



Instituto de ciências  
biomédicas

# Ciclos biogeoquímicos

Gabriel Padilla

**Departamento de Microbiologia**  
**gpadilla@icb.usp.br**

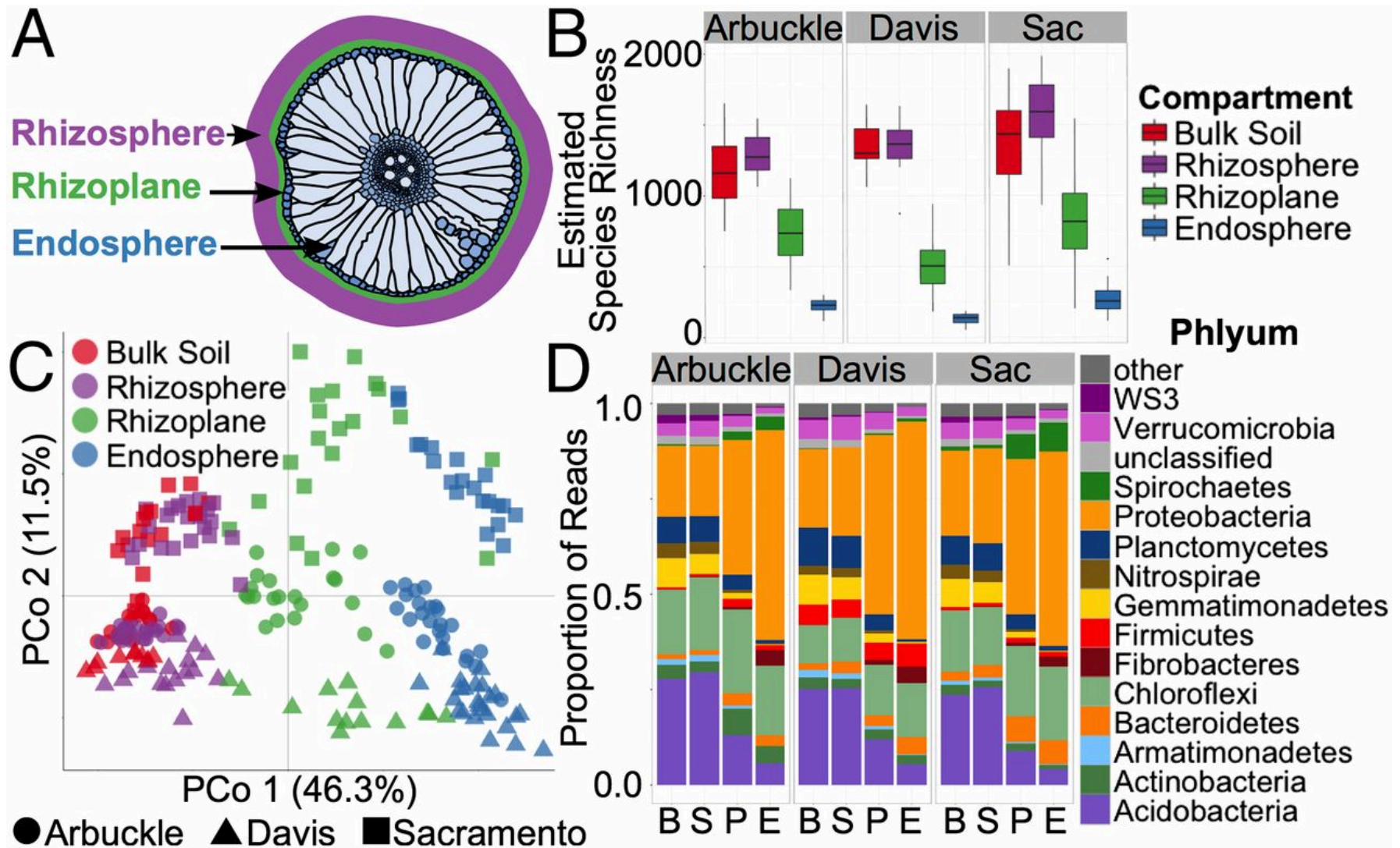
# Origem dos Micro-organismos

- **Origem:** em ambientes extremos da terra primitiva
- **Evolução:**  $\approx$ 3,5 bilhões de anos (BA)
- **Diversidade metabólica:** ocupam todos os nichos disponíveis
- **Adaptação:** Interação com diferentes espécies
- **Interação:** Co-evolução com organismos mais complexos



Estromatólito (3,5 bilhões de anos) - arqueano

# Diversidade de bactérias associadas à planta de arroz





# Funcionalidade do Ecossistema



# Ciclos biogeoquímicos

- **A quantidade dos elementos é relativamente constante na natureza, embora estejam distribuídos de forma heterogênea e se apresentam de diferentes formas, sendo algumas mais biodisponíveis que outras.**
- **Portanto, a biogeoquímica estuda os mecanismos de trocas entre as formas orgânicas e não orgânicas.**
- **E qual o papel dos micro-organismos neste processo????**

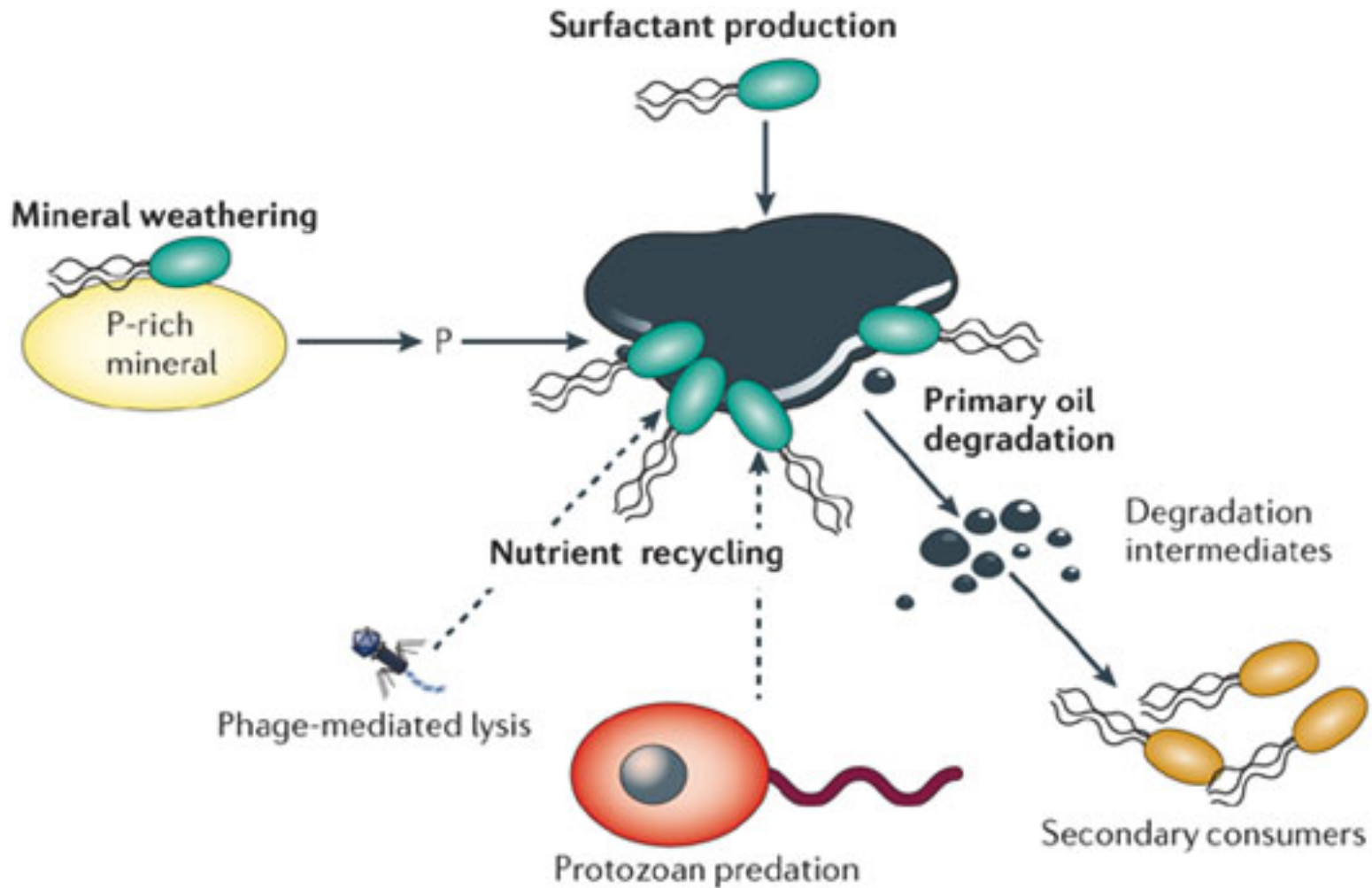
# Biodegradação

- Degradação causada por processo enzimático proveniente de células.
- Para cada classe de compostos deve estar presentes as enzimas necessárias
- Biodisponibilidade é a fração do elemento que pode ser utilizada para suprir demandas fisiológicas do organismos presentes

## Fatores que afetam a biodegradação

- **Ambientais:** Temperatura do solo (ou água), pH, concentração de nutrientes (P e N), teor de umidade (solo saturado tem maior umidade e baixa pressão de O<sub>2</sub>)
- **Físicos:** biodisponibilidade dos compostos, presença de água, suprimento do acceptor de elétrons adequado.
- **Químicos:** estrutura molecular do composto e forma do elemento
- **Biológico:** predação, competição.

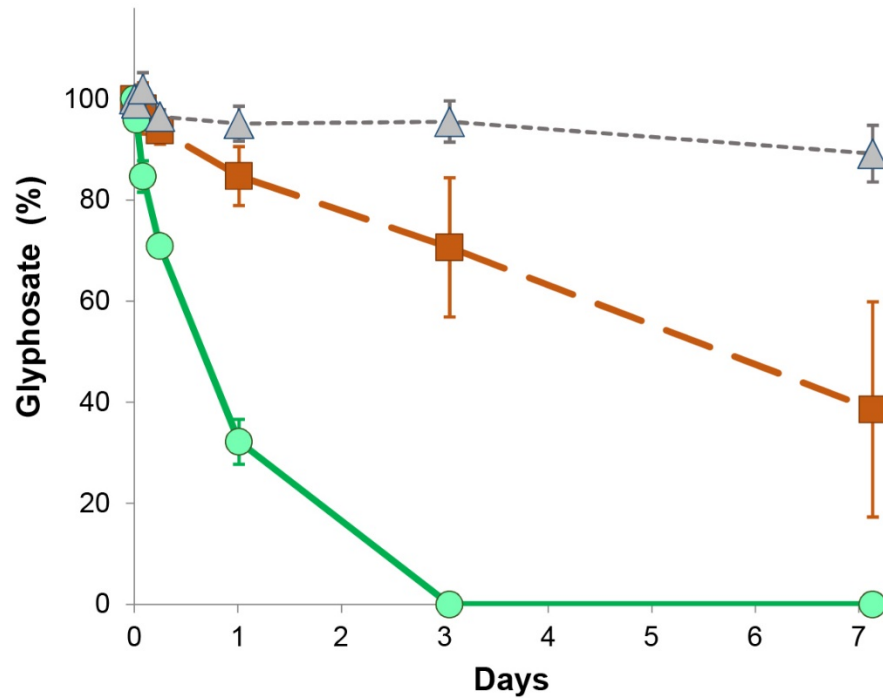
# Biodegradação e bio-disponibilização



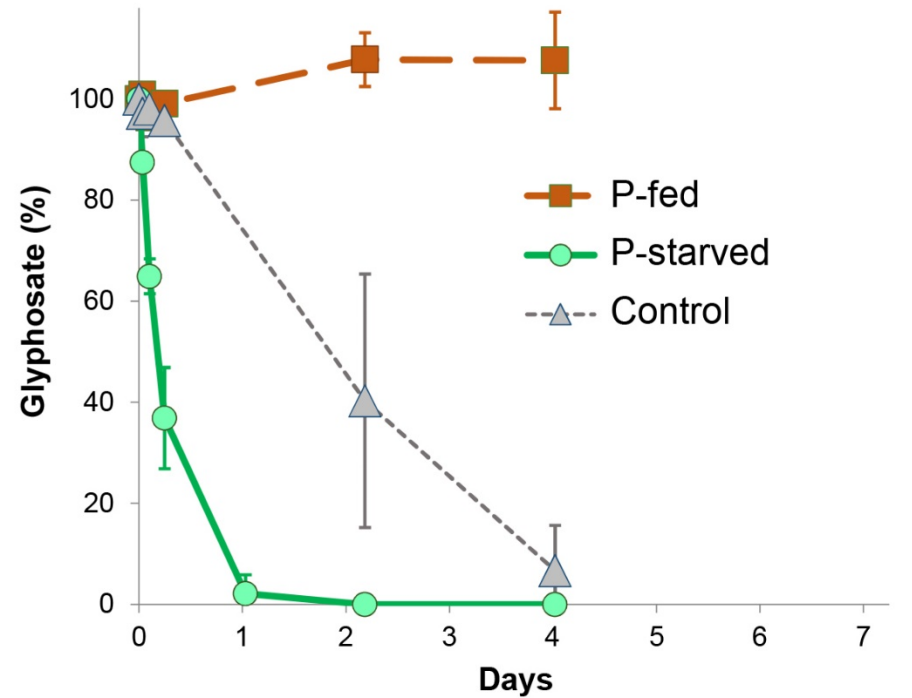


# Biodegradação do Glifosato

*Microcystis aeruginosa*



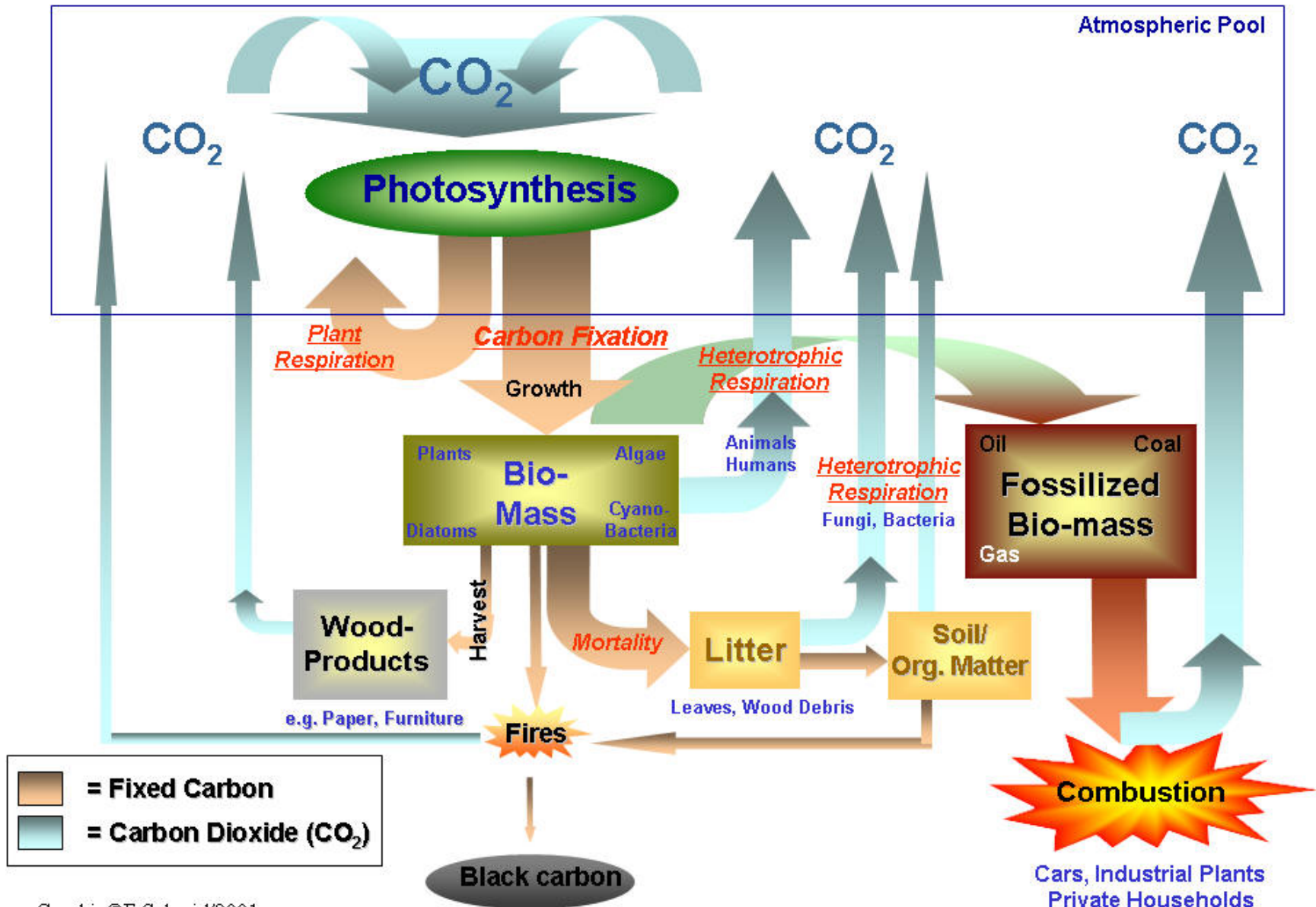
*Synechococcus sp.*



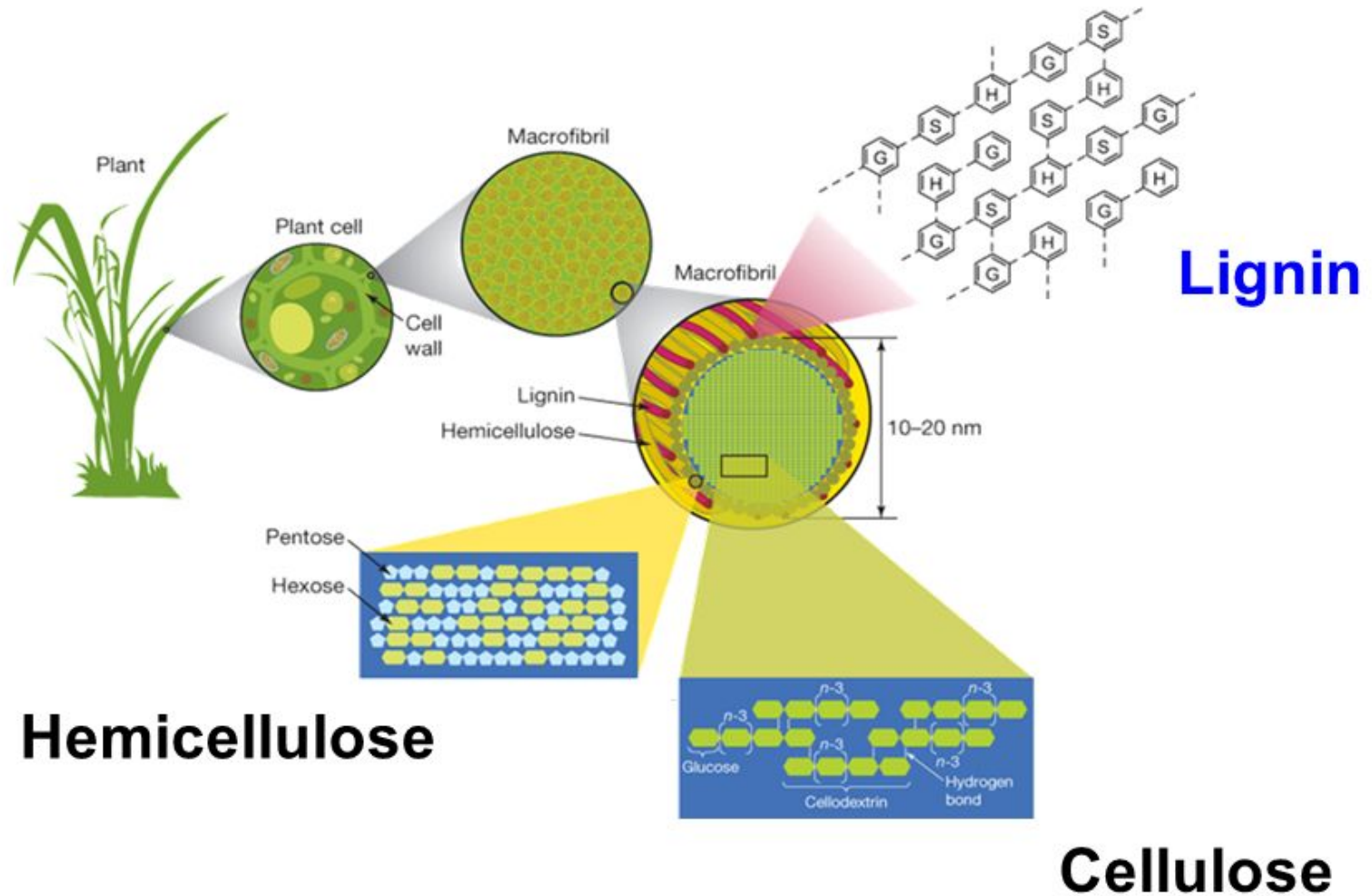
A degradação de glifosato é afetada pela disponibilidade de fósforo no ambiente



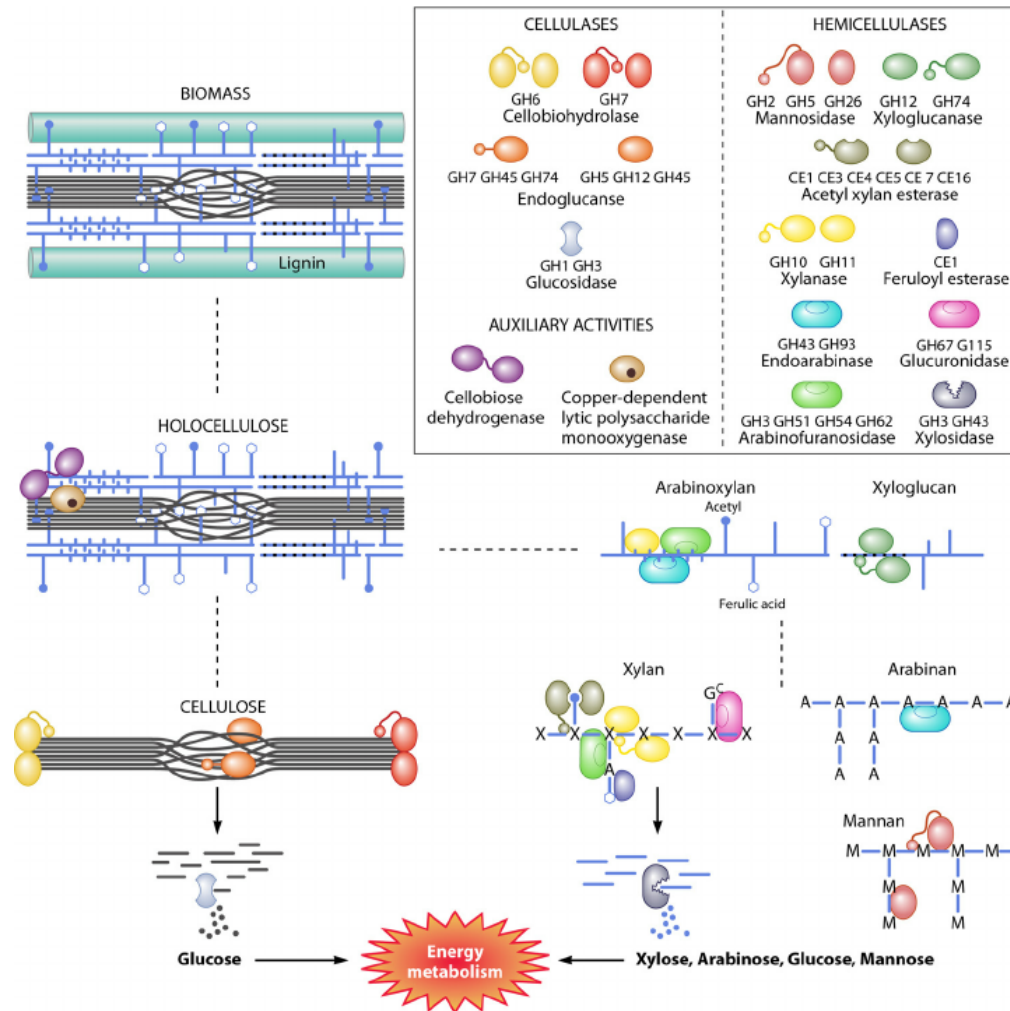
# Ciclo do Carbono



# Ciclo do Carbono – degradação de compostos lignocelulósicos

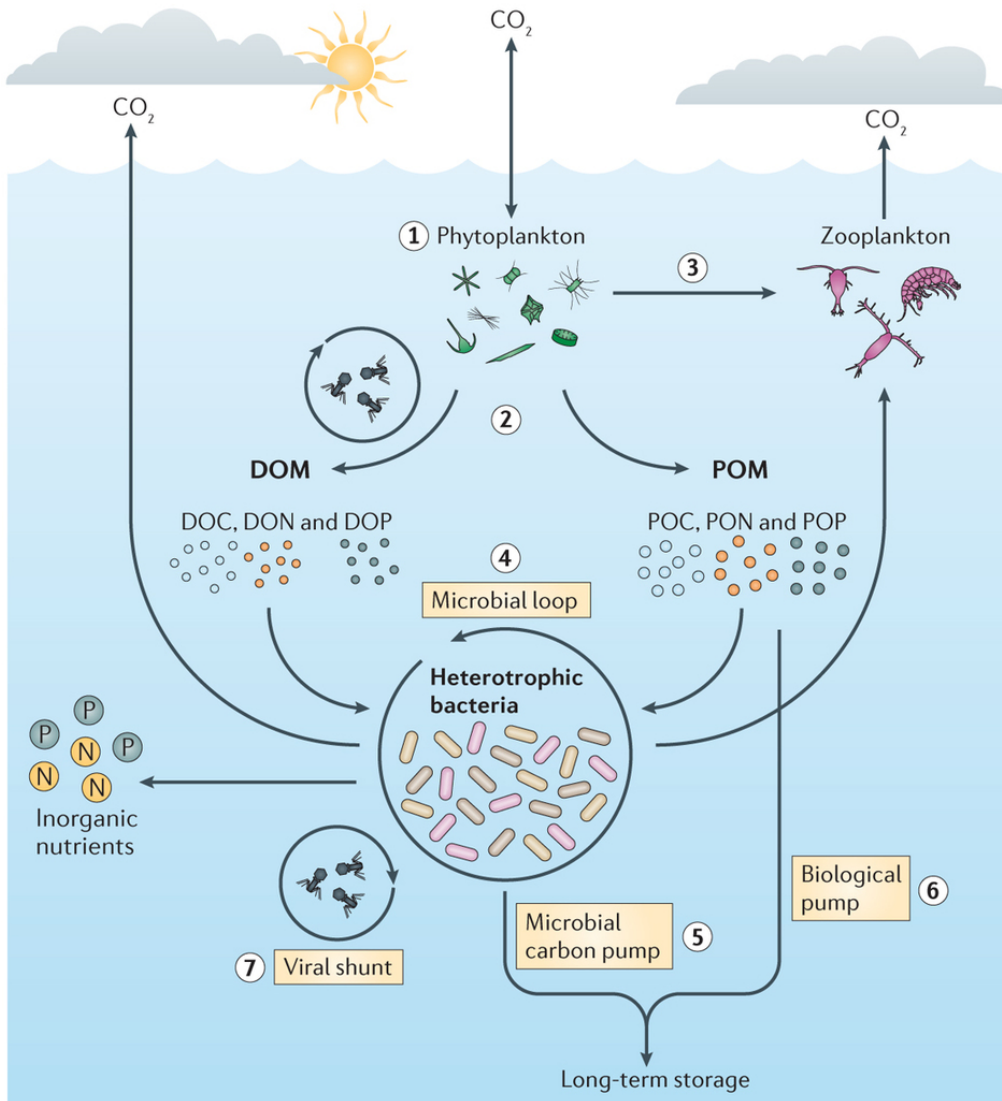


# Ciclo do Carbono – degradação da celulose



- ✓ Importante papel microbiano (fungos e bactérias)
- ✓ Fonte de energia
- ✓ Disponibiliza o Carbono fixado para outros organismos

# Ciclo do Carbono

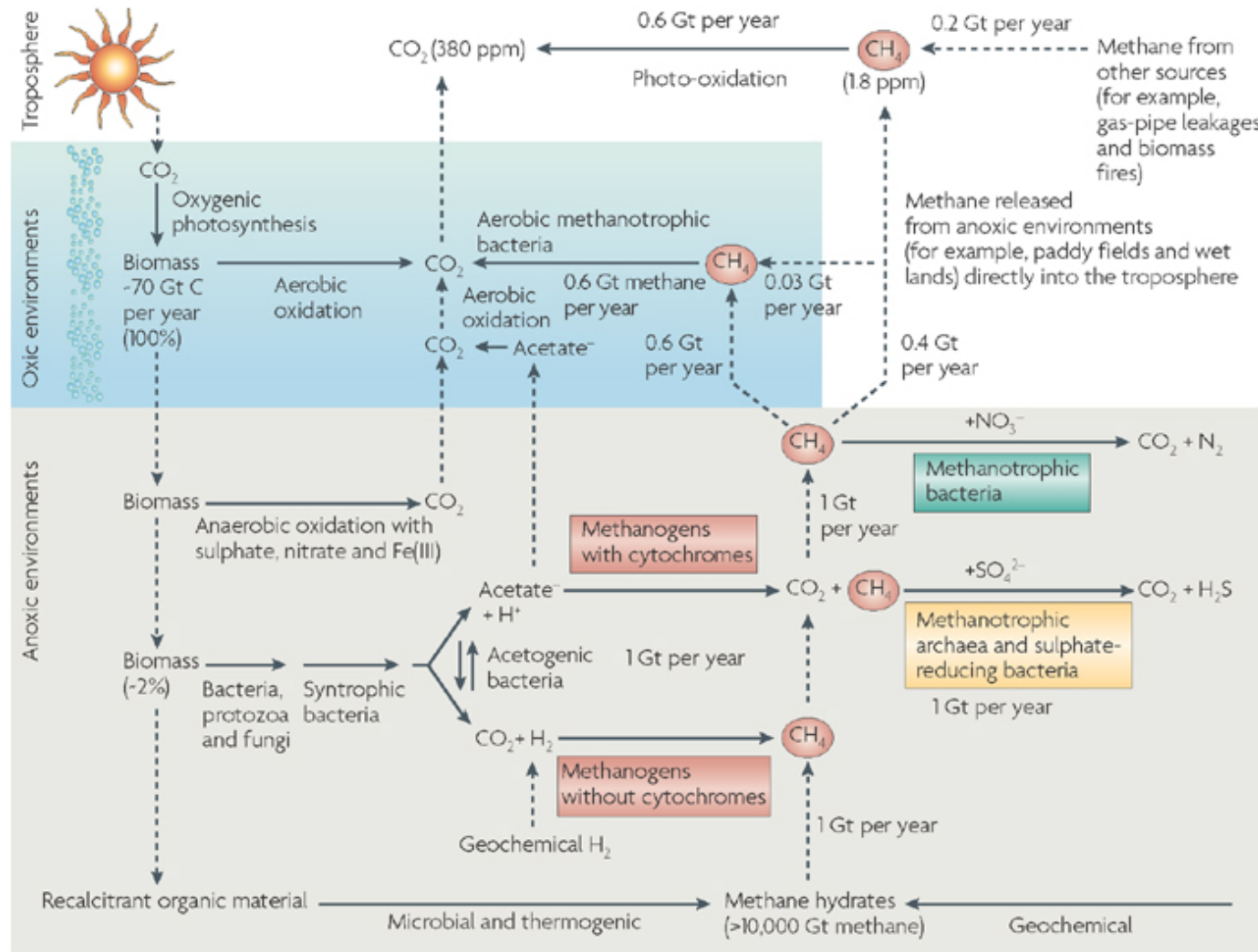


Ciclo do carbono no mar:

- 1) Fotossíntese: conversão de carbono inorgânico ( $\text{CO}_2$ ) a carbono orgânico;
- 2) Liberação de matéria orgânica dissolvida – DOM (carbono orgânico dissolvido –DOC; nitrogênio orgânico dissolvido - DON; fósforo orgânico dissolvido - DOP) e matéria orgânica particulada – POM (carbono orgânico particulado – POC; nitrogênio orgânico particulado – PON; fósforo orgânico particulado - POP)
- 3) Consumo de fito-plâncton por zoo-plâncton e mineralização do carbono (liberação de  $\text{CO}_2$  via respiração;
- 4) Reciclagem de matéria orgânica por bactérias heterotróficas;
- 5) Transformação de carbono orgânico em carbono recalcitrante (DOC) – pode se manter sequestrado por milhares de anos;
- 6) Matéria orgânica particulada (POM) que permanece no fundo dos oceanos na forma de micro-organismos;
- 7) Contribuição dos vírus para lise de células e liberação de DOM e POM.



# Ciclo do Carbono – metanogênese



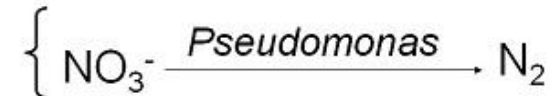
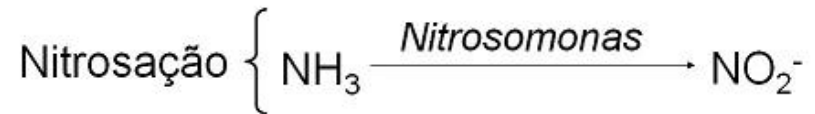
Nature Reviews | Microbiology

- ✓ Importante em ambientes anaeróbios
- ✓ Feita por arqueias preferencialmente
- ✓ Fonte de energia
- ✓ Emissão de gases do efeito estufa

# Ciclo do Nitrogênio

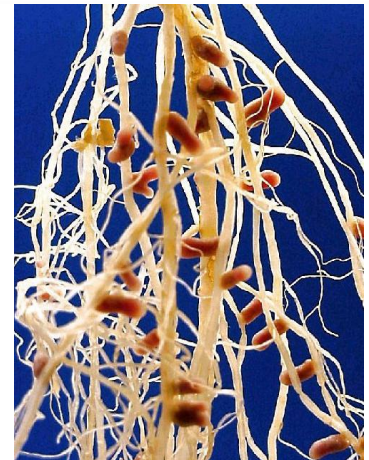
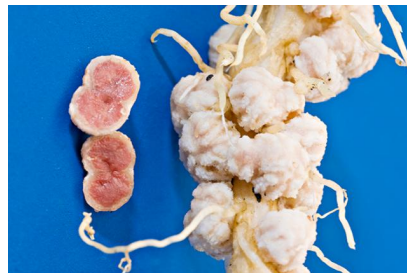
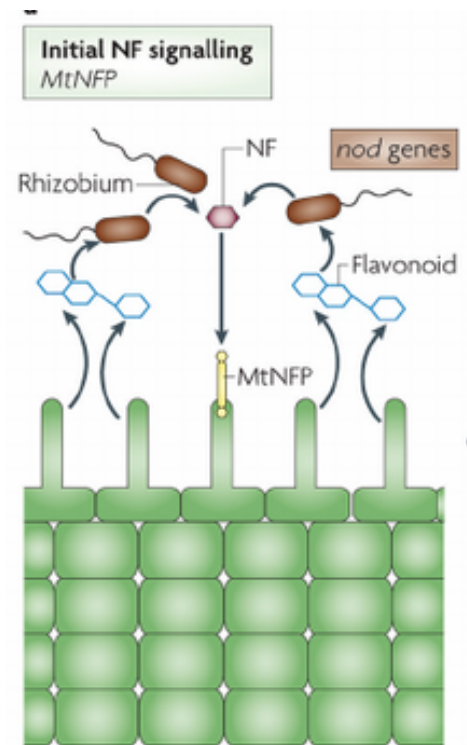
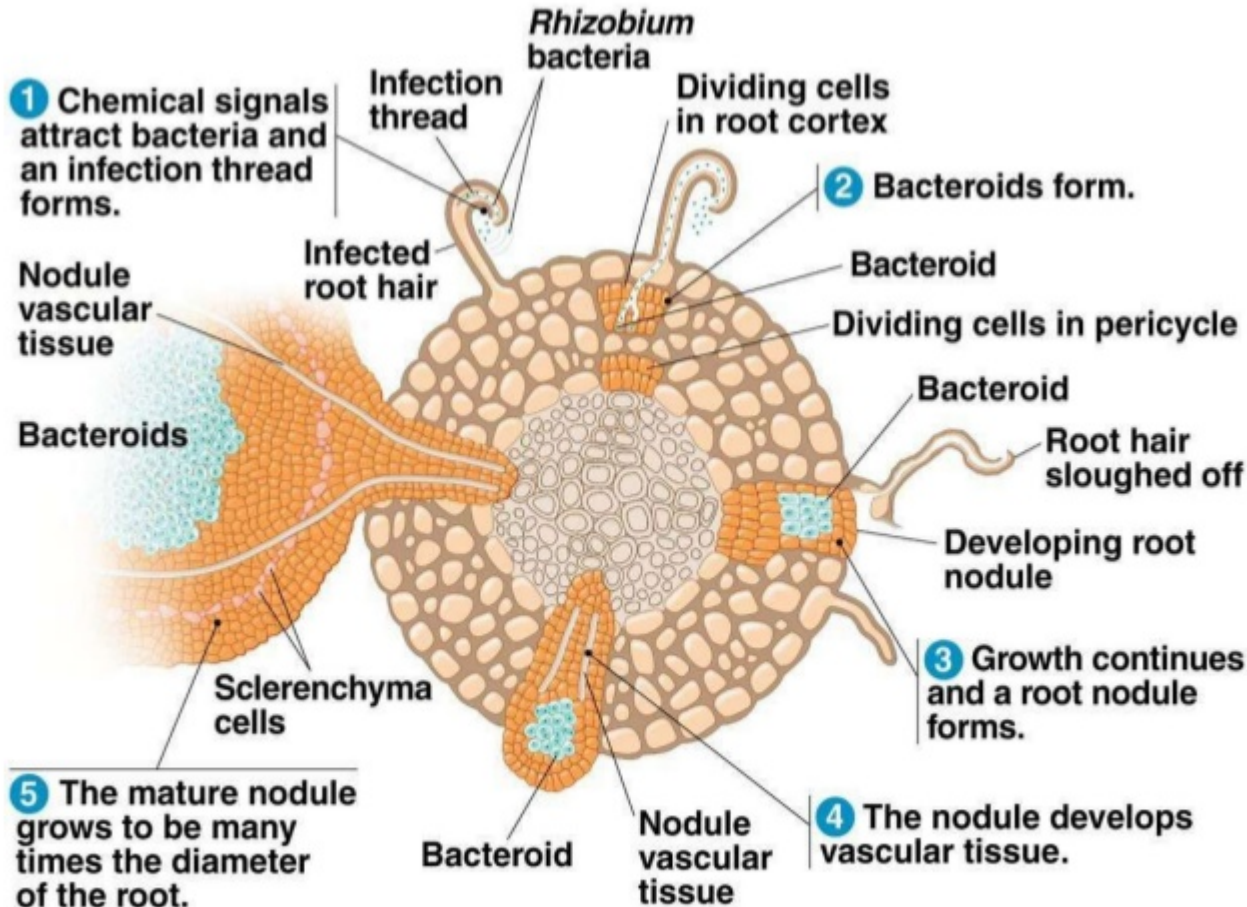
elemento químico		percentual
principais gases	nitrogênio (N <sub>2</sub> )	78,084%
	oxigênio (O <sub>2</sub> )	20,946%
outros gases	argônio (Ar)	0,9340%
	dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	365 ppmv
	neônio	18,18 ppmv
	hélio	5,24 ppmv
	metano	1,745 ppmv
	criptônio	1,14 ppmv
	hidrogênio	0,55 ppmv
	óxido nítrico	0,5 ppmv
	xenônio	0,09 ppmv
	ozônio	0,0 a 0,07 ppmv 0,0 a 0,02 ppmv no inverno
	dióxido de nitrogênio	0,02 ppmv
	iodo	0,01 ppmv
	monóxido de carbono	0,0 a vestígios
amônia	0,0 a vestígios	

## Etapas do ciclo do Nitrogênio

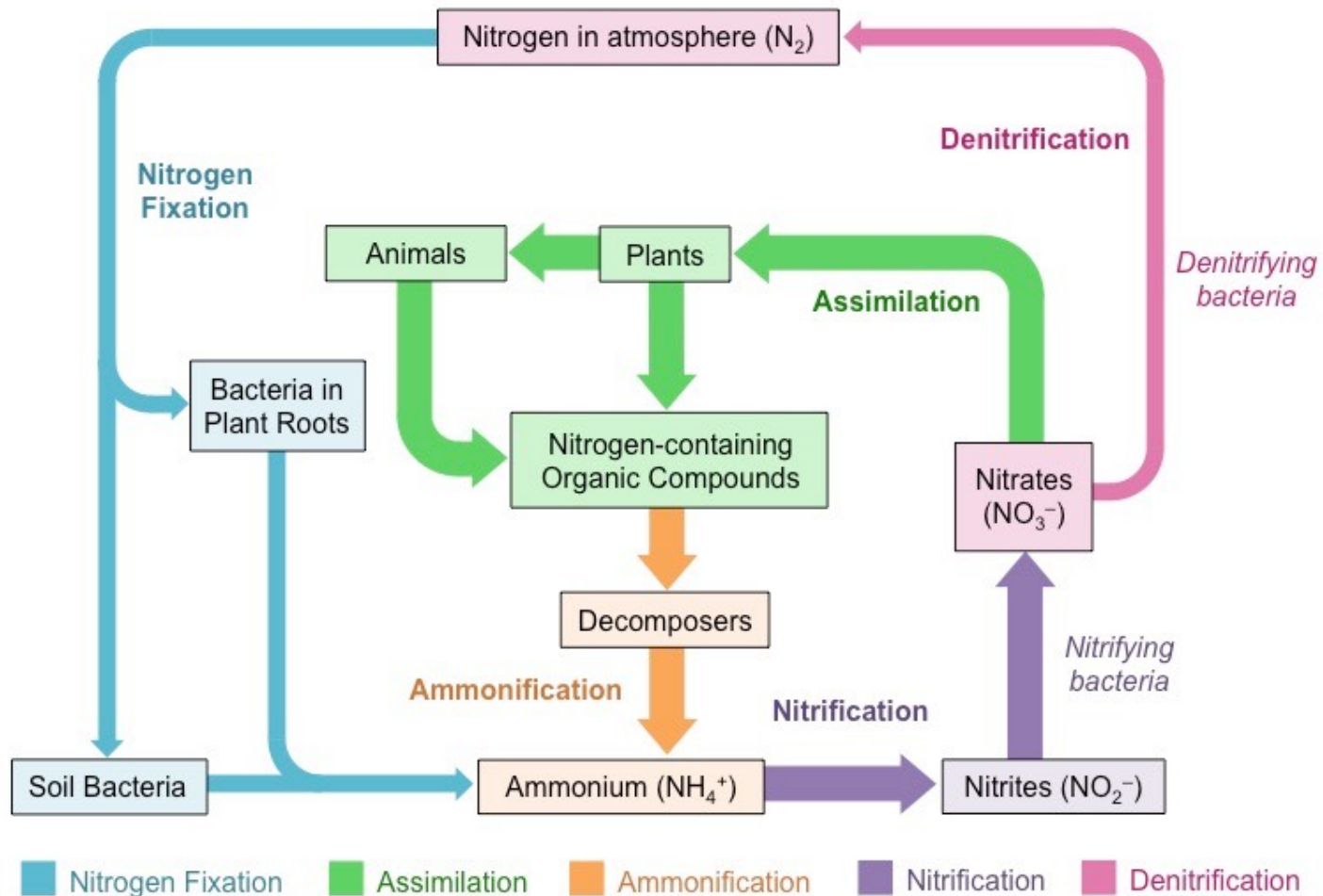


- ✓ A fixação de nitrogênio (química ou biológica) é a primeira etapa para disponibilizar N<sub>2</sub> na cadeia alimentar.
- ✓ Degradação de proteínas disponibilizam N para os organismos do ambiente.

# Infecção da planta por *Rhizobium*



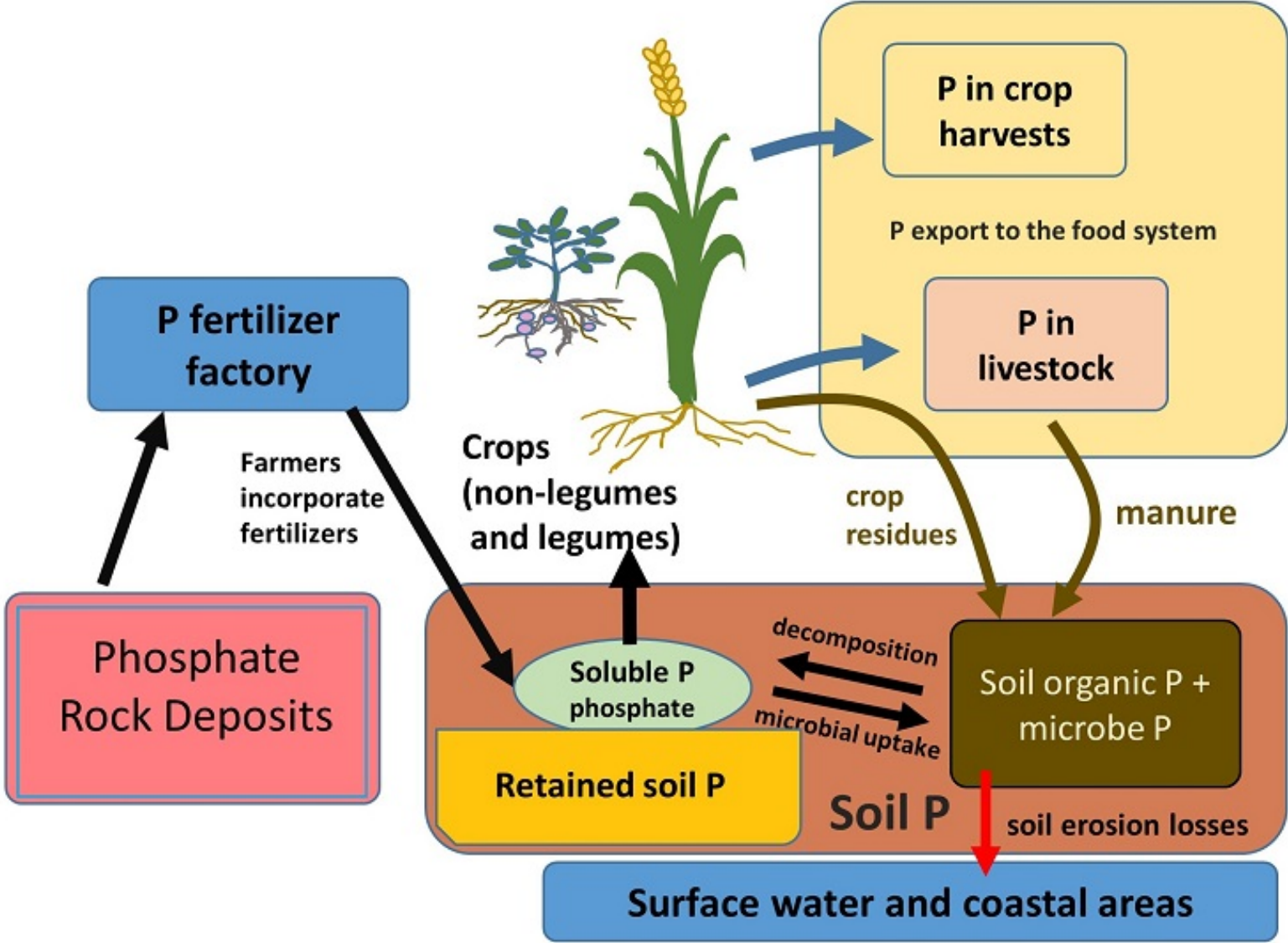
# Ciclo do Nitrogênio



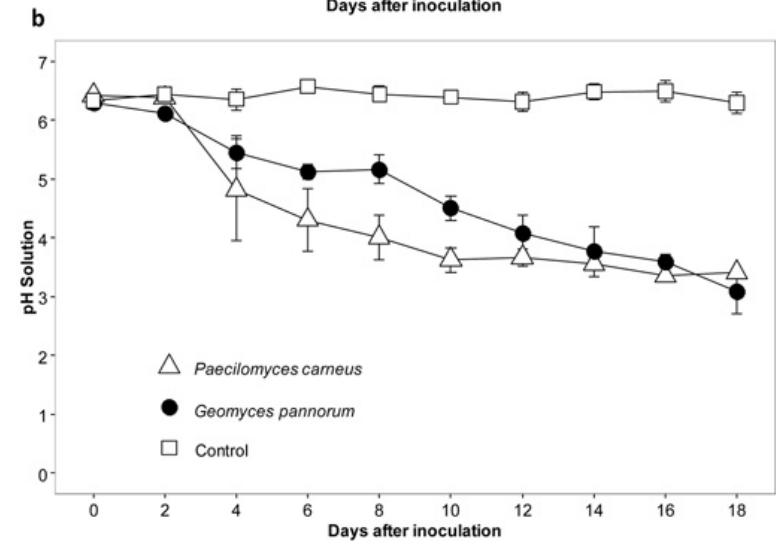
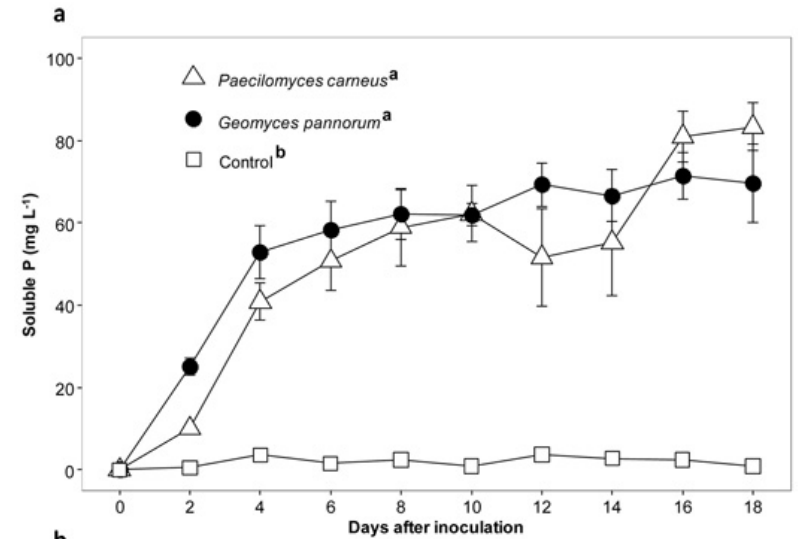
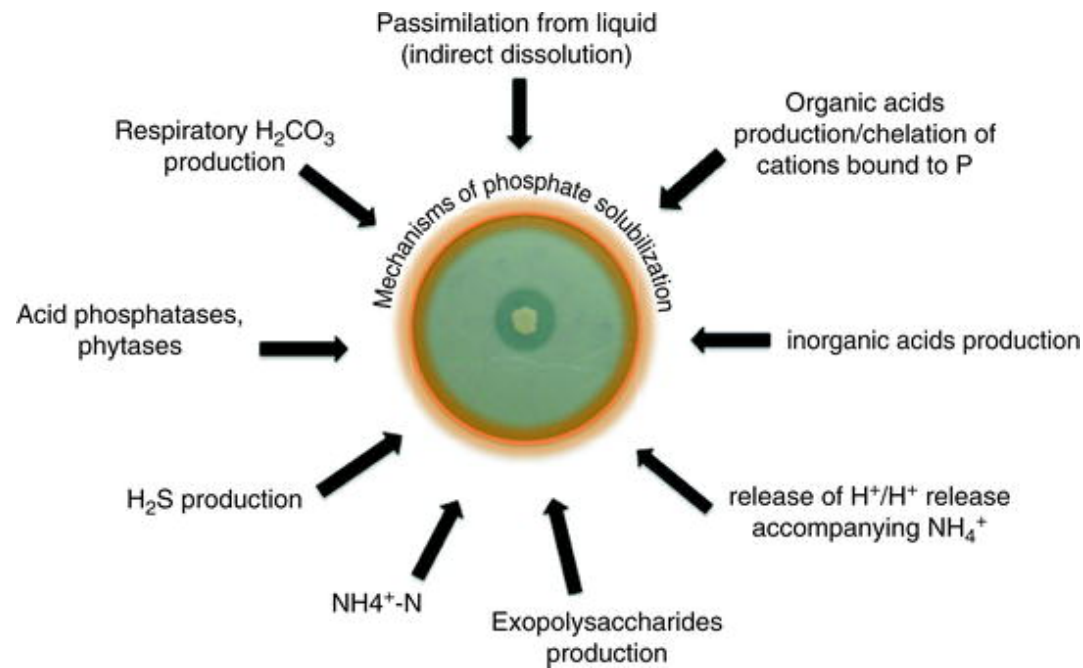
- Remoção de nitrogênio (denitrificação) é um fator importante no tratamento de efluentes.
- Denitrificação anaeróbica:  $NO_3 + \text{orgânicos} \rightarrow N_2$



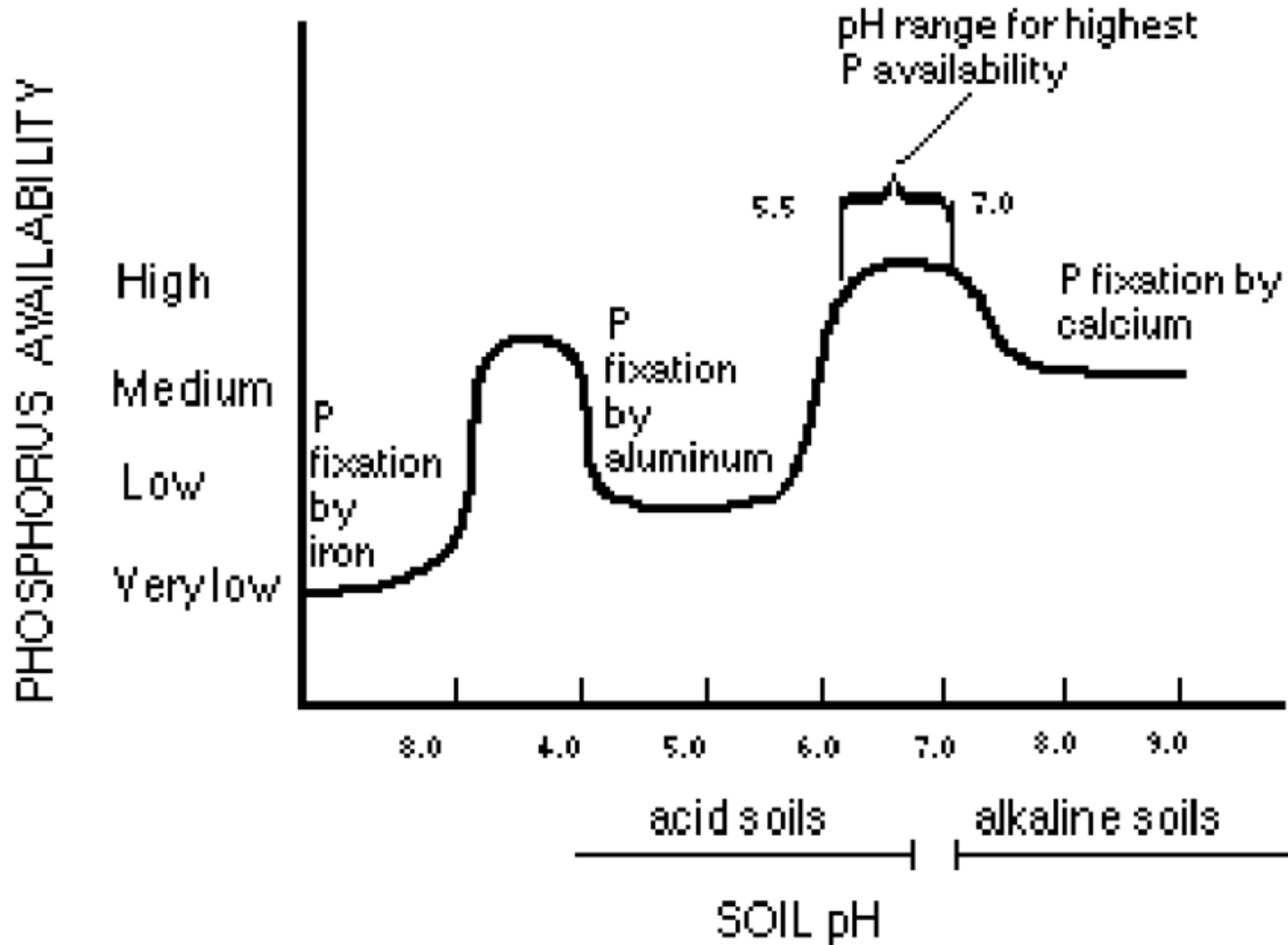
# Ciclo do Fósforo



# Ciclo do Fósforo

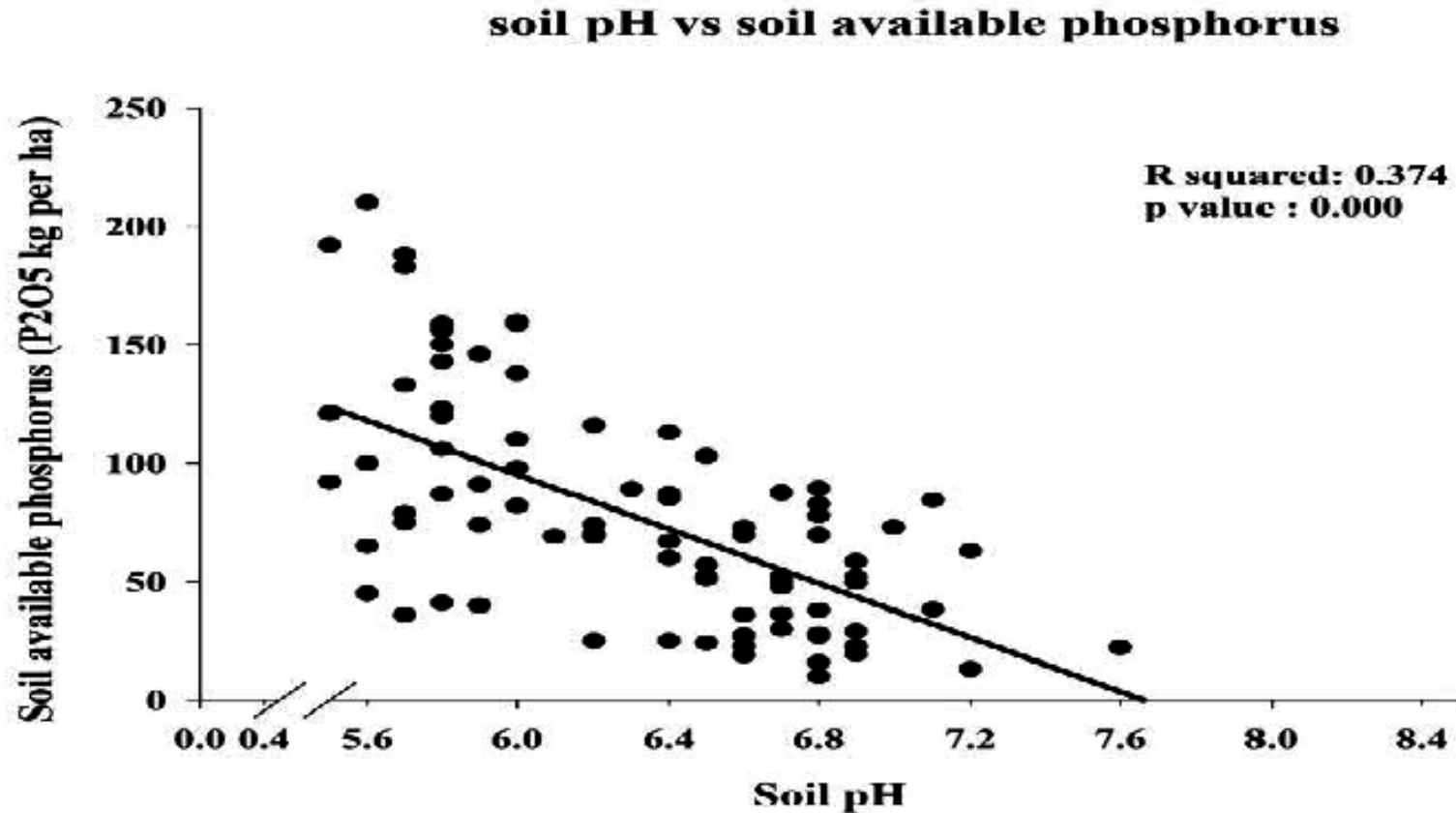


# Biodisponibilidade do fósforo



- A biodisponibilidade do fósforo está associada ao pH do solo e à presença de outros elementos.

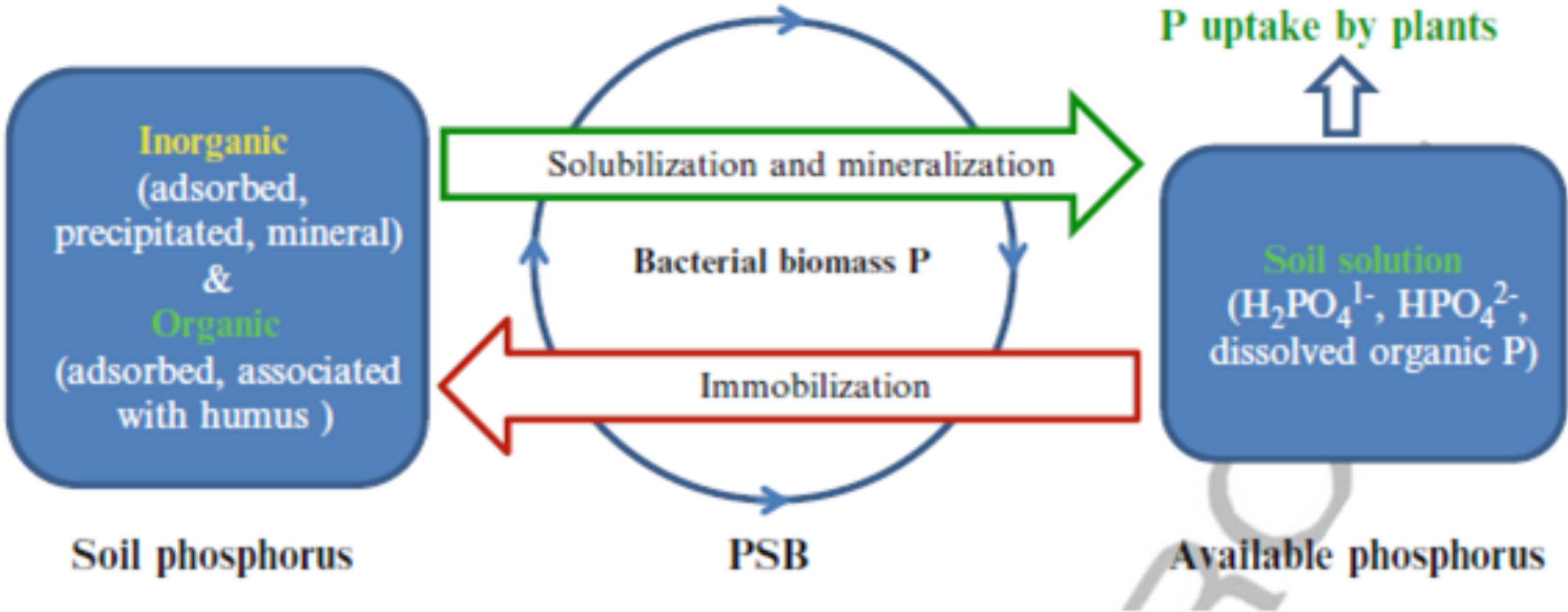
# Biodisponibilidade do fósforo



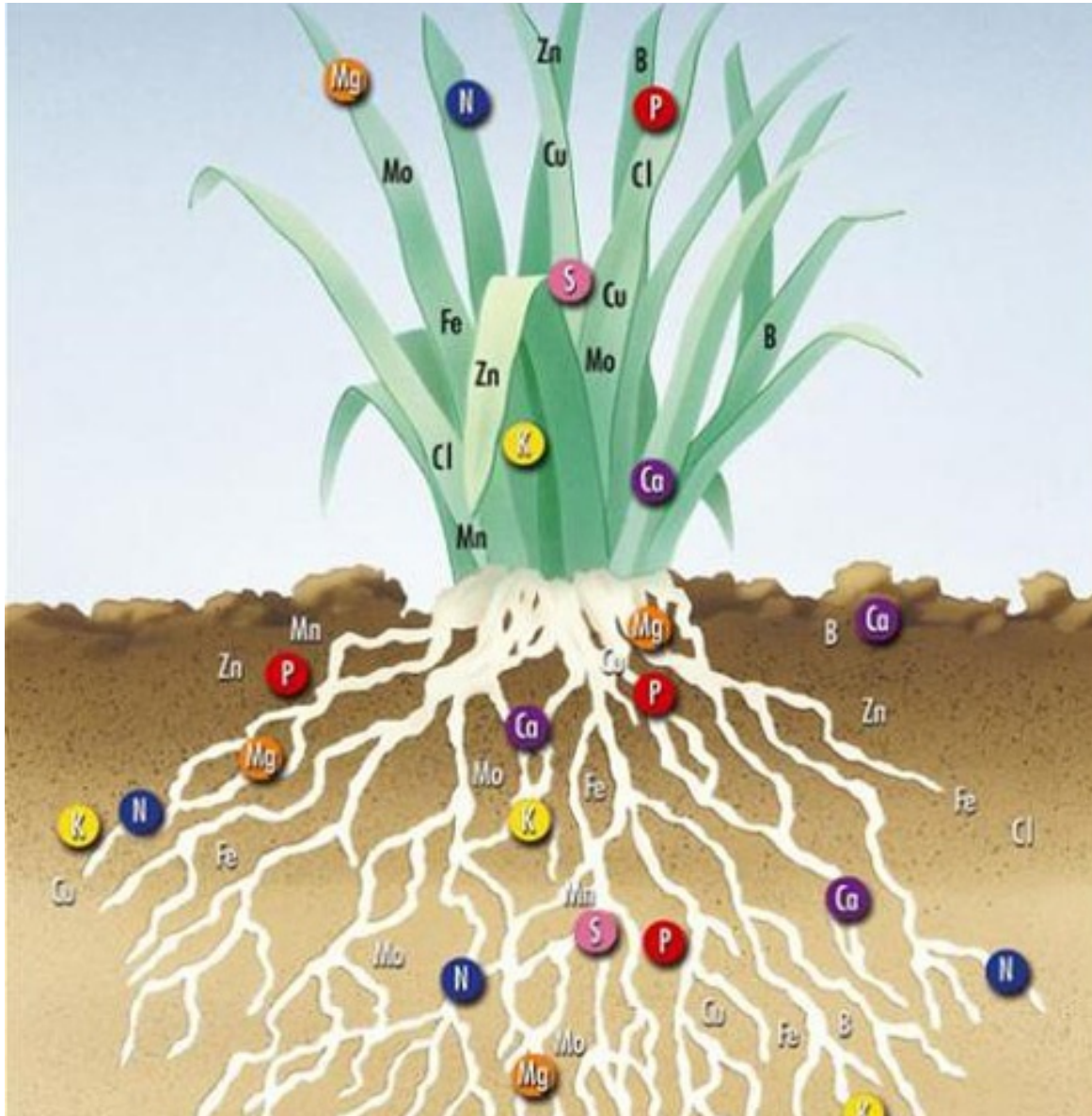
- A biodisponibilidade do fósforo está associada ao pH do solo.
- A disponibilidade aumenta em solos mais ácidos.



# Ciclo do Fósforo



# Ciclos dos elementos



Presencia de Rhizobium en la raíz



# Hora de aula prática..... 15 minutos para descanso e lanche

