

CONHECENDO A VIDA DO SOLO

VOLUME 4

MICRO fauna



EDITORA



© 2017 by Maíra Akemi Toma, Rogério Custódio Vilas Boas e Fatima Maria de Souza Moreira
Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, por qualquer meio ou forma,
sem a autorização escrita e prévia dos detentores do copyright.
Direitos de publicação reservados à Editora UFLA.
Impresso no Brasil – ISBN: 978-85-8127-068-5

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Reitor: **José Roberto Soares Scolforo**

Vice-Reitora: **Édila Vilela de Resende Von Pinho**



Editora UFLA

Campus UFLA - Pavilhão 5

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras – MG

Tel: (35) 3829-1532 – Fax: (35) 3829-1551

E-mail: editora@editora.ufla.br

Homepage: www.editora.ufla.br

Diretoria Executiva: **Marco Aurélio Carbone Carneiro** (Diretor) e **Nilton Curi** (Vice-Diretor)

Conselho Editorial: **Marco Aurélio Carbone Carneiro** (Presidente), **Nilton Curi**, **Francisval de Melo Carvalho**, **Alberto Colombo**, **João Domingos Scalon**, **Wilson Magela Gonçalves**.

Administração: **Flávio Monteiro de Oliveira**

Secretária: **Késia Portela de Assis**

Comercial/Financeiro: **Damiana Joana Geraldo Souza**

Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA

Microfauna / editores: Maíra Akemi Toma, Rogério Custódio Vilas Boas
e Fatima Maria de Souza Moreira – Lavras :

Ed. UFLA, 2017.

24 p. : il. (Conhecendo a vida do solo ; v. 4)

ISBN: 978-85-8127-068-5

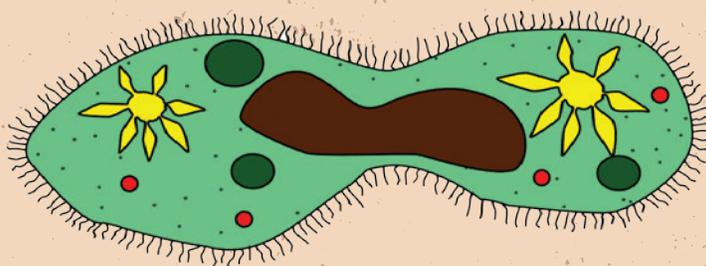
1. Biodiversidade. 2. Organismos do solo. 3. Serviços
ambientais. I. Toma, Maíra Akemi. II. Boas, Rogério Custódio Vilas.
III. Moreira, Fatima Maria de Souza. IV. Universidade Federal de Lavras.
V. Título.

CDD – 631.4

CONHECENDO A VIDA DO SOLO

VOLUME 4

MICRO fauna



Lavras, Minas Gerais

2017

EDITORES

Maíra Akemi Toma

Universidade Federal de Lavras | mairakemi@gmail.com

Rogério Custódio Vilas Boas

Universidade Federal de Lavras | rogeriovilas@gmail.com

Fatima Maria de Souza Moreira

Universidade Federal de Lavras | fmoreira@dcs.ufla.br

AUTORES

Camila Cramer Filgueiras

Universidade Federal de Lavras | camilacramer@gmail.com

Eduardo Souza Freire

Universidade de Rio Verde | esfreire26@yahoo.com.br

Talise Siqueira Galo

Universidade Federal de Lavras | talise.galo@gmail.com

Maíra Akemi Toma

Universidade Federal de Lavras | mairakemi@gmail.com

REVISÃO TÉCNICA

Vicente Paulo Campos

Universidade Federal de Lavras | vpcampos@ufla.br

REVISÃO DE TEXTO

Paulo Roberto Ribeiro

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Miriam Lerner | Equatorium Design

CRÉDITOS DAS IMAGENS

Camila Cramer Filgueiras: pp. 21, 22

Eduardo Souza Freire: p. 17

Ernesto de Oliveira Canedo-Júnior: p. 21

Filipe França: pp. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13,

Juvenil Enrique Cares: pp. 17, 19

Maíra Akemi Toma: p. 20

Marcella Teixeira: p. 17

Maria de Fátima Muniz: p. 18

Shutterstock/ ©Lebendkulturen.de: pp. 4, 5

Shutterstock/ © D. Kucharski K. Kucharska: p. 4

Shutterstock/ © Rattiya Thongdumhyu: p. 12

Agradecemos às agências de fomento:



Descobrimo a microfauna do solo

A fauna do solo é formada por uma grande quantidade e diversidade de invertebrados pertencentes aos mais diversos grupos, e que exercem importantes funções no ecossistema solo. Entre eles, encontra-se um grupo de grande relevância chamado microfauna. Esses habitantes do solo atuam na produção e preservação da qualidade edáfica, na regulação das comunidades de micro-organismos e na ciclagem de nutrientes. Além disso, possuem um importante papel nos ciclos biogeoquímicos, uma vez que muitas

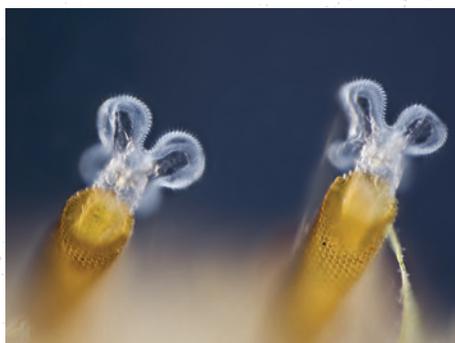
vezes se alimentam de resíduos em decomposição.

São necessários alguns cuidados no manejo edáfico para que seja preservada a existência desses e de outros organismos do solo. Assim, em condições que predomina a diversidade vegetal, a vida no solo se expressa de uma maneira mais complexa e dinâmica, e principalmente equilibrada. Sendo peça fundamental de uma grande engrenagem, a microfauna merece estudos e pesquisas buscando seu maior entendimento.

Os organismos da microfauna

Denomina-se microfauna o conjunto de organismos microscópicos que se encontram no solo, cujo tamanho é inferior a 0,2 mm de diâmetro e tem como representantes, principalmente os protozoários, nematoides e rotíferos. Apesar de as bactérias, fungos e algas possuírem tamanho microscópico, esses organismos não são enquadrados na

microfauna, mas sim no grupo dos micro-organismos. Quanto ao habitat, esses organismos necessitam de solos com alta umidade. Sua locomoção se dá pelos poros do solo, onde buscam proteção, alimento e reprodução. Localizam-se até 20 cm de profundidade no solo, onde existem as condições mais adequadas para seu desenvolvimento.



Rotífero

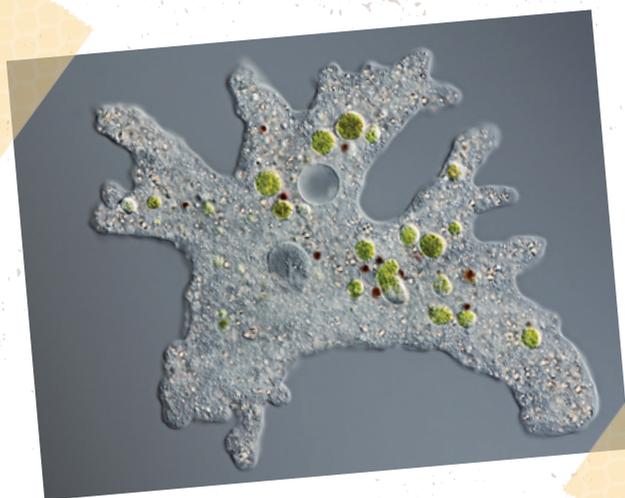


Nematoide

Protozoários

São seres vivos unicelulares e microscópicos pertencentes ao Reino Protozoa. São importantes componentes dos ecossistemas e fundamentais para a pesquisa, funcionando como modelos para estudos de biologia celular e como indicadores ambientais. São capazes de habitar diversos tipos de ambien-

tes, como a água e o solo. Quanto ao modo de vida, podem ser de vida livre, parasitas ou mutualistas. Entre eles, destacam-se os flagelados, ciliados e amebas, que são seus maiores representantes no solo. Esses três grupos foram classificados de acordo com a maneira que se movimentam e se alimentam.

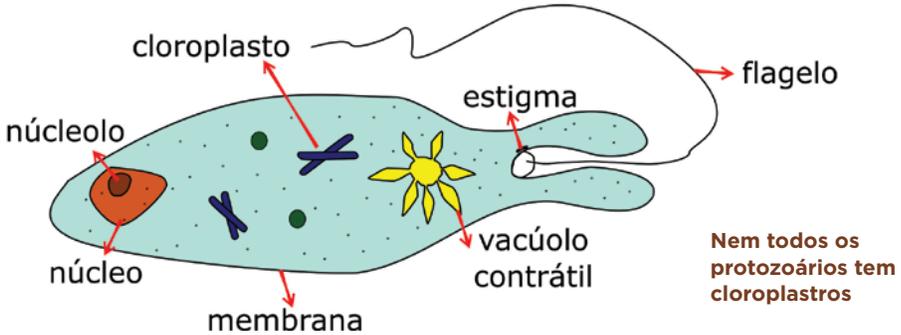


Ameba

Flagelados

Os flagelados são os mais antigos e numerosos entre esses organismos. Possuem uma estrutura cha-

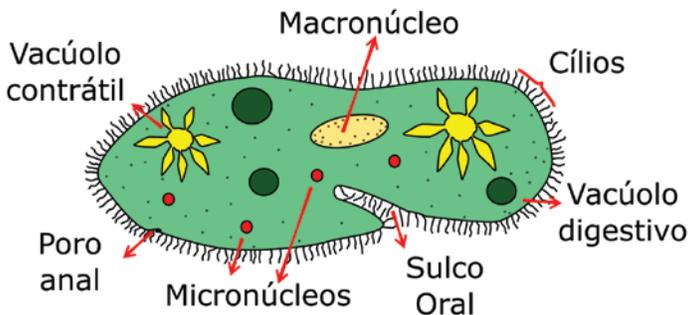
mada flagelo, que é utilizada para se locomover.



Ciliados

Os ciliados, ao contrário dos flagelados, são os evolutivamente mais recentes desse grupo. São caracterizados pela presença de cílios, que

podem envolver parte ou todo o seu corpo, e pelo desenvolvimento obrigatório de cistos.

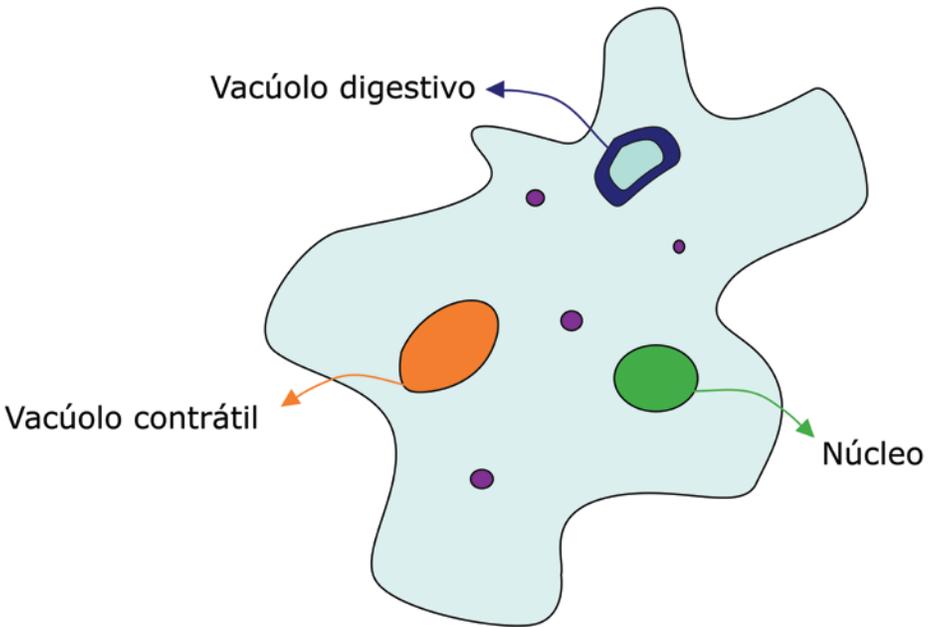


Amebas

Neste filo, a locomoção se dá por meio de expansões citoplasmáticas chamadas pseudópodes. Do grego: pseudos – falso, podos – pé.

Entre os protozoários do solo,

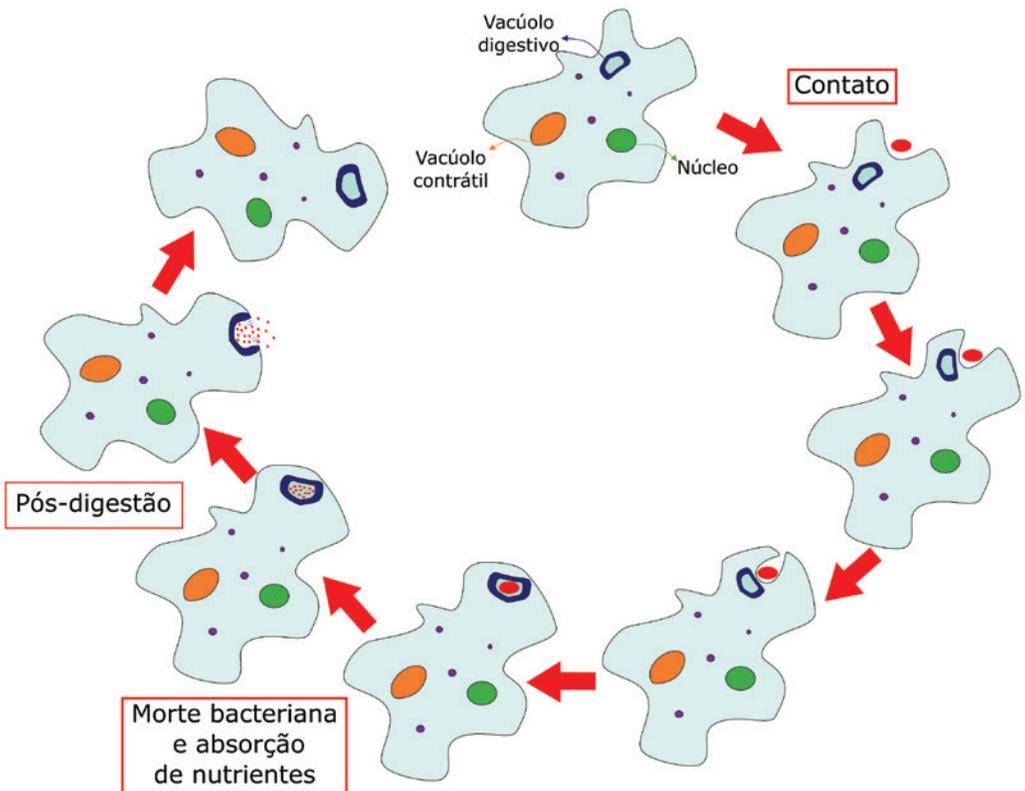
as amebas representam os organismos mais vorazes e ativos do grupo. Consomem bactérias, fungos, algas e partículas de matéria orgânica pelo processo de fagocitose.



Habitat e alimentação dos protozoários

Esses seres habitam os mais variados tipos de ambiente. Ajudam na decomposição de fezes e de qualquer matéria orgânica, ou seja, colaboram com a limpeza do meio ambiente. A maioria é consumidora de bactérias, atingindo o primeiro lugar no consumo desses organismos

do solo. Alimentam-se pelo processo de fagocitose, envolvendo as seguintes fases: a) a superfície corporal invagina-se ao redor da presa; b) a fonte nutricional ingerida ocupa o vacúolo alimentar que se conjuga e se funde aos lisossomos primários, que já existem na célula;



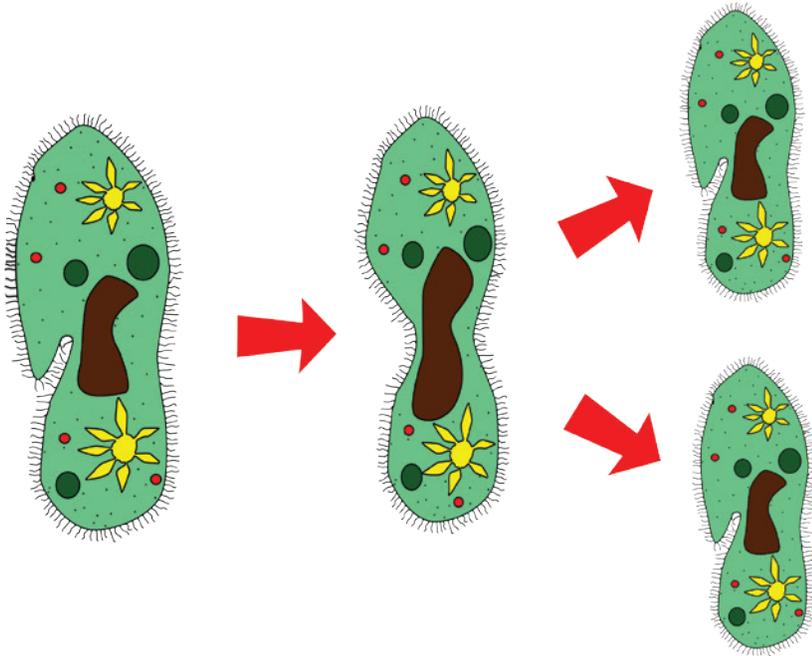
c) os nutrientes extraídos são disponibilizados no interior do protozoário e são distribuídos no citoplasma celular; d) tudo que não puder ser digerido será eliminado pelo proces-

so de exocitose. Devido ao alto consumo de bactérias, os protozoários do solo ajudam na regulação e modificação do tamanho e características dessas comunidades.

Reprodução

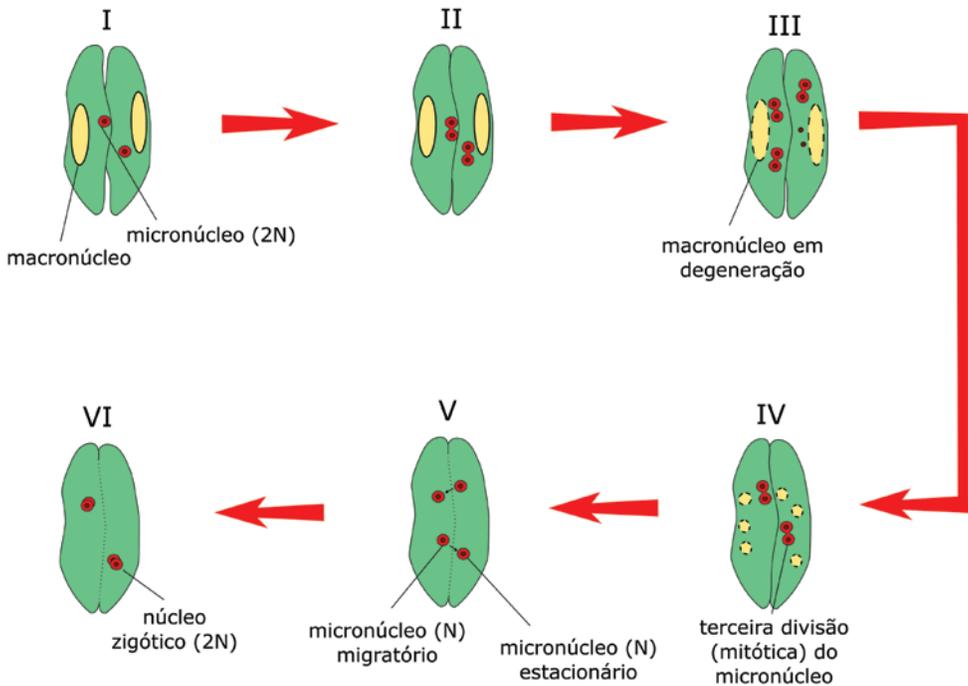
Os protozoários de vida livre podem se reproduzir por divisão binária (reprodução assexuada) ou reprodução sexuada. O processo de divisão binária se inicia com o crescimento

da célula e, em seguida, ocorre a divisão do núcleo. O citoplasma extravasa, forma-se uma nova carapaça, dando origem a dois novos indivíduos idênticos, como clones.



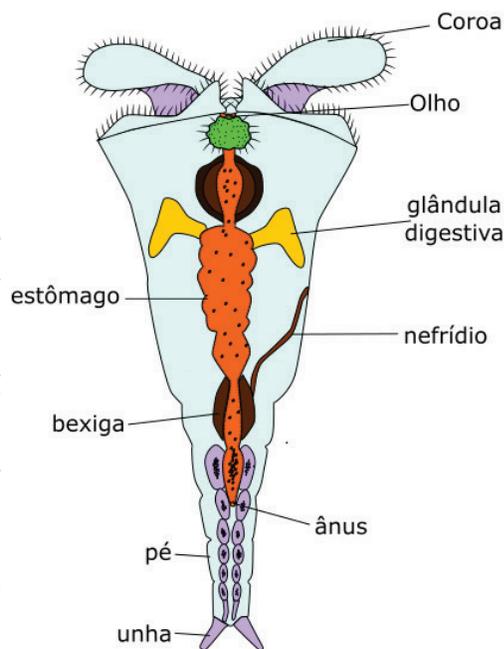
Esse ciclo é rápido (ocorre em algumas horas) e, por isso, podem promover um potencial impacto sobre a comunidade bacteriana e sobre populações de nematoides do solo, principalmente daqueles que se alimentam de bactérias competidoras por seu alimento. Essa forma de reprodução é minoritária entre os protozoários.

Uma das formas sexuadas de reprodução é quando dois indivíduos de sexos diferentes fundem-se. Nesse processo, são gerados indivíduos diferentes, pois houve um cruzamento entre seus genitores, promovendo uma maior variabilidade genética para o organismo.



Rotíferos

O seu nome faz referência à coroa de cílios que rodeia a boca desses animais (rota: roda, fera: aqueles que possuem). O corpo é segmentado externamente, mas não internamente. É dividido em três regiões: cabeça, coroa ciliada (localizada ao redor da cabeça) e na parte posterior, um pé ou calda. Os cílios movem-se rapidamente, criando correntes de água, o que lembra uma roda girando, e tem como funções ajudar na locomoção e na captura de alimentos (algas unicelulares ou bactérias). O pé funciona como um órgão de adesão e nele existem glândulas que secretam material adesivo. A cutícula geralmente é transparente, mas há algumas espécies que apresentam lindas cores. Quanto ao tamanho, podem variar de 40 μm a 3 mm.



Os rotíferos possuem interessante mecanismo de resistência, em condições não adequadas de desenvolvimento, eles ressecam e retornam ao normal quando o ambiente torna-se propício.

Os rotíferos têm grande importância ecológica na dieta de outros organismos do solo, como os insetos, protozoários, dos pró-

prios rotíferos, e de crustáceos.

Para que esses organismos sejam preservados, é importante manejar adequadamente os mananciais hídricos, diversificar o ciclo e espécies de plantas cultivadas no solo, aplicar corretamente produtos químicos na agricultura, ou seja, utilizá-los sem excesso, como também descartá-los em locais adequados.

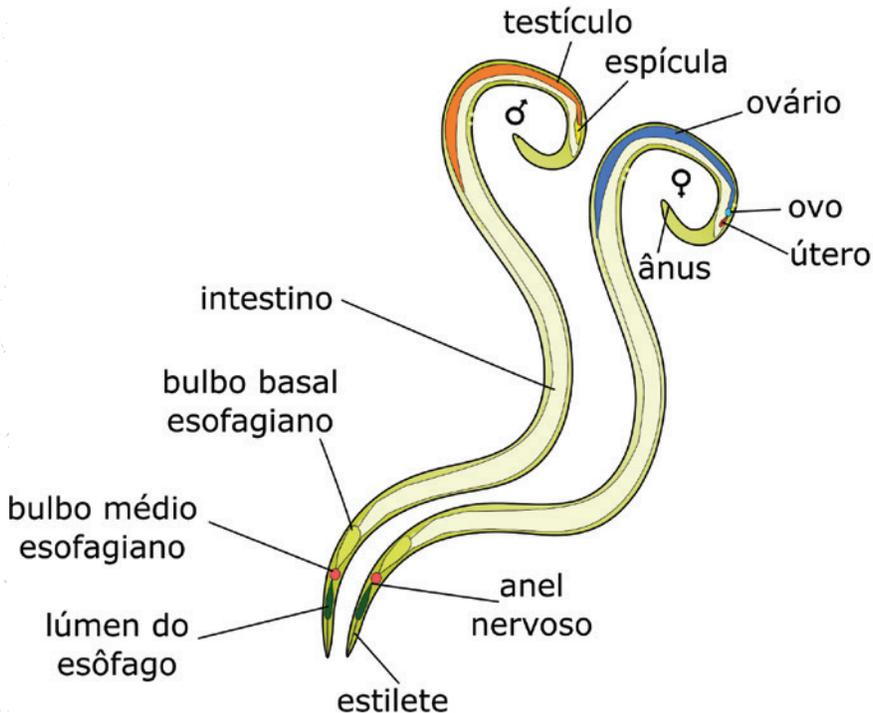


Nematoides

São seres microscópicos, com variação de 150 µm até 4 mm no seu comprimento, com corpo filiforme e simetria bilateral, possuindo as extremidades afiladas. Não possuem nenhum pigmento nos seus

tecidos, apresentando-se ao microscópio como organismos incolores ou transparentes. Na classificação, estão inseridos dentro do filo Nematoda (do grego, nematos: fio).

Morfológicamente, podem ser



descritos como “um tubo dentro de outro tubo”. Na verdade, o tubo externo é a parede do corpo formada por cutícula, lipoderme e musculatura somática. O tubo interno é o intestino que vai desde a parte basal do esôfago até ao início da cauda. Entre os tubos, fica a cavidade denominada pseudoceloma. O pseudoceloma é cheio de líquido sob pressão que banha todos os órgãos internos, levando nutrientes às células. A cutícula tem a importante função de proteger o nematoide, sendo permeável à água, e é trocada periodicamente.

Os nematoides são os animais mais abundantes e os mais diversificados na face da Terra, onde, entre cada cinco animais, quatro são nematoides. Uma colher de solo com

alta fertilidade pode conter milhões de nematoides. Existem mais de 90 mil espécies descritas; contudo, pesquisadores acreditam que esse número pode ser muito maior.

Os nematoides habitam quase todos os ambientes terrestres, e majoritariamente são encontrados na faixa de 5 a 30 cm de profundidade, ocorrendo com maior frequência em solos arenosos. Estima-se que 50% deles sejam marinhos e os outros 50% distribuídos nos continentes. Em sua maioria, são de vida livre e podem se alimentar de fungos, bactérias, plantas, insetos, protozoários, rotíferos, anelídeos e até mesmo de outros nematoides. Por outro lado, podem ser presas de ácaros, larvas de insetos e fungos.

Importância ecológica

Os nematoides são conhecidos principalmente por serem nocivos à saúde humana, dos animais e das plantas. Porém, igualmente, eles desempenham importantes funções no solo, contribuindo para a ciclagem de nutrientes e a regulação da

fertilidade do solo através do fluxo de energia e da mobilização de nutrientes. Além desses benefícios, os nematoides podem contribuir com importantes serviços aos **agroecossistemas**, como agente de controle biológico de insetos-pragas.

Classificação dos nematoides de acordo com o hábito alimentar

Fitopatogênicos – são os nematoides que atacam plantas, alimentando-se do seu tecido vivo. Provocam prejuízos de bilhões de dólares na agricultura mundial. Causam diversos tipos de sintomas, entre eles, engrossamento nas raízes, conhecido como galhas, provocadas, por exemplo, por espécies do gênero *Meloidogyne*.

Entomopatogênicos – esses nematoides matam insetos, através da infecção por **bactérias mutualísticas**, presentes no seu interior.

Esses nematoides multiplicam-se dentro do inseto, causando sua morte, e produzindo milhares de novos nematoides.

Bacteriófagos – alimentam-se de células bacterianas presentes no

Agroecossistemas: ecossistema adaptado para a produção agrícola.

Bactérias mutualísticas: vivem dentro do nematoide sem prejudicar o mesmo. Sua presença é favorável para a sobrevivência do nematoide.

solo, podendo ingerir bactérias que causam doenças nas plantas. Contudo, podem também consumir bactérias benéficas às plantas, como as fixadoras de nitrogênio.

Fungívoro – alimentam-se de fungos, não apenas os associados à

decomposição de matéria orgânica do solo, mas também os fungos fitopatogênicos e fungos micorrízicos, que se associam às raízes das plantas, promovendo vários benefícios (esse assunto será abordado com mais detalhes na cartilha Micro-organismos).

Nematoides fitopatogênicos

Os nematoides fitopatogênicos alimentam-se de plantas, causando redução na produtividade das culturas. Na produção de hortaliças, estima-se a redução na ordem de 23%. Pesquisas mostraram que o prejuízo decorrente do ataque de fitonematoide pode chegar a 100 bilhões de dólares.

Esses representantes da microfau-na têm ação nociva sobre o sistema radicular das plantas, afetando a absorção e a translocação de nutrientes. Também podem predispor a planta a outras doenças, principalmente a outros patógenos do solo, a estresses ambientais ou atuarem como transmissores de outros patógenos.

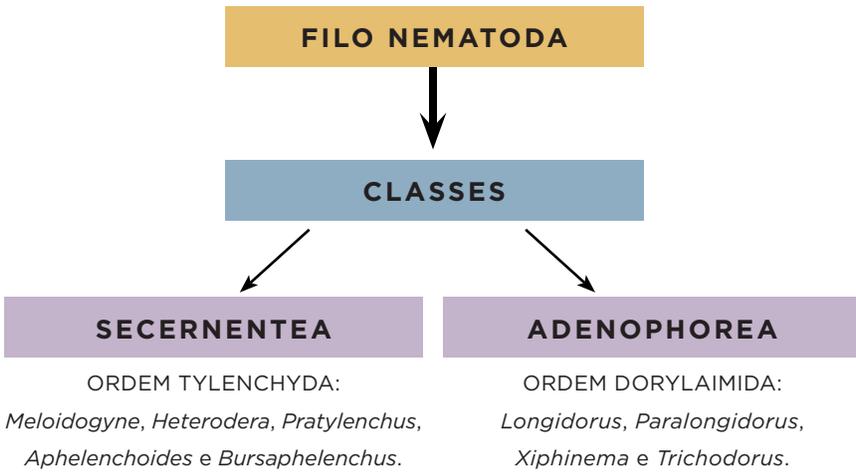
Taxonomia e Sintomatologia

Os nematoides parasitas de plantas são distribuídos em duas classes: Secernentea e Adenophorea. Na classe Secernentea, está a ordem Tylenchida, com mais de 80% dos nematoides de interesse agrícola. Têm como maior representante o gênero *Meloidogyne*, conhecido como nematoide de galhas. Atualmente, mais de 90 espécies desse gênero são conhecidas. Estas se hospedam em diversas espécies de plantas e apresentam uma ampla distribuição geográfica. As galhas ocorrem em raízes e tubérculos.

Na presença desses nematoides, as partes infectadas são até três vezes mais grossas do que as não infectadas.

O *Meloidogyne* em estágio juvenil penetra no sistema radicular e induz algumas células da raiz a hipertrofiar, denominadas células gigantes.

TAXONOMIA



80% DOS NEMATOIDES



Nematoide em estágio juvenil atacando uma raiz.



Fêmea adulta do gênero *Meloidogyne*.

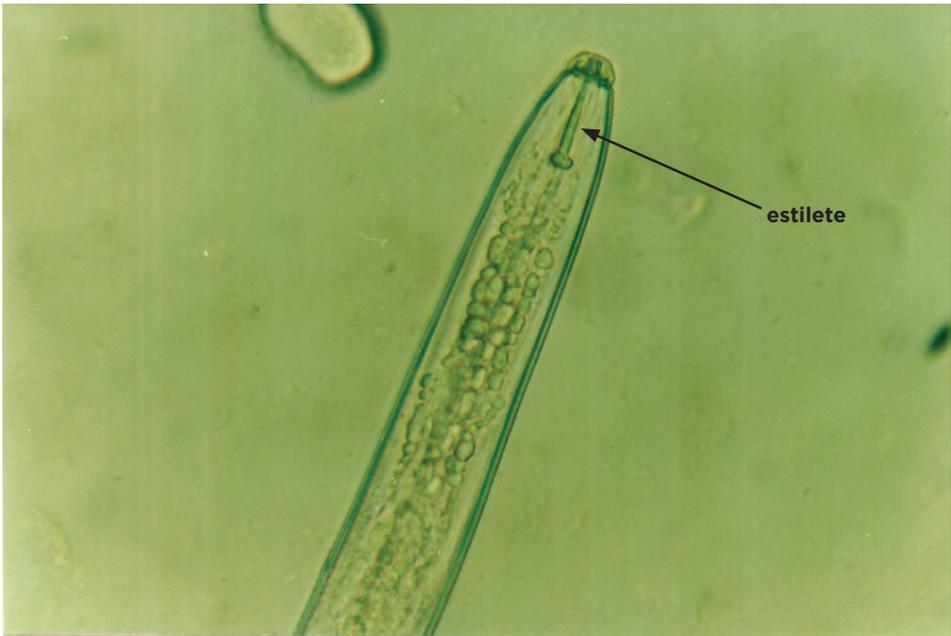


Sistema radicular apresentando o sintoma de galhas.

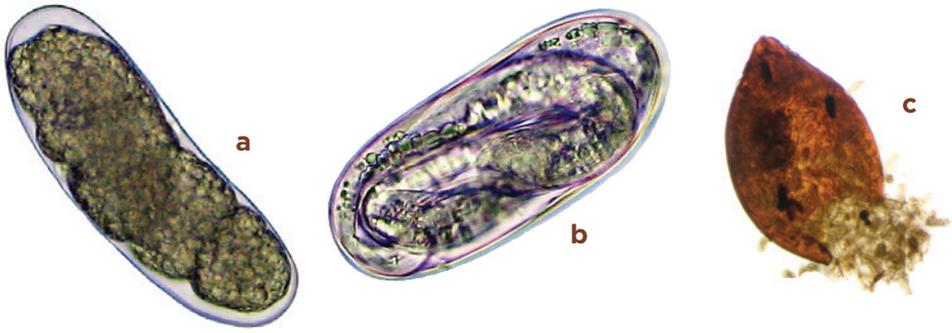
Esse sintoma é semelhante a um câncer, mas, diferentemente, como ocorre nos animais, ele é localizado, pois cada fêmea é capaz de alterar no máximo cinco células. Através dessas células, a fêmea suga o alimento necessário ao desenvolvimento do corpo e, para sua reprodução, com a ajuda de um órgão específico dos nematoides fitopatogênicos: o estilete. O estilete é uma estrutura rígida e pontiaguda, que

auxilia na absorção do nutriente da célula gigante da planta.

As condições que favorecem o desenvolvimento dos nematoides de galhas são temperaturas elevadas, hospedeiro disponível e alta umidade no solo. Nesse caso, o ciclo de vida pode se dar em apenas 28 dias. Uma única fêmea pode produzir até 2500 ovos envolvidos em uma espécie de gelatina, formando uma massa de ovos na superfície da raiz.



Estilete de *Pratylenchus* sp.: órgão dos nematoides que permite o parasitismo nas plantas



Ovos (a, b) e cisto com ovos (c) de nematoides fitopatogênicos

Além do gênero *Meloidogyne*, existem centenas de nematoides importantes na agricultura mundial. Veja

alguns exemplos de espécies, sintomas e hospedeiros:



Planta: cenoura (*Daucus carota*)
Nematoide: *Meloidogyne* sp.
Sintoma: galhas nas raízes



Planta: cafeeiro (*Coffea arabica*)
Nematoide: *Meloidogyne paranaensis*
Sintoma: aspecto de cortiça e descamamento



Planta: tomateiro (*Solanum lycopersicum*)
Nematoide: *Meloidogyne javanica*
Sintoma: galhas nas raízes



Planta: abobrinha (*Cucurbita moschata*)
Nematoide: *Meloidogyne* sp.
Sintoma: galhas nas raízes



Planta: batata inglesa (*Solanum tuberosum*)
Nematoide: *Meloidogyne incognita*
Sintoma: pipoca

VOCÊ SABIA?

Que produtores de soja no planalto central brasileiro e algumas regiões do Nordeste estão sofrendo com o ataque de fitonematoides? Na cultura da soja, o gênero *Pratylenchus* tem causado grandes prejuízos, por ser de difícil controle.

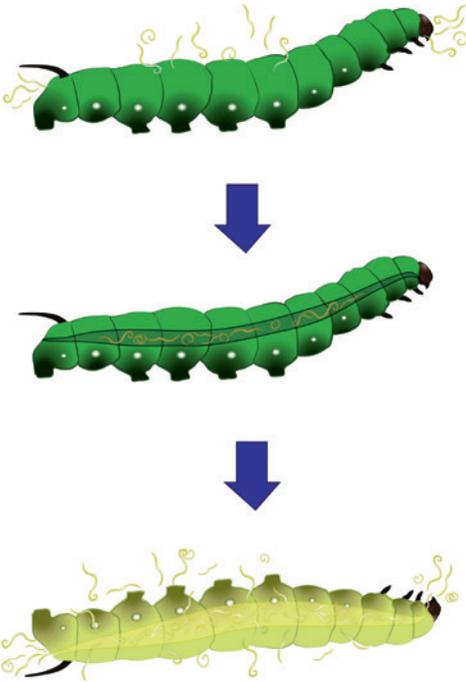
Nematoides entomopatogênicos

São vermes que se desenvolvem utilizando um inseto como hospedeiro. As duas principais famílias representantes são os Heterorhabditidae e Steinernematidae.

Enquanto o nematoide completa seu ciclo de vida, o que pode levar de 7 a 15 dias, o inseto permanece sem modificações aparentes, ocorrendo apenas uma mudança na

coloração. A infecção se dá quando o nematoide entomopatogênico encontra o hospedeiro e, então, são produzidos **juvenis infectivos** que penetram o tegumento ou aberturas naturais do hospedeiro, liberando as bactérias mutualísticas

de seu corpo na **hemolinfa** do inseto. Essas bactérias irão degradar o inseto para que, posteriormente, os nematoides se alimentem dessa “sopa bacteriana”, formada pelas bactérias e por tecidos degradados do hospedeiro.



Juvenis infectivos: são os nematoides entomopatogênicos no terceiro estágio de desenvolvimento que conseguem infectar os insetos.

Hemolinfa: substância líquida presente dentro de todo o inseto, responsável pelo transporte de nutrientes e hormônios.

Uso no controle biológico de pragas

A utilização de nematoides entomopatogênicos é uma boa alternativa para o controle biológico de pragas, pois não são tóxicos para os mamíferos e levam o inseto à morte rapidamente (24 a 72 horas). Além disso, podem permanecer por longo tempo no solo, protegidos dentro dos insetos que utilizaram como hospedeiros, até que ocorra uma nova oportunidade de infecção.

Quem são seus hospedeiros?

Os hospedeiros dos nematoides entomopatogênicos estão distribuídos em diversas ordens de insetos, tais como coleópteros (besouros), lepidópteros (mariposas e borboletas), dípteros (moscas e

mosquitos), ortópteros (gafanhotos e grilos), etc.

Como conservá-los?

A conservação do ambiente natural é a melhor maneira de manter esses importantes representantes da microfauna no solo. Esses vermes necessitam de alta umidade, pH próximo do neutro e não sobrevivem em temperaturas extremas. Esses fatores estão ligados diretamente à vegetação predominante no agroecossistema.

Quanto às práticas agrícolas, a diversificação das culturas viabiliza a manutenção dos nematoides entomopatogênicos no solo, colaborando também para o seu deslocamento ao longo da cultura, aumentando, assim, sua oportunidade de encontro com hospedeiros potenciais.



a



b



c

a) Coleoptero; b) Lepidoptero; c) Ortoptero

Interações entre microfauna e solo

Os seres da microfauna variam enormemente em forma, número e função e fascinam os seres humanos desde a sua descoberta. São organismos capazes de sobreviverem e se multiplicarem em uma imensa variedade de condições. Como meio para o crescimento, proliferação e sobrevivência desses organismos, o solo é um ambiente adequado para alojar inúmeras e pequenas comunidades discretas.

A ocorrência de um organismo em determinado solo é uma expressão de sua reação às condições dominantes, permitindo sua sobrevivência de forma ativa ou inativa.

O sistema de manejo do solo, assim como o uso de insumos, como fertilizantes minerais e defensivos, promove modificações diversas na microbiota, propiciando condições que influenciam na permanência ou não desses organismos no solo.

Controle de fitonematoides com micro-organismos

Como foi mencionado anteriormente, os fitonematoides causam grandes prejuízos na produção agrícola de todo o mundo. Atualmente, uma das formas mais eficientes de manejá-los é a utilização de agentes de biocontrole, como bactérias e fungos. São vários os organismos e formulações oriundos de pesquisa. Destacam-se as rizobactérias do gênero *Bacillus*, que entre as várias ações, reduzem a atratividade das raízes aos nematoides e o fungo *Pochonia*, que parasita ovos e fêmeas de nematoides.

Como preservar e manter a microfauna

Assim como ocorre com outros sistemas ecológicos, é fundamental conservar o solo o mais próximo possível de suas características originais, para a manutenção da fauna e da flora nativas.

Diante da ação dos seres humanos na natureza e no avanço das áreas urbanas, é necessário atentar para a preservação do solo: descartes de lixo em áreas inadequadas e desmatamentos descontrolados são ações severamente nocivas. Na agri-

cultura comercial, deve-se diversificar o ciclo de plantas cultivadas, regular o uso de produtos químicos no controle de pragas e doenças e preservar os mananciais hídricos, resguardando nascentes e utilizando de forma controlada a água.

Em um ecossistema, todos os elementos, inclusive os seres humanos, estão interligados e interdependentes, direta ou indiretamente. A preservação e manutenção, seja do micro, seja do macro, equilibram o todo.

O solo e suas múltiplas funções são a base da vida no planeta. Além de produzir nossos alimentos, fibras para nossas roupas e energia para diversos fins, é responsável pela qualidade do ar e da água, entre outras funções. Apesar disso, os diferentes segmentos da sociedade, em geral, negligenciam a sua importância. Para muitos, o solo é considerado “sujeira”. Do mesmo modo, os inúmeros organismos que nele habitam são considerados pragas e causadores de doenças. No entanto, organismos maléficos são uma minoria das espécies existentes e são controlados por outras espécies quando o ambiente está em equilíbrio. Equilíbrio que é rompido por atividades humanas inadequadas. Isso acontece devido ao enorme desconhecimento sobre tudo que se refere ao solo. O objetivo da coleção “Conhecendo a vida do solo” é aumentar a consciência sobre a importância do solo, de modo que esse recurso da natureza seja preservado, não só para garantir a existência das futuras gerações, mas também para melhorar a qualidade de nossa vida hoje.

Os editores

ISBN 978-85-8127-068-5



9 788581 270685 >