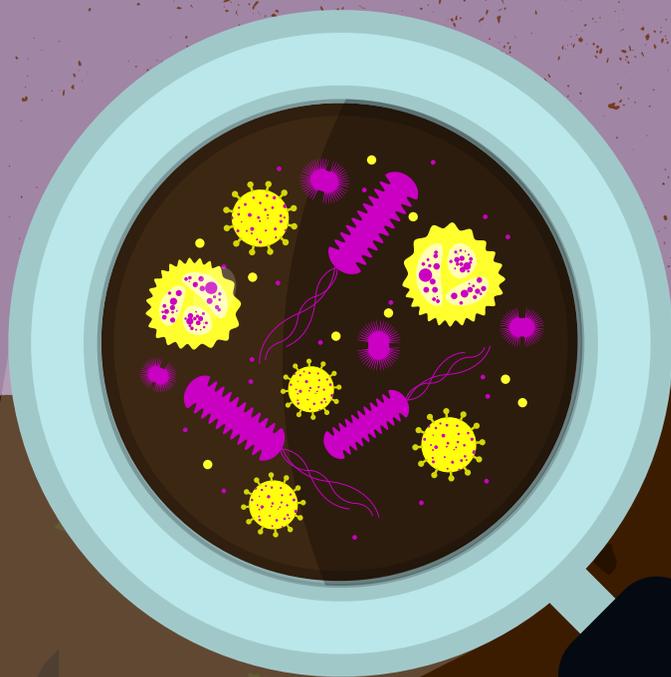


CONHECENDO A VIDA DO SOLO

VOLUME 5

MICRO- organismos



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: 978-85-8127-069-2

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

Micro-organismos / 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. 5)

ISBN: 978-85-8127-069-2

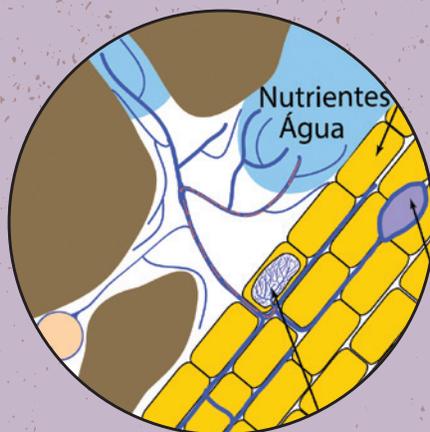
1. Biodiversidade. 2. Organismos do solo. 3. Serviços
ambientais. I. Toma, Maíra Akemi. II. Boas, Rogério Custódio Vilas.
III. Moreira, Fatima Maria de Souza. IV. Universidade Federal de Lavras.
V. Título.

CDD – 631.4

CONHECENDO A VIDA DO SOLO

VOLUME 5

MICRO- organismos



EDITORA



Lavras, Minas Gerais

2017

EDITORES

Máira 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

Fernanda de Carvalho

Universidade Federal de Lavras | fernandacarva@gmail.com

Franciane Diniz Cogo

Universidade Federal de Lavras | francianecogo@gmail.com

Jacqueline Savana da Silva

Universidade Federal de Lavras | jacsavana@yahoo.com.br

Jessé Valentim dos Santos

Universidade Federal de Lavras | jessevalentim@gmail.com

Leonardo de Paiva Barbosa

Universidade Federal de Lavras | ldpaiva@gmail.com

Teotonio Soares de Carvalho

Universidade Federal de Lavras | teo.decarvalho@gmail.com

Wesley de Melo Rangel

Universidade Federal de Lavras | wesleyrangeu@gmail.com

Thiago Palhares Faria

Universidade Federal de Lavras | thiagopalhares@ifma.edu.br

Fatima Maria de Souza Moreira

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

REVISÃO DE TEXTO

Paulo Roberto Ribeiro

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Miriam Lerner | Equatorium Design

CRÉDITOS DAS IMAGENS

Diego Tassinari: pp. 4, 10

Fatima Maria de Souza Moreira: p.13

Filipe França: p. 5

Franciane Diniz Cogo: p. 24

Jessé Valentim dos Santos: pp. 16, 17, 18

Ludwig Heinrich Pfenning: p. 24

Máira Akemi Toma: pp. 5, 7

Teotonio Soares de Carvalho: pp. 9, 10, 15, 18, 19, 22

Agradecemos às agências de fomento:



Os micro-organismos do solo

O solo é um ecossistema onde habitam seres de várias formas e tamanhos, responsáveis por processos e interações fundamentais para a manutenção da vida na Terra. Entre esses processos, podemos citar a decomposição da matéria orgânica, na qual os nutrientes retidos em galhos, folhas, restos de animais e outros detritos são liberados no solo e disponibilizados para outros organismos. A decomposição é parte dos ciclos dos elementos nos quais os nutrientes e energia são transferidos entre organismos. Além de participarem na decomposição, os micro-organismos do solo também auxiliam na agregação do solo, tornando o solo um habitat adequado para o desenvolvimento

das plantas e de outros seres vivos.

Os micro-organismos do solo são ainda capazes de estabelecer importantes simbioses mutualísticas com as plantas. Essas relações podem estimular o crescimento das plantas através de diversos mecanismos, incluindo o fornecimento de nutrientes. No entanto, no solo, também habitam organismos que estabelecem relações desarmônicas (vide cartilha Ecologia) com outros organismos, e por isso atuam no controle biológico e conseqüentemente no equilíbrio do ecossistema.

Assim, os micro-organismos do solo, embora frequentemente despercebidos pelos seres humanos, prestam inúmeros serviços à humanidade e podem ser considerados

como os “operários” do ecossistema. Alguns desses organismos têm sido utilizados em vários segmentos da indústria (alimentícia, farmacêutica, cosmética, etc.), transformando matéria-prima em muitos dos produtos que utilizamos em nosso dia-a-dia. Mas essa utilização ainda é muito pouca diante da enorme diversidade de organismos que permanece inexplorada ou desconhecida. Os tópicos apresentados

a seguir descrevem o solo como um habitat para inúmeros micro-organismos e a importância deles para a sustentabilidade e equilíbrio dos ecossistemas, além da utilização destes micro-organismos nas atividades humanas.



Esquema da decomposição de resíduos orgânicos: resíduos frescos ao serem depositados no solo são triturados pela micro, meso e macrofauna (ver outras cartilhas) e, em seguida, sofrem ação dos micro-organismos liberando nutrientes, húmus e CO₂. Esse processo pode ser mais rápido ou mais lento dependendo da temperatura, pH, aeração e umidade do solo.

Classificação dos seres vivos

Todo ser vivo é formado por células, sejam unicelulares (uma única célula), sejam pluricelulares (diversas células). Desde a descoberta e o começo dos estudos dos micro-organismos, a classificação dos seres vivos tem passado por grandes modificações. Inicialmente, todos

os seres vivos eram classificados em dois grandes reinos: Animal e Vegetal. Ernest Haeckel, em 1866, propôs a criação de um terceiro reino, Protista, no qual foram inseridas as bactérias, algas, fungos e protozoários. Após o avanço dos estudos sobre a estrutura celular, em razão do desen-



volvimento de microscópios mais potentes, duas categorias de células foram propostas: células procarióticas e eucarióticas. As células procarióticas não apresentam o material genético envolto por uma membrana – o núcleo –, ao passo que as células eucarióticas possuem núcleo. Robert Wittaker, então, em 1969, expandiu essa classificação. Essa nova classificação considerou não só a organização celular, mas também a forma de obtenção de energia e alimento, propondo a classificação dos 5 reinos: Plantae, Animalia, Fungi, Protista (microalgas e protozoários) e Monera (bactérias e cianofíceas).

Após 10 anos, com o desenvolvimento e aprimoramento da Biologia Molecular, Carl Woese, baseado em diferenças nos genes do RNA ribossômico, propôs uma nova classificação, os três domínios: Archaea (representado por arqueobactérias metanogênicas, termófilas, acidófilas e halófilas); Bacteria (representado pelas demais bactérias e as cianobactérias); e Eukaria (representado por plantas, animais, fungos, proto-

zoários e algas). A biologia molecular também tem permitido descrever a imensa biodiversidade microbiana, cuja maior parte (> 90%) é composta de micro-organismos que ainda não podem ser cultivados. O cultivo dos micro-organismos, ou seja, sua reprodução em números significativos, é importante para os diversos tipos de estudos que podemos realizar com eles. Através do estudo de DNA extraído do solo, que é oriundo dos milhares, talvez milhões de espécies que o compõem, podemos conhecer pelo menos parcialmente esses micro-organismos não cultiváveis.



VOCÊ SABIA?

*Existem bactérias, chamadas de extremófilas, que vivem em ambientes inóspitos aos seres humanos, mas que são ideais para seu desenvolvimento. Exemplo: as bactérias *Pyrodictium occultum* habitam regiões com atividade vulcânica, incluindo solos com temperaturas de até 105° C.*

Atuação dos micro-organismos

nos ciclos biogeoquímicos

O solo é a base da vida, responsável por fornecer nutrientes para o crescimento dos vegetais. Em contrapartida, as plantas fornecem matéria orgânica para o solo através da deposição de folhas, madeira e compostos liberados nas suas raízes, aumentando a fertili-

dade e riqueza de espécies. Os seres vivos, quando morrem, são decompostos em CO_2 e nutrientes, que também retornam para o solo. Fungos e bactérias são os principais responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. A diversidade de micro-organismos é responsável



Diferentes fases de decomposição da matéria orgânica (folhas) por fungos e bactérias, após fragmentação dos resíduos orgânicos pela fauna (vide cartilhas).

pelas reações químicas nos fluxos dos elementos no solo.

Todos os seres vivos são formados por matéria. Essa matéria é composta por moléculas, formadas pela ligação entre elementos químicos. Todavia, não podemos entender os seres vivos como sendo apenas um conjunto de elementos e compostos, mas como um sistema complexo formado por ar, água, nutrientes, substâncias químicas que armazenam energia e que interagem de diversas formas para mantê-los vivos e saudáveis.

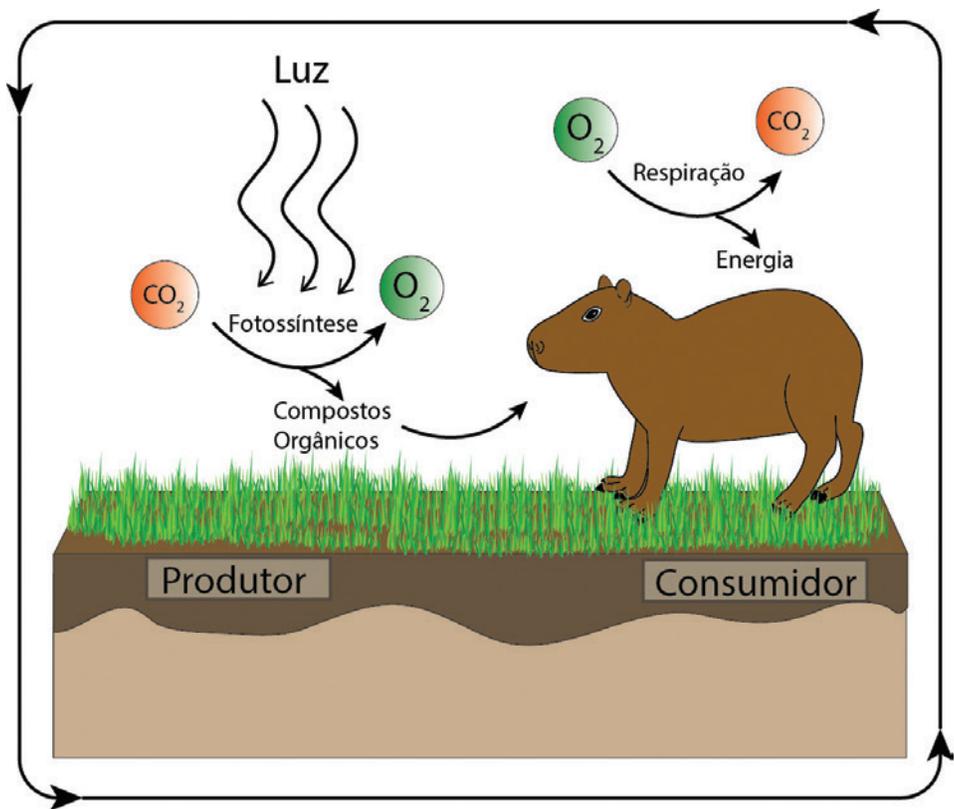
A matéria orgânica – organismos vivos ou mortos – é formada, principalmente, pelos elementos carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O),

nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), além de outros nutrientes em menores quantidades. As combinações entre esses elementos formam grandes moléculas responsáveis pela estrutura e funcionamento dos organismos, por armazenar energia e transmitir informações. Os processos de assimilação de nutrientes e degradação de moléculas orgânicas compreendem o ciclo dos nutrientes. Durante esses processos, energia é consumida ou liberada, gerando um fluxo capaz de manter a matéria unida e organizada. A partir do fluxo de energia, a interação entre os organismos dos ecossistemas e o seu funcionamento podem ser regulados.

Ciclo do carbono

O Sol é a principal fonte de energia responsável pela produção de matéria orgânica pelas plantas. Através da fotossíntese, as plantas são capazes de transformar energia luminosa em moléculas orgânicas,

como a glicose. Para que essas moléculas sejam formadas, as plantas utilizam gás carbônico, água e luz solar, e liberam oxigênio para a atmosfera. Por sua capacidade de realizar fotossíntese, as plantas



são classificadas como produtores dos ecossistemas. Além das plantas, existem organismos capazes de produzir seu próprio alimento (ex. algumas bactérias nitrificantes, cianobactérias e algas), também classificados como autotróficos.

Os organismos consumidores podem utilizar plantas como fonte de energia e nutrientes. Pela respiração, a glicose é transformada em gás car-

bônico e água, na presença de oxigênio, liberando energia para o funcionamento dos organismos. Em outro processo similar, resíduos orgânicos (organismos mortos) são degradados por decompositores, liberando nutrientes, gás carbônico e energia.

Assim, observamos um ciclo em que as plantas usam o gás carbônico para produzir alimento, enquanto os consumidores e os decomposito-

res consomem esse alimento devolvendo gás carbônico para a atmosfera.

Ao respirarem as plantas e outros organismos também liberam CO_2 .

VOCÊ SABIA?

Mais de 75% do carbono (C) nos ecossistemas terrestres está armazenado nas florestas; mais da metade desse carbono está na matéria orgânica do solo. Nesses locais, os fungos são os principais reservatórios de C devido à formação de hifas extensas e abundantes, associadas às raízes das plantas. O desmatamento de áreas florestais causa grande influência no ciclo do carbono, pois, além de liberar para atmosfera o carbono presente na biomassa vegetal, provoca a morte dos fungos dos solos, intensificando ainda mais a emissão de gases do efeito estufa. Assim, os solos sob florestas também são importantes como reservatórios de carbono e reguladores do aquecimento global.

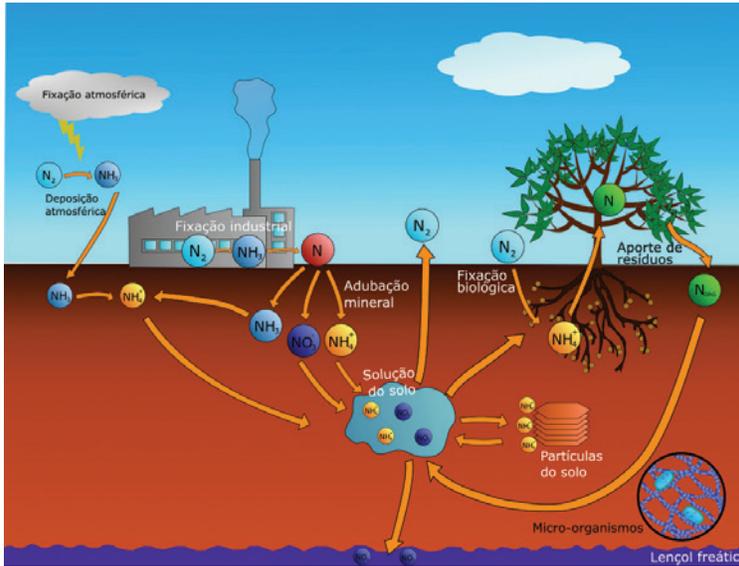
Ciclo do nitrogênio

O nitrogênio é um elemento muito importante para os seres vivos e possui um ciclo muito dinâmico. Ele faz parte do DNA, das enzimas, da clorofila e de outras moléculas que compõe os seres vivos. No entanto, é na forma gasosa (N_2) que o nitrogênio ocorre em maior quantidade na atmosfera do planeta, forma esta que não pode ser utilizada pela maioria dos seres vivos. Para ser utilizado por estes, o nitrogênio precisa ser transformado em outras formas. Nos solos, o nitrogênio pode

estar disponível como nutriente para as plantas a partir da decomposição de compostos orgânicos nitrogenados e pela fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N_2), que será abordada a seguir. No processo de decomposição, fungos e bactérias degradam compostos nitrogenados (por exemplo, proteínas) em moléculas menores, como amônio, que serão absorvidas pelas plantas como nutrientes. O nitrogênio também pode ser adicionado ao solo na forma de adubos produzidos pela

indústria ou extraídos da natureza. No entanto, esses adubos são caros

e podem causar problemas ambientais quando mal manejados.



Ciclo do fósforo

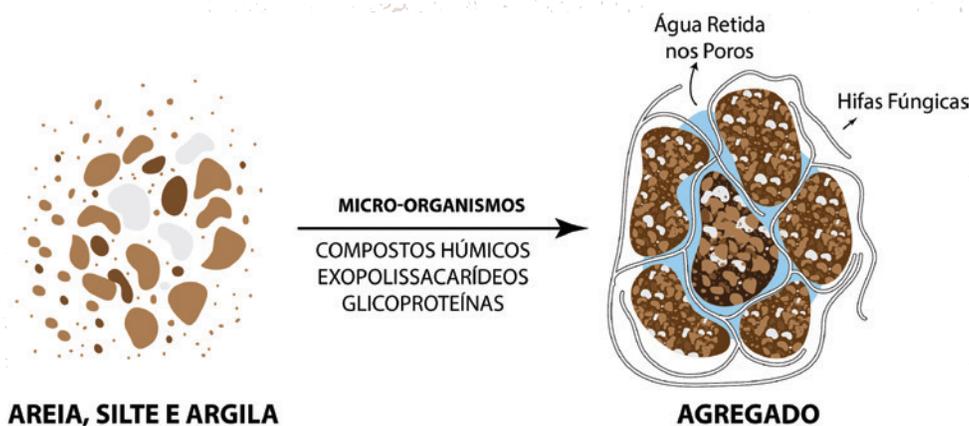
O fósforo é um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas e pode ser encontrado naturalmente em rochas. O intemperismo ou “degradação” das rochas ao longo do tempo tem sido a principal fonte de fósforo presente no solo. No entanto, grande parte desse fósforo fica retido no solo, não podendo ser absorvido pelas plantas. Porém, alguns fungos e bactérias têm a capacidade de solubilizar o fósforo

(fosfato inorgânico), tornando esse elemento disponível para as plantas. Outra fonte de fósforo disponível provém da sua liberação da matéria orgânica pela atividade de micro-organismos decompositores. O fósforo então é absorvido pelas raízes das plantas e se incorpora à cadeia trófica dos consumidores, que o devolvem ao solo como excrementos ou através da decomposição de seus resíduos.

Agregação do solo

O solo é formado por espaços porosos e partículas orgânicas e minerais. De acordo com o seu tamanho, as partículas minerais são classificadas, em ordem decrescente, em areia, silte e argila. O arranjo dessas partículas forma a estrutura do solo, que regula a in-

filtração de água, ar, e, consequentemente, condiciona o habitat para os organismos do solo. Por outro lado, os organismos são capazes de alterar a estrutura do solo principalmente através do transporte de partículas e da agregação do solo; por exemplo, quando minhocas,

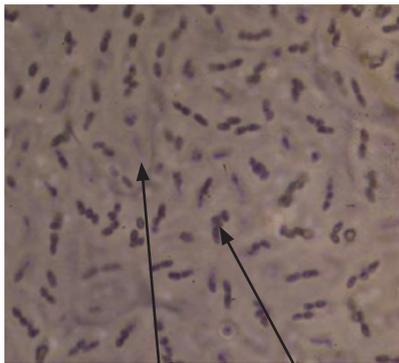


Formação dos agregados do solo. Através da ação de micro-organismos, as partículas do solo são cimentadas para formar agregados. Essa agregação aumenta a quantidade de poros pelos quais a água pode infiltrar ou permanecer no solo, além de servirem como habitat para os micro-organismos.

cupins e formigas escavam túneis e galerias no solo, ocorre um aumento no volume de poros (espaços vazios no solo) e, conseqüentemente, uma melhoria na infiltração de água e na aeração do solo.

A agregação do solo consiste na formação de partículas maiores (agregados) a partir da junção das partículas unitárias do solo (areia, silte e argila). Os agregados do solo são formados a partir das interações entre minerais, água, ar e, principalmente, organismos. Os micro-organismos do solo cimen-

tam os agregados por meio de substâncias viscosas excretadas. Entre essas substâncias, podemos citar: polissacarídeos de alta viscosidade, glicoproteínas e substâncias húmicas. Os fungos micorrízicos arbusculares (ver próxima seção), por exemplo, secretam uma glicoproteína chamada de glomalina, que exerce um efeito físico de adesão entre as partículas, atuando como cimento. A agregação é um determinante da qualidade do solo, pois está associada ao melhor crescimento das plantas.



1

G

C



2

Derxia gumosa - isolada de raízes de *Oryza perenne* em solo de várzea da região Amazônica. 1) Células (C) em microscópio com contraste de fase. Notar goma (G) em volta das células. 2) Aspecto da colônia em meio de cultura sólido, em placa de Petri.

Interação com as plantas

Favorecimento da nutrição e crescimento das plantas por micro-organismos

Alguns micro-organismos do solo podem promover o crescimento vegetal por mecanismos diversos, incluindo: interações nutricionais, como, por exemplo, a fixação biológica do nitrogênio e o aumento da absorção do fósforo; produção de hormônios e outros compostos orgânicos capazes de estimular o crescimento vegetal; e, finalmente, pela proteção dessas plantas contra organismos causadores de doenças.

Bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos são os principais micro-organismos que estabelecem interações benéficas com plantas.

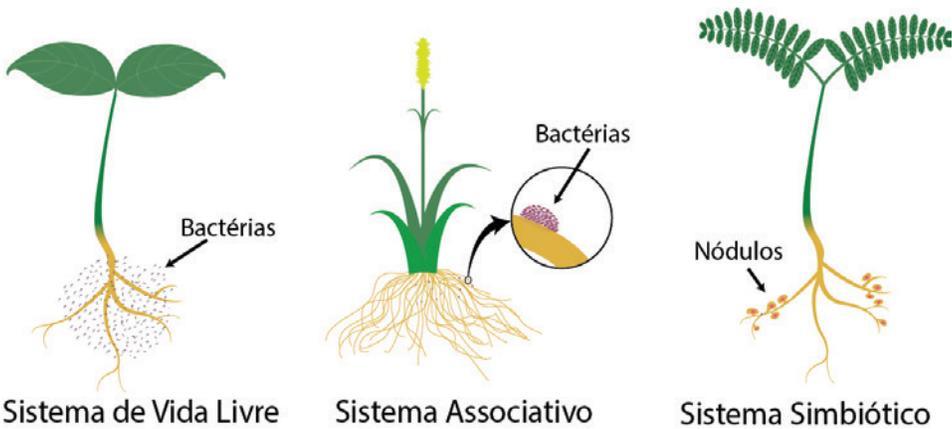
Fixação Biológica de Nitrogênio

O nitrogênio é um elemento essencial para os seres vivos, pois é constituinte importante das proteínas, ácidos nucleicos e clorofila. O nitrogênio está em sua maioria na forma de N_2 na atmosfera, a qual não é disponível para os eucariotos – inclusive para as plantas – e para grande parte dos procariotos. Por isso, a fixação biológica de N_2 (FBN) é um dos principais processos de entrada de N nos ecossistemas, uma vez que o N_2 é convertido para uma forma inorgânica combinada chamada de amônia (NH_3), que pode ser utilizada pelas plantas e outros organismos.

Esse processo é mediado por um pequeno grupo de procariotos – bactérias fixadoras de nitrogênio (BFN) – e só é possível porque esse pequeno grupo possui uma enzima chamada nitrogenase, que atua na conversão da forma não disponível em forma disponível do nitrogênio ($N_2 \rightleftharpoons NH_3$).

A interação de bactérias fixadoras de nitrogênio e plantas pode ser classificada em três sistemas: 1) sistemas de vida livre; 2) sistemas associativos e 3) sistemas simbióticos, como ilustrado na figura abaixo.

No sistema de vida livre, as bactérias não interagem diretamente com a planta, ou seja, habitam o solo e realizam a FBN para suprir suas necessidades, independentemente da planta. Nos sistemas associativos, as bactérias colonizam o interior das plantas, além das superfícies de raízes, caules e folhas, onde realizam a FBN. Contudo, não há formação de estrutura específica (nódulo), como ocorre nos sistemas simbióticos. Um exemplo de sistema simbiótico bastante conhecido ocorre entre bactérias fixadoras de nitrogênio e



Interações entre plantas e bactérias fixadoras de N_2 : no primeiro sistema, as bactérias não estão diretamente associadas à raiz das plantas, mas dispersas no solo. No segundo, as bactérias habitam a rizosfera ou colonizam os tecidos vegetais. Finalmente, no terceiro sistema, as bactérias são abrigadas em estruturas especializadas da planta chamadas nódulo.

espécies de leguminosas: feijão, soja, amendoim, etc. Esse sistema permite uma completa interação entre a planta e as bactérias, uma vez que dessa interação originam-se estruturas especializadas na raiz dessas plantas denominadas de nódulos, onde o processo de fixação biológica ocorre.

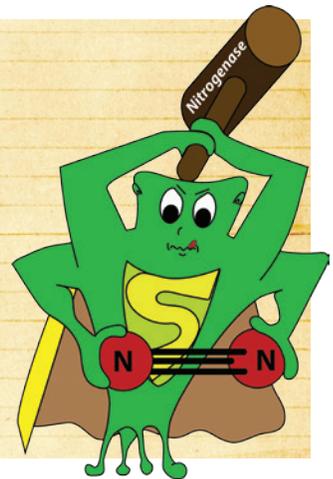
EXEMPLO DE SUCESSO

No Brasil, a utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio nas lavouras de soja substituiu totalmente o uso de adubos nitrogenados, proporcionando uma economia de bilhões de dólares por ano, quando consideramos a área total plantada. Consequentemente, isso reduz substancialmente os impactos ambientais dos adubos nitrogenados.



"SUPERBACTÉRIAS"

As bactérias fixadoras de nitrogênio conseguem quebrar a ligação tripla do N_2 em temperaturas ambientes e na pressão atmosférica usando apenas a enzima nitrogenase e energia metabólica. Para efetuar o mesmo processo de forma artificial na indústria de fertilizantes são necessárias temperaturas acima de 400°C e pressões muito elevadas (10^7 Pascal)



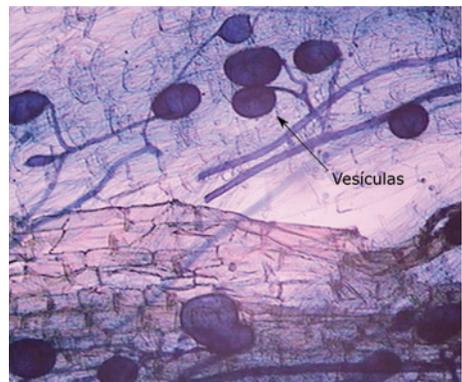
Micorrizas

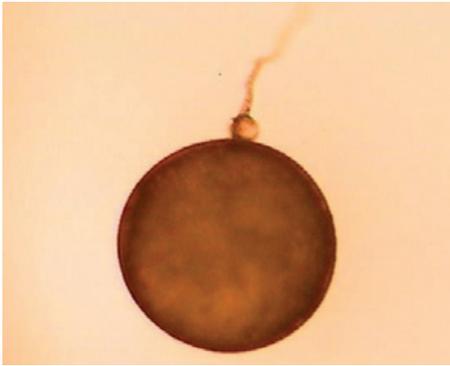
Micorriza (mykes = fungos, rhiza = raiz) é uma simbiose mutualística entre os fungos micorrízicos e as raízes das plantas. Estima-se que essa simbiose exista desde que as plantas passaram a colonizar o ambiente terrestre (há cerca de 490 milhões de anos) e, por essa razão, cerca de 80% das plantas são capazes de formar micorriza. Portanto, essa simbiose é considerada como regra e não como exceção na natureza.

Existem vários tipos de micorrizas, sendo as categorias definidas de acordo com características morfológicas e funcionais das associações. No entanto, é de acordo com a localização do fungo na raiz que se distinguem os dois principais grupos:

endomycorrizas e ectomycorrizas. No primeiro, o fungo penetra na parede celular das células do córtex da raiz e forma estruturas especializadas (arbúsculos e vesículas), ao contrário das ectomycorrizas, em que o fungo se limita aos espaços externos das células das raízes vegetais.

No estabelecimento da micorriza, as hifas do fungo colonizam as raízes da planta e, posteriormente, se estendem e ramificam pelo solo. Com isso, uma raiz micorrizada explora um volume de solo muito superior em relação a uma raiz não micorrizada. Esse aumento do volume explorado facilita a absorção de água e de nutrientes pela planta, principalmente do fósforo (P), cuja contribuição do fungo para sua absorção

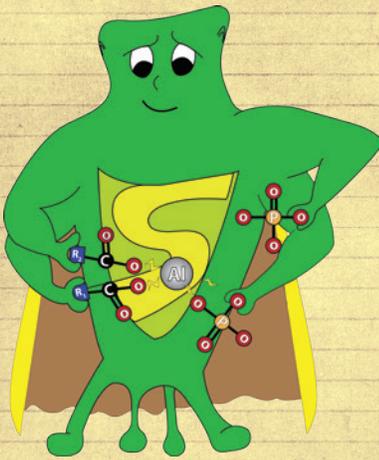




Esporos de fungo micorrízico

pode exceder 80%. Simultaneamente, os fungos micorrízicos, como “pagamento” dos seus serviços, recebem da planta os compostos orgânicos que necessitam para a sua sobrevivência e que não conseguem

sintetizar, pois não possuem clorofila. Com isso, esses organismos favorecem o crescimento das plantas, contribuindo expressivamente na produção agrícola e no funcionamento dos ecossistemas terrestres.

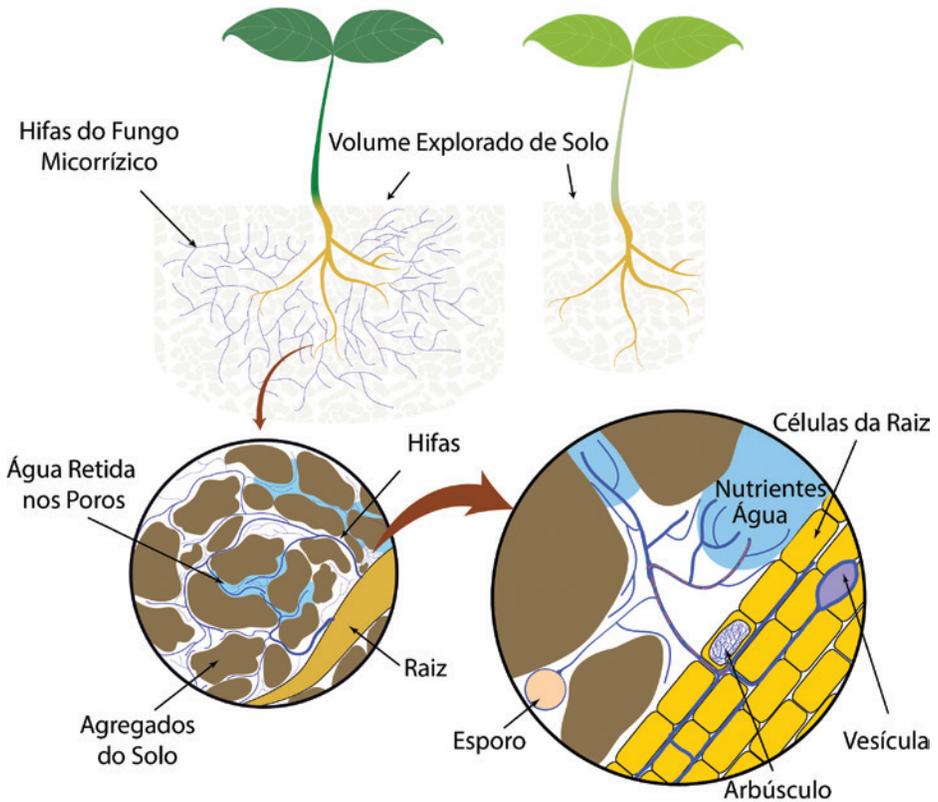


VOCÊ SABIA?

A maioria dos solos brasileiros possui muito fósforo, que é um nutriente muito exigido pelas plantas, mas ele está preso nos mineirais do solo tão fortemente que as plantas não conseguem absorvê-lo. Felizmente, algumas bactérias e fungos do solo, incluindo os fungos micorrízicos, são capazes de quebrar essas ligações e tornar o P disponível para as plantas novamente. Este processo é chamado de solubilização.

Planta Micorrizada

Planta Não Micorrizada



Benefícios das micorrizas. Na figura, as hifas de fungos micorrízicos estão representadas em azul. Essas hifas ampliam o volume de solo explorado pela planta e conseguem penetrar em pequenos poros do solo não acessíveis para a raiz. Observe a localização do fungo no interior da raiz (em amarelo) e sua proliferação para região periférica da raiz.

Patógenos e parasitas de plantas

Os organismos do solo interagem de múltiplas maneiras com as plantas. Além de organismos que interagem positivamente com as plantas, abordados na seção anterior, há no solo micro-organismos que podem causar doenças em plantas e animais, chamados de patógenos (do grego *pathos* = doença; *gênos* = que produz). Entre esses organismos, estão bactérias e fungos fitopatogênicos, que são capazes de invadir os tecidos vegetais e até provocar a morte da planta hospedeira. Na agricultura, esses organismos causam perdas estimadas em 16% da produção mundial; além disso, cerca de 10% do total de pesticidas utilizados na agricultura são destinados ao controle de patógenos de plantas.

Em condições naturais, entretanto, as populações de patógenos e parasitas de plantas são mantidas sob controle através de uma vasta e complexa rede de interações com outros organismos do solo, como a competição com outros micro-organismos, predação pela fauna bacteriófaga e fungívora, alelopatia (liberação de compostos que inibem o crescimento), entre outras. Além disso, quando a diversidade de plantas é alta, os patógenos têm maior dificuldade de encontrar o seu hospedeiro favorito e, conseqüentemente, sua proliferação é reduzida. Nessas condições, os organismos fitopatogênicos e parasitas são mantidos sob equilíbrio.

Os patógenos de plantas exercem ainda um importante papel regula-

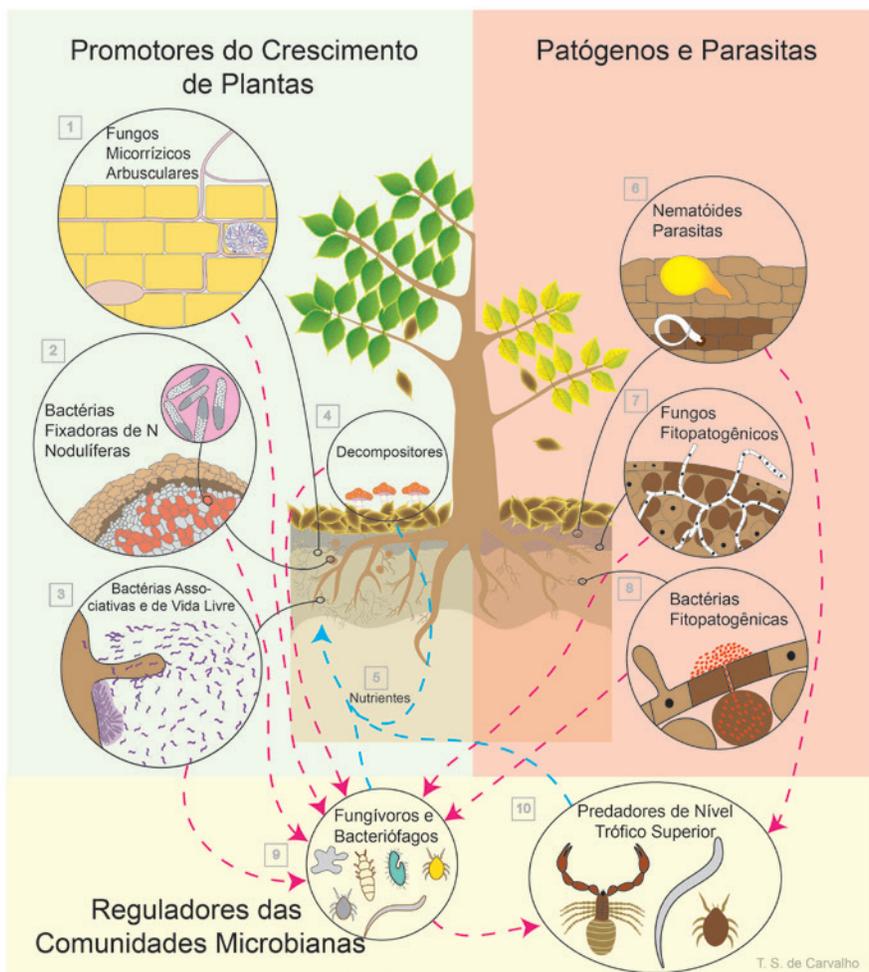
dor sobre as comunidades vegetais. Isso ocorre porque quando uma planta hospedeira se prolifera demasiadamente, os seus patógenos também se multiplicam, reduzindo o seu crescimento. Consequentemente, outras espécies de plantas têm chance de proliferarem e a diversidade da comunidade vegetal é mantida.

Em sistemas agrícolas mal manejados, especialmente no caso de monoculturas, a proliferação das populações de patógenos, asso-

ciados à cultura, é favorecida. Além disso, a aplicação de pesticidas e a compactação do solo têm forte impacto negativo sobre os predadores, quebrando o equilíbrio ecológico do solo. Por essa razão, é fundamental conhecer e manejar corretamente os organismos do solo, a fim de minimizar o impacto da agricultura sobre eles e, consequentemente, minimizar o impacto negativo que alguns organismos do solo são capazes de causar na agricultura.

CURIOSIDADE

*Um exemplo clássico, e drástico, dos prejuízos que os patógenos de plantas podem causar é a Grande Fome de 1845-1849, que matou cerca de um milhão de irlandeses e forçou outro milhão a emigrar. Entre as causas atribuídas a essa catástrofe, está uma doença da batata causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans*, que reduziu em cerca de 75% a produção de batata naquele período.*



Interações planta-organismos do solo: 1) Fungos micorrízicos arbusculares estimulam o crescimento da planta, principalmente pela exploração de maior volume de solo. 2-3) Bactérias fixadoras de N_2 estimulam o crescimento das plantas pelo aumento da disponibilidade de N para a planta hospedeira; além disso, algumas delas produzem hormônios de crescimento, solubilizam P, ou exercem outras formas de promoção de crescimento da planta. 4-5) Os decompositores liberam para as plantas nutrientes retidos na matéria orgânica do solo; essa liberação de nutrientes da biomassa é também exercida pelos predadores. 6-8) Alguns nematoides, fungos e bactérias do solo são capazes de parasitar as plantas e causar doenças que podem reduzir o crescimento ou causar a morte do hospedeiro. 9-10) Os organismos predadores do solo exercem um importante papel de regulação das comunidades microbianas e, conseqüentemente, na manutenção do equilíbrio ecológico; além disso, eles disponibilizam indiretamente para as plantas os nutrientes retidos em sua biomassa (bactérias, fungos decompositores, entre outros).

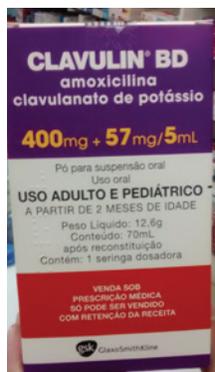
Bioprospecção de micro-organismos

Como visto anteriormente, os micro-organismos desempenham diversas funções nos ecossistemas terrestres. Além dessas funções, eles apresentam importância biotecnológica, uma vez que diversos produtos podem ser obtidos direta ou indiretamente a partir deles. O processo de obtenção desses produtos é uma tarefa relativamente longa e tem seu início na coleta e seleção do micro-organismo com características desejáveis e termina com a obtenção do produto comercial. O estágio inicial do processo de coleta e seleção do(s) micro-organismo(s) é o que podemos chamar de bioprospecção. Em outras palavras, podemos definir a bioprospecção como sendo a busca por fontes biológicas

com características que podem ter valor para o desenvolvimento comercial de produtos. Há décadas os micro-organismos e suas características têm sido explorados com finalidades biotecnológicas pelas indústrias de diferentes segmentos: alimentar (queijos, iogurte, cogumelos, vinagre, etc), fabricação de bebidas (vinho, cerveja, cachaça, etc), farmacêutica (vacinas, insulina, antibióticos, etc), combustíveis (etanol) e tratamento de resíduos (esgoto doméstico e outros).

Nas últimas décadas, a indústria farmacêutica tem ampliado seu interesse pelos micro-organismos devido à sua capacidade de produzir metabólitos naturais com atividade antitumoral e anticancerígena.

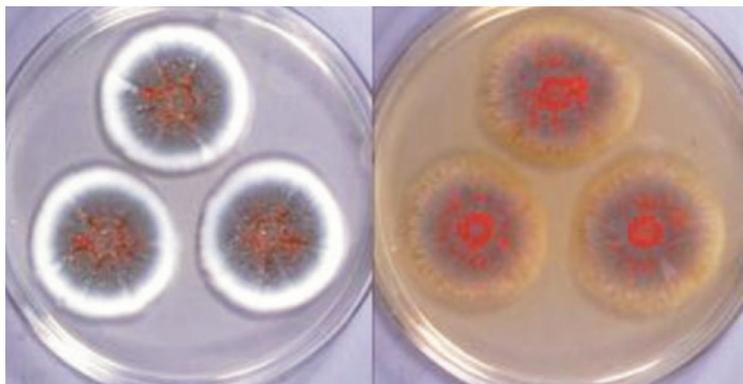
No processo de bioprospecção



Produtos comerciais obtidos por meio da atividade de micro-organismos.

de micro-organismos, amostras de diversos ambientes podem ser analisadas (solo, água do mar, de ambientes inexplorados ou poluídos, tecidos de plantas ou animais vivos ou em decomposição, etc). Os materiais são analisados em

laboratório. Os micro-organismos contidos nas amostras são isolados em meios de culturas e suas características são estudadas, verificando-se a existência de características com capacidade de exploração comercial.



Milhões de vidas são salvas anualmente pelo uso de antibióticos, como a penicilina, estreptomicina, tetraciclina e outros, os quais são obtidos a partir dos micro-organismos, especialmente de actinobactérias e fungos. Na imagem, estruturas do fungo *Penicillium notatum*, produtor da penicilina.



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 978-85-8127-069-2



9 788581 270692 >