

Ocorrência de fitonematóides em área natural e de cultivo de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) em Tracuateua, Pará, Brasil

Occurrence of Phytonematodes in Natural and Cassava (*Manihot esculenta Crantz*) Cultivation Areas in Tracuateua, Pará, Brazil

Ocurrencia de fitonematodos en áreas naturales y de cultivo de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en Tracuateua, Pará, Brasil

Oliveira Alves Júlia ¹, Fernandes Martins Ivan Carlos ¹, Dias Campos Lourival ¹, Sosa-Duque Francisco José ^{1*}

¹ Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus de Capanema, Capanema - PA, Brasil. ROR: <https://ror.org/02j71c790>

✉ juliaalves100@gmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0561-7524>

✉ mivan.martins@ufra.edu.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4405-2713>

✉ mlourival.dias@ufra.edu.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3934-1008>

✉ mfrancisco.duque@ufra.edu.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0762-2203>

E-mail do autor da correspondência: mfrancisco.duque@ufra.edu.br

Revista Saastal

Vol. 1(1) enero - junio 2025

Como citar este artigo

Oliveira, J., Fernandez, I., Dias, L., & Sosa-Duque, F. J. (2025). Ocorrência de fitonematóides em área natural e de cultivo de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) em Tracuateua, Pará, Brasil. *Saastal*, 1(1), e5.

© 2025 Saastal. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), que permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor e a fonte original sejam devidamente citados.

Recibido: 01 de marzo de 2025

Revisado: 05 de abril de 2025

Aceptado: 20 de abril de 2025

Publicado: 05 de mayo de 2025

Resumo

Os nematoides são organismos diversos e abundantes com elevada importância, principalmente devido aos fitonematoides, que são estudados em diversas culturas agrícolas, porém ainda pouco conhecidos na cultura da mandioca e áreas naturais adjacentes a estas culturas. Assim, este trabalho objetivou-se identificar a nematofauna associada a cultivares de mandioca, e fragmento de área natural. O estudo foi realizado na localidade de Vila Fátima em Tracuateua-Pará, Brasil. Foram consideradas três áreas: i) fragmento floresta de mata secundária, ii) parcela de mandioca var. BRS Formosa e, iii) parcela de mandioca var. BRS Novo Horizonte. Nos três ambientes foram coletadas amostras de solo e raiz. Para a extração dos nematoides, utilizou-se a técnica de Jenkins em amostras de solo, e o método de Coolen & D'Herde nas amostras de raízes. Identificou-se a presença de sete gêneros de nematoides representados por *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchulus*, *Criconemoides*, *Hemicycliophora*, e *Paratylenchus*, e também três espécies: *Pratylenchus brachyurus*, *Helicotylenchus dihystra* e *Rotylenchulus reniformis*. A maior incidência de nematoides ocorreu na área de plantio da var. BRS Formosa com 180 indivíduos distribuídos em dois gêneros, seguida do fragmento de área natural com 104 indivíduos constituídos por quatro gêneros, e finalmente var. BRS Novo Horizonte com 32 indivíduos em três gêneros. Por meio de índice de Morisita verificou-se a similaridade entre os gêneros *Hemicycliophora*, *Paratylenchus* e *Helicotylenchus* por terem ocorrido apenas em área natural, e também *Rotylenchus* e *Criconemoides*, outro agrupamento formado, no entanto por terem ocorrido apenas na cultivar BRS Novo Horizonte. O gênero *Meloidogyne* se destacou pela preferência de ocorrência apenas nas cultivares de mandioca. Apesar do pouco quantitativo de nematoides identificados, observou-se que houve distinção na distribuição dos indivíduos entre os três ambientes, com destaque para o fragmento preservado de vegetação nativa e o agroecossistema com plantio de mandioca var. BRS Formosa.

Palavras-chave: nemata; criconematidae; heteroderidae; hoplolaimidae; pratylenchidae; tylenchulidae.

Abstract

Nematodes are diverse and abundant organisms of great importance, mainly due to plant-parasitic nematodes, which are studied in various agricultural crops, but are still poorly understood in cassava cultivation and natural areas. Thus, this work aimed to identify the nematode fauna associated with cassava cultivars and a fragment of a natural area. The study was carried out in the locality of Vila Fátima, Tracuateua-Pará, Brazil. Three areas were considered: i) a fragment of secondary forest, ii) a cassava plot var. BRS Formosa, and iii) a cassava plot var. BRS Novo Horizonte. Soil and root samples were collected in all three environments. For nematode extraction, the Jenkins technique was used on soil samples, and the Coolen & D'Herde method on root samples. The presence of seven nematode genera was identified, represented by *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchulus*, *Criconemoides*, *Hemicycliophora*, and *Paratylenchus*, as well as three species: *Pratylenchus brachyurus*, *Helicotylenchus dibytera*, and *Rotylenchulus reniformis*. The highest incidence of nematodes occurred in the planting area of the BRS Formosa variety with 180 individuals distributed among two genera, followed by the fragment of natural area with 104 individuals consisting of four genera, and finally the BRS Novo Horizonte variety with 32 individuals in three genera. Using the Morisita index, similarity was found between the genera *Hemicycliophora*, *Paratylenchus*, and *Helicotylenchus*, as they occurred only in the natural area, and also between *Rotylenchulus* and *Criconemoides*, another grouping formed, however, as they occurred only in the BRS Novo Horizonte cultivar. The genus *Meloidogyne* stood out for its preference for occurring only in cassava cultivars. Despite the small number of nematodes identified, a distinction was observed in the distribution of individuals among the three environments, with particular emphasis on the preserved fragment of native vegetation and the agroecosystem with cassava var. BRS Formosa planting.

Keywords: nemata; criconematidae; heteroderidae; hoplolaimidae; pratylenchydae; tylenchulidae.

Resumen

Los nematodos son organismos diversos y abundantes, con elevada importancia, principalmente debido a los fitonematodos, los cuales son estudiados en diversos cultivos agrícolas; sin embargo, aún son poco conocidos en el cultivo de la yuca y en las áreas naturales adyacentes a estos cultivos. Así, el presente trabajo tuvo como objetivo identificar la nematofauna asociada a cultivares de yuca y a un fragmento de área natural. El estudio se realizó en la localidad de Vila Fátima, en Tracuateua, Pará, Brasil. Se consideraron tres áreas: i) un fragmento de bosque de vegetación secundaria, ii) una parcela de yuca var. BRS Formosa y iii) una parcela de yuca var. BRS Novo Horizonte. En los tres ambientes se recolectaron muestras de suelo y raíces. Para la extracción de los nematodos se utilizó la técnica de Jenkins en las muestras de suelo y el método de Coolen y D'Herde en las muestras de raíces. Se identificó la presencia de siete géneros de nematodos representados por *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchulus*, *Criconemoides*, *Hemicycliophora* y *Paratylenchus*, así como tres especies: *Pratylenchus brachyurus*, *Helicotylenchus dibytera* y *Rotylenchulus reniformis*. La mayor incidencia de nematodos se registró en el área de cultivo de la var. BRS Formosa, con 180 individuos distribuidos en dos géneros, seguida del fragmento de área natural con 104 individuos pertenecientes a cuatro géneros y, finalmente, la var. BRS Novo Horizonte con 32 individuos distribuidos en tres géneros. Mediante el índice de Morisita se verificó la similitud entre los géneros *Hemicycliophora*, *Paratylenchus* y *Helicotylenchus*, debido a que ocurrieron únicamente en el área natural, así como entre *Rotylenchus* y *Criconemoides*, otro agrupamiento formado por haberse registrado exclusivamente en la cultivar BRS Novo Horizonte. El género *Meloidogyne* se destacó por su preferencia de ocurrencia únicamente en los cultivares de yuca. A pesar del bajo número de nematodos identificados, se observó una diferenciación en la distribución de los individuos entre los tres ambientes, destacándose el fragmento preservado de vegetación nativa y el agroecosistema con cultivo de yuca var. BRS Formosa.

Palabras clave: nemata; criconematidae; heteroderidae; hoplolaimidae; pratylenchydae; tylenchulydae.

Introdução

A biodiversidade do solo contempla uma variada gama de organismos que abriga bactérias, fungos, além de animais invertebrados como os nematoides, ácaros, colêmbolos e minhocas [1], [2]. As atividades destes organismos no solo contribuem para variados processos biológicos e ecológicos tais como controle biológico, ciclagem de nutrientes, decomposição de matéria orgânica, bioindicadores de qualidade, além de alguns indivíduos fazerem parte da dieta alimentar de outros animais e humanos [3].

Os nematoides são organismos extremamente abundantes no planeta que habitam os mais variados habitats, pois podem ser encontrados em ambientes aquáticos (águas salgadas e dulcícolas), terrestres (películas de água no solo) e no interior de outros organismos, porém a deles é de vida livre [4].

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) devido sua importância nutricional para humanos e animais é uma cultura relevante associada à subsistência de vários povos [5], bem como a produção de energia [6], além de ser uma cultura rústica capaz de se desenvolver em diversas regiões do Brasil [7]. Para o plantio desta e de outras culturas, utilizam-se de diferentes técnicas agrícolas como a queima da cobertura vegetal [8], que podem gerar danos significativos ao solo, como erosões e compactação e comprometer assim a umidade e textura do solo [9].

A retirada de ecossistemas naturais para a implantação de sistemas de produção agrícola contribui para modificações, não somente no solo, mas também na fauna edáfica [10], deste modo, a intensidade do impacto causado, pode gerar distúrbios significativos na micro e macrofauna viventes nestes ambientes, como a redução populacional de determinados organismos, assim, como a substituição da fauna nativa [11].

Grande parte das pesquisas relacionadas à diversidade de nematoides é realizada em agroecossistemas, como em cultivos de soja [12], [13] e cana-de-açúcar [14], pois são culturas intensamente acometidas por nematoides. Entretanto, mesmo que estudos da associação de nematoides com a mandioca, ainda seja escassa, tem-se observado aumento gradual de pesquisas sobre a descrição de espécies em áreas de plantio [15], bem como a reação de plantas hospedeiras ao parasitismo [16], [17].

A possibilidade de nematoides existentes em agroecossistemas serem descendentes de nematoides de áreas naturais, justifica a relevância dos estudos acerca da diversidade de nematoides em áreas nativas para obter conhecimento dos aspectos ecológicos destes

organismos [18]. Estudos sobre os nematoides do solo também contribuem para mensurar a qualidade ambiental, pois segundo [19], [20], são indivíduos numerosos na biota do solo e sensíveis aos estímulos ambientais e desta forma eficientes indicadores de alterações antrópicas, ambientais e de mudanças climáticas.

Em virtude dos fatos mencionados, planteou-se a seguinte questão: Como é a composição das comunidades de nematoides em ecossistema natural conservado e agroecossistemas de mandioca na localidade de Tracuateua-PA? Para responder esta questão elaboraram-se as seguintes hipóteses: i) a fauna de nematoides existente no agroecossistema é distinta do ecossistema natural em decorrência da influência da antropização do sistema de cultivo e, ii) a maior abundância de nematoides fitoparasitas está associada aos agroecossistemas em comparação com a área natural, por tratar-se de um ambiente de plantio intenso de uma cultura susceptível a variadas espécies de nematoides. Para verificar estas hipóteses, objetivou-se identificar os nematoides associados a cultivo de mandioca e fragmento de área natural próximo aos cultivos de mandioca no município de Tracuateua-PA.

Metodologia

Amostragem

As amostras foram coletadas em propriedade rural localizada no povoado vila de Fátima, município de Trauateua-PA, nas coordenadas geográficas 1°4'49''S e 46°54'5''O, 29 msnm. O solo predominante na região é o latossolo amarelo [21]. Consideram-se três áreas para o estudo (Figura 1), duas de cultivo de mandioca e um fragmento de floresta secundário.



Figura 1. Distribuição das três áreas analisadas. Área 1: Plantio do cultivar BRS Novo Horizonte; Área 2: Plantio do cultivar BRS Formosa; Área 3: Fragmento de área natural.

Vila Fátima, Tracuateua, Pará, Brasil. **Fonte:** Google Earth (2020).

A área 1 apresentava 0,3 ha cultivada com mandioca BRS Novo Horizonte, de 7 meses de idade (Figura 2).



Figura 2. Vista parcial do plantio da variedade BRS Novo Horizonte, Tracuateua-Pará, Brasil.

A área 2 apresentava 1,5 ha cultivados com a mandioca BRS Formosa, de 6 meses de idade (Figura 3).



Figura 3. Vista parcial do plantio da cultivar BRS Formosa, Tracuateua-Pará, Brasil.

A área 3, com 15 ha de ecossistema natural correspondente a fragmento florestal secundário próximo aos cultivos de mandioca com período de conservação de 15 anos (Figura 4).



Figura 4. Vista parcial do ecossistema natural, constituído por fragmento florestal secundário, Tracuateua-Pará, Brasil.

Nas duas áreas cultivadas foram utilizadas as mesmas práticas agronômicas tais como: preparo do solo, roçagem, e calagem com 2 toneladas por hectare. Ambas as áreas foram cultivadas em rotação com feijão-caupi.

Amostragem

As amostragens de solo e raízes foram realizadas no mês de fevereiro de 2020. Coletaram-se seis amostras de solo e raízes. Os pontos de amostragens de solo foram escolhidos aleatoriamente nas regiões de bordas e centro das áreas, ao todo foram coletadas 10 sub-amostras para compor uma amostra composta referente a cada uma das três áreas avaliadas.

Cada amostra composta de solo conteve aproximadamente 500 g de solo. As sub-amostras foram tomadas a uma profundidade de 0-20 cm. Para a amostragem das raízes, foram escolhidas plantas com sintomas de pouco desenvolvimento, pequeno porte, folhas amareladas e murchas. As amostras foram coletadas com auxílio de pá e colocadas em balde para serem misturadas. O solo e as raízes foram acomodados em sacos de polietileno e acondicionados em caixa de isopor. Para a auxiliar na diferenciação, as amostras foram identificadas por meio de fichas que continham o número da amostra, data e área de amostragem (Figura 5).



Figura 5. Coleta das amostras nas três áreas avaliadas, Tracuateua, PA. a) amostras compostas de solo e raízes em sacos de polietileno; b) espécime de mandioca coletado com sintomas de provável parasitismo por nematoides.

Extração dos nematoides

Após a coleta, as amostras foram enviadas ao Laboratório de Nematologia (LabNema) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) em Jaboticabal-SP.

Análise dos dados

Os dados obtidos foram tabulados e gerou-se planilhas e gráficos de Excel pacote licenciado do Microsoft Office Home and Student 2016 e utilizou-se o software livre PAST 4.03 versão 2020 para análise multivariada de agrupamento com o índice de similaridade de Morisita, que é uma análise quantitativa baseada na presença e abundância de espécies [22].

Resultados e discussão

Foram Identificados sete gêneros de nematoides nos três locais amostrados (Tabela 1) representados por: *Meloidogyne* Goeldi, 1892, *Pratylenchus* Filip'ev, 1936, *Helicotylenchus* Steiner, 1945, *Rotylenchulus* Filip'ev, 1936, *Criconemoides* Taylor, 1936, *Hemicycliophora* de Man, 1921 e *Paratylenchus* Micoletzky, 1922. Identificadas três espécies: *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey, 1929) *Helicotylenchus dihystra* (Cobb, 1893) e *Rotylenchulus reniformis* Linford e Oliveira, 1940 (Figura 6).

Tabela 1. Ocorrência de nematoides em áreas com cultivo de mandioca (BRS Formosa e BRS Novo Horizonte) e área de fragmento florestal secundário (Área natural), Tracuateua, Pará, Brasil.

Grupos taxonômicos	BRS Formosa	BRS Novo Horizonte	Área Natural
Meloidogyne	172	20	0
Pratylenchus	8	0	20
Pratylenchus brachyurus			
Helicotylenchus	0	0	68
Helicotylenchus dihystra			
Rotylenchulus	0	8	0
Rotylenchus reniformis			
Criconemoides	0	4	0
Hemicycliophora	0	0	4
Paratylenchus	0	0	12
Total	180	32	104

Observou-se que a maior incidência de nematoides ocorreu na área de plantio da cultivar BRS Formosa, onde coletaram-se 180 indivíduos distribuídos em 2 gêneros, *Meloidogyne* (95,6% do total coletado) e *Pratylenchus* (4,4%); seguida pela ocorrência no fragmento de área natural com 104 indivíduos em 4 gêneros, *Pratylenchus brachyurus* (19,23%), *Helicotylenchus dihystra* (65,38%), *Hemicycliophora* sp. (3,85%) e *Paratylenchus* (11,53%); e por último o cultivar BRS Novo Horizonte com 32 indivíduos distribuídos em *Meloidogyne* sp. (62,5%), *Rotylenchulus* (25%) e *Criconemoides* (12,5%).

A presença de *Meloidogyne* foi observada nas duas áreas de plantio de mandioca com destaque para as amostras da rizosfera da BRS Formosa, o que confirmou que a mandioca é uma cultura fortemente atacada e as suas populações podem ocasionar perdas na produtividade de 87% [16], [17], [23], [24].

Igualmente, *P. brachyurus* também foi encontrado em duas áreas, porém diferentemente de *Meloidogyne*, foi observado no fragmento de área natural além da área com a BRS Formosa. É um dos patógenos mais relevantes para agricultura, motivo de grande preocupação em cultivos de soja e algodão, pois ataca as raízes e ocasiona lesões no tecido [25], [26].

A espécie de *H. dihystra* foi identificada em amostras de solo e raízes de plantas espontâneas no fragmento da área natural, embora [27] afirme que trata-se de uma espécie bastante disseminada. Estes nematoides são ectoparasitas migradores que afetam diversas culturas, no entanto, sua ocorrência está comumente relacionada a plantios de banana, soja, café e cana-

de-açúcar [28], [29]. A ausência do gênero associada a cultivos de mandioca, pode ser em razão da não potogenicidade deste nematoide aos plantios de mandioca [16].

O nematoide *R. reniformis* foi observado em amostra de solo da variedade BRS Novo Horizonte, informação similar foi destacada por [30] em cultivos de inhame no Recôncavo Baiano e tem sido relatada também em cultivos de soja e algodão [31], [32], no entanto, difere dos resultados de [16] quem indicou não ter encontrado este nematoide em amostras de solo e raízes de mandioca em estados da Amazônia Brasileira.

Nematoides *Criconemoides* foram detectados somente na variedade BRS Novo Horizonte. Este nematoide é ectoparasita denominado popularmente de “nematoide anelado”, e é considerado praga de culturas como amendoim, arroz [26], e pêssego [33].

Os gêneros *Hemicycliophora*, *Paratylenchus* e *Helicotylenchus* apresentaram elevada similaridade de ocorrência, com ocorrência somente no fragmento florestal de área natural. A presença destes nesta área pode indicar certo grau de sensibilidade às alterações ambientais resultantes dos processos de uso da terra [19], visto que não foram observados nos ambientes cultivados, inclusive, a presença de *Paratylenchus* na vegetação nativa, assemelha-se aos resultados de [34] onde a maior incidência deu-se em mata nativa e áreas naturais preservadas.

As condições ambientais encontradas nas áreas naturais podem favorecer a preferência destes organismos por esses locais, tal como afirmado por [35] que verificou que alterações na umidade, disponibilidade de alimento, entre outros fatores, podem limitar a distribuição destes organismos, já que são sensíveis a distúrbios no ambiente e bons bioindicadores de qualidade ambiental.

Quanto à similaridade, observou-se que os gêneros *Pratylenchus* apresenta relativa similaridade com gêneros citados anteriormente, pois também ocorreu no fragmento de área natural, porém esteve presente também no plantio de mandioca BRS Formosa, esse resultado pode refletir a polifagia destes animais, e também a adaptação para as novas condições do solo sob implantação de agroecossistema, pois de acordo com [36] os nematoides do gênero *Pratylenchus* ocorrem em diversos tipos vegetais.

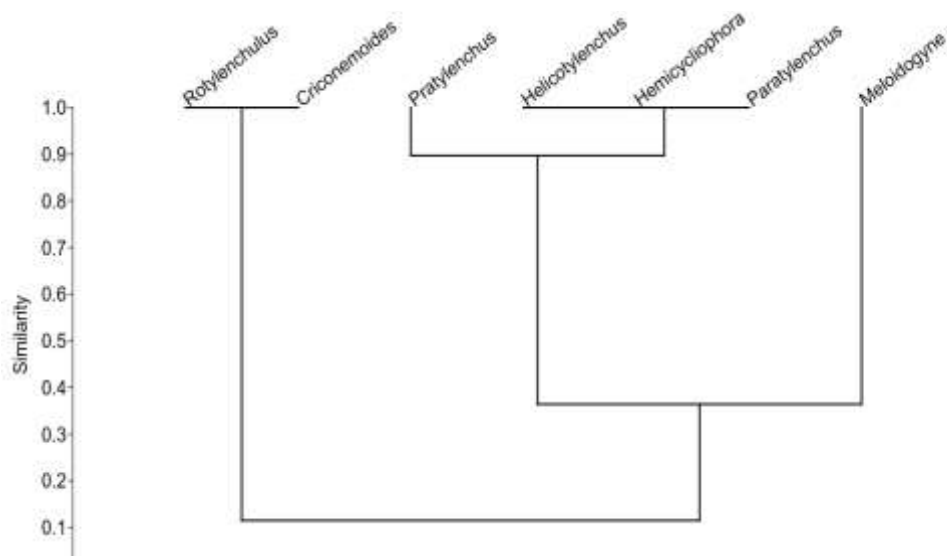


Figura 6. Índice de similaridade de Morisita referente aos gêneros ocorrentes nas três áreas em Tracuateua, Pará, Brasil.

O gênero *Meloidogyne* (Figura 6), se destacou como por ter ocorrido apenas nas áreas com plantio de mandioca apresentando baixa similaridade com outros gêneros, o que sugere-se que *Meloidogyne* podem ter preferência de ocorrer em sistemas produtivos agrícolas, tendo sua introdução e dispersão por meio da utilização de equipamentos infectados nas áreas de cultivo, como apontado por [35] que observaram que a ocorrência de determinados fitonematoides foi favorecida pelo uso de maquinarias agrícolas com solo aderido infectado.

Pode-se notar também o conjunto formado pelos gêneros *Rotylenchus* e *Criconemoides* que apresentou expressiva similaridade de ocorrência em associação com a cultivar BRS Novo Horizonte (Figura 6), o que evidenciou uma possível adaptação as condições ambientais no local em que ocorreram [16].

Conclusão

Apesar do pouco quantitativo de nematoides identificados, observou-se distinção na distribuição dos indivíduos entre os três ambientes, com destaque para o fragmento preservado de vegetação nativa em que houve maior diversidade de gêneros.

O plantio de mandioca da cultivar BRS Formosa, destacou-se com o maior número de indivíduos, onde prevaleceu *Meloidogyne* fato que indicou a possível preferência deste nematoide ou a possível susceptibilidade da cultivar.

Faz-se necessário aumentar o número de amostras e períodos diferentes para confirmar as comunidades de nematoides existentes como indicadores de qualidade ambiental.

Contribuição e autoria

JOA: realizou a amostragem, escrita e conceptualização do manuscrito. **ICFM, FJSD e LDC:** auxiliaram no processo de identificação e conceptualização assim como edição e revisão final do manuscrito.

Financiamento

Esta pesquisa foi financiada pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus de Capanema, Capanema – PA, Brasil.

Declaração ética

O presente estudo baseou-se na amostragem e análise de solos e raízes de culturas agrícolas e áreas naturais, sem envolver experimentação com seres humanos ou animais vertebrados. A pesquisa foi desenvolvida de acordo com as boas práticas científicas e as normas éticas vigentes para estudos ambientais e agrícolas. Não foi necessária a aprovação de um comitê de ética institucional para a realização deste trabalho.

Uso da inteligência artificial

Os autores declaram que não foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial generativa nem tecnologias assistidas por IA na preparação ou redação deste manuscrito. Todo o conteúdo, incluindo a redação, análise e apresentação dos resultados, foi produzido de forma autônoma pelos autores, sem a assistência de sistemas automatizados de geração de texto.

Disponibilidade de dados

As contribuições originais apresentadas neste estudo estão incluídas no artigo. Outros dados podem ser solicitados ao autor correspondente.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- [1] M. K. da S. Moço, E. F. da Gama-Rodrigues, A. C. da Gama-Rodrigues, and M. E. F. Correia, “Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense,” *Rev. Bras. Ciência do Solo*, vol. 29, no. 4, pp. 555–564, 2005, doi: 10.1590/S0100-06832005000400008.
- [2] A. de G. Pedrini, “A educação ambiental com a biodiversidade no Brasil: um ensaio,”

Ambient. \& Educ., vol. 11, no. 1, pp. 63–74, 2009.

- [3] G. G. Brown and K. D. Sautter, “Biodiversity, conservation and sustainable management of soil animals: The XV International Colloquium on Soil Zoology and XII International Colloquium on Apterygota,” *Pesqui. Agropecuária Bras.*, vol. 44, no. 8, pp. 1–9, 2009.
- [4] L. C. C. B. Ferraz and others, “Características Gerais do Nematoides,” in *Manejo Sustentável de Fitonematoides*, Viçosa: UFV, 2010, pp. 17–35.
- [5] C. R. Javorski, “Utilização de resíduo úmido de fécula de mandioca na dieta de vacas holandesas em lactação,” Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2012.
- [6] K. Sriroth and others, “The promise of a technology revolution in cassava bioethanol: From Thai practice to the world practice,” *Fuel*, vol. 89, no. 7, pp. 1333–1338, 2010.
- [7] A. Schons and others, “Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: Crescimento, desenvolvimento e produtividade,” *Bragantia*, vol. 68, pp. 155–167, 2009.
- [8] D. Baretta and others, “Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense,” *Rev. Bras. Ciência do Solo*, vol. 29, no. 5, pp. 715–724, 2005.
- [9] A. Gabriel Filho and others, “Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura da mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia,” *Ciência Rural*, vol. 30, pp. 953–957, 2000.
- [10] A. M. Aquino and R. L. Assis, “Fauna do solo e sua inserção na regulação funcional do agroecossistema,” in *Processos biológicos nos sistemas solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável*, Brasília, DF / Seropédica: Embrapa Informação Tecnológica / Embrapa Agrobiologia, 2005, pp. 47–75.
- [11] M. I. N. Alvarenga and A. C. Davide, “Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas,” *Rev. Bras. Ciência do Solo*, vol. 23, no. 4, pp. 933–942, 1999.
- [12] W. A. de Oliveira, “Fitonematoides associados à cultura da soja em municípios da Cantuquiriguaçu-PR,” 2019, *Laranjeiras do Sul*.

- [13] M. de M. Pessoa, “Levantamento populacional de fitonematoides na cultura da soja no município de Montividiu--GO,” 2019, *Rio Verde*.
- [14] D. A. M. da Silva, “Nematoides fitoparasitas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) no município de Caaporã--Paraíba,” 2017, *Areia*.
- [15] J. M. O. Rosa and others, “Nematoides fitoparasitas associados à mandioca na Amazônia brasileira,” *Acta Amaz.*, vol. 44, no. 2, pp. 271–275, 2014.
- [16] A. K. Akinsanya and S. O. Afolami, “Effect of seven elite cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties to infection by *Meloidogyne* spp. and other nematodes in the field,” *Nematropica*, vol. 48, no. 1, pp. 50–58, 2018.
- [17] D. S. Ferreira, “Reação de acessos de *Manihot* spp. ao nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.),” Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- [18] A. M. C. Goulart, “Diversidade de nematóides em áreas de vegetação nativa e cultivada em São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil,” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- [19] J. Zhao and D. A. Neher, “Soil nematode genera that predict specific types of disturbance,” *Appl. Soil Ecol.*, vol. 64, pp. 135–141, 2013.
- [20] M. N. C. Hirschfeld and others, “Land use, soil properties and climate variables influence the nematode communities in the Caatinga dry forest,” *Appl. Soil Ecol.*, vol. 150, p. 103474, 2020.
- [21] R. C. Oliveira Júnior and others, *Zoneamento agroecológico do município de Tracuatena, estado do Pará*. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999.
- [22] A. E. Magurran, *Medindo a diversidade biológica*. Curitiba: Ed da UFPR, 2011.
- [23] M. da S. Garrido and others, “Fitonematóides associados à rizosfera e raízes da mandioca cultivada em rotação com inhame cultivar da Costa,” *Summa Phytopathol.*, vol. 34, no. 2, pp. 181–182, 2008.
- [24] N. N. Makumbi-Kidza, P. R. Speijer, and R. A. Sikora, “Effects of *Meloidogyne* incognita on growth and storage-root formation of Cassava (*Manihot esculenta*),” *J. Nematol.*, vol. 32, no. 4, p. 475, 2000.
- [25] T. C. U. Alves and others, “Reação de cultivares de soja ao nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus*,” *Biodiversidade*, vol. 10, pp. 73–79, 2011.

- [26] L. C. C. B. Ferraz and D. J. F. Brown, *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Manaus: Norma Editora, 2016.
- [27] V. G. Kirsch, “Fitonematoides na cultura da soja: levantamento, caracterização de espécies e reação de cultivares a *Meloidogyne* spp.,” Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2016.
- [28] S. R. Gowen and others, “Nematode parasites of bananas and plantains,” in *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, vol. 2, 2005, pp. 611–643.
- [29] O. Guzmán-Piedrahita, “Importancia de los nematodos espiral, *Helicotylenchus multicinctus* y *H. dihystra* en banano y plátano,” *Agronomía*, vol. 19, no. 2, pp. 19–32, 2011.
- [30] M. da S. Garrido and others, “Levantamento de fitonematóides na cultura do inhame nas regiões agrícolas do Recôncavo,” *Nematol. Bras.*, vol. 28, no. 2, pp. 219–221, 2004.
- [31] K. Wang, B. S. Sipes, and D. P. Schmitt, “Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus*, and *Tagetes erecta*,” *Nematropica*, pp. 235–250, 2001.
- [32] G. L. Asmus and C. M. Ishimi, “Flutuação populacional de *Rotylenchulus reniformis* em solo cultivado com algodoeiro,” *Pesqui. Agropecuária Bras.*, vol. 44, no. 1, pp. 51–57, 2009.
- [33] A. M. C. Goulart, “Diversidade de nematóides em agroecossistemas e ecossistemas naturais,” 2008.
- [34] R. A. Silva, C. M. G. Oliveira, and M. M. Inomoto, “Fauna de fitonematóides em áreas preservadas e cultivadas da floresta amazônica no estado de Mato Grosso,” *Trop. Plant Pathol.*, vol. 33, no. 3, 2008.
- [35] G. W. Yeates, “Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects,” *Biol. Fertil. Soils*, vol. 37, no. 4, pp. 199–210, 2003.
- [36] A. P. L. Zamith and L. G. E. Lordello, “Algumas observações sobre nematódeos em solo de mata e em solo cultivado,” *Brazilian J. Agric.*, vol. 32, no. 3, pp. 183–188, 1957.

Isenção de responsabilidade

Os artigos publicados na Saastal representam apenas as opiniões dos autores. A Saastal, seu conselho editorial e revisores não se responsabilizam pelo conteúdo, interpretações ou consequências decorrentes da aplicação de métodos ou conclusões incluídos nos trabalhos. Todas as publicações são regidas pelas políticas éticas da revista.