

Fixação Biológica de Nitrogênio

Professor:

Rafael L.F. Vasconcellos

Conteúdo Programático

- Importância do Nitrogênio para a vida
- Formas de Fixação do Nitrogênio Gasoso
- Conceito de Fixação Biológica de Nitrogênio e como ela ocorre
- Enzima Nitrogenase
- Principais Grupos Microbianos Fixadores de Nitrogênio
- Formação do Nódulo
- Fatores que afetam a FBN
- Impactos da FBN na Agricultura

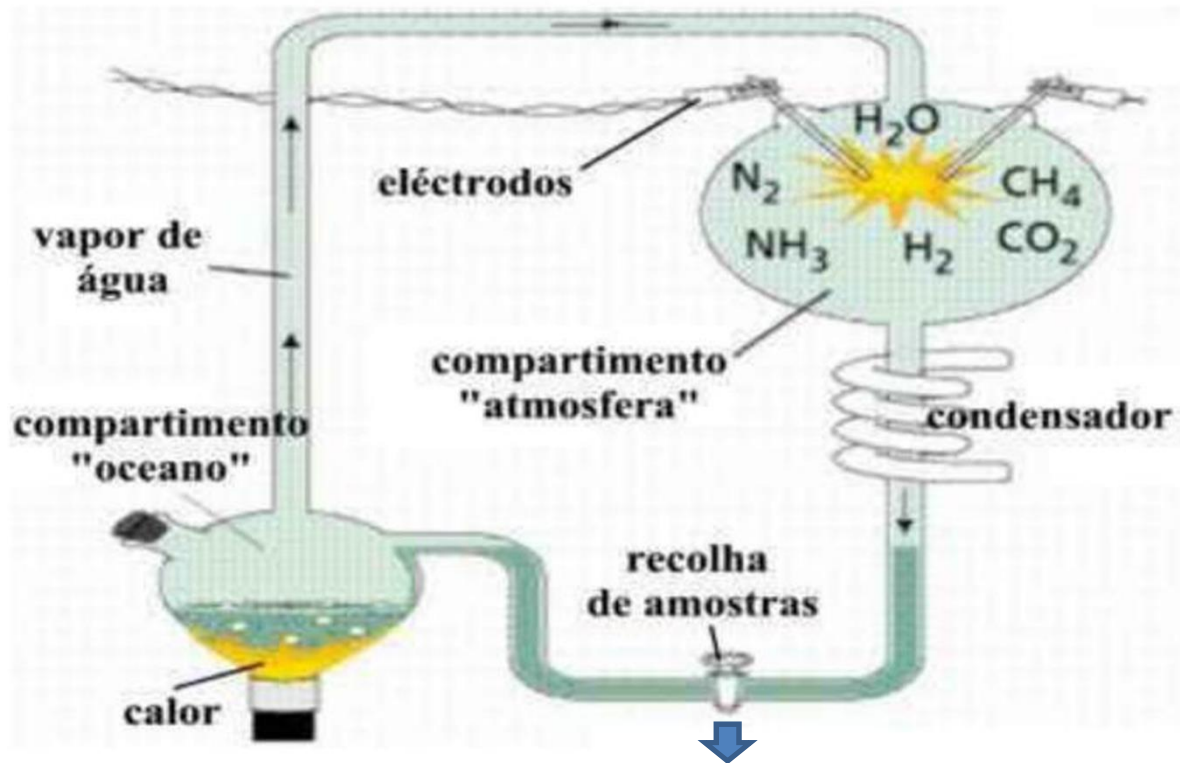
Conhecimentos e Habilidades

Ao final da aula o aluno deverá:

- Conceituar e diferenciar os processos de fixação de nitrogênio
- Reconhecer a importância da Fixação Biológica de N para a vida e para a produção agrícola
- Conhecer os principais grupos microbianos fixadores de nitrogênio
- Reconhecer processos que afetam a fixação biológica de nitrogênio

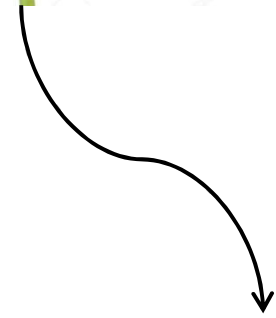
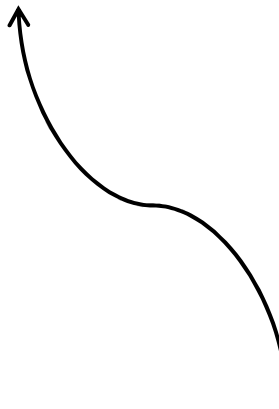
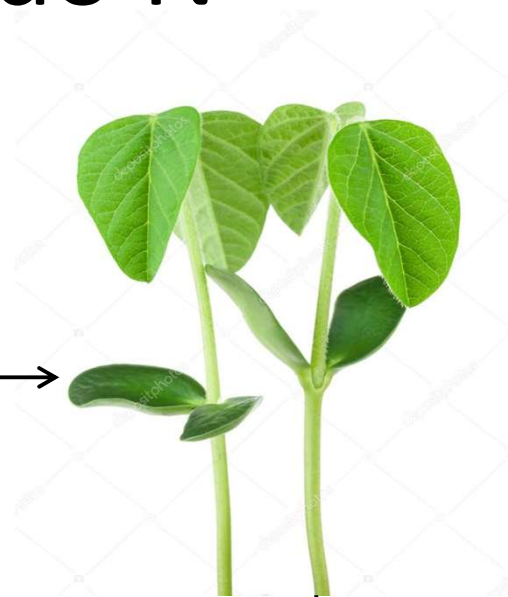
A importância do N

Stanley Miller - 1953



Aminoácidos !!!!

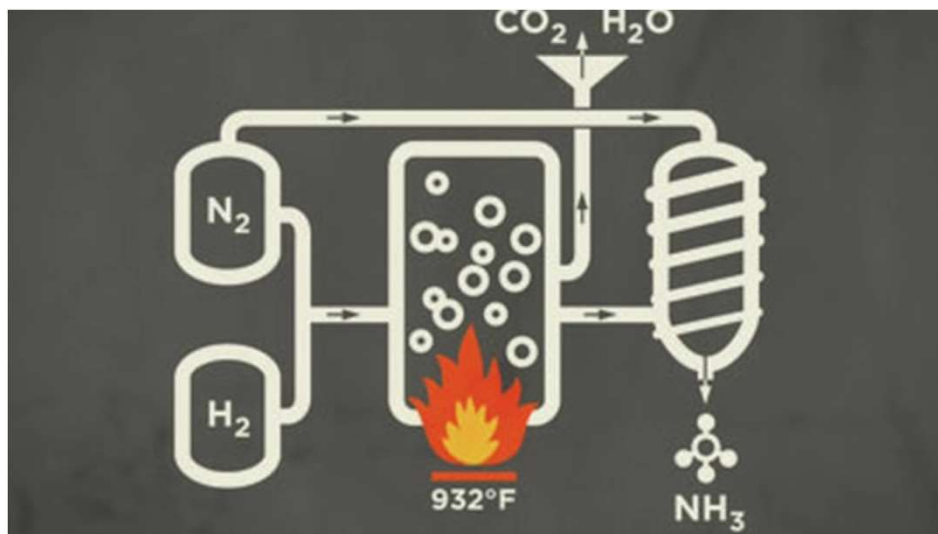
Importância do N

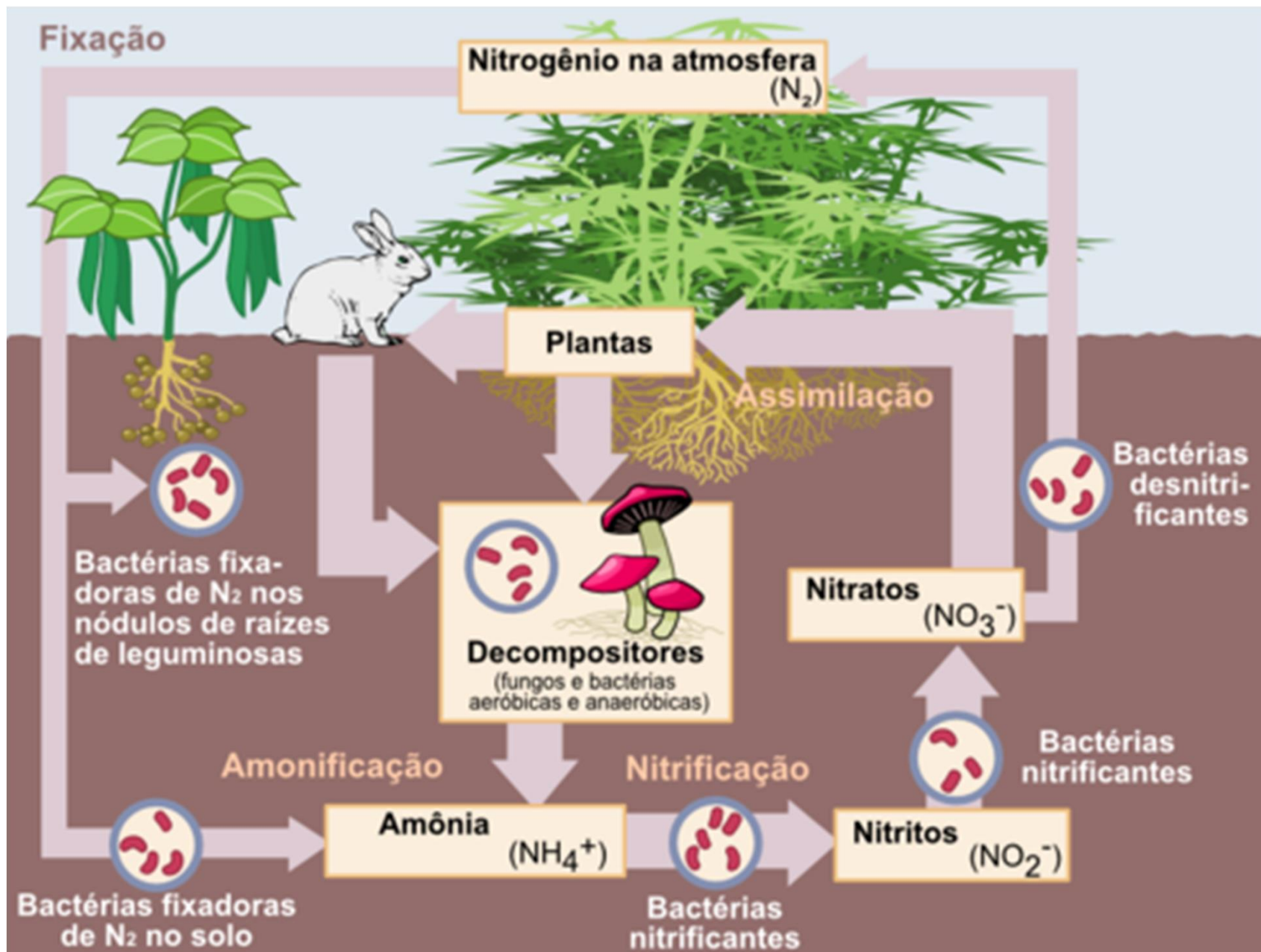


?

Como fixar o N e torná-lo assimilável pelas plantas?

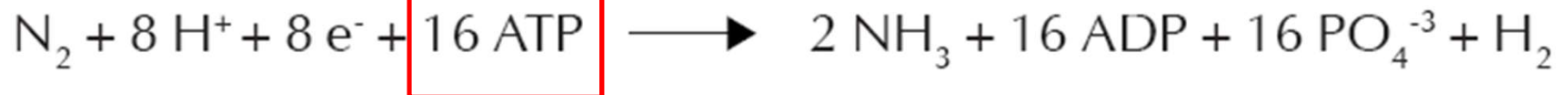
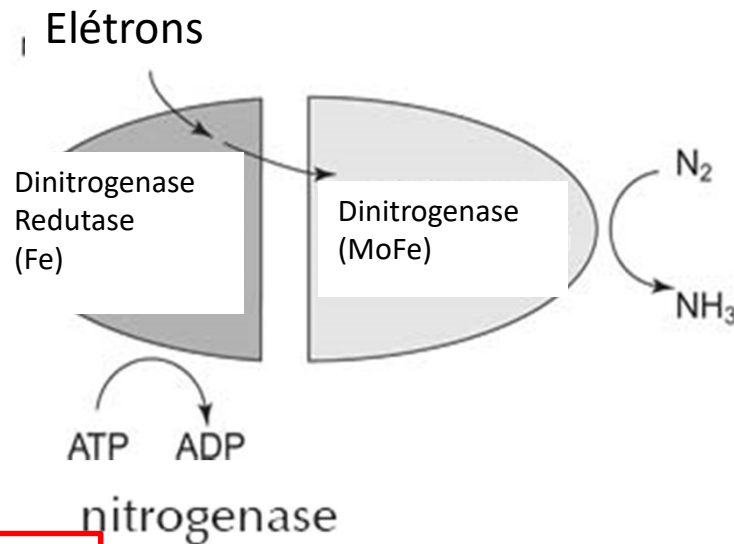
1. Descargas Elétricas
2. **Fixação Biológica de Nitrogênio**
3. Processo de Haber - Bosch





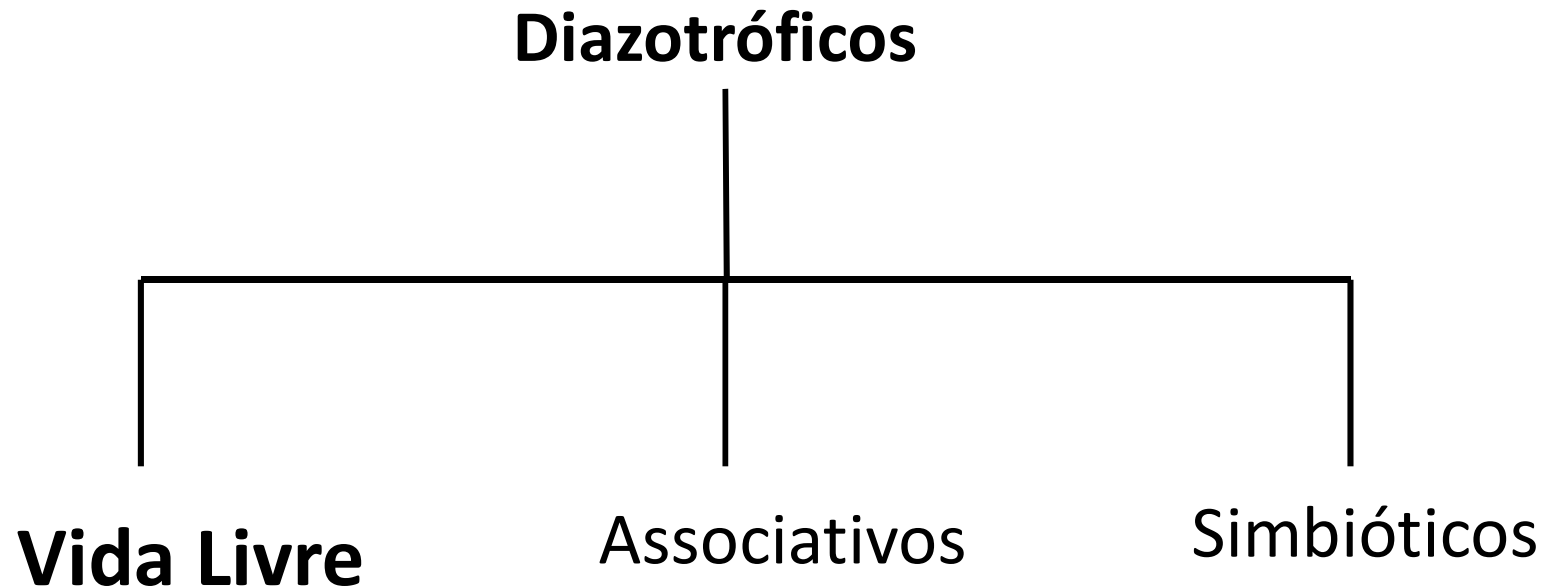
O que é então a Fixação Biológica de Nitrogênio?

É um processo biológico na qual micro-organismos **convertem** a N_2 em amônia (NH_3) por meio de uma **enzima** chamada **nitrogenase**.



Quem faz a Fixação Biológica?

- **Procariotos** – Domínio Bacteria e Archaea



Vida Livre

- Não fazem interação direta com outros organismos

Exemplos:

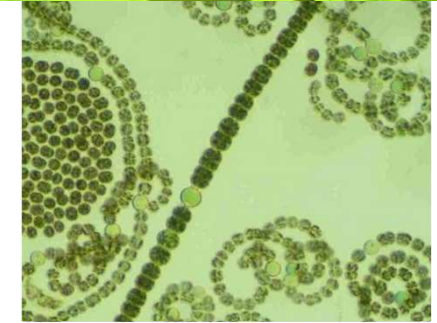
Heterotróficos: Azotobacter, Bacillus, Clostridium

Autotróficos: Cianobactérias



Camadas de folhas, galhos e matéria orgânica morta que cobre o solo das matas.

Vida Livre Cianobactérias

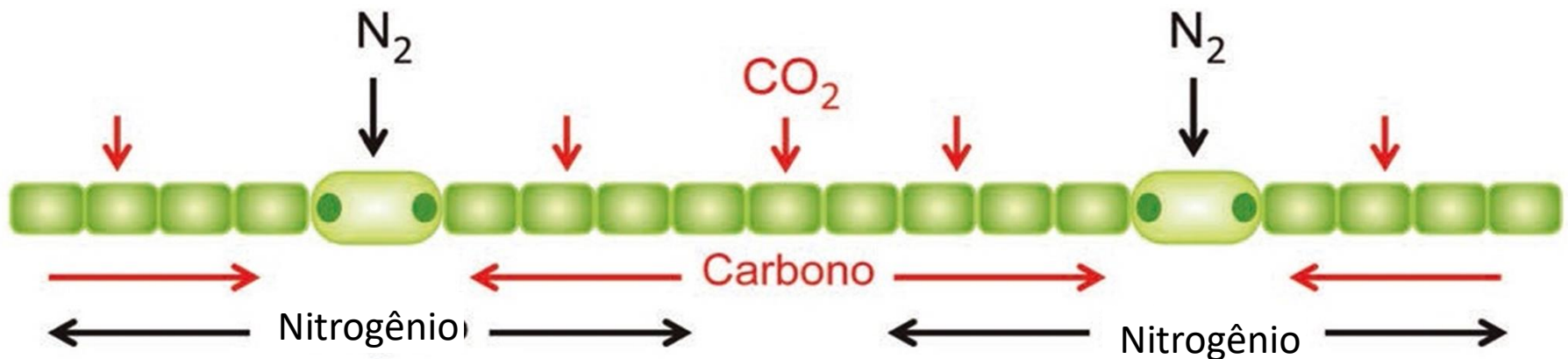


- Fototróficos
- Domínio Bactéria
- Proteção da Nitrogenase – Heterocisto ou Fixação de N Noturna (temporal)

Heterocisto

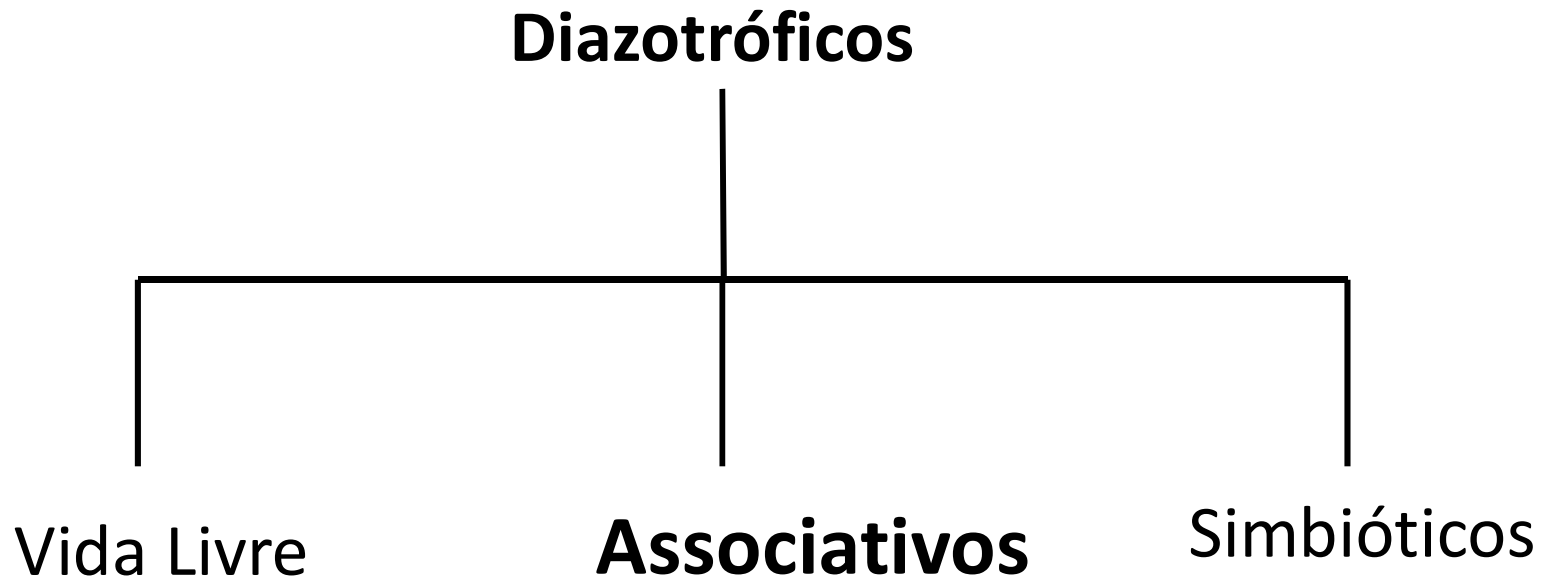


Fotossíntese / Fixação de Nitrogênio



Quem faz a Fixação Biológica?

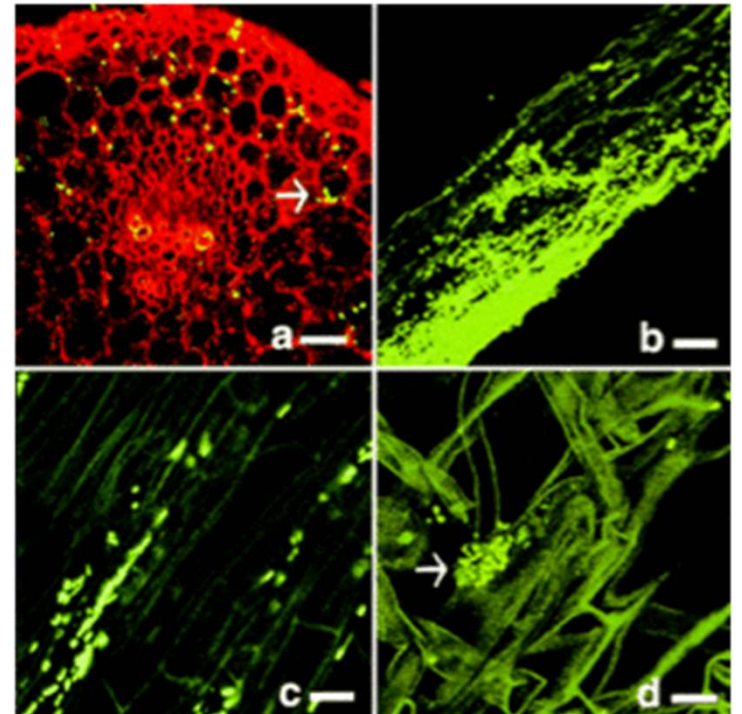
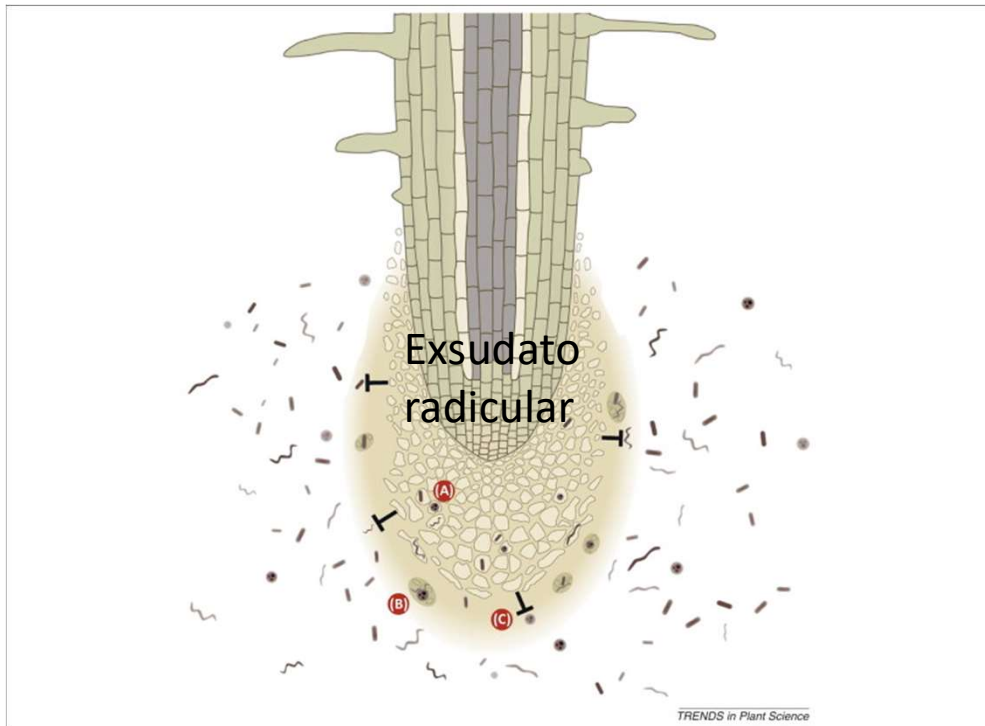
- **Procariotos** – Domínio Bacteria e Archaea



Associativos

- Bactérias associadas as raízes das plantas
- Ambiente Favorável (nutrientes, menor disponibilidade de O₂)

Endofíticos



Associativos

- ***Azospirillum brasilense*** Importância Agronômica

Notícias

03/02/15 | Recursos naturais

Bactérias aumentam produtividade do milho e reduzem adubos químicos

Tweetar

Compartilhar 198

G+



Foto: Paulo Ribeiro

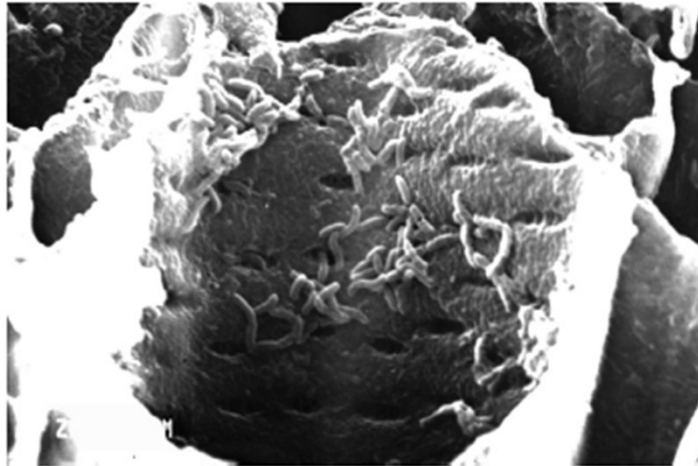


Bactérias benéficas à cultura do milho, como o *Azospirillum brasilense*, podem trazer ganhos consistentes para o agricultor sem a necessidade de grandes investimentos com fertilizantes químicos, particularmente os nitrogenados. Pesquisas conduzidas pela [Embrapa Soja](#) em Londrina-PR e pela [Embrapa Milho e Sorgo](#), nos municípios de Sete Lagoas-MG, Goiânia-GO e em Sinop-MT, revelam que pode haver redução de até 25% do uso de fertilizante nitrogenado de cobertura aplicado em plantios de altos rendimentos, onde há emprego de alta tecnologia.

Outro dado importante é o ganho médio de produtividade comprovado em ensaios realizados nos municípios paranaenses de Londrina e Ponta Grossa: relação ao controle não inoculado. O inoculante é uma bactéria (neste caso, o *Azospirillum*) e um veículo, que pode ser

Associativo

- Endofítico – *Gluconacetobacter diazotrophicus*



Micrografia mostrando o micro-organismo no xilema em cana de açúcar

Estão estrategicamente dispostas nas paredes dos vasos

10^6 a 10^7 células / grama de planta

Importância Agronômica

Pesquisa
FAPESP

EDIÇÃO IMPRESSA
Atual | Anteriores

Política C&T Tecnologia Humanas Ética Ambiente Entrevistas Carreiras

AGRICULTURA

Adubo biológico

Bactérias substituem fertilizantes nitrogenados como promotores de crescimento da cana-de-açúcar

Cinco espécies de bactérias fixadoras de nitrogênio são a base de um novo produto, um fertilizante biológico que substitui o uso de adubos nitrogenados na cana-de-açúcar, utilizados como promotores de crescimento da planta. A aplicação do inoculante biológico desenvolvido por pesquisadores da Embrapa Agrobiologia,



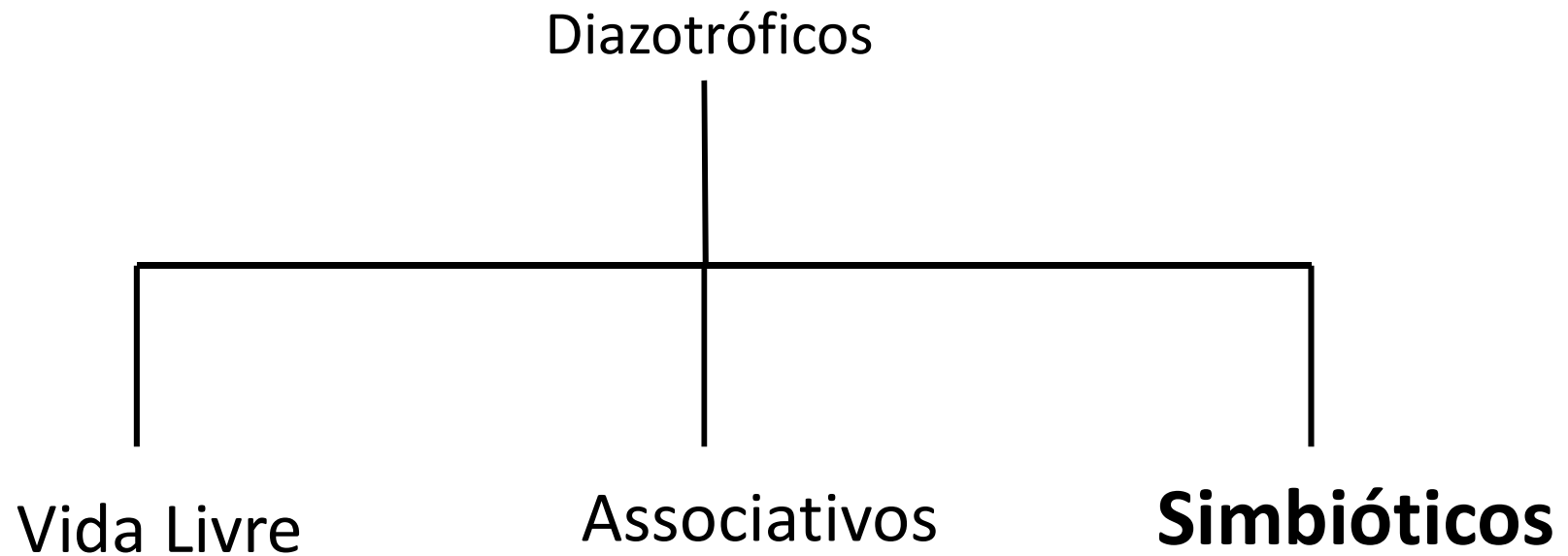
- 6 milhões de hectares
- Produção 426 milhões de toneladas por ano
- Economia 50 mil toneladas de Fertilizante / ano

Micro-organismos presentes no inoculante

1. *Gluconacetobacter diazotrophicus*
2. *Herbaspirillum seropedicae*,
3. *Herbaspirillum rubrisubalbicans*,
4. *Azospirillum amazonense* e
5. *Burkholderia tropica*

Quem faz a Fixação Biológica?

- Procariotos – Domínio Bacteria e Archaea



Simbióticos

- Interação **duradoura** entre o micro-organismo e o hospedeiro. Uma relação **mutualística!!**

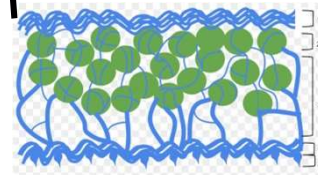


Azolla

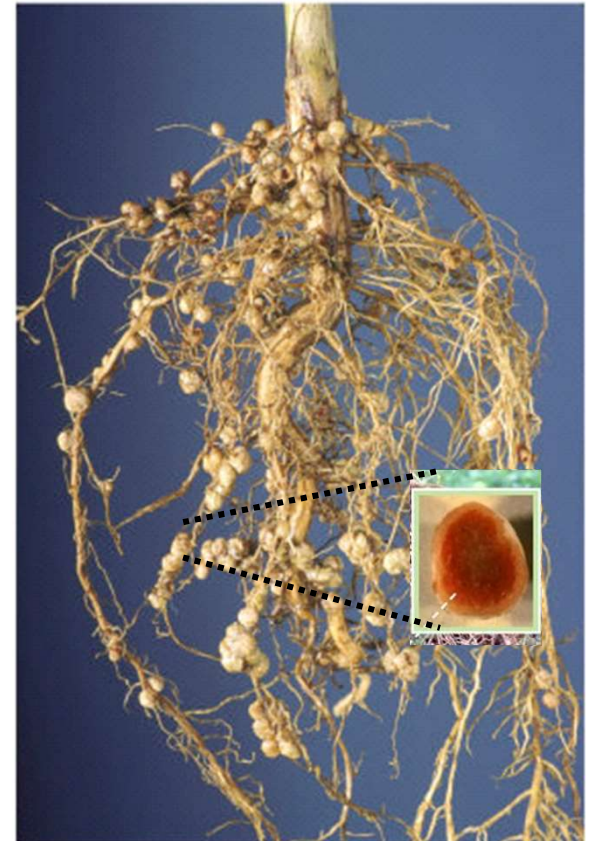


Endosimbionte
Anabaena

Líquen



Raiz de Soja contendo nódulos



Aplicação

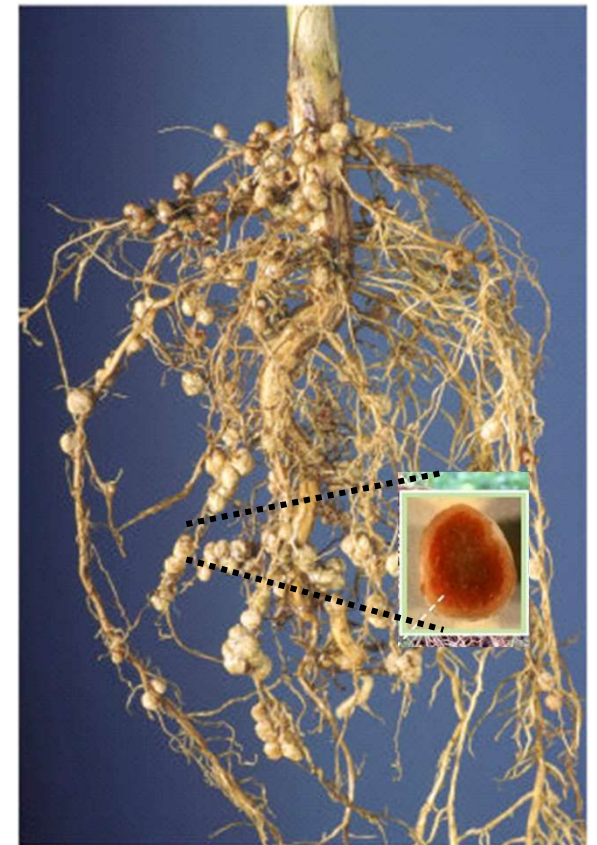
- Arroz Irrigado **600 Kg N/ha/ano**



FBN – Leguminosas

- *Nome genérico: Rizóbio*
- *Azorhizobium, Bradyrhizobium, Mesorhizobium, Rhizobium, Sinorhizobium*
- 90 espécies
- Formam Nódulos

Raiz de Soja contendo nódulos



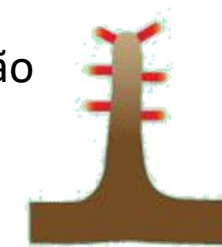
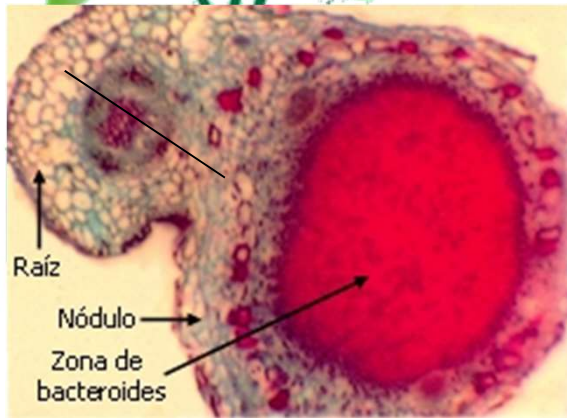
Estabelecimento da Simbiose

I - Pré - infecção

II - Infecção e formação dos nódulos



Adesão



Ligação do rizóbio ao pêlo radicular



Encurvamento do pêlo radicular



Aprisionamento do rizóbio dentro do pêlo radicular

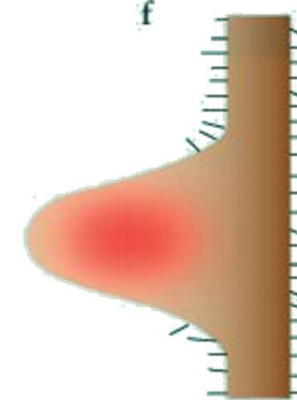


Crescimento da infecção ao longo do pêlo radicular

III - Funcionamento dos Nódulos

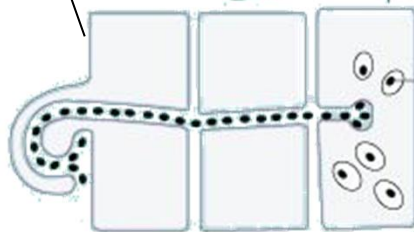


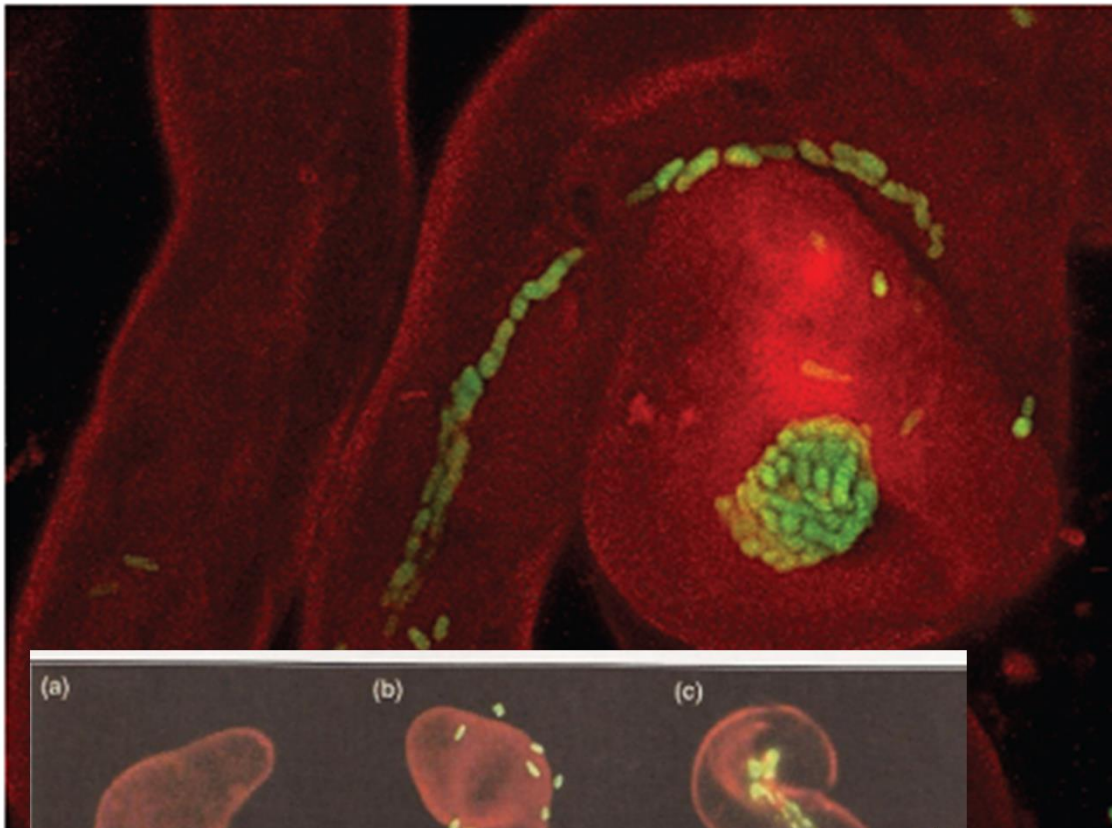
Desenvolvimento do nódulo através do alastramento das ramificações da infecção



Raiz com nódulo infectado maduro, que contém a bactéria rizóbio, pronta a efectuar a fixação do azoto.

Bacteroides





- Adesão dos rizóbios
- Encurvamento da raiz de Medicago (alfalfa)
- Infecção

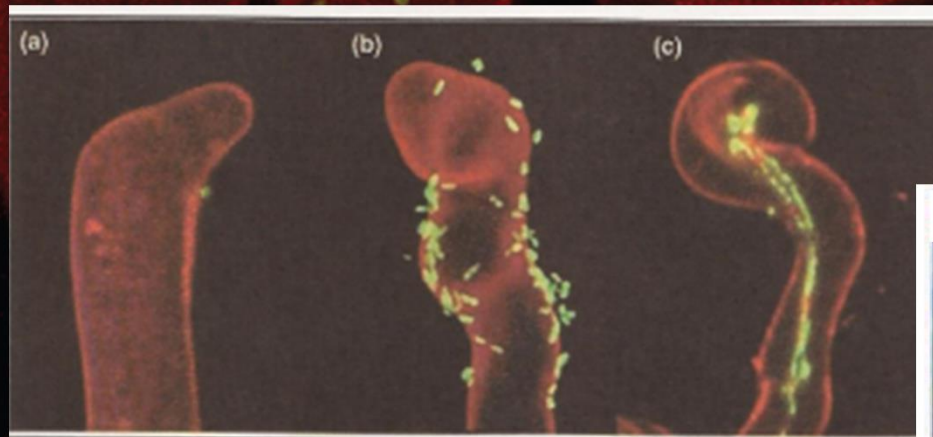
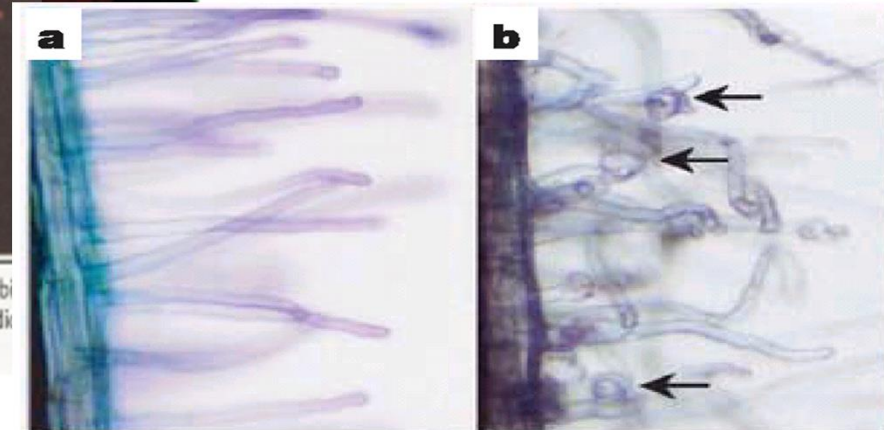


Figura 1: Resposta morfológica do pêlo radicular da leguminosa em resposta à presença do rizóbio: a) típica deformação do pêlo radicular; b) pêlo radicular com a multiplicação do rizóbio; c) pêlo radicular infectado com rizóbio (adaptado de Limpens & Bisseling, 2003).

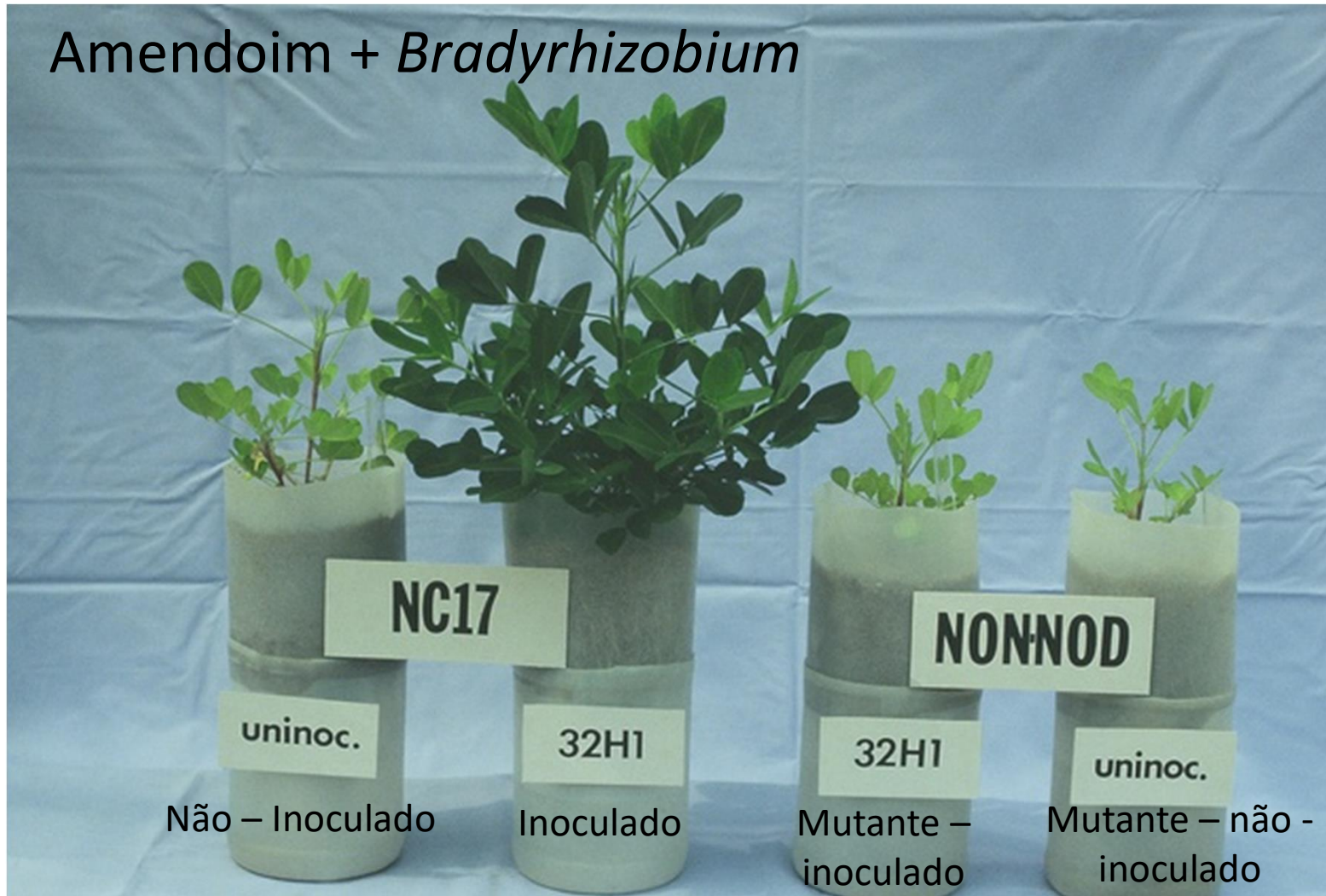


Sem inoculação

Inoculada

Importância Agronômica

Amendoim + *Bradyrhizobium*



Importância Agronômica - Soja



Como saber se o nódulo está ativo?

Raiz de Soja contendo nódulos



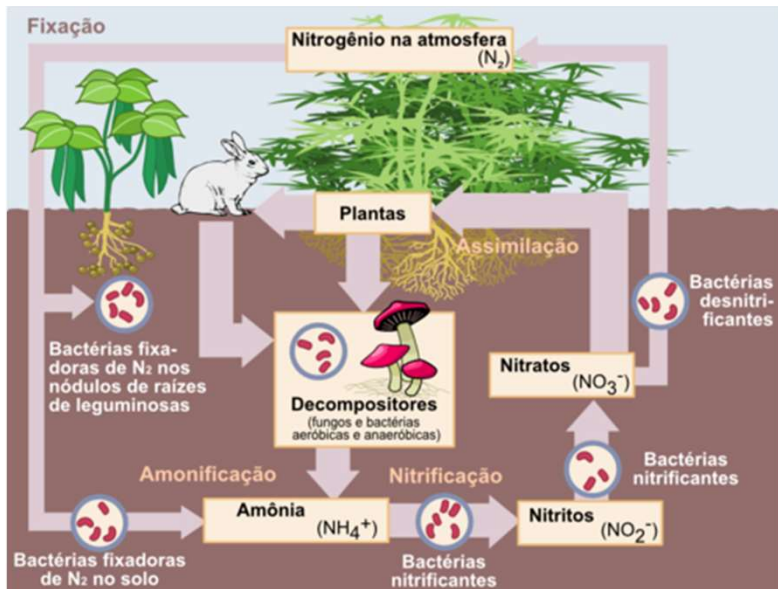
- Leg-hemoglobina

As bactérias fixadoras são específicas?

Hospedeiro	Bactérias FBN
Alfafa	<i>Sinorhizobium melilotii</i>
Feijão	<i>Rhizobium leguminosarum biovar phaseoli</i> and <i>Rhizobium tropici</i>
Trevo	<i>Rhizobium leguminosarum biovar trifolii</i>
Lotus	<i>Mesorhizobium loti</i>
Ervilhas	<i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i>
Soja	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> , <i>Bradyrhizobium elkanii</i> ,

Como o ambiente interfere na eficiência de Fixação Biológica?

- Competição entre micro-organismos ineficientes
- Características da espécie hospedeira
- Adubação
- Nutrientes no solo (Fósforo e Nitrogênio, Molibdênio e Ferro)
- pH e concentração de Alumínio e Manganês no solo
- Práticas de Manejo



Milho e estilosantes



Milho e Feijão Guandu

Adubação Verde e Consórcio

Hoje falamos sobre...

- Importância do Nitrogênio
- Como são as formas de fixação de nitrogênio e da importância da FBN
- Conhecemos um pouco sobre os grupos microbianos fixadores de N
- Entendemos o processo de nodulação
- Reconhecemos a importância ambiental e agrícola da fixação biológica de Nitrogênio

Aula Prática

- Visualização de Nódulos e BFN





Fonte da foto
Nematóides em cenoura