

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Departamento de Fitopatologia e Nematologia
LFN 0225 -Microbiologia Geral

Ecologia Microbiana

Microbiologia do Solo

Microbiologia da Água

Microbiologia do solo

⇒ **Solo** (ambiente complexo)

- Seres microscópicos: grande número
- Formas macroscópicas: minhocas, nematóides, ácaros, insetos, raízes plantas
- Peso da microflora: 0,5 a 4 toneladas / hectare (camada solo 15 cm)

⇒ Microorganismos

- Transformam restos animais / vegetais
- Reciclam vários elementos
- Alguns podem ser patogênicos

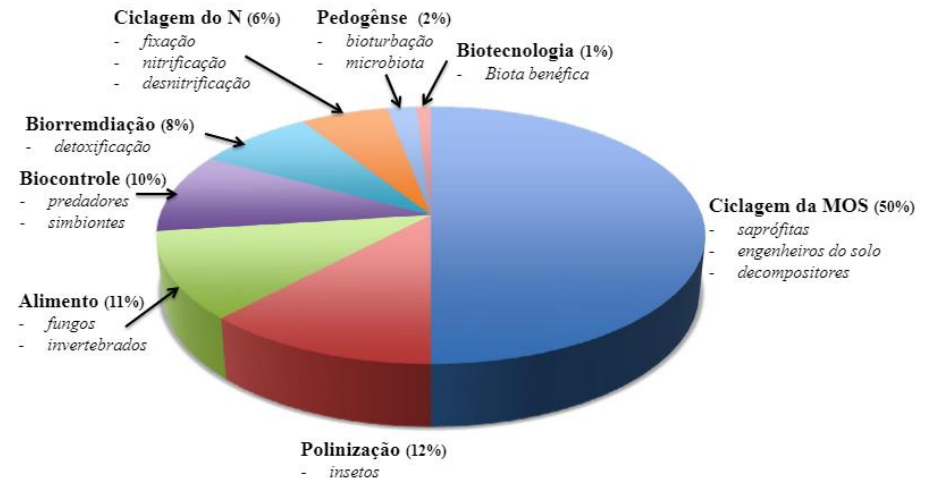


Figura 1.1 - Valoração dos serviços ecossistêmicos desempenhados pela diversidade microbiana dos solos. As porcentagens entre parênteses indicam a contribuição de cada um desses serviços ecossistêmicos. Fonte: Pimentel et al. (1997)

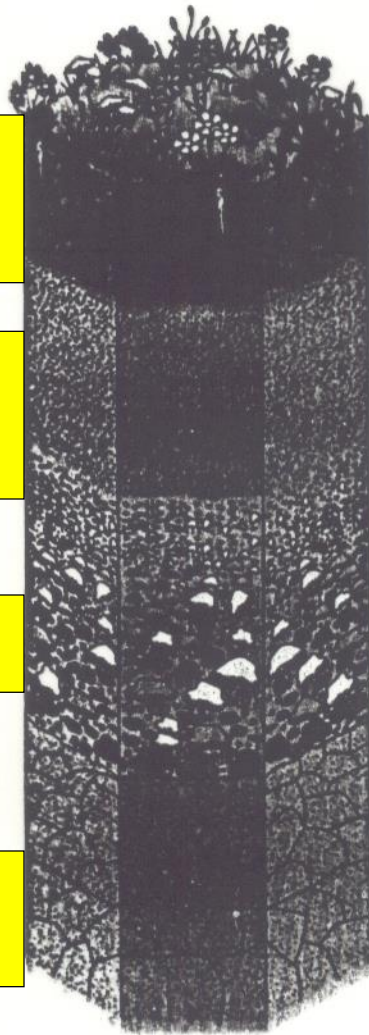
Camadas do solo (horizontes)

Camada A:
Solo superficial
(rico em matéria orgânica)

Camada B:
Subsolo
(pobre em matéria orgânica)

Camada C:
Matriz

Camada D:
Rochas não-desgastadas

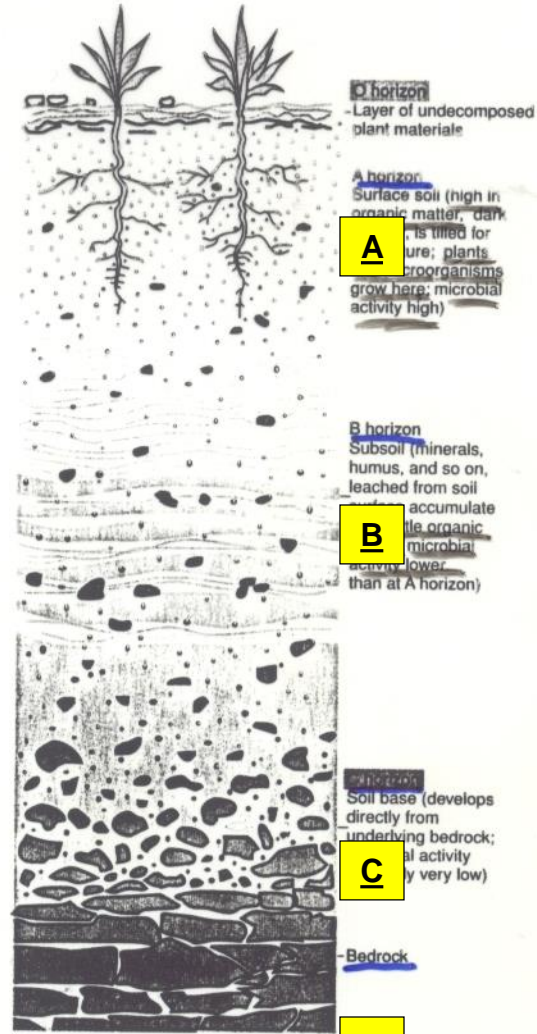


Camada A:
Solo superficial. "Debris" orgânico em vários estágios da decomposição, incluindo húmus; organismos vivos incluindo a flora microbiana do solo, raízes de plantas e insetos; minerais.

Camada B:
Subsolo. Partículas finas e minerais.

Camada C:
Matriz. Material mineral desgastado excluindo rochas; materiais inorgânicos parcialmente degradados.

Camada D:
Rochas não-desgastadas.



D horizon
Layer of undecomposed plant material

A horizon
Surface soil (high in organic matter, dark in color; plants are tilled for here; plants and microorganisms grow here; microbial activity high)

B horizon
Subsoil (minerals, humus, and so on, leached from soil above; little organic matter accumulates here; microbial activity lower than at A horizon)

C horizon
Soil base (develops directly from underlying bedrock; microbial activity very low)

Bedrock

D

Alta atividade microbiana

Baixa atividade microbiana

Atividade microbiana muito baixa

Figure 14.19 Profile of a mature soil showing the soil horizons as defined by soil scientists.

“O solo é a região da crosta terrestre onde a geologia e a biologia se encontram”

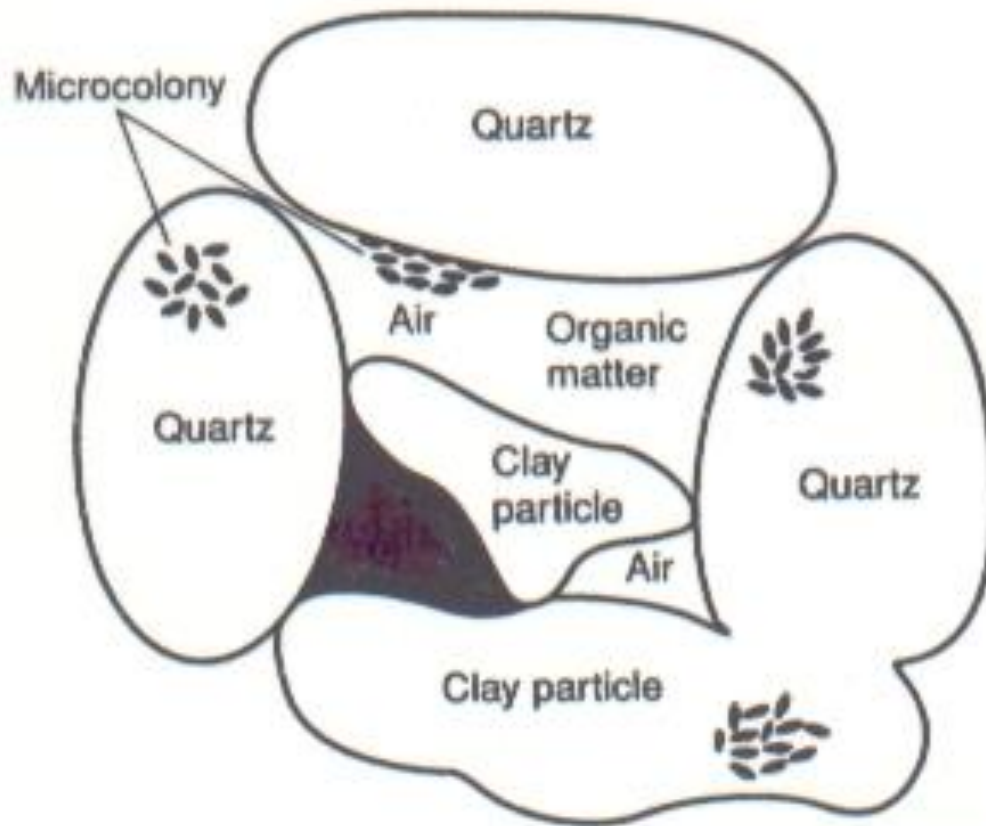


Figure 14.20 A soil aggregate composed of mineral and organic components, showing the localization of soil microorganisms. Very few microorganisms are found free in the soil solution; most of them occur as microcolonies attached to the soil particles.

Microrganismos do solo

⇒ Quantidade / tipo – dependem de vários fatores:

- Quantidade / tipo nutriente disponível
- Umidade disponível
- Grau de aeração
- Temperatura
- pH
- Outros fatores
 - Adubos (esterco)
 - Esgoto
 - Enchentes
 - Presença raízes / extensão sistema radicular

Tabela 28.2 Número de bactérias e fungos em um pedaço de solo fértil de Riverside, Califórnia, em relação ao pH.

pH do solo	Bactéria (milhões/g)	Fungos (milhares/g)
7,5	95	180
7,2	58	190
6,9	57	235
4,7	41	966
3,7	3	280
3,4	1	200

Fonte: J. P. Martin e D. D. Focht, "Biological Properties of Soils", in L. F. Elliott e F. J. Stevenson, eds., *Soils for Management of Organic Wastes and Waste Waters*, Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1977.

Isolamento e Contagem dos microrganismos do solo

- ⇒ Determinar a magnitude e diversidade da população microbiana
- ⇒ Uma única técnica laboratorial não revela a população microbiana total de uma amostra de solo
 - Técnica da cultura em placa
(diluições) – quantitativa
 - Técnica de enriquecimento
(organismo específico)
 - Exame microscópico direto
(população total?)

Técnica da cultura em placa de Petri – diluições (quantitativa)

- Contagem do número de colônias de microrganismos crescidas na diluição apropriada.

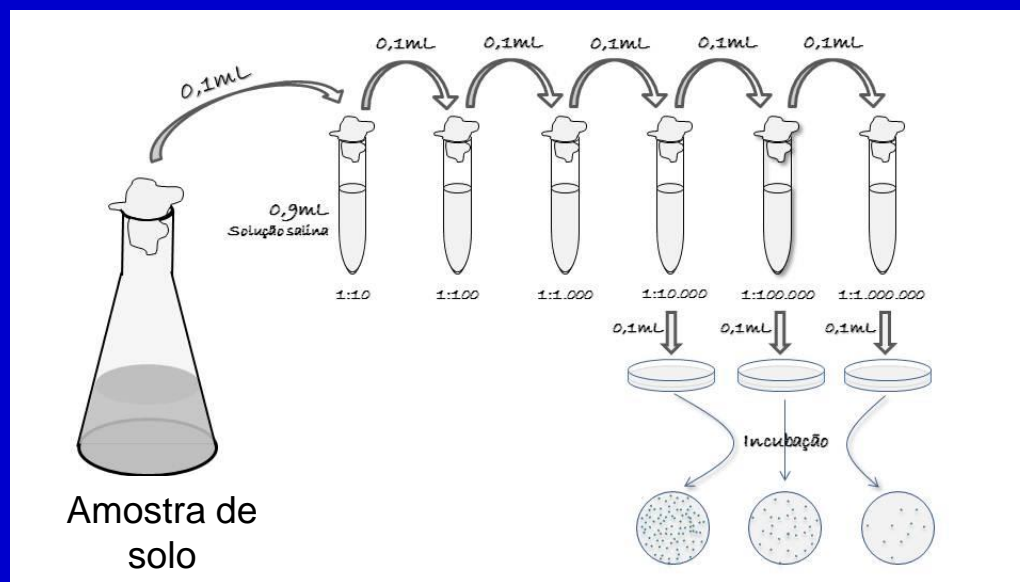
Tabela 28.1 Número aproximado de organismos comumente encontrados nos solos*.

Organismo**	Número estimado/grama	
Bactérias (exceto actinomicetes)	3.000.000 a	500.000.000
Actinomicetes	1.000.000 a	20.000.000
Fungos (exceto leveduras)	5.000 a	900.000
Leveduras	1.000 a	100.000
Algas	1.000 a	500.000
Protozoários	1.000 a	500.000
Nematódeos	50 a	200

* Os valores para bactérias, actinomicetes, fungos e leveduras são baseados nas contagens em placas e referem-se a células viáveis, esporos ou fragmentos de micélios capazes de crescer em meios em placa.

** Além destes, há um grande número de fungos filamentosos (mixomicetes), vírus ou bacteriófagos, plantas, insetos e outros artrópodes, minhocas terrestres, micoplasmas e outros organismos.

Fonte: J. P. Martin e D. D. Focht, "Biological Properties of Soils", in L. F. Elliott e F. J. Stevenson, eds., *Soils for Management of Organic Wastes and Waste Waters*, Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1977.



Técnica de enriquecimento

Figura 28.4 Técnica de enriquecimento. Esta metodologia tem a finalidade de aumentar o crescimento de determinado tipo de microrganismo – neste exemplo, o microrganismo metaboliza o ácido P-hidroxibenzóico –, assim irá superar o crescimento de outros tipos de microrganismos presentes no inóculo inicial.



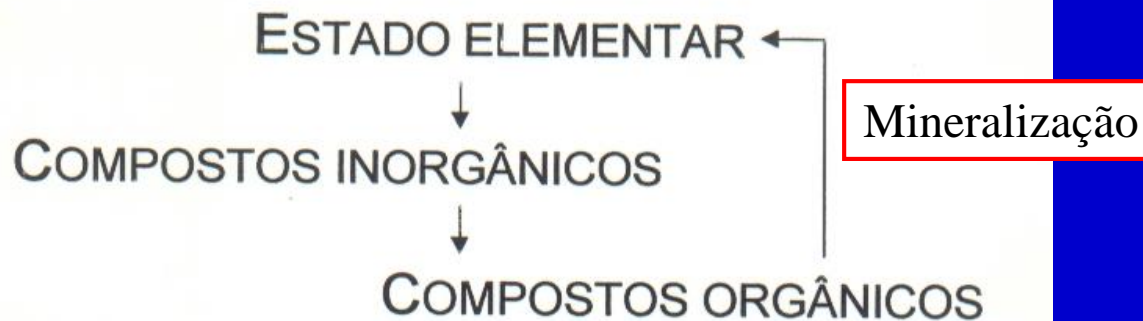
Ácido *p*-hidroxibenzóico – fenol cujos ésteres podem ser usados em protetores solares, repelentes de insetos e pastas de dentes.

**Microbiologia do Solo:
reciclagem de nutrientes**

Microorganismos x Reciclagem

⇒ Planeta Terra – sistema fechado

⇒ Vida depende reciclagem dos compostos químicos



⇒ Mineralização – reações bioquímicas pelas quais os compostos orgânicos são quebrados em compostos inorgânico ou seus elementos constituintes

Transformações Bioquímicas

- Nitrogênio / Compostos nitrogenados

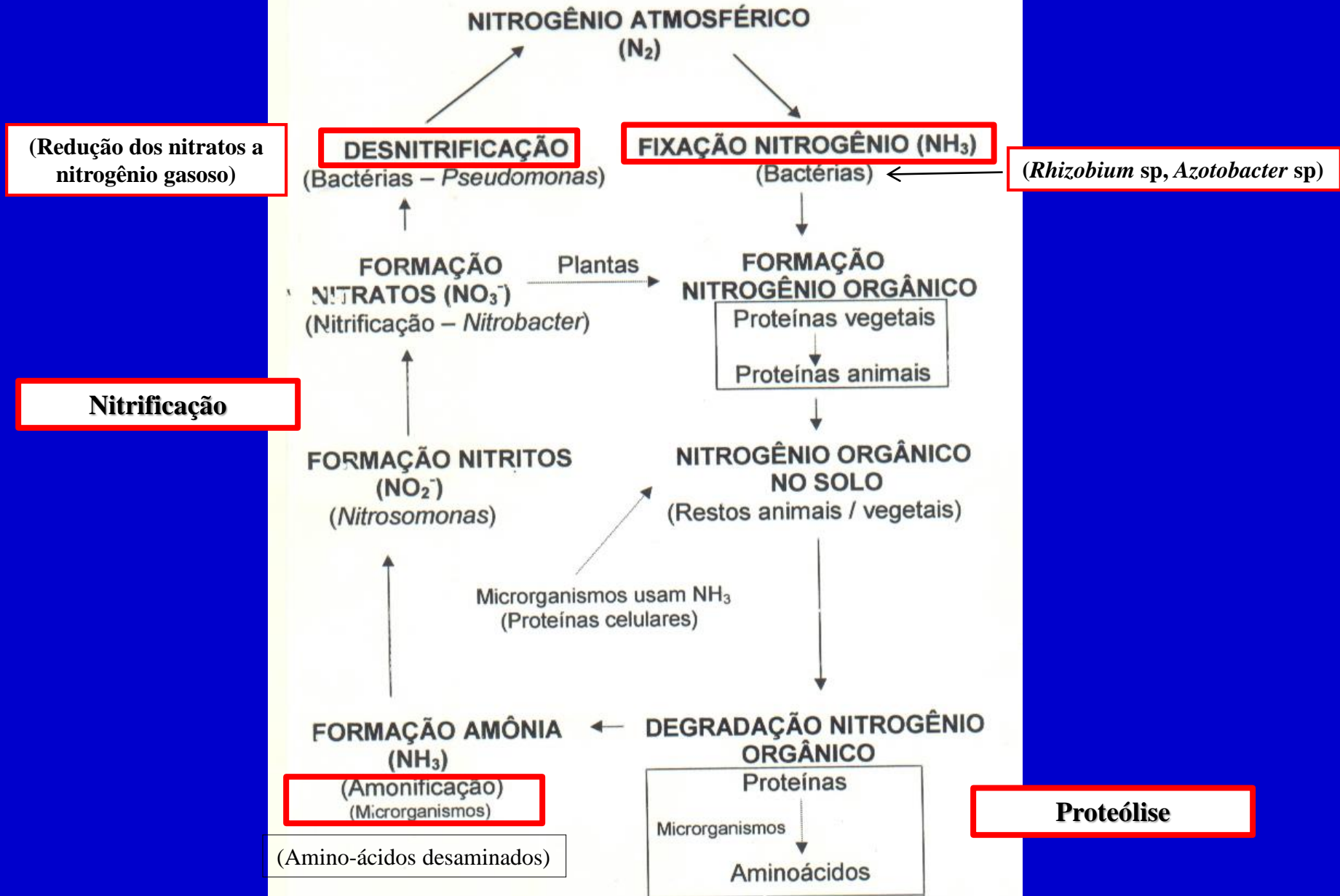
- Fixação do nitrogênio
- Proteólise
- Amonificação
- Nitrificação
- Desnitrificação

- CO₂ / Compostos carbonados

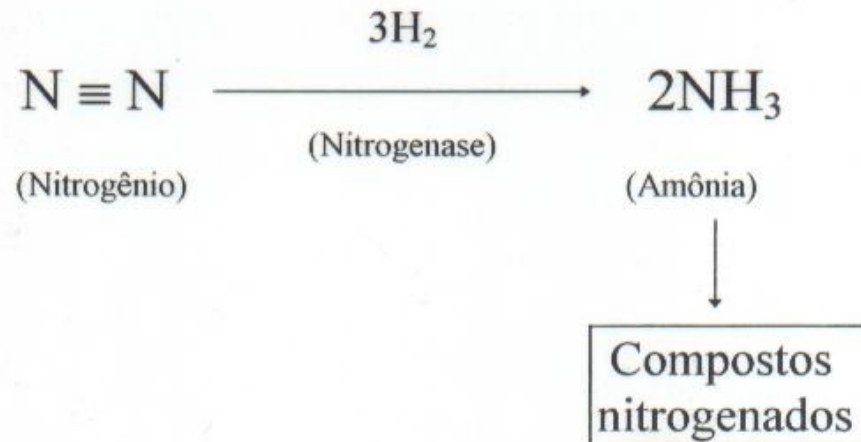
- Fixação CO₂
- Degradação celulose

- Enxofre / Compostos sulfurados

CICLO DO NITROGÊNIO



Fixação de nitrogênio

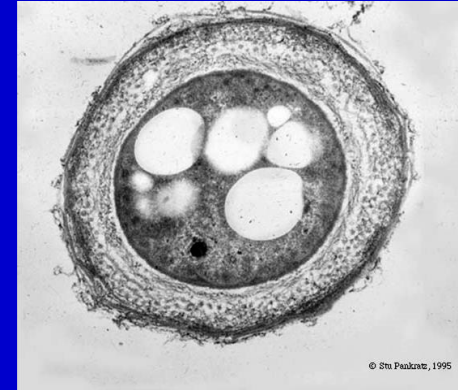


- Assimbiótica (*Azotobacter* sp)
- Simbiótica (*Rhizobium* sp)

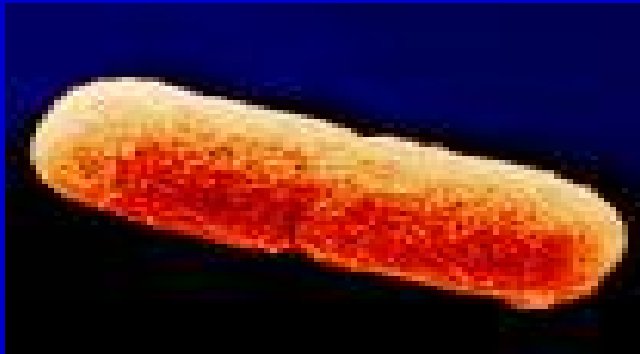
Fixação assimbiótica

Azotobacter sp

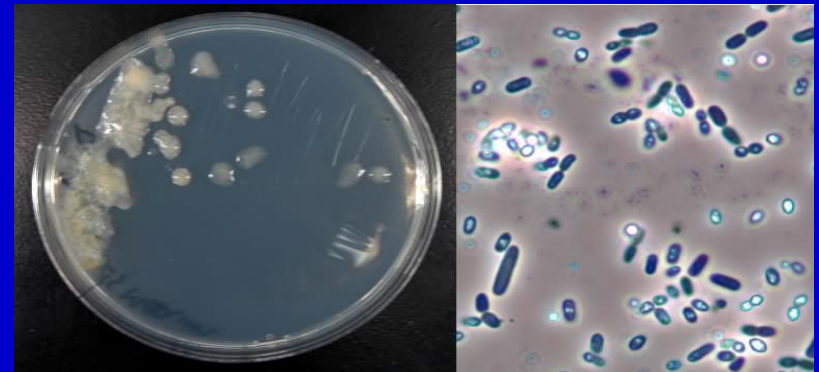
- Bactéria
- Forma de bastonete
- Móvel
- Gram -
- Vive livre no solo
- Normalmente ocorrem aos pares



Cisto de *Azotobacter* sp



Bastonete de *Azotobacter* sp



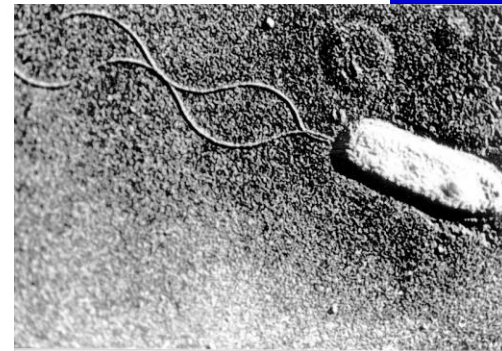
Colônia e bastonetes de *Azotobacter* sp

Fixação simbiótica

- *Rhizobium* sp x Leguminosas
 - Associação *Azolla* sp x *Anabaena* sp
-

Rhizobium sp

- Bactéria
- Forma de bastonete
- Móvel
- Ocorre em associação com leguminosas



Bactéria



Bacteróide

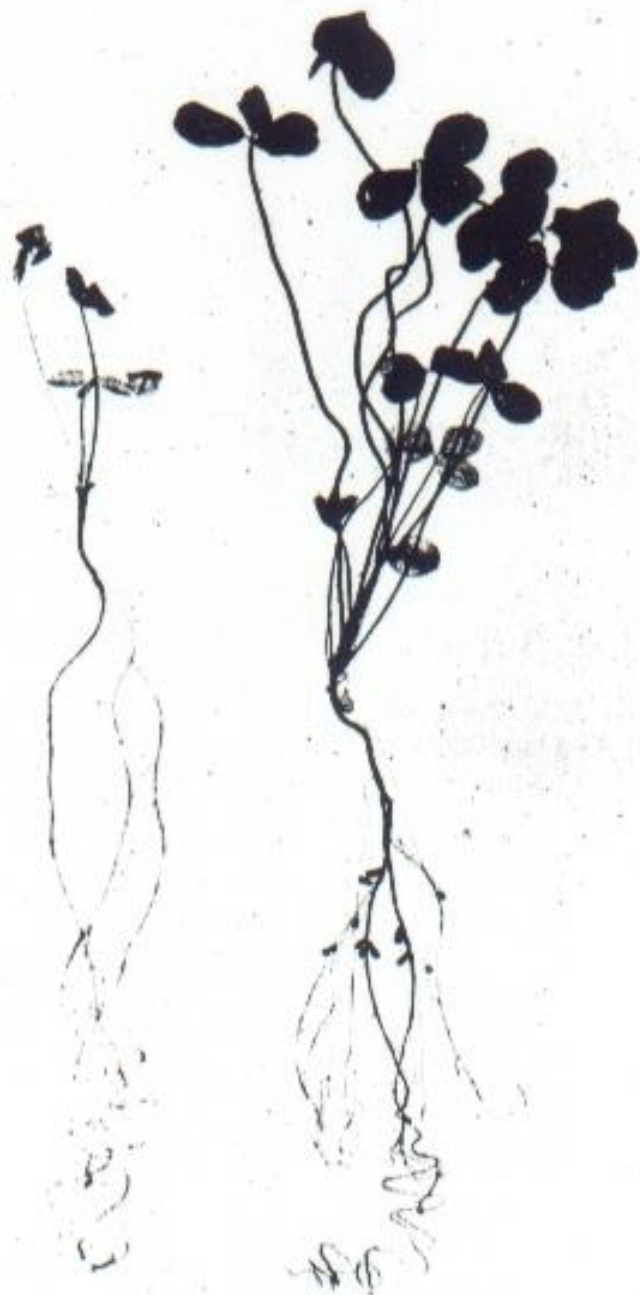
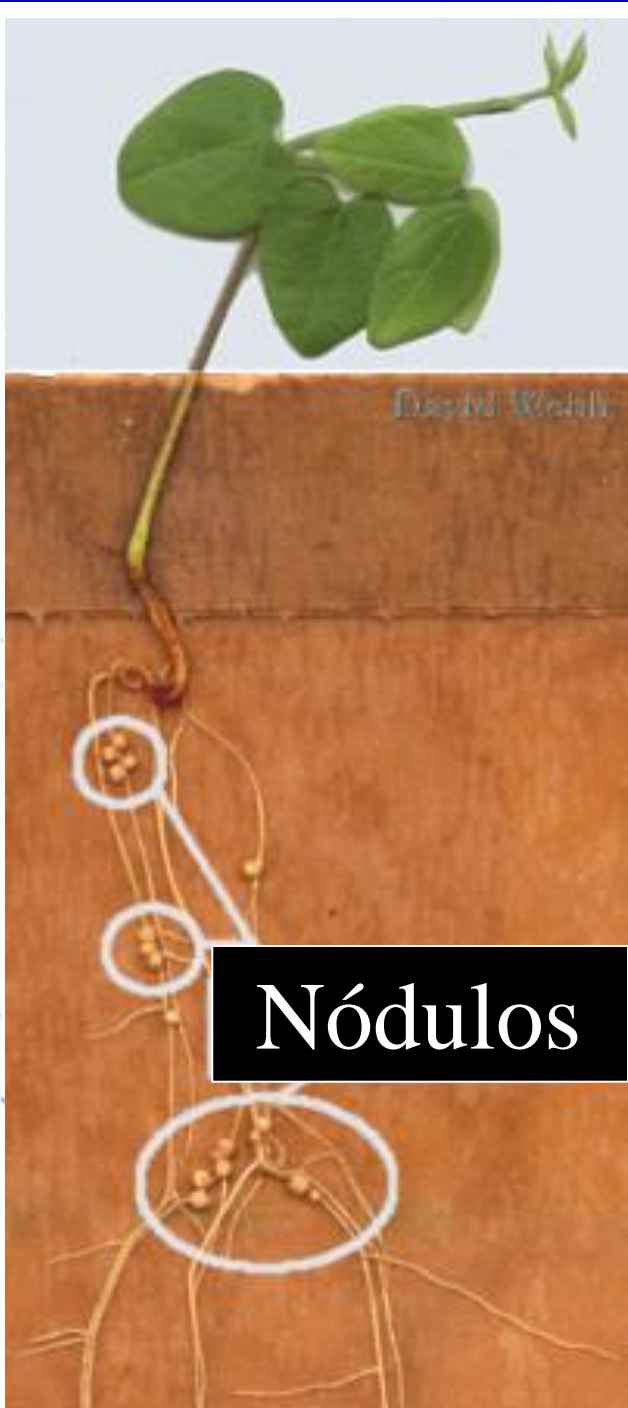
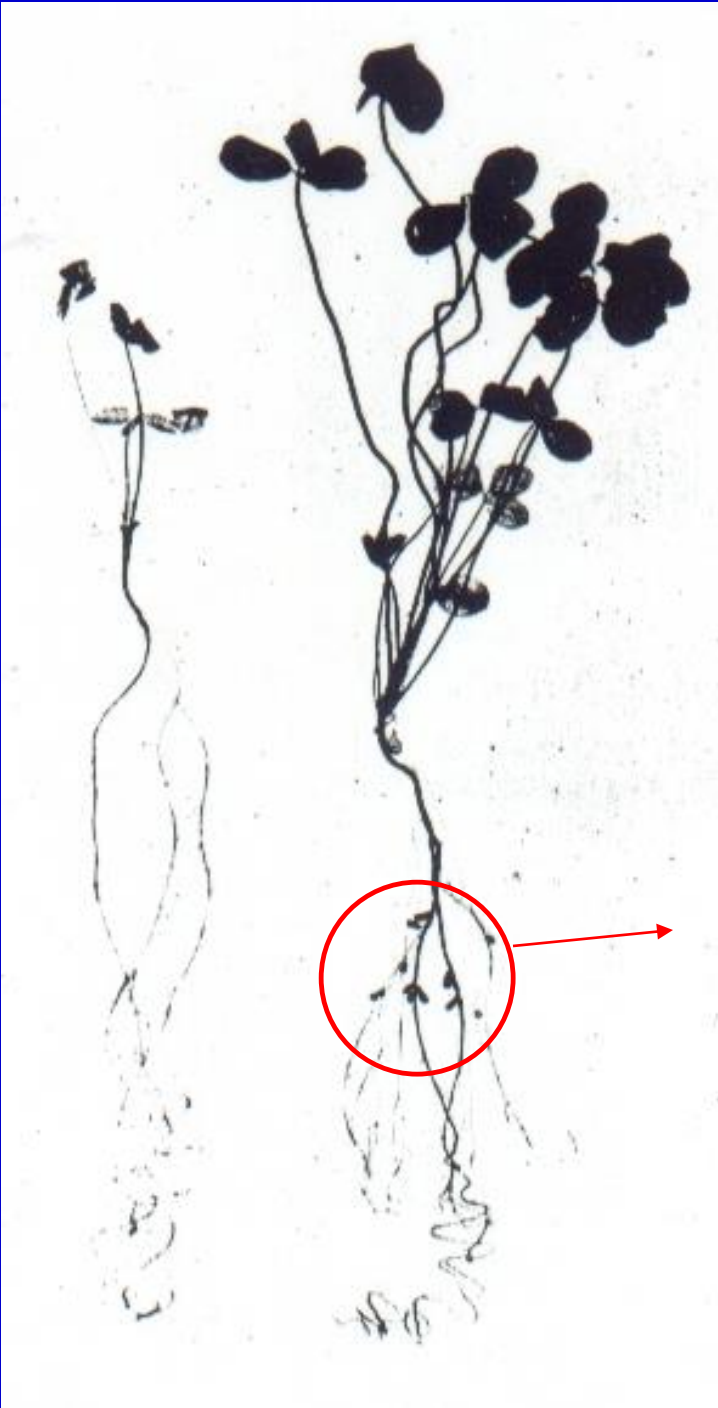
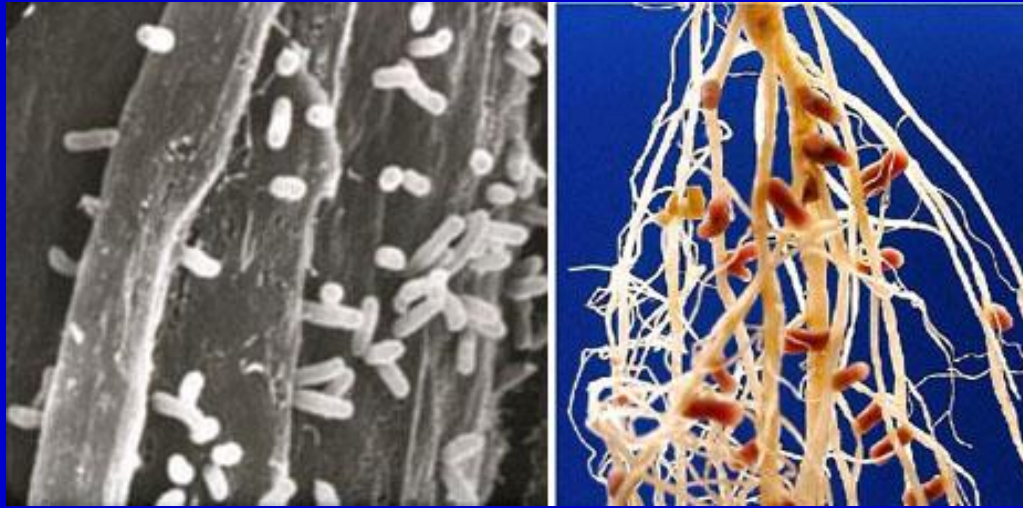


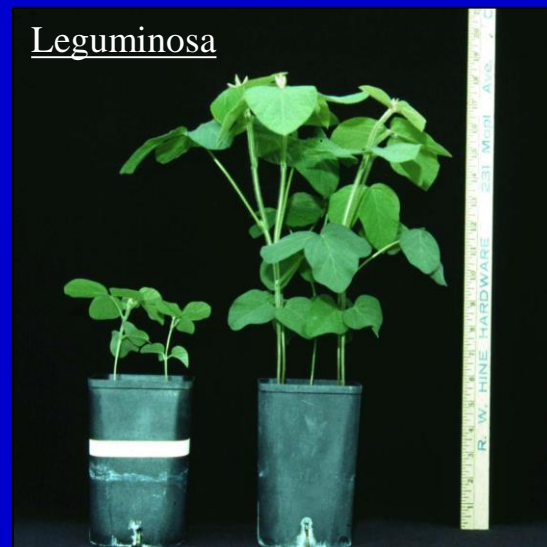
Fig. 24-5. Efeito da nodulação sobre o crescimento da planta. Dois trevos vermelhos cultivados num meio deficiente em nitrogênio combinado. A planta da esquerda, sem nódulos, mostra crescimento muito pobre, devido à deficiência de nitrogênio. A planta da direita, com nódulos, mostra crescimento normal. Cortesia de Dr. H. G. Thornton e da Rothamsted Experimental Station.

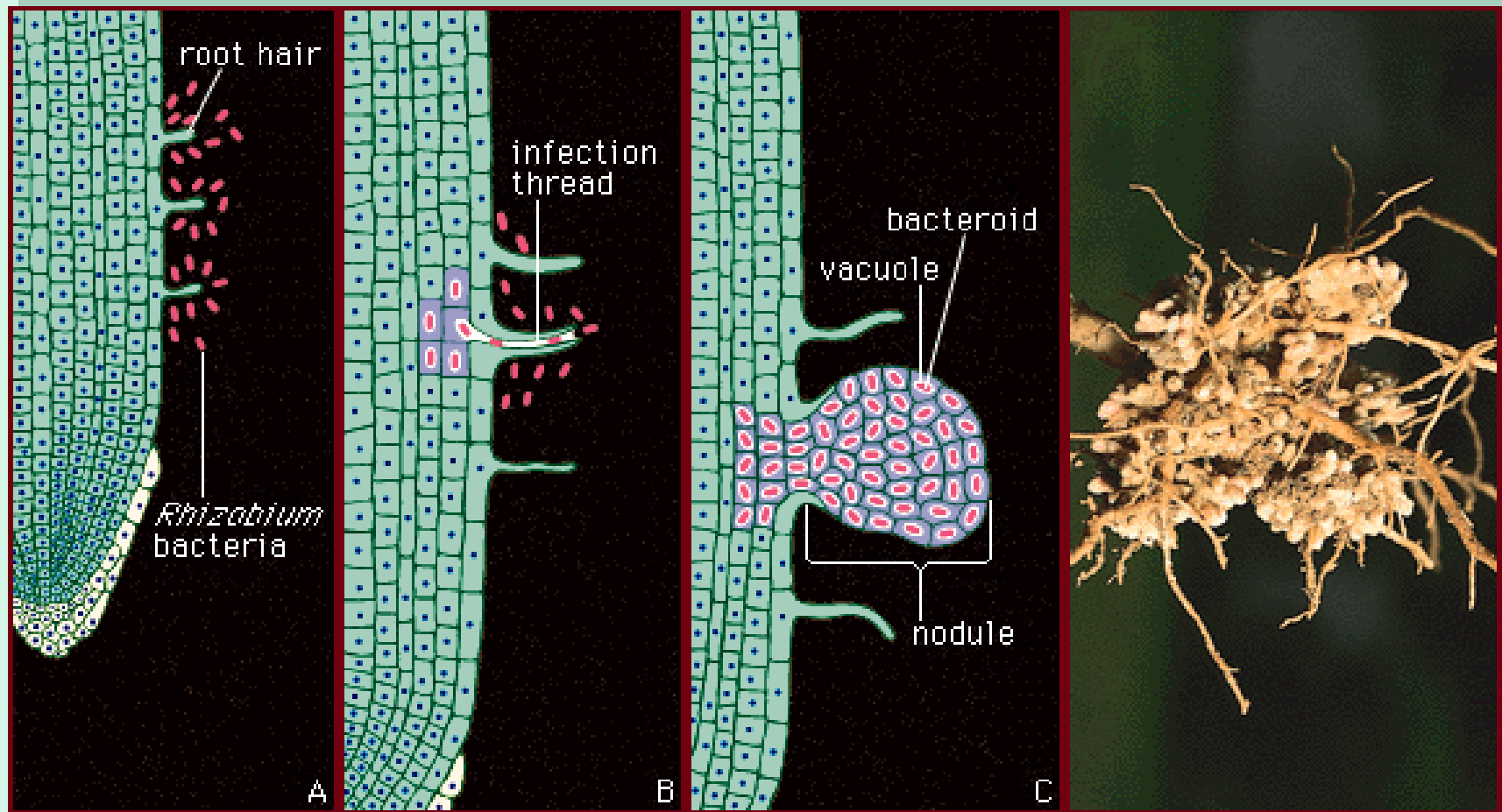


Nódulos



Left. Nitrogen-fixing *Rhizobium* bacteria colonized on the root hairs of clover plants. **Right.** Nodules containing *Rhizobium* bacteria on the plant roots through the combined interaction between the plant and the bacterium. In the nodule the bacteria fix nitrogen.





Rhizobium sp x leguminosas

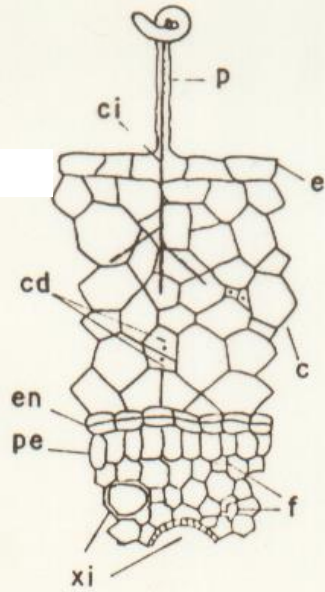


Figura 6.5. Crescimento do cordão de infecção com origem no pêlo absorvente (ex. feijão). Pêlo absorvente (P); cordão de infecção (Ci); epiderme (e); córtex (c); endoderme (en); periciclo (pe); floema (f) e xilema (xi). (modificado de Shaw et al., 1982).

Crescimento do cordão de infecção

Liberação do rizóbio do cordão de infecção

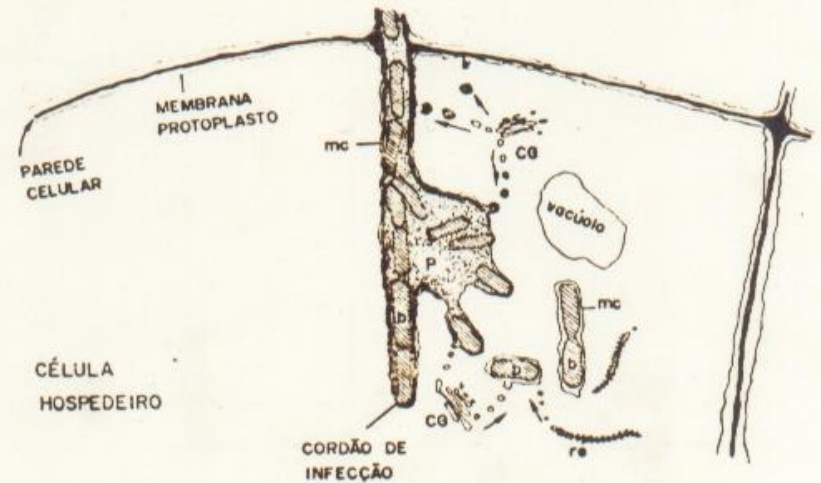
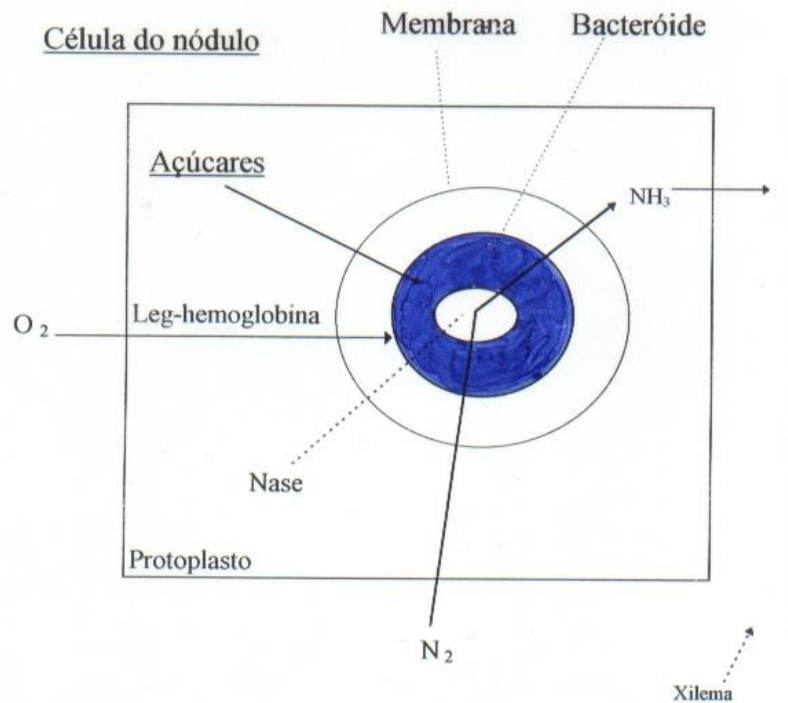


Figura 6.6. Representação da liberação do rizóbio do cordão de infecção em células de raízes de soja (modificado de Bergensen, 1982). b. bacterias; P. matriz de polissacarídeos; CG. complexo de Golgi; RE. retículo endoplasmático.

Mecanismos fixação / assimilação N_2



Nase = Nitrogenase

(Nódulos leguminosas)

- ROSADOS → ATIVOS (LEG-HEMOGLOBINA)
- COL. CLARA → INEFETIVOS
- COL. ESCURA → DETERIORADOS



Microbiologia da água

- Água { Recurso natural renovável
Reservas limitadas

- 1.385.984 Km³ de água existem na Terra



69% geleiras/neve
30% lençol freático
1% rios, riachos, lagos, solo, vapor,
água biológica

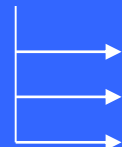
Do total de água existente



0,784%

Disponível para as necessidades imediatas da
civilização

 0,784%



73% Agricultura

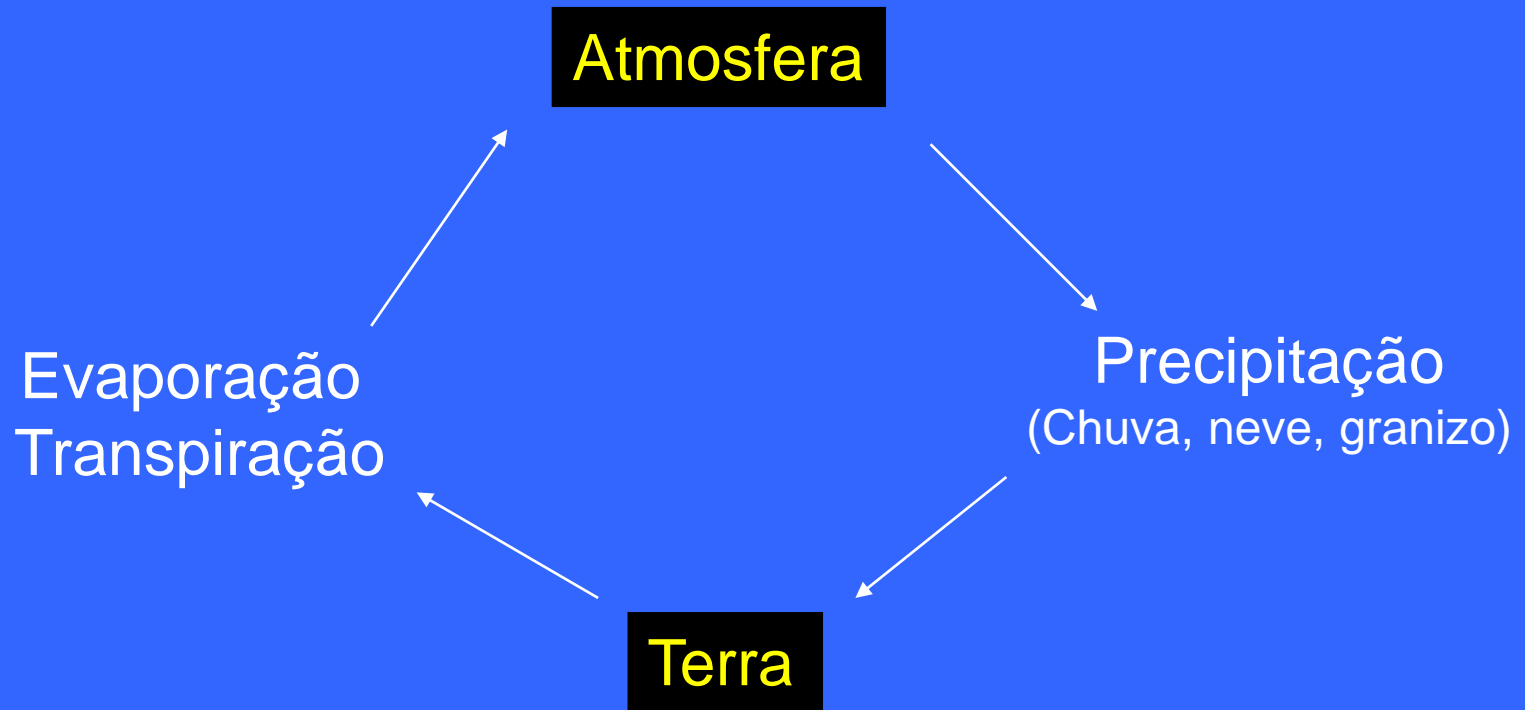
21% Indústria

6% Demanda da população mundial

Água

- **Água atmosférica** - nuvens (chuva/neve/granizo)
- **Água superficial** - porções de água
(lagos, rios, ribeirões, oceanos)
- **Água de lençol freático** - água subterrânea
(presente em todos os poros do solo
e espaço interno / entre materiais rochosos)

Ciclo hidrológico



Ciclo hidrológico



Microbiologia aquática*

Estudo dos microrganismos de água doce, do mar e estuários



*A água pode servir como habitat para muitos microrganismos

O ambiente aquático

Condições físicas/químicas → Tipo microrganismo

Temperatura ⇒ 0 a 40°C

- Abaixo superfície → 90% ambiente marinho < 5°C (psicrófilo)

O ambiente aquático

Pressão hidrostática \Rightarrow aumenta na proporção de 1 atmosfera (14,7 lb/pol²)* a cada 10 m (organismos barófilos)

└─ Bactérias barófilas \rightarrow 1.000 a 10.000 m profundidade no Oceano Pacífico

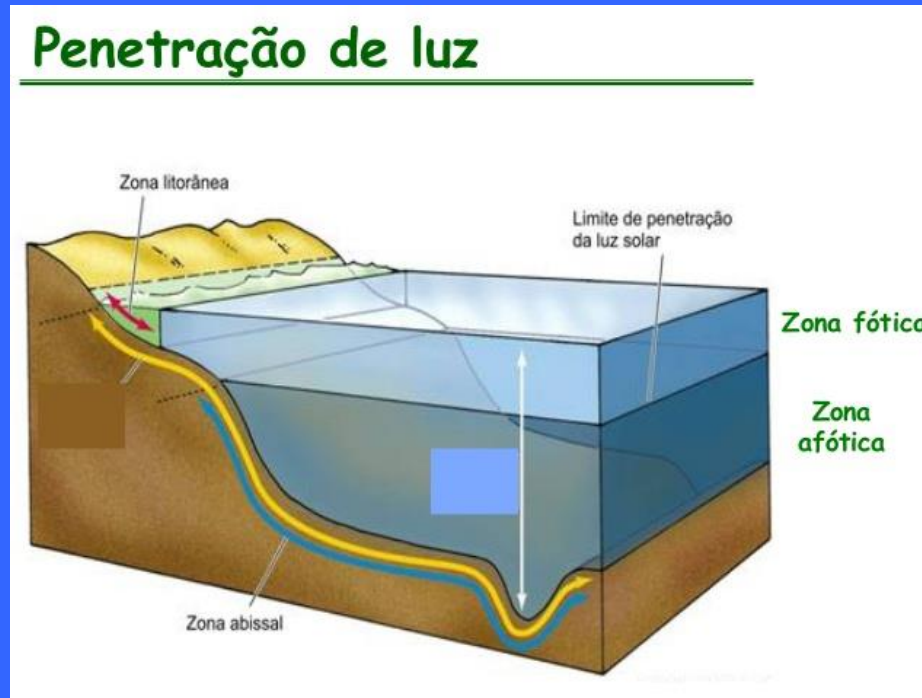
P. hidrostática – pressão do fundo de uma coluna vertical de água

*1 atmosfera = 1,03 Kg / cm²

O ambiente aquático

- Luz \Rightarrow algas e cianobactérias

↳ Zona fótica - região na qual ocorre a fotossíntese (50 a 125 m profundidade)



O ambiente aquático

- **Salinidade** \Rightarrow concentração NaCl

Água doce \rightarrow quase 0

\swarrow
Microorganismos inibidos $> 1\%$ NaCl

Grande Lago Salgado (Utah) $\rightarrow 32\%$

Água do mar $\rightarrow 2,75\%$

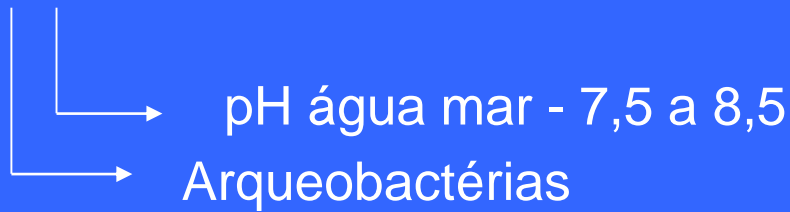
\swarrow
(3,3 a 3,7% \rightarrow NaCl + outros sais)

Organismos halofílicos (2,5 a 4,0% NaCl)



O ambiente aquático

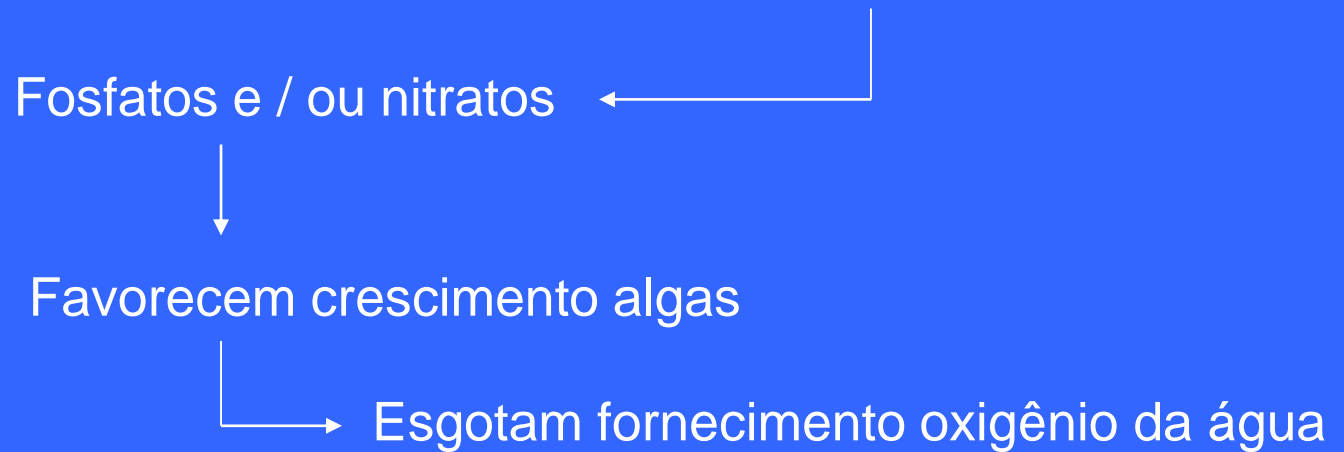
- **pH** \Rightarrow crescem bem \rightarrow 6,5 a 8,5



(Lagos salgados África)

O ambiente aquático

- **Nutrientes** \Rightarrow orgânicos e inorgânicos



Distribuição dos microrganismos no ambiente aquático

- Plâncton- vida microbiana que flutua e se movimenta na região superficial



{ Fitoplâncton - algas e cianobactérias

Zooplâncton - protozoários

Distribuição dos microrganismos no ambiente aquático

Organismos bênticos (bentos)



Microrganismos que habitam o fundo de um corpo de água

Região mais rica
(número/tipos microrganismos)

Papel dos microrganismos aquáticos

Cadeia alimentar

Produtores primários

Fitoplâncton e bactérias
quimiossintéticas

Consumidores primários

Zooplâncton alimenta-se
de fitoplâncton

Decompositores

(degradação e mineralização)

Plantas mortas e tecido animal
degradados por microrganismos,
principalmente bactérias, a
compostos inorgânicos que
servem como nutrientes para
produtos primários

Zooplâncton serve como
suprimento de alimentos
nos estágios iniciais da
cadeia

Análise microbiológica e tratamento de água

Água

Doenças

✓ Desinterias

(*Shigella*)



Bactérias
Amebas

✓ Tifo (*Salmonella*)

✓ Febre paratifóide

✓ Hepatite infecciosa

Contaminação fecal



Prática – Análise microbiológica

Água-Tratamento

Captação



Sedimentação*



Filtragem*



Cloração*



Armazenamento



Distribuição

Água-Tratamento



Tratamento de Água da ESALQ

Sedimentação

1. Água bruta + sulfato de alumínio + cal



Sedimentação

2. Tanque de floculação



Sedimentação

3. Tanque de decantação



Filtragem

1. Filtro de areia



Cloração, pH e fluor



Armazenagem

