaCl₂ and MgCl₂ saline solutions at 0.1, 2.1, 4.1, and 6.1 dS m⁻¹. Chopped yam peel was placed at one of the column's ends as attractive stimulus to the nematodes. Evaluations were carried out at 2, 4, 6 and 8 days after nematode injection (DAI). In sandy soil, there was significant difference in *P. coffeae* distribution inside the columns through the days and salinity levels. At 2 DAI, 3.6% nematodes migrated up to 10 cm at 6.1 dS m⁻¹. The migration extended throughout the columns as the days and salinity levels increased. Within the nematodes able to migrate up to 10 cm at 8 DAI, 24 and 15% of them were at 0.1 and 6.1 dS m⁻¹, respectively. The horizontal migration of juveniles and adults was exceeding reduced in the clayey soil, showing no salinity influence.

Keywords: Migration. Salinization. Root Lesion Nematode. Soil Texture.

Introdução

Os nematoides parasitos de planta causam perdas de bilhões de dólares por ano em plantações no mundo (Bernard; Egnin; Bonsi, 2017). Entre os mais importantes destacam-se os nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.), os nematoides dos cistos (*Heterodera* spp.) e os nematoides das lesões radiculares (*Pratylenchus* spp.) (Khan; Quintanilla, 2023). Os nematoides pertencentes ao gênero *Pratylenchus* Filipjev (Nematoda: Tylenchidae) estão distribuídos em todo o mundo, ocorrendo principalmente em ambientes tropicais e subtropicais, e parasitam uma gama de culturas de importância econômica. *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev; Schuurmans Stekhoven, 1941 é considerada uma das espécies mais importantes e com maior disseminação no Brasil, provocando danos mais pronunciados do que outras

espécies do gênero (Morais *et al.*, 2022).

No Brasil, as espécies de *Pratylenchus* são um dos principais agentes causadores de perdas agrícolas em culturas de suma importância econômica, a exemplo da soja, citros, café, algodão, banana, inhame e cana-de-açúcar. No Nordeste Brasileiro, *P. coffeae* são as espécies mais predominantes nos cultivos de inhame (Almeida *et al.*, 2018; Ferraz; Brown, 2016; Moura, 2016).

Outro agravante presente especialmente em regiões áridas e semiáridas, como ocorre no Nordeste do Brasil, é a salinidade do solo que pode ocasionar redução da produção e rendimento das culturas agrícolas. Nestas regiões, o processo de salinização pode ser provocado por características ambientais e/ou ações antrópicas, tais como, elevadas temperaturas; sazonalidade das chuvas; uso de fertilizantes; uso de água

salina na irrigação, que leva ao aumento da concentração de sais no solo (Aderaldo *et al.*, 2020; Munns; Gilliam, 2015).

Com isso, devido a elevada concentração de sal em torno das raízes, os microinvertebrados presentes no solo podem apresentar sensibilidade à salinidade, o que pode afetar a composição dessa comunidade (Nielsen *et al.*, 2011). Além disso, vários sais e íons podem influenciar a sobrevivência e o comportamento dos nematoides, como também, o tipo de solo pode afetar diretamente a mobilidade de nematoides parasitos de planta (Rocha *et al.*, 2016; Zaki; Khan; Abid, 2012). Consequentemente, condições ambientais favoráveis são necessárias para que ocorra uma migração ativa dos nematoides (Erb; Lu, 2013).

Tendo em vista a necessidade do uso de águas salinas na irrigação em regiões áridas e semiáridas e a grande importância econômica dos nematoides para a agricultura, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a mobilidade de *P. coffeae* em solos arenoso e argiloso sob diferentes níveis de salinidade.

Material e Métodos

Características dos solos

Para o preenchimento das colunas de policloreto de vinila (PVC) foram utilizados dois tipos de solo: areia franca e franco argilo arenoso (Quadro 1).

Quadro 1 - Atributos físicos e químicos dos solos utilizados para preenchimento das colunas

Atributos	Solo Arenoso	Solo Argiloso
Areia (g kg ⁻¹)	839,2	634
Silte (g kg ⁻¹)	85,8	166
Argila (g kg ⁻¹)	75	200
Ds (g cm ⁻³)	1,4	1,3
Dp (g cm ⁻³)	2,48	2,3
Porosidade (%)	44	43
Capacidade de pote (U%)	13	17
Classe Textural	Areia Franca	Franco Argilo Arenoso
pH	7,37	5,73
CE _{es} (dS m ⁻¹)	2,68	0,78

Ds: densidade do solo; Dp: densidade das partículas; CE_{es}: condutividade elétrica do extrato de saturação.

Fonte: dados da pesquisa.

O solo arenoso foi proveniente de área agricultável da UFRPE e o solo argiloso de uma área rural do município de Tabira – PE, ambos coletados na profundidade de 0,0 – 0,3 m. Os solos foram submetidos às análises granulométricas e químicas. Os solos foram esterilizados por autoclavagem sob temperatura de 120 °C, à pressão de uma atmosfera, durante duas horas, e após sete dias usados para o preenchimento das colunas.

Obtenção dos nematoides

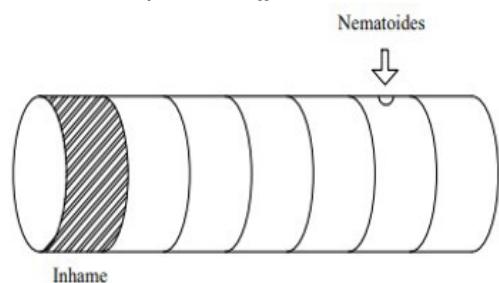
Para a obtenção da população de *P. coffeae*, túberas de inhame da costa (*Dioscorea cayennensis* Lam.) infectadas

pelo nematoide foram obtidas no comércio local na cidade de Recife, Pernambuco, Brasil. Os juvenis e adultos foram extraídos de cascas trituradas de inhame que foram colocadas em funil de Baermann modificado (Whitehead; Hemming, 1965). Para isso, o material triturado foi depositado sobre papel, que foi colocado sobre peneira em um recipiente, acrescentando água até que o papel sobre a peneira estivesse submerso, para permitir a passagem dos nematoides. Após 24 horas, os nematoides ativos que passaram pelo papel foram coletados. A suspensão contendo *P. coffeae* foi vertida para uma peneira de 500 mesh e, logo após, transferida para um copo de decantação. Lâminas semipermanentes foram preparadas para confirmação da identificação da espécie, que se fundamentou nas características morfológicas e morfométricas de fêmeas adultas (Castillo; Vovlas, 2007). Em seguida, foi realizada a contagem dos nematoides em lâmina de Peters com auxílio de microscópio óptico.

Migração horizontal de *P. Coffeae*

A migração de *P. coffeae* foi estudada usando colunas de policloreto de vinila (PVC) adaptadas, segundo metodologia descrita por Oliveira *et al.* (2020). As colunas foram formadas por cinco anéis de 2,0 cm de comprimento, o último anel perfurado 1,0 cm acima de sua base para a injeção dos nematoides nas colunas de solo (Figura 1). Cada coluna tinha 10 cm de comprimento, 4,4 cm de diâmetro interno e 152,1 cm³ de volume interno. Um anel de PVC contendo cascas de túberas sadias de inhame picotadas foi colocado nas extremidades das colunas para servir como estímulo atrativo aos nematoides.

Figura 1 - Dispositivo experimental utilizado para o estudo da mobilidade de *Pratylenchus coffeae*



Fonte: os autores.

Os solos utilizados nos experimentos foram submetidos a diferentes níveis de salinidade. Os níveis de salinidade foram obtidos pela adição de cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂) e cloreto de magnésio (MgCl₂), na proporção 7:2:1 (Medeiros, 1992), na água de abastecimento da UFRPE, que apresenta uma condutividade elétrica em torno de 0,1 dS m⁻¹. As soluções salinas utilizadas consistiram em quatro níveis: 0,1 (água de abastecimento, usada como controle); 2,1; 4,1 e 6,1 dS m⁻¹, que foram medidos com um condutivímetro. Após o preparo das soluções salinas, os dois tipos de solo (solo arenoso e solo argiloso) foram separados e umedecidos

com cada solução a parte, de acordo com as características de densidade e umidade semelhantes às condições de campo (Tabela 1) para preenchimento das colunas.

As colunas foram preenchidas com os solos salinizados (solo arenoso e solo argiloso separadamente). A base do anel de injeção dos nematoides foi coberta com uma malha de 15 µm para manter os nematoides no sistema, na outra extremidade foi colocada uma malha de 35 µm, para manter o solo nas colunas. 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. As colunas foram mantidas em incubadora B.O.D. à temperatura constante de 25 °C.

2.4 Injeção dos fitonematoides

Os nematoides coletados dos funis de Baermann modificados foram contados em lâmina de Peters com auxílio de microscópio óptico com ampliação de 100 ×. Aproximadamente 4000 ± 400 juvenis e adultos de *P. coffeae* foram injetados em cada coluna através do orifício de injeção, com auxílio de uma seringa (Pudasaini; Viaene; Moens, 2007).

As colunas foram desmontadas aos 2, 4, 6 e 8 dias após a injeção (DAI) e os nematoides extraídos do solo de cada anel, a partir da técnica de flotação centrífuga (Jenkins, 1964). Os nematoides foram contados em lâmina de Peters, com o auxílio de microscópio óptico com ampliação de 100 ×, para determinação do número de nematoides por anel, considerados

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.

2.5 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com tratamentos arranjados em parcelas subsubdivididas, em conformidade com o resultado do teste de esfericidade de Mauchly. Os fatores analisados foram: 4 (níveis de salinidade: 0,1; 2,1; 4,1 e 6,1 dS m⁻¹) × 4 (dias: 2, 4, 6 e 8 DAI) × 5 (distâncias migradas (anéis): 0-2, 2-4, 4-6, 6-8 e 8-10 cm), com quatro repetições, totalizando 320 unidades experimentais para cada tipo de solo (arenoso e argiloso).

Os dados foram analisados com auxílio do software R, procedendo a análise de variância com o teste F, desdobrando-se as análises sempre que a interação foi significativa. O teste χ^2 foi aplicado para comparar a distribuição dos nematoides ao longo das colunas.

Resultados e Discussão

Para a mobilidade de *P. coffeae* em solo arenoso ocorreu interação significativa entre dias × distância migrada ($p < 0,001$) e entre salinidade × dias × distância migrada ($p < 0,01$), entretanto, não houve efeito significativo do fator salinidade isoladamente ($p > 0,05$) (Quadro 2).

Quadro 2 - Resumo da análise de variância: efeito dos dias após a injeção (DAI), distância migrada (anel) e nível de salinidade na mobilidade de *Pratylenchus coffeae* em colunas de PVC preenchidas com solo arenoso

FV	<i>P. coffeae</i>				
	GL	SQ	QM	F	P>F
Blocos	3	281740	93913		
DAI	3	2459559	819853	60,328	2,78x10 ^{-6***}
Erro (a)	9	122310	13590		
Anel	4	7478533	1869633	406,49	<2,2x10 ^{-16***}
DAI:Anel	12	10087831	840653	182,77	<2,2x10 ^{-16***}
Erro (b)	48	220773	4599		
Salinidade	3	41877	13959	1,9419	0,124468
Salinidade:DAI	9	109014	12113	1,685	0,095425
Salinidade:Anel	12	110575	9215	1,2819	0,232537
Salinidade:DAI:Anel	36	514920	14303	1,9898	0,001784**
Erro (c)	180	1293907	7188		

** , *** significativo a 0,01 e 0,001, respectivamente; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio; SQ: Soma de quadrados; P>F: nível de significância do teste F; DAI: dias após a injeção.

Fonte: dados da pesquisa.

As diferenças na distribuição de *P. coffeae* ao longo das colunas preenchidas com solo arenoso, ao longo dos dias e nos diferentes níveis salinos foram significativas. A migração dos juvenis e adultos ocorreu por toda a coluna ao longo dos dias e conforme houve o incremento dos níveis de salinidade. As condições físicas do solo podem interferir na variabilidade da população de nematoides (Ritzinger; Fancelli, 2006). Em geral, os nematoides adaptam-se melhor a solos que apresentem texturas arenosas, areia franca e

franco arenosas, por favorecer a disponibilidade de oxigênio, a exemplo das espécies de *Pratylenchus* que apresentam bom desenvolvimento em solos com textura arenosa e franco arenosa (Gallardo *et al.*, 2015). Além disso, a migração do nematoide está relacionada ao espaço poroso do solo.

A maioria dos juvenis e adultos de *P. coffeae* foram encontrados no anel de injeção, mesmo assim, ao longo dos dias houve uma movimentação bem distribuída dos nematoides, pois percorreram toda a coluna (Quadro 3). Aos 2

DAI, os espécimes estavam presentes nas maiores distâncias das colunas, mostrando a facilidade de migração de *P. coffeae* em solo arenoso. Como os solos arenosos possuem poros

maiores, pode haver melhor migração de nematoides parasitos de planta, aumentando também a infectividade (Barros, 2016; Leitão *et al.*, 2021, Pedrosa *et al.*, 2021).

Quadro - 3 Contingência e análise χ^2 para *Pratylenchus coffeae* recuperados em cada anel aos 2, 4, 6 e 8 dias após a injeção (DAI) nos diferentes níveis de salinidade em colunas com solo arenoso.

Nível de Salinidade	Distância Migrada (Anéis de Contagem) em cm					χ^2 (p value)
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	
Média de juvenis e adultos recuperados por anel aos 2 DAI						
0,1	1358,75	163,75	135,00	102,75	124,50	
2,1	979,25	185,75	144,25	48,00	59,75	
4,1	1333,50	137,00	65,00	70,50	35,75	
6,1	1304,75	247,75	118,00	77,50	66,00	150,2(< 2,2x10 ⁻¹⁶)
Média de juvenis e adultos recuperados por anel aos 4 DAI						
0,1	318,50	162,00	130,75	104,50	59,5	
2,1	334,00	71,75	105,50	87,00	46,5	
4,1	340,50	122,75	75,50	87,00	81,0	
6,1	360,75	102,00	94,00	64,75	101,5	76,91(1,6 x10 ⁻¹¹)
Média de juvenis e adultos recuperados por anel aos 6 DAI						
0,1	166,0	200,50	200,00	137,75	195,00	
2,1	205,5	176,50	142,50	65,75	167,50	
4,1	192,0	93,00	81,75	83,50	231,75	
6,1	344,0	106,75	66,75	51,00	141,50	269,7(<2,2x10 ⁻¹⁶)
Média de juvenis e adultos recuperados por anel aos 8 DAI						
0,1	140,75	64,5	99,5	92,5	125,75	
2,1	182,75	92,5	88,0	150,0	103,75	
4,1	214,00	204,5	123,5	65,50	88,75	
6,1	87,50	121,0	131,0	99,75	77,75	166,6(<2,2x10 ⁻¹⁶)

Fonte: dados da pesquisa.

Os nematoides migraram até 10 cm ao longo do tempo, mesmo quando o solo foi submetido aos níveis mais altos de salinidade. Aos 2 DAI, no solo submetido a 4,1 dS m⁻¹, o maior número de *P. coffeae* (81,2%) foi encontrado no ponto de injeção, no entanto, cerca de 3,6% já haviam atingido as maiores distâncias entre 8 e 10 cm, no maior nível de salinidade 6,1 dS m⁻¹ (Figura 2A). Segundo Curtis (2008), os estímulos vegetais são essenciais para que os nematoides localizem plantas hospedeiras e locais de alimentação, influenciando o movimento desses parasitos em direção a sítios de invasão favoráveis. Os nematoides podem migrar por dias em busca de hospedeiros (Koppenhöfer; Fuzy, 2003). Os nematoides parasitos de plantas tendem a escolher o caminho mais curto para chegar a um sítio de alimentação favorável (Reynolds *et al.*, 2011). Além disso, os nematoides produzem movimentos aleatórios permitindo que eles alcancem às raízes por meio de atributos edáficos, como concentração de sais e gases, pH, entre outros (Davis; Earl; Timper, 2014). Assim, os resultados sugerem que com o passar dos dias, mesmo com o aumento dos níveis de salinidade, os juvenis e adultos foram atraídos em direção às cascas de inhame e conseguiram migrar até as extremidades das colunas com solo arenoso, atraídos em busca do sítio de alimentação.

Nas extremidades próximas às cascas de inhame, aos 4 DAI, a maioria de juvenis e adultos foram extraídos nos

maiores níveis salinos, 4,1 e 6,1 dS m⁻¹, com 11,5 e 14%, respectivamente (Figura 2B). Aos 6 DAI, foram observados 48,4% de *P. coffeae* no maior nível de salinidade, entre 0 e 2 cm; e, 33,9% foram encontrados no nível de 4,1 dS m⁻¹, entre 8 e 10 cm (Figura 2C). Aos 8 DAI, a maioria dos espécimes extraídos (24%) que migraram até 10 cm encontravam-se no nível de 0,1 dS m⁻¹; enquanto 15% mantiveram-se no maior nível de 6,1 dS m⁻¹ (Figura 2D).

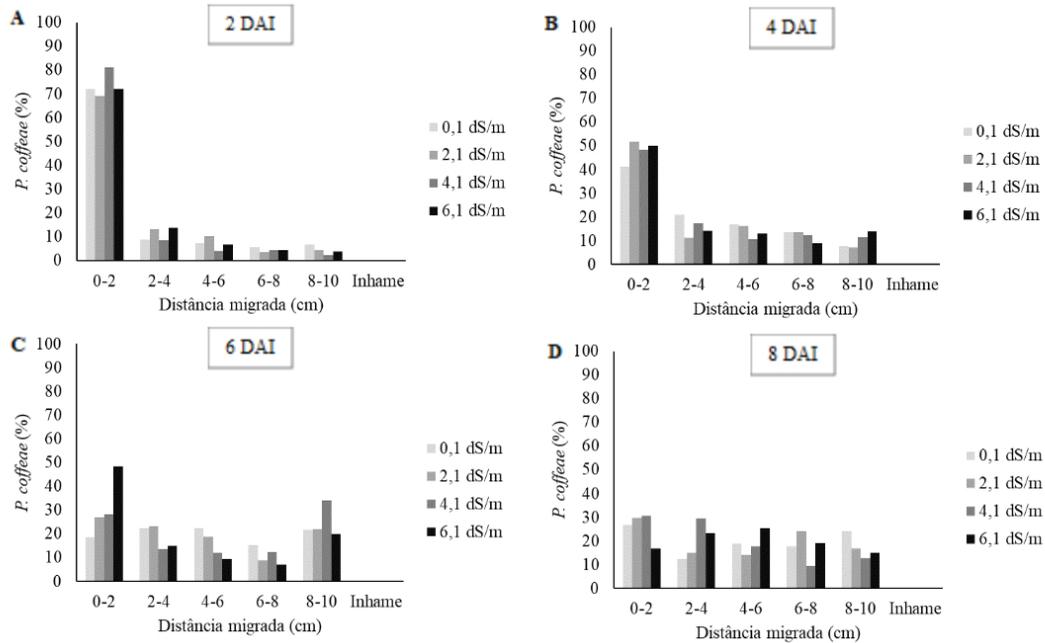
Em estudos sobre migração vertical de *P. coffeae* em colunas com solo salino, Silva *et al.* (2022) relataram que a migração dos nematoides foi afetada negativamente e o número de nematoides ativos reduziu, conforme houve o incremento das concentrações salinas nos níveis de 0,00, 0,25, 0,50, 0,75 e 1,00 M de NaCl, CaCl₂, MgCl₂. Sumera, Saeed e Ahmed (2015) em estudos efetuados com juvenis de *M. javanica* verificaram que os nematoides tiveram seu desenvolvimento prejudicado em cultivo de berinjela submetida a concentração salina de 0,1% de NaCl. Isso significa que, à medida que a concentração de sais no solo aumenta, a ocorrência dos nematoides no solo tende a diminuir. De acordo com Qi *et al.* (2015), os sais afetam não só a sobrevivência dos nematoides como também a sua movimentação.

Neste experimento, os nematoides percorreram todas as colunas preenchidas com solo arenoso. Até nos maiores níveis de salinidade ao longo dos dias, os nematoides

migraram até a maior distância entre 8 e 10 cm, podendo evidenciar, que os juvenis e adultos de *P. coffeae* utilizaram mecanismos para conseguir sobreviver ao ambiente salino e migrarem ao longo das colunas. Segundo Burr e Robinson (2004), os nematoides desenvolvem mecanismos intrínsecos para transpor as mudanças que ocorrem no ambiente e sob estresses ambientais, favorecendo a sobrevivência de espécies. Entre estas estratégias de sobrevivência a situações edafoclimáticas estressantes tais como a salinidade do solo, temperaturas extremas, baixo teor de oxigênio, ausência de

hospedeira, estão a quiescência e a diapausa. A quiescência refere-se ao estágio de dormência imediata ao estresse, no qual o metabolismo e a atividade do nematoide diminuem. Se as condições de estresse deixarem de existir, o nematoide retoma então a sua atividade. A diapausa é uma condição pela qual o nematoide permanece dormente sob a condição desfavorável, no entanto, esse mecanismo não é reversível mesmo que as condições voltem a ser favoráveis (Duceppe *et al.*, 2017; Ritzinger; Fancelli; Ritzinger, 2010).

Figura 2 - Distribuição de juvenis e adultos de *Pratylenchus coffeae* nos diferentes níveis de salinidade em colunas preenchidas com solo arenoso aos 2 dias após a injeção (DAI) (A), 4 DAI (B), 6 DAI (C) e 8 DAI (D).



Fonte: dados da pesquisa.

A migração de *P. coffeae* em solo argiloso sofreu influência significativa dos dias ($p < 0,01$) e distância migrada ($p < 0,001$), no entanto, não houve efeito significativo da salinidade ($p > 0,05$). Também foi significativa a interação dias

× distância migrada ($p < 0,001$), porém, não ocorreu interação significativa entre salinidade × dias × distância migrada ($p > 0,05$) (Quadro 4).

Quadro 4 - Resumo da análise de variância: efeito dos dias após a injeção (DAI), distância migrada (anel) e nível de salinidade na mobilidade de *Pratylenchus coffeae* em colunas de PVC preenchidas com solo argiloso

FV	<i>Pratylenchus coffeae</i>				
	GL	SQ	QM	F	P>F
Blocos	3	527587	175862		
DAI	3	1272504	424168	13,55	0,0011**
Erro (a)	9	281690	31299		
Anel	4	45634244	11408561	240,2	<2,2x10 ⁻¹⁶ ***
DAI:Anel	12	5428689	452391	9,524	4,5x10 ⁻⁹ ***
Erro (b)	48	2279946	47799		
Salinidade	3	59207	19736	0,5884	0,6233
Salinidade:DAI	9	183705	20412	0,6086	0,7887
Salinidade:Anel	12	347284	28940	0,8629	0,5858
Salinidade:DAI:Anel	36	946088	26280	0,7836	0,8048
Erro (c)	180	6037030	33539		

, * significativo a 0,01 e 0,001, respectivamente; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio; SQ: Soma de quadrados; P>F: nível de significância do teste F; DAI: dias após a injeção.

Fonte: dados da pesquisa.

As diferenças na distribuição de *P. coffeae* ao longo das colunas com solo argiloso e ao longo dos dias foram significativas. A maioria dos juvenis e adultos permaneceram concentrados no anel de injeção. Ao longo dos dias, a migração dos nematoides foi reduzida por toda a coluna (Quadro 5). A textura do solo afeta a motilidade do nematoide

e a busca da localização da planta hospedeira (Rocha *et al.*, 2016). Em estudos de movimentação de *M. enterolobii*, *M. incognita* e *P. coffeae* em colunas com solo argiloso, Barros *et al.* (2016) verificaram que o movimento dos nematoides foi praticamente nulo.

Quadro 5 - Contingência e análise χ^2 para *Pratylenchus coffeae* recuperados em cada anel aos 2, 4, 6 e 8 dias após a injeção (DAI) em colunas com solo argiloso submetido a diferentes níveis de salinidade.

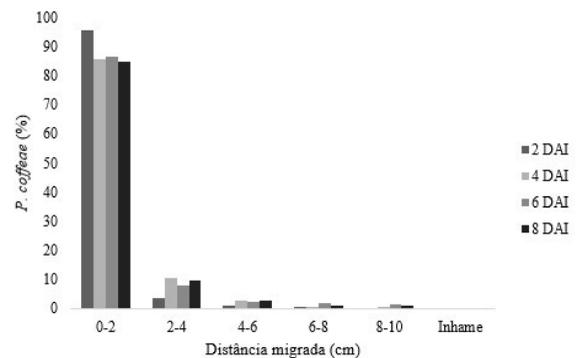
	Média de Juvenis e Adultos Recuperados por Anel					χ^2 (p value)
	0-2 cm	2-4 cm	4-6 cm	6-8 cm	8-10 cm	
<i>P. coffeae</i>	971,58	80,42	22,06	9,69	7,19	3268(<2,2x10 ⁻¹⁶)
DAI						
2	1437,31	53,00	14,12	1,87	0,00	
4	1058,94	127,87	33,00	8,75	7,37	
6	832,12	76,37	21,69	20,37	13,62	
8	557,94	64,44	19,44	7,75	7,75	124,08(<2,2x10 ⁻¹⁶)

Fonte: dados da pesquisa.

O maior percentual de juvenis e adultos de *P. coffeae* permaneceu no anel de injeção, em que, 95,4; 85,7; 86,3 e 84,9% foram encontrados aos 2, 4, 6 e 8 DAI, respectivamente. Aos 2 DAI, nenhum nematoide foi encontrado entre 8 a 10 cm. Segundo Gallardo *et al.* (2015), o ciclo de vida dos nematoides é limitado quando encontrados em solos argilosos, como solos de textura franco argilo arenosa. Nas colunas com solo argiloso, *P. coffeae* teve a mobilidade reduzida ao longo dos dias e à medida que as distâncias aumentavam. Nenhum juvenil ou adulto foi observado nas extremidades das colunas aos 2 DAI, visto que, grande parte permaneceu concentrada no anel de injeção, confirmando que em solos argilosos a migração e a distribuição dos nematoides são afetadas negativamente.

A maioria de *P. coffeae* que migrou concentrou-se entre 2 e 4 cm, com porcentagem de 10,3% aos 4 DAI e 9,8% aos 8 DAI. Cerca de 1% dos nematoides percorreram a distância de 8 a 10 cm, aos 6 e 8 DAI (Figura 3). Os solos argilosos são constituídos por poros menores, dificultando ou impossibilitando a mobilidade dos nematoides (Pedrosa *et al.*, 2021). Pudasaini, Viaene e Moens (2007) estudando a migração vertical de *P. penetrans* em colunas, observaram que a migração foi reduzida conforme houve o aumento da distância entre os nematoides e os hospedeiros. Fato que pode estar associado aos resultados encontrados nesse trabalho, nos quais, a maioria dos espécimes permaneceram nas menores distâncias e apenas 1% de *P. coffeae* migrou até as extremidades das colunas com solo argiloso, sugerindo que as características deste solo têm efeito direto na mobilidade dos nematoides.

Figura 3 - Distribuição de juvenis e adultos de *Pratylenchus coffeae* aos 2, 4, 6 e 8 dias após a injeção (DAI) em colunas com solo argiloso submetido a diferentes níveis de salinidade.



Fonte: dados da pesquisa.

A distribuição de nematoides no solo pode indicar que as espécies têm tolerâncias relativas diferentes à salinidade do solo (Nkem *et al.*, 2006). Segundo Qi *et al.* (2015), avaliando a quimiotaxia de *M. incognita* em resposta a diferentes sais, verificaram que sais contendo ânions de Cl⁻ e SCN⁻ apresentaram ação repelente para o nematoide. Por outro lado, Magalhães *et al.* (2021) relataram que a salinidade não afetou a eclosão, a mobilidade e a infectividade dos juvenis de *M. enterolobii* imersos em solução salina in vitro, por 15 dias. Dessa forma, os estudos demonstram que as espécies podem ter diferentes reações quando submetidas à salinidade.

Pesquisas relacionadas à migração de *Pratylenchus* spp. em condições salinas são necessárias, o que reforça a importância de novos estudos para compreender o comportamento desses nematoides sob efeito da salinidade, buscando-se estratégias de manejo adequadas e eficazes.

Conclusão

Solos argilosos dificultam a migração horizontal a longas distâncias de *P. coffeae*, independentemente do nível de salinidade do solo; contudo, em solos arenosos a migração é

favorecida mesmo sob altos níveis de salinidade.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, à Universidade Federal Rural de Pernambuco e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio.

Referências

- ADERALDO, F.Í.C. et al. Efeitos combinados da seca e da salinidade no crescimento de plantas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild). *Braz. J. Anim. Environ. Res.*, v.3, n.3, p.2732-2740, 2020.
- ALMEIDA, N.O. et al. Occurrence and correlations of nematodes, *Fusarium oxysporum* and edaphic factors on banana plantations. *J. Phytopathol.*, v.166, n.4, p.265-272, 2018.
- BARROS, P.A. Dinâmica de nematoides em colunas de solo. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016.
- BARROS, P. A., et al. Dinâmica populacional de fitonematoides sob regimes de fluxo de água em colunas de solo. *Nematropica*, v.46, n.2, p.244-260, 2016.
- BERNARD, G.C.; EGNIN, M.; BONSI, C. The Impact of Plant-Parasitic Nematodes on Agriculture and Methods of Control. In: *Nematology-Concepts, Diagnosis and Control*. InTech, p.121-151, 2017.
- BURR, A.H.J.; ROBINSON, A.F. Locomotion behaviour. In: GAUGLER, R.; BILGRAMI, A.L. *Nematode behaviour*. Wallingford: CAB International, 2004. p.25-62.
- CASTILLO, P.; VOVLAS, N. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management. *Nematol. Monographs Perspectives*, v.6, p.528, 2007.
- CURTIS, R.H.C. Plant-nematode interactions: Environmental signals detected by the nematode's chemosensory organs control changes in the surface cuticle and behaviour. *Parasite*, v.15, n.3, p.310-316, 2008.
- DAVIS, R.F.; EARL, H.J.; TIMPER, P. Effect of simultaneous water deficit stress and *Meloidogyne incognita* infection on cotton yield and fiber quality. *J. Nematol.*, v.46, n.2, p.108-118, 2014.
- DUCEPPE, M. et al. Analysis of survival and hatching transcriptomes from potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Sci. Rep.*, v.7, p.1-13, 2017.
- ERB, M.; LU, J. Soil abiotic factors influence interactions between belowground herbivores and plant roots. *J. Exp. Biol.*, v.64, n.5, p.1295-1303, 2013. doi: <https://doi.org/10.1093/jxb/ert007>.
- FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Manaus: Norma Editora, 2016. p.1-251.
- GALLARDO, J.Á.M. et al. Nematodos fitoparasitos y su relación con factores edáficos de papaya en Colima, México. *Rev. Mex. Cienc. Agric.*, v.6, n.1, p.251-257, 2015.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Dis. Rep.*, v.48, n.9, 1964.
- KHAN, R.; QUINTANILLA, M. *Nematode Diseases of Crops and their Sustainable Management*. Academic Press, 2023. doi: <http://doi.org/10.1016/C2020-0-03866-1>.
- KOPPENHÖFER, A.M.; FUZY, E.M. Ecological characterization of *Steinernema scarabaei*, a scarab-adapted entomopathogenic nematode from New Jersey. *J. Invertebr. Pathol.*, v.83, p.139-148, 2003.
- LEITÃO, D.A.H.S. et al. Upward migration of second-stage juveniles of *Meloidogyne floridensis* and *M. incognita* under different plant stimuli. *Eur. J. Plant Pathol.*, v.161, p.301-311, 2021.
- MAGALHÃES, P.R. et al. Effect of salt stress on the parasitism of *Meloidogyne enterolobii* in cowpea. *Res. Soc. Dev. Soc. Desen.*, v.10, n.10, p.1-9, 2021.
- MEDEIROS, J.F. Qualidade de água para irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1992.
- MORAIS, A.C.M., et al. Management of *Pratylenchus coffeae* and *Scutellonema bradyi* by soil amendment with antagonistic plants. *Diversitas J.*, v.7, p.2314-2321, 2022.
- MOURA, R.M. Doenças do inhame-da-Costa. In: AMORIM, L. et al. *Manual de Fitopatologia – doenças das plantas cultivadas*. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. p.477-483.
- MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops: what is the cost? *New Phytol.*, Cambridge, v.208, p.668-673, 2015.
- NIELSEN, A.L. et al. Effect of soil salinity on entomopathogenic nematode survival and behaviour. *Nematology*, v.13, n.7, p.859-867, 2011.
- NKEM, J.N. et al. Salt tolerance and survival thresholds for two species of Antarctic soil nematodes. *Polar Biol.*, v.29, n.8, p.643-651, 2006.
- OLIVEIRA, A.K. S. et al. Migration and penetration of *Meloidogyne enterolobii* and *M. incognita* in soil columns with tomato and marigold. *Eur. J. Plant Pathol.*, v.158, p.591-598, 2020.
- PEDROSA, E.M.R. et al. Manejo de nematoides em solos agrícolas. In: *TÓPICOS EM CIÊNCIAS DO SOLO*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2021. p.194-234.
- 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.
- QI, Y. et al. Chemotaxis of *Meloidogyne incognita* in response to different salts. *Agric. Sci.*, v.6, p.900-907, 2015.
- REYNOLDS, A. M. et al. Chemotaxis can take plant-parasitic nematodes to the source of a chemoattractant via the shortest possible routes. *J. R. Soc. Interface*, v.8, n.57, p.568-577, 2011.
- RITZINGER, C.H.S.P.; FANCELLI, M. Manejo integrado de nematoides na cultura da bananeira. *Rev. Bras. Frutic.*, v.28, n.2, p.331-338, 2006.
- RITZINGER, C.H.S.P.; FANCELLI, M.; RITZINGER, R. Nematoides: bioindicadores de sustentabilidade e mudanças edafoclimáticas. *Rev. Bras. Frutic.*, v.32, n.4, p.1289-1296, 2010.
- ROCHA, F.S. et al. Migration and reproduction of *Meloidogyne incognita* in two soil textures. *Nematropica*, v.46, p.162-171, 2016.
- SILVA, I.A.C. et al. Motilidade e migração de nematoides em ambientes salinos. *Rev. Caatinga*, v.35, n.4, p.865-876, 2022. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252022v35n414rc>.
- SUMERA, M.A.; SAEED, R.; AHMED, T. Effect of salinity and root-knot nematode on growth of eggplant (*Solanum melongena* L.). *J. Biol.*, v.5, n.1, p.93-97, 2015.
- WHITEHEAD, A. G.; HEMMING, J. R. A comparison of some

quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. *Ann. Appl. Biol.*, v.55, p.25-38, 1965.

ZAKI, M.J.; KHAN, D.; ABID, M. Nematodes in the saline environment: a mini overview. *Int. J. Biol. Biotechnol.*, v.9, n.1-

2, p.99-113, 2012.

ZIMMERMANN, A.W.P. De nematoden der koffiewortels. Deel I. Mededeel's Lands Plantentuin, v.27, p.1-64, 1898