



Departamento de Ciência do Solo

Biologia do Solo

Fixação Biológica de Nitrogênio Simbiótica

Prof. Rafael Vasconcellos

Email: rlfvasc@usp.br

Plano de Aula

- Conceito de simbiose
- A FBN simbiótica em leguminosas e em não leguminosas
- Formação e atividade do Nódulo
- Importância das Leguminosas
- Impactos da FBN na Agricultura
- Aplicação

Competências e Habilidades

- Conceituar FBN simbiótica
- Entender os processos de formação dos nódulos
- Entender a importância ecológica e agronômica da simbiose
- Conhecer as principais espécies e aplicações
- Entender o impacto do ambiente e do manejo agrícola sobre a FBN

Conceitos

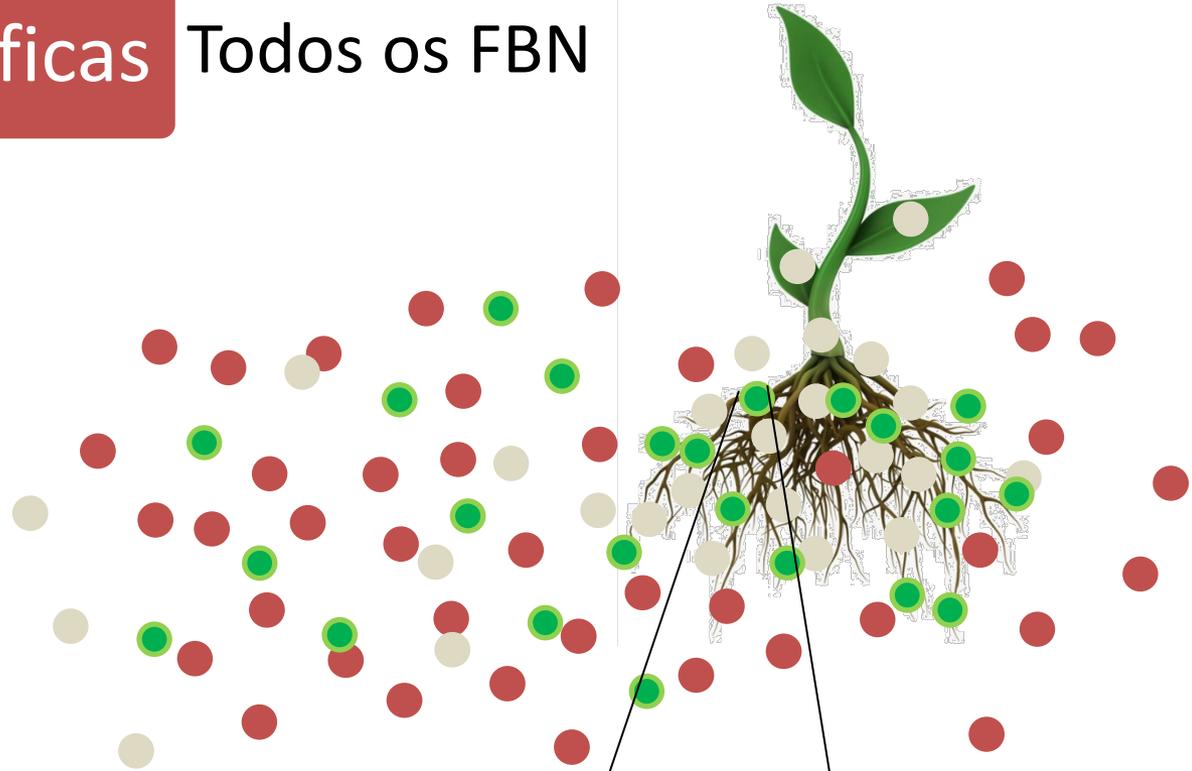
Procariotos – Domínio Bacteria e Archaea

Bactérias Diazotróficas Todos os FBN

Vida - Livre

Associativas

Simbióticas



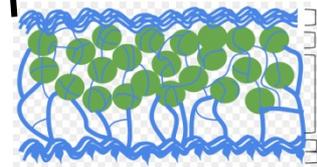
Nódulo

Simbióticos

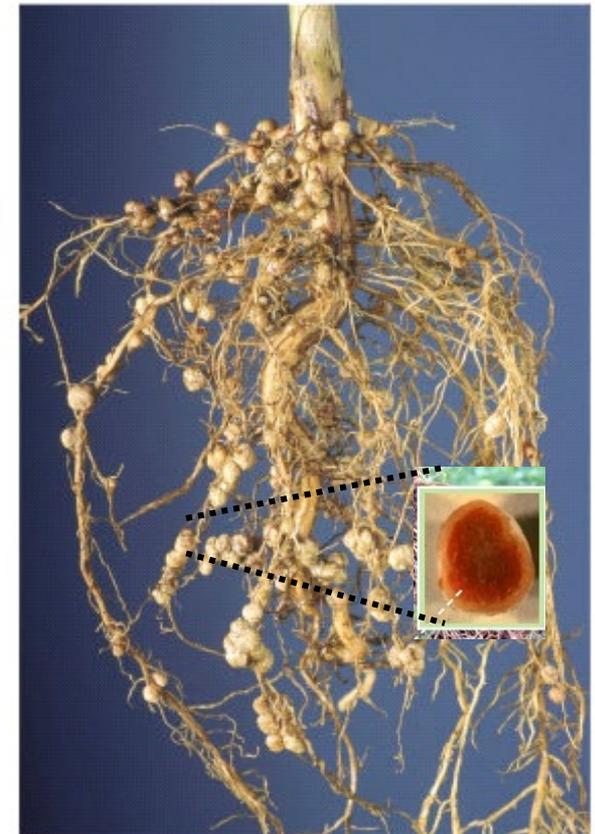
- Interação **duradoura** entre o micro-organismo e o hospedeiro. Uma relação **mutualística**!!



Líquen



Raiz de Soja contendo nódulos



Azolla

Endosimbionte
Anabaena

Aplicação

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



FBN – Não Leguminosas

Actinorhiza Frankia

Betulaceae



Casuariana



Myrica rubra,
Chinese
Bayberry



Família Planta
Hospedeiras

Meristema Apical

Região de Infecção

Região de Fixação

Myricaceae

Betulaceae

Casuariaceae

Eleagnaceae

Rhamnaceae

Rosaceae

Coriariaceae

Datisceae

Frankia.

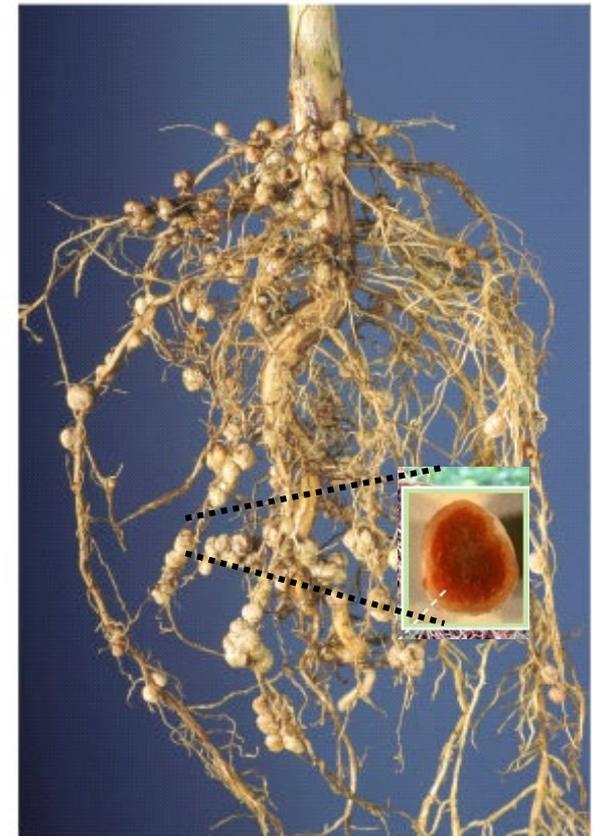
Tecido
Vascular

FBN – Leguminosas

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

Família botânica *Leguminosae*
(*Fabaceae*)

Raiz de Soja contendo nódulos



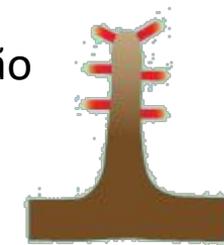
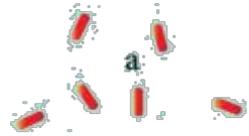
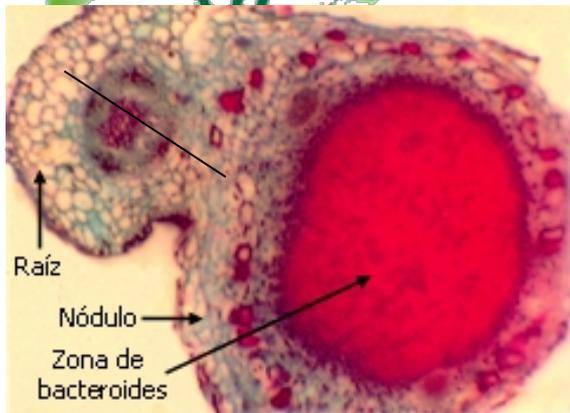
Estabelecimento da Simbiose

I - Pré - infecção

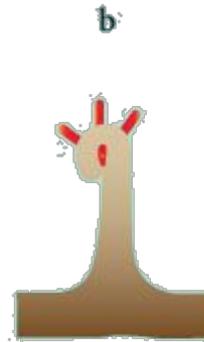
II - Infecção e formação dos nódulos



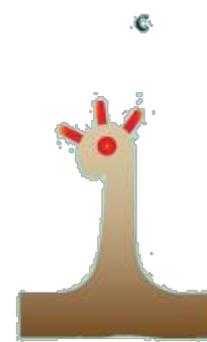
Adesão



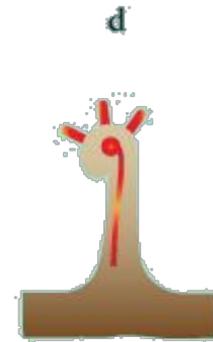
Ligação do rizóbio ao pêlo radicular



Encurvamento do pêlo radicular



Aprisionamento do rizóbio dentro do pêlo radicular

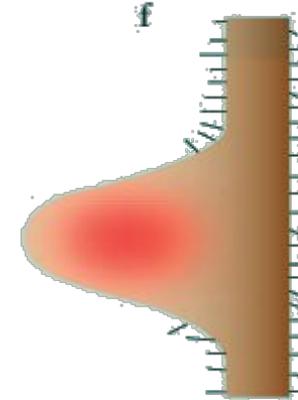


Crescimento da infecção ao longo do pêlo radicular

III - Funcionamento dos Nódulos

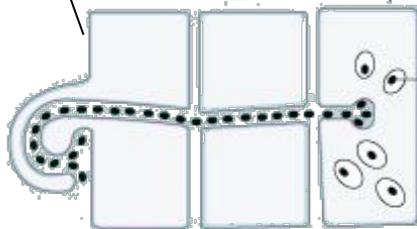


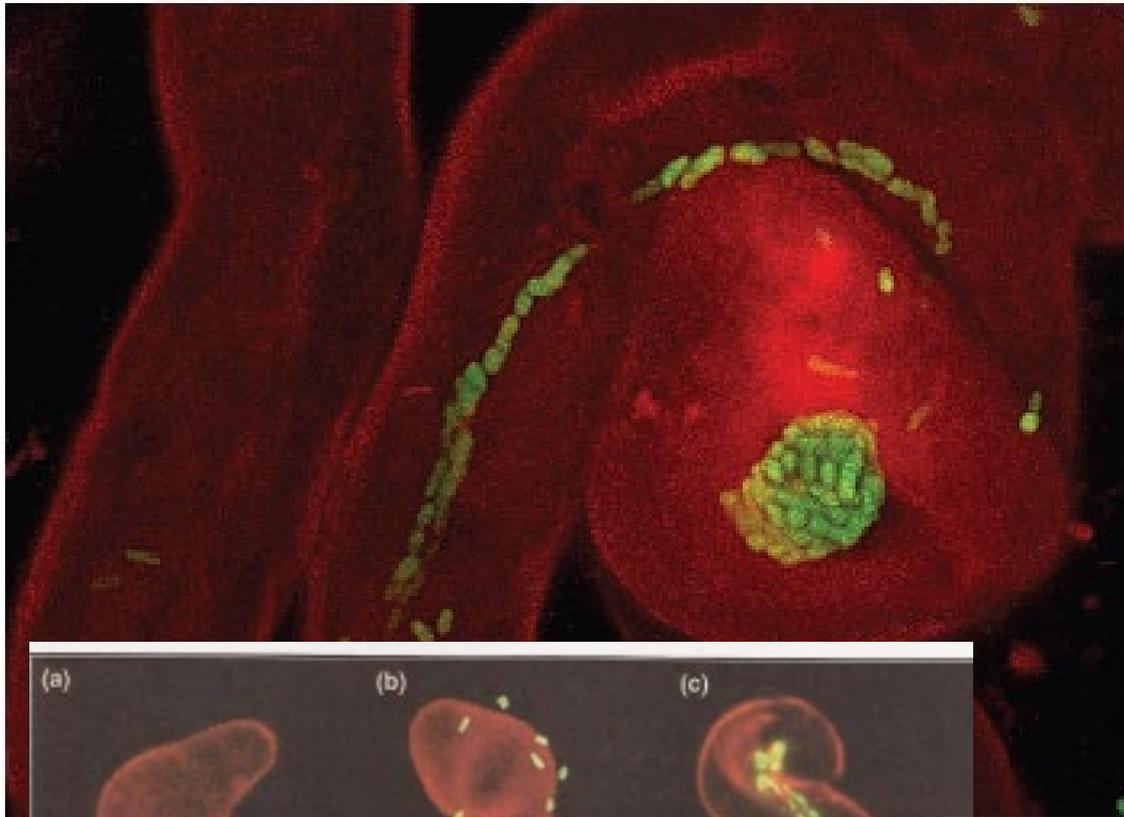
Desenvolvimento do nódulo através do alastramento das ramificações da infecção



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

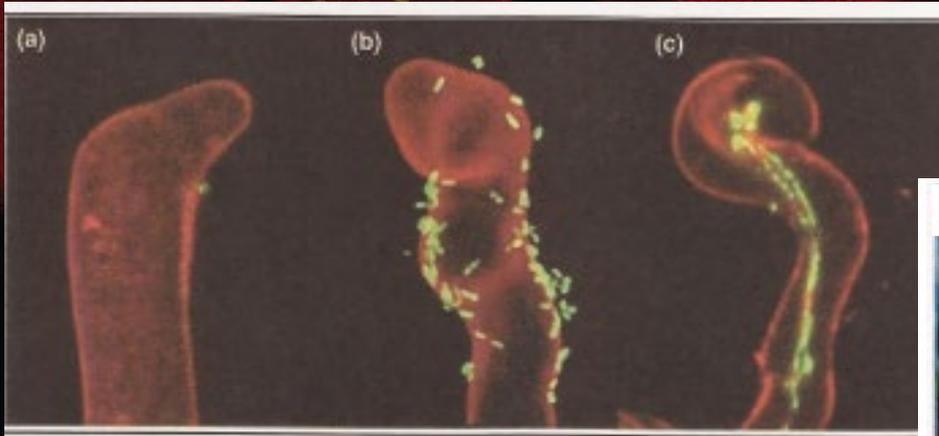
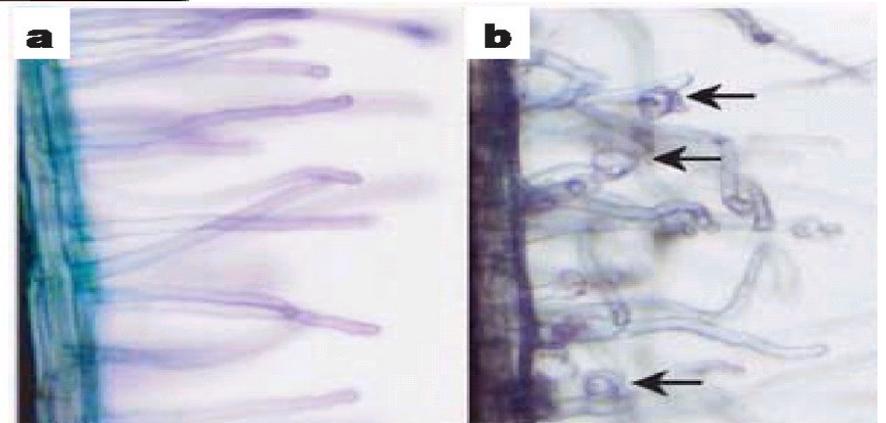


Figura 1: Resposta morfológica do pêlo radicular da leguminosa em resposta à presença do rizóbio típica deformação do pêlo radicular; b) pêlo radicular com a multiplicação do rizóbio; c) pêlo radicular infectado com rizóbio (adaptado de Limpens & Bisseling, 2003).

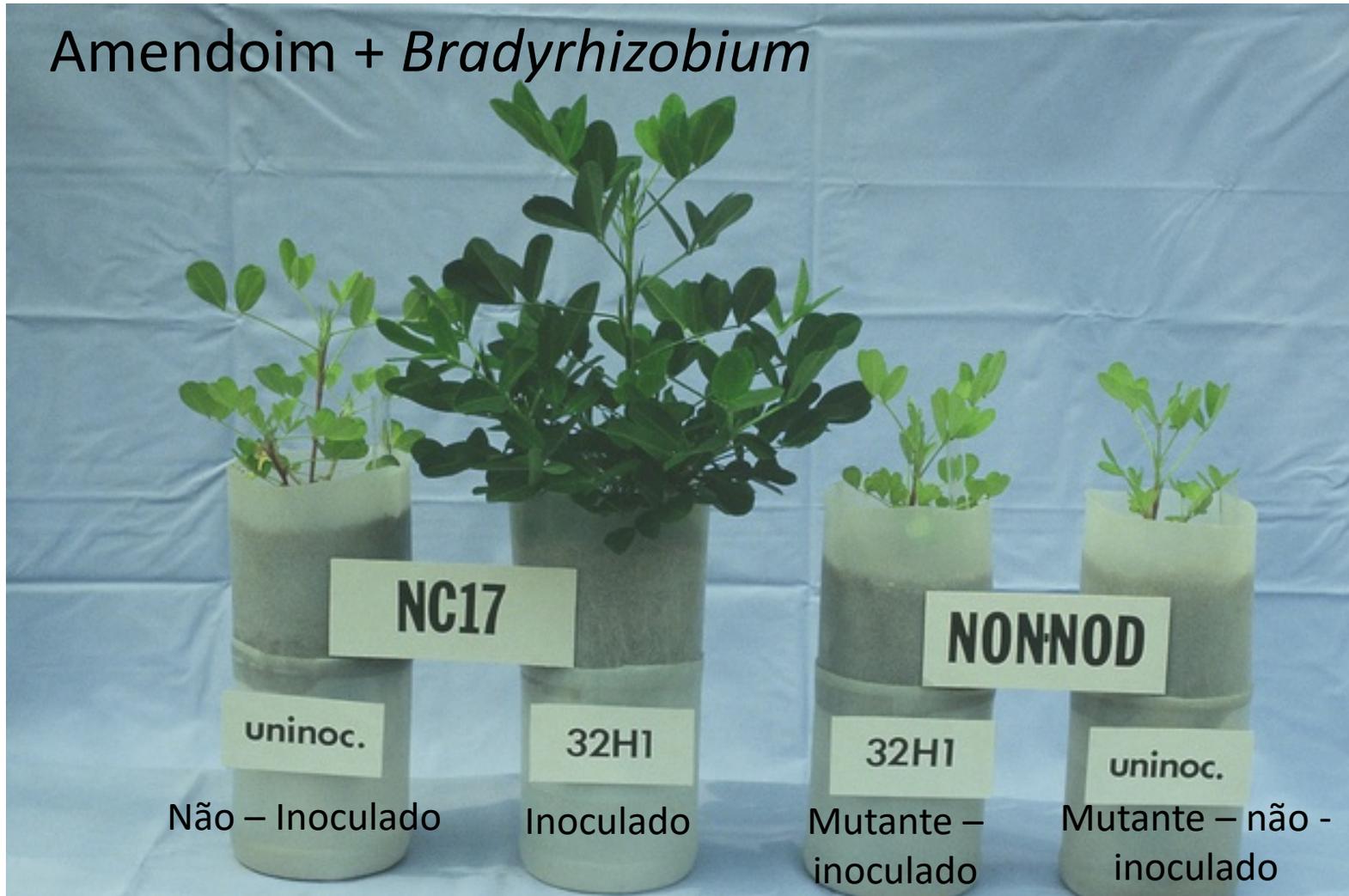


Sem inoculação

Inoculada

Importância Agronômica

Amendoim + *Bradyrhizobium*



Importância Agronômica - Soja



Inoculada

Não-Inoculada

Como saber se o nódulo está ativo?

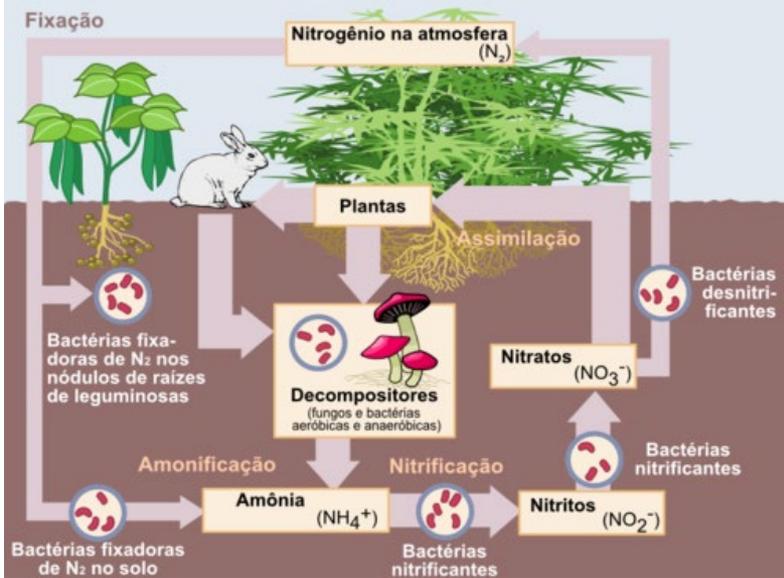
Raiz de Soja contendo nódulos



- Leg-hemoglobina

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



Adubação Verde e Consórcio