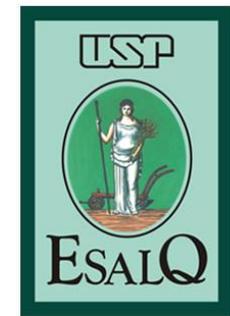




Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”



Aula 3 – Modelo Celular

Monitoras PAE: Ana Letycia Garcia, Bruna Factor,

Bruna Petry, Yara Barros Feitosa

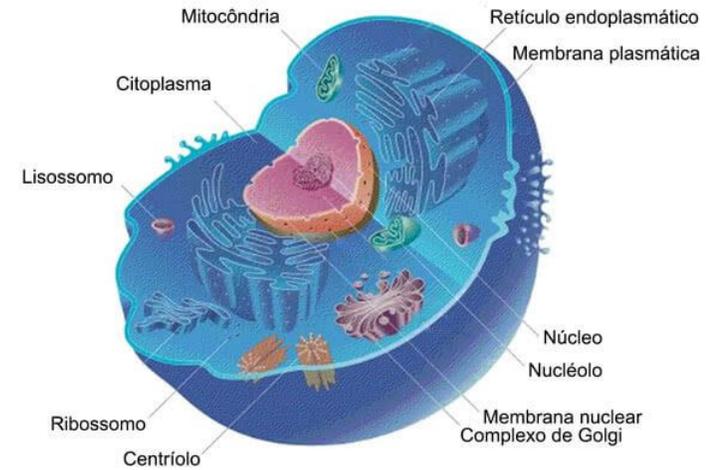
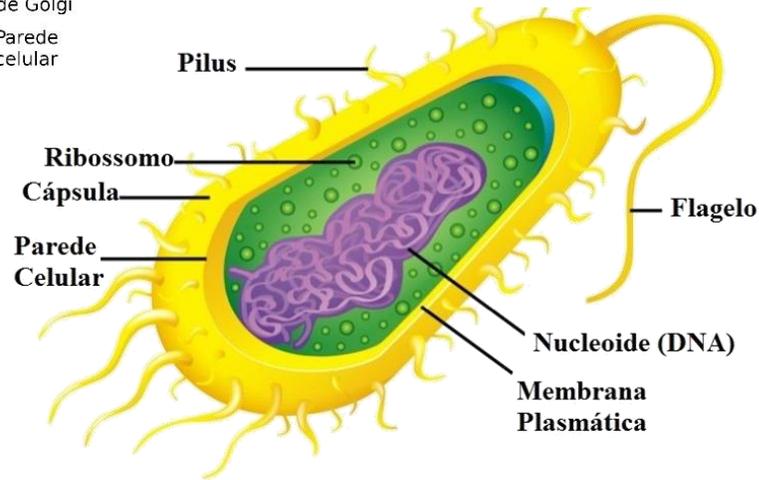
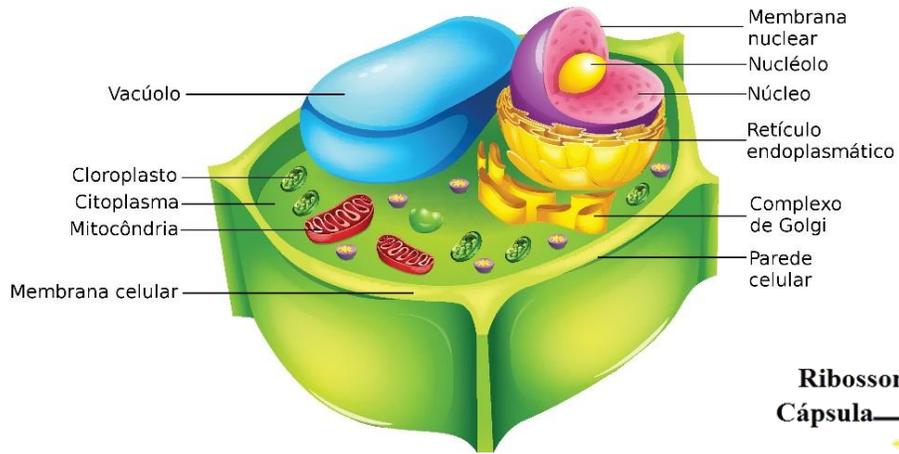
Supervisora: Prof^a Dr^a Maria Carolina Quecine Verdi

Piracicaba, março de 2019

Modelos celulares



Aula anterior: *arquitetura celular*



Trabalho prático:
modelo de interação celular

Objetivos

Construção de um modelo de interação celular de **interesse agrônômico**

- ❖ *Diferenciar os componentes celulares, reconhecendo suas dimensões e formas;*
- ❖ *Priorizar os elementos da interação, classificando-os.*

Modelos:

1) *Trichoderma*

2) *Endomicorriza*

3) *Agrobacterium*

4) *Xanthomonas*

5) *Rhizobium*

6) *Azospirillum*

7) *Brucelose*

8) *Mastite*

Informações adicionais

❖ ***Modelo celular: 0,4 da nota do conteúdo prático***

Semana: 18 a 22 de março

Apresentação e sorteio dos modelos celulares

Semana: 8 a 12 de abril

Plantão de dúvidas e entrega do questionário (1/4 da nota)

Semana: 29 de abril a 3 de maio

Apresentação final do modelo celular (3/4 da nota)

Dividam-se em grupos!



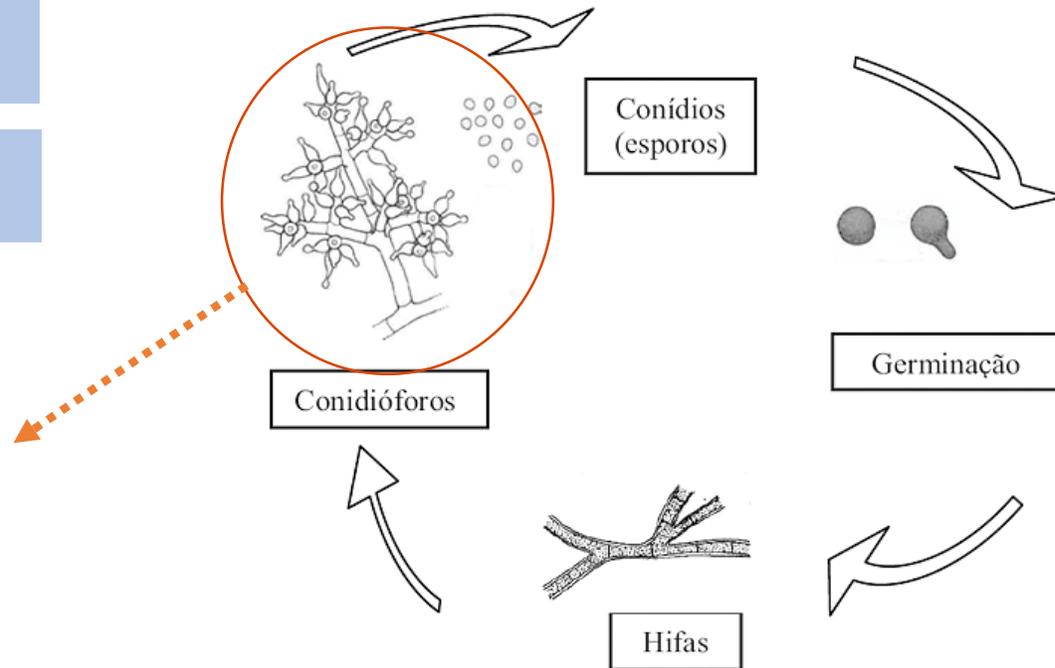
1) *Trichoderma* x plantas

❖ ***Trichoderma***: fungos filamentosos

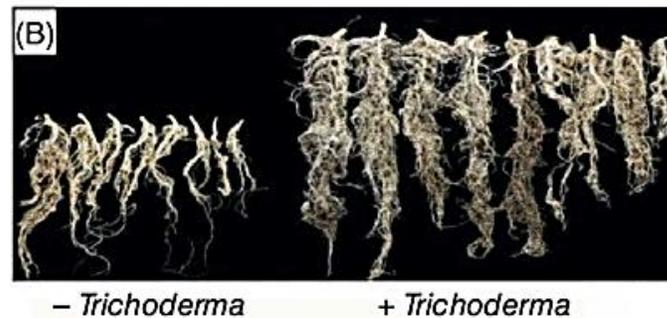
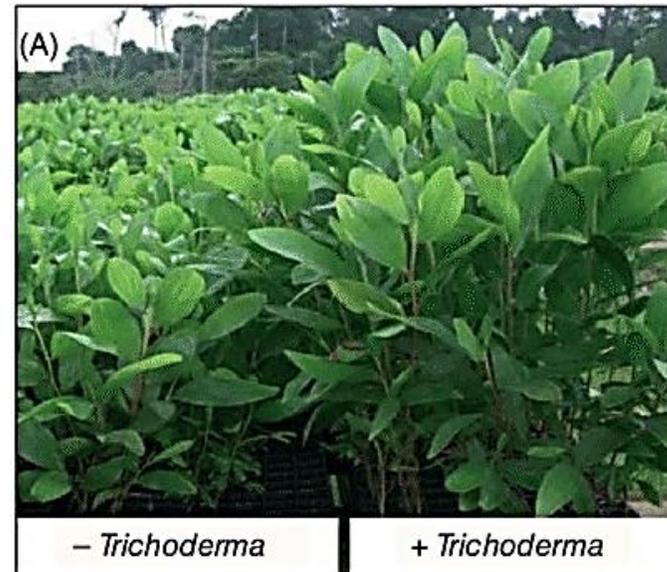
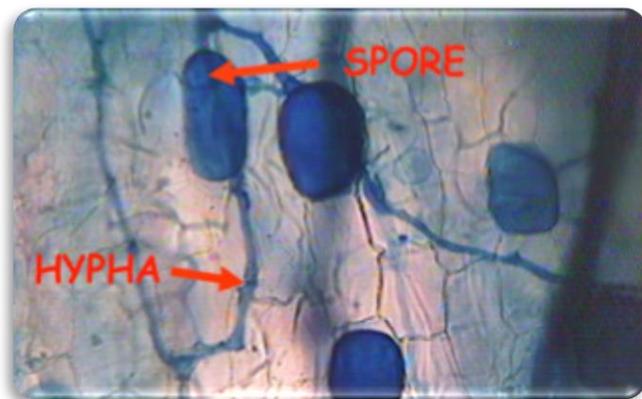
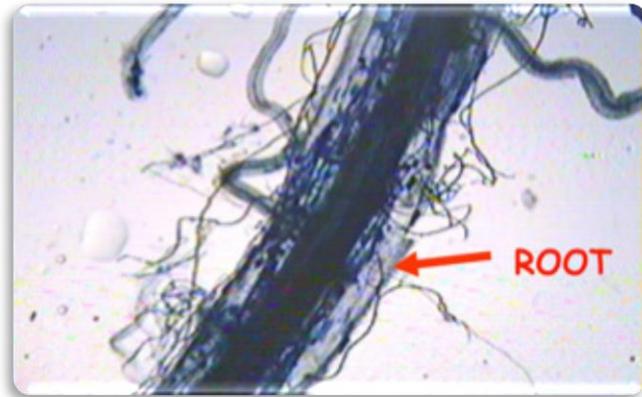
❖ Vida livre \Rightarrow simbiontes de plantas \Leftrightarrow parasitas de outros fungos

Controle biológico

Promoção do crescimento de plantas



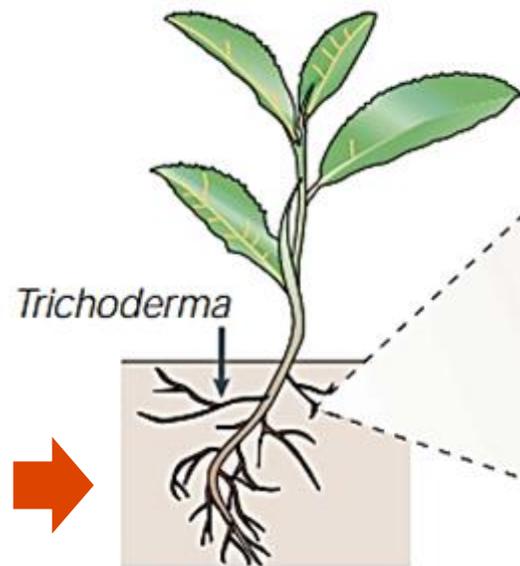
1) *Trichoderma* x plantas



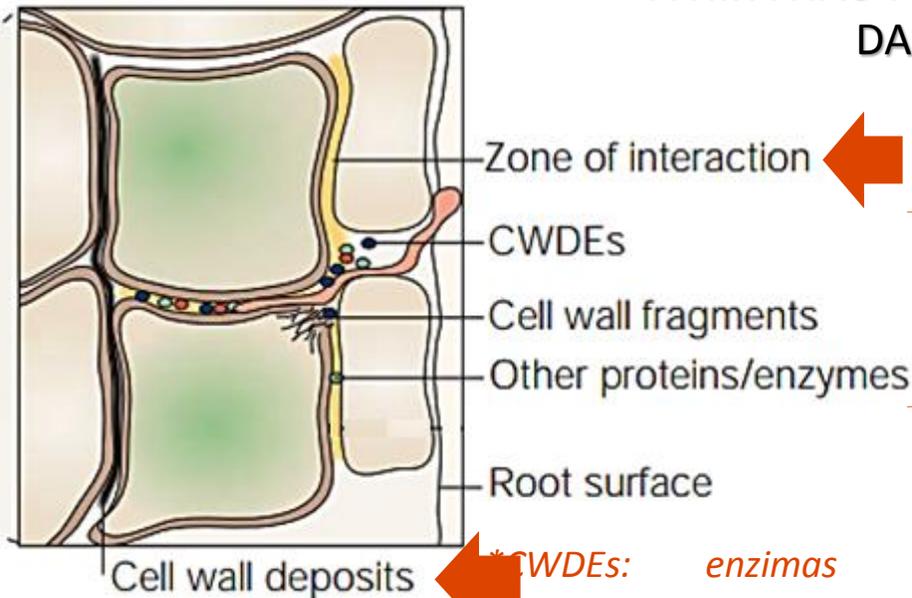
Aumento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular!

1) *Trichoderma* x plantas

Interação celular



Esporos germinados ou fragmentos de hifas irão colonizar a superfície da raiz e as camadas mais externas do córtex



A HIFA NÃO PENETRA NO INTERIOR DAS CÉLULAS!

↑ respostas de resistência da planta
(liberação de moléculas)

Limitam o crescimento do vegetal
Trichoderma, fazendo com que ele seja avirulento

*CWDEs: enzimas que degradam a parede celular

Infecção por patógenos é reduzida!

2) Fungos micorrízicos x plantas

- ❖ **Micorrizas** são associações simbióticas entre fungos do solo e raízes das plantas
- ❖ 90% das plantas terrestres formam esse tipo de associação
- ❖ As hifas dos fungos micorrízicos auxiliam na absorção de nutrientes, enquanto as plantas fornecem fotoassimilados aos fungos



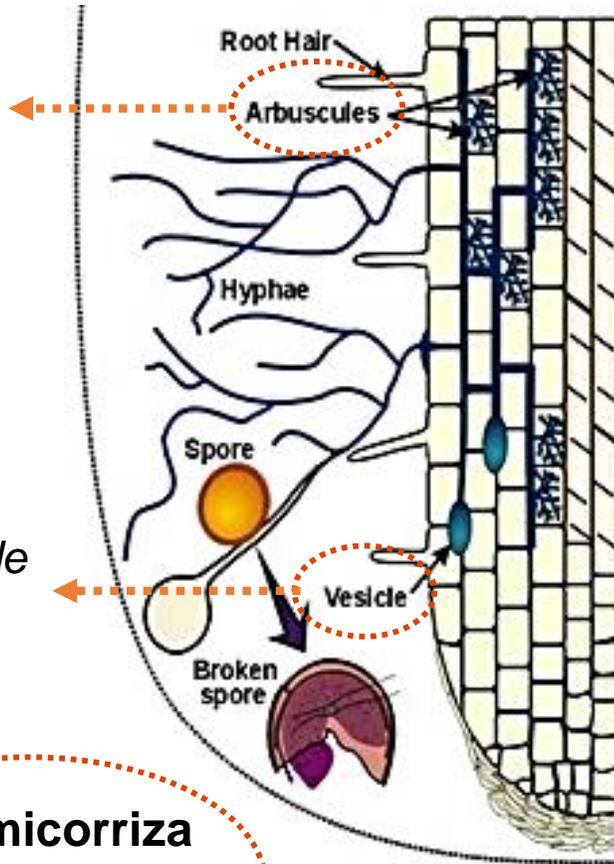
Expansão do sistema radicular!

2) Fungos micorrízicos x plantas

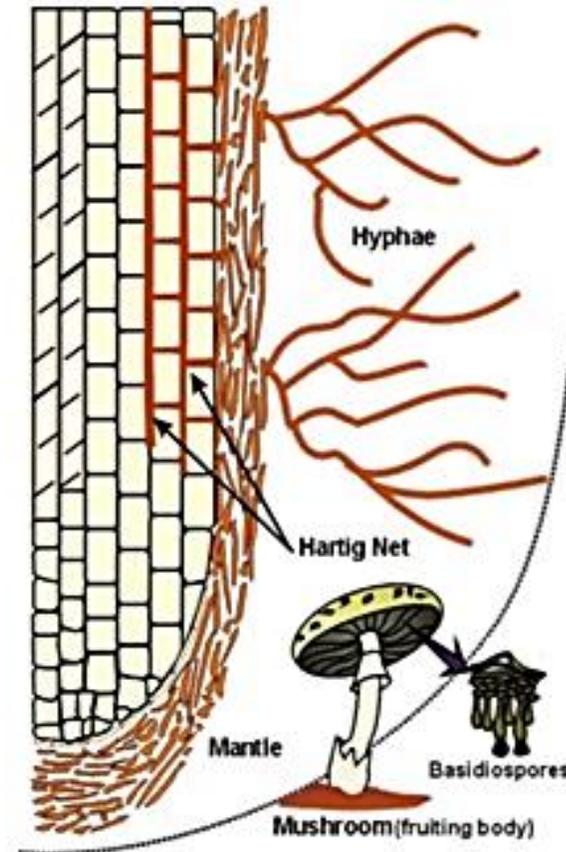
Arbúsculo (invaginação da membrana plasmática): onde ocorre a maioria das trocas entre a planta e o fungo!

Vesícula: órgãos de reserva

Endomicorriza
(micorriza arbuscular)



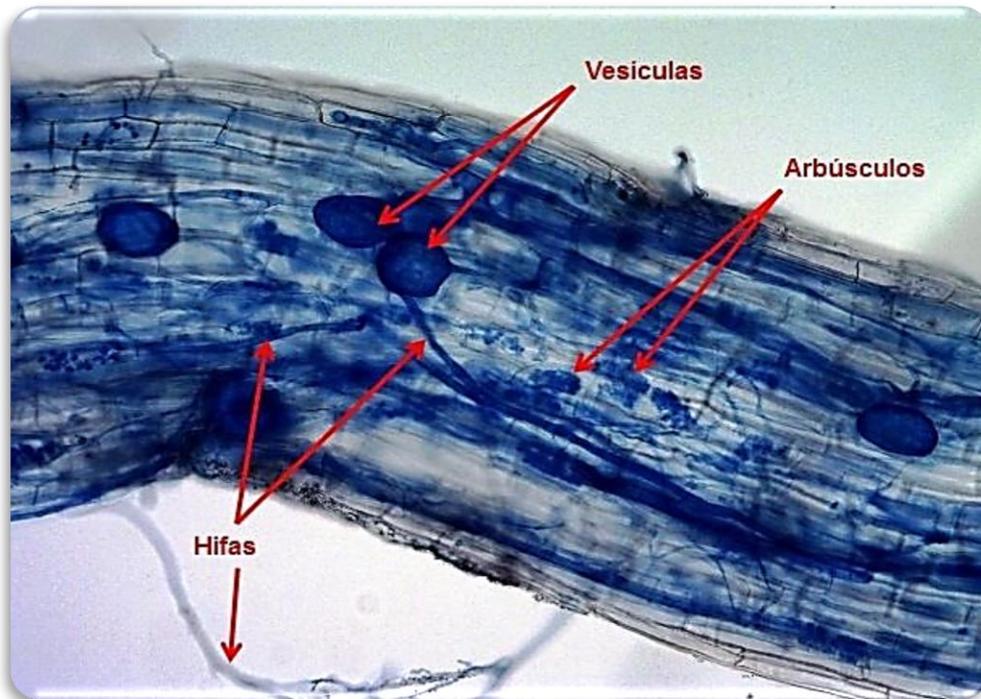
Interação celular



Ectomicorriza
(manto)

2) Fungos micorrízicos x plantas

Endomicorrizas



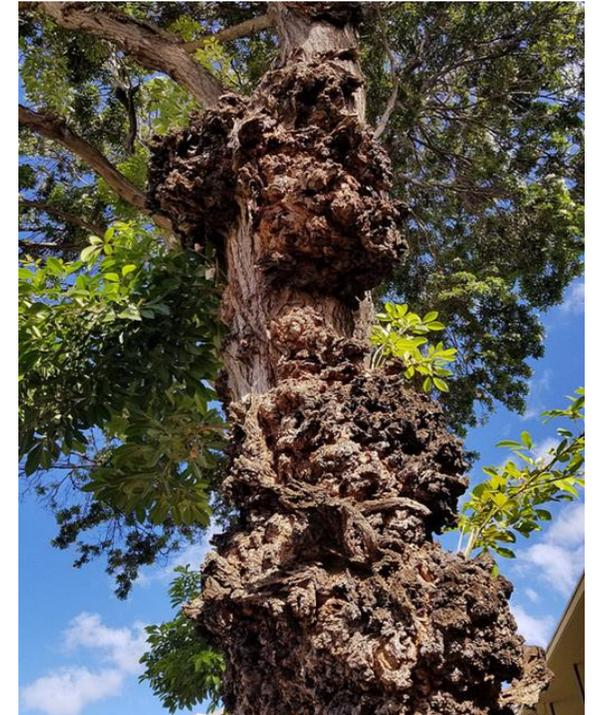
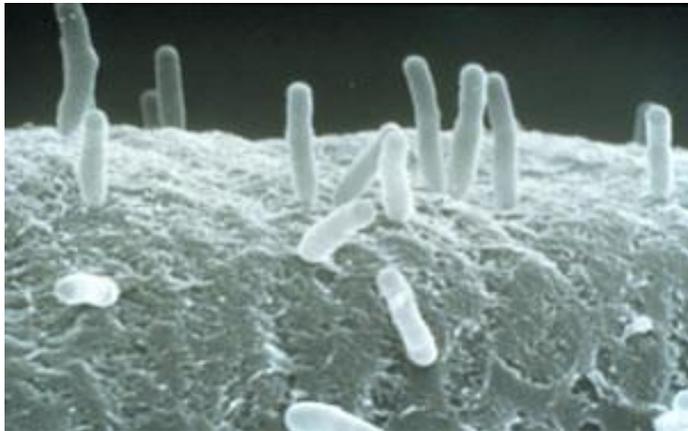
A HIFA PENETRA NO INTERIOR DAS
CÉLULAS!

Arbúsculos: intracelulares

Vesículas: intra e intercelulares

3) *Agrobacterium tumefaciens*

- ❖ Bactéria em bastonete
- ❖ Tipicamente de solo e gram-negativa
- ❖ Causa a doença chamada de *galha-da-coroa*

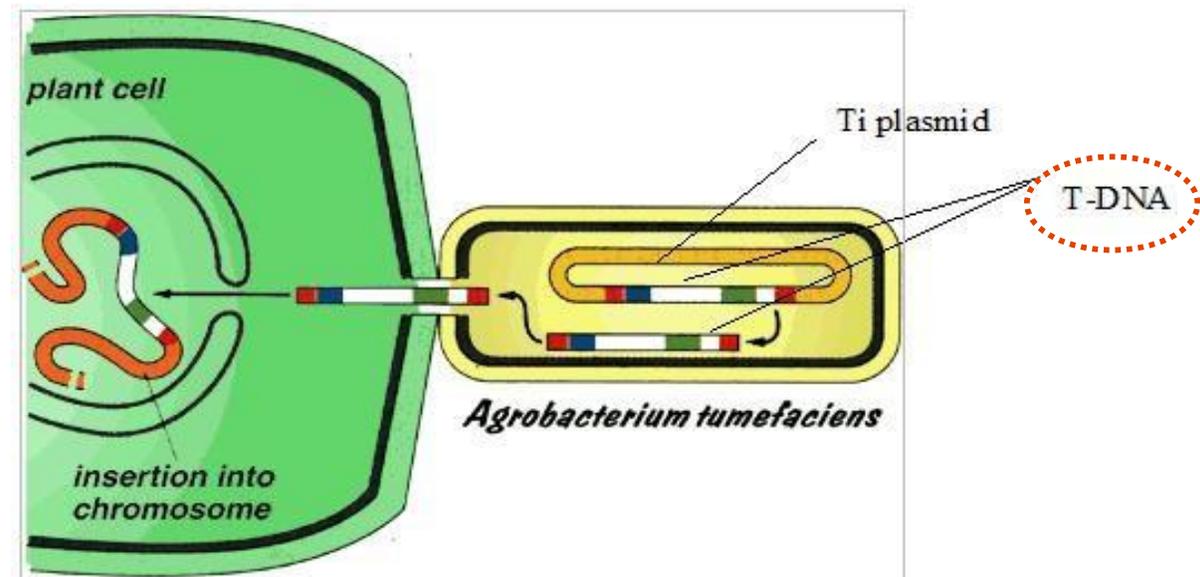


Crescimento descontrolado das células vegetais que incorporaram o DNA da bactéria durante a infecção

3) *Agrobacterium tumefaciens*

Interação celular

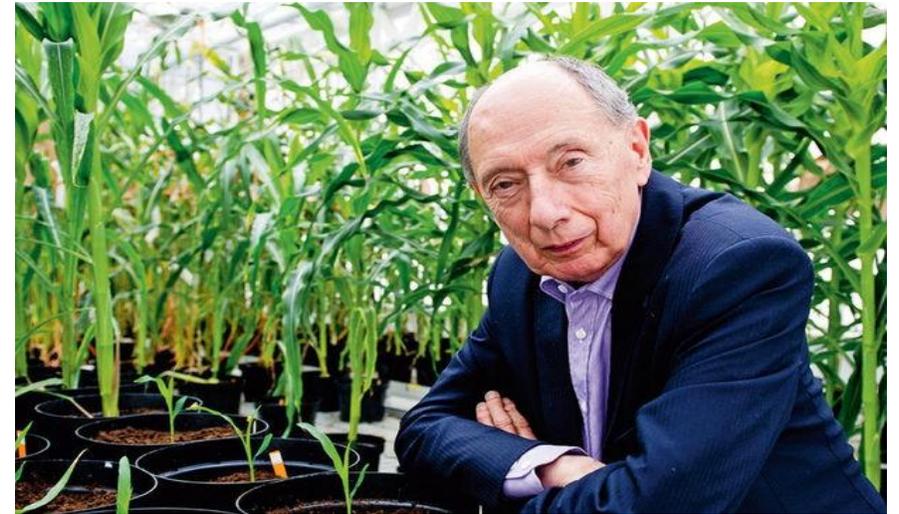
1. Bactéria atraída por quimiotaxia: tecido vegetal lesado (compostos fenólicos, aminoácidos e monossacarídeos)
2. Bactéria transfere o DNA do seu plasmídeo (**T-DNA**) para o DNA da célula vegetal
3. O DNA vegetal passa a expressar também o DNA que foi incorporado



3) *Agrobacterium tumefaciens*

Transformação genética

- ❖ Mecanismo de transferência do T-DNA para a planta
- ❖ Técnica de **transformação genética de plantas** por *Agrobacterium*



Marc Van Montagu



MILHO BT: *resistente à lagartas*

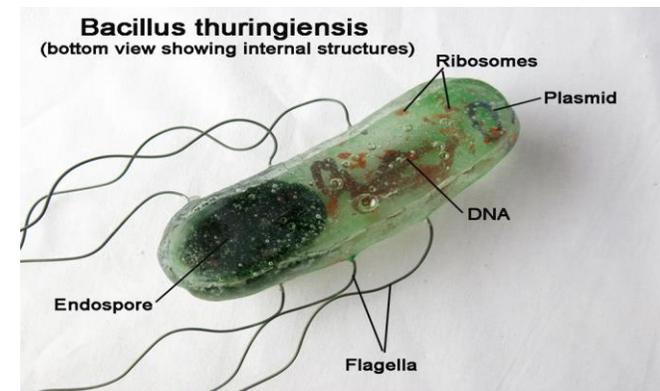
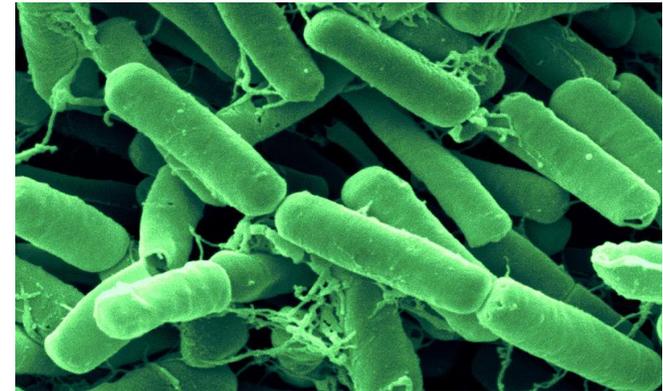


3) *Agrobacterium tumefaciens*

Transformação genética: milho BT

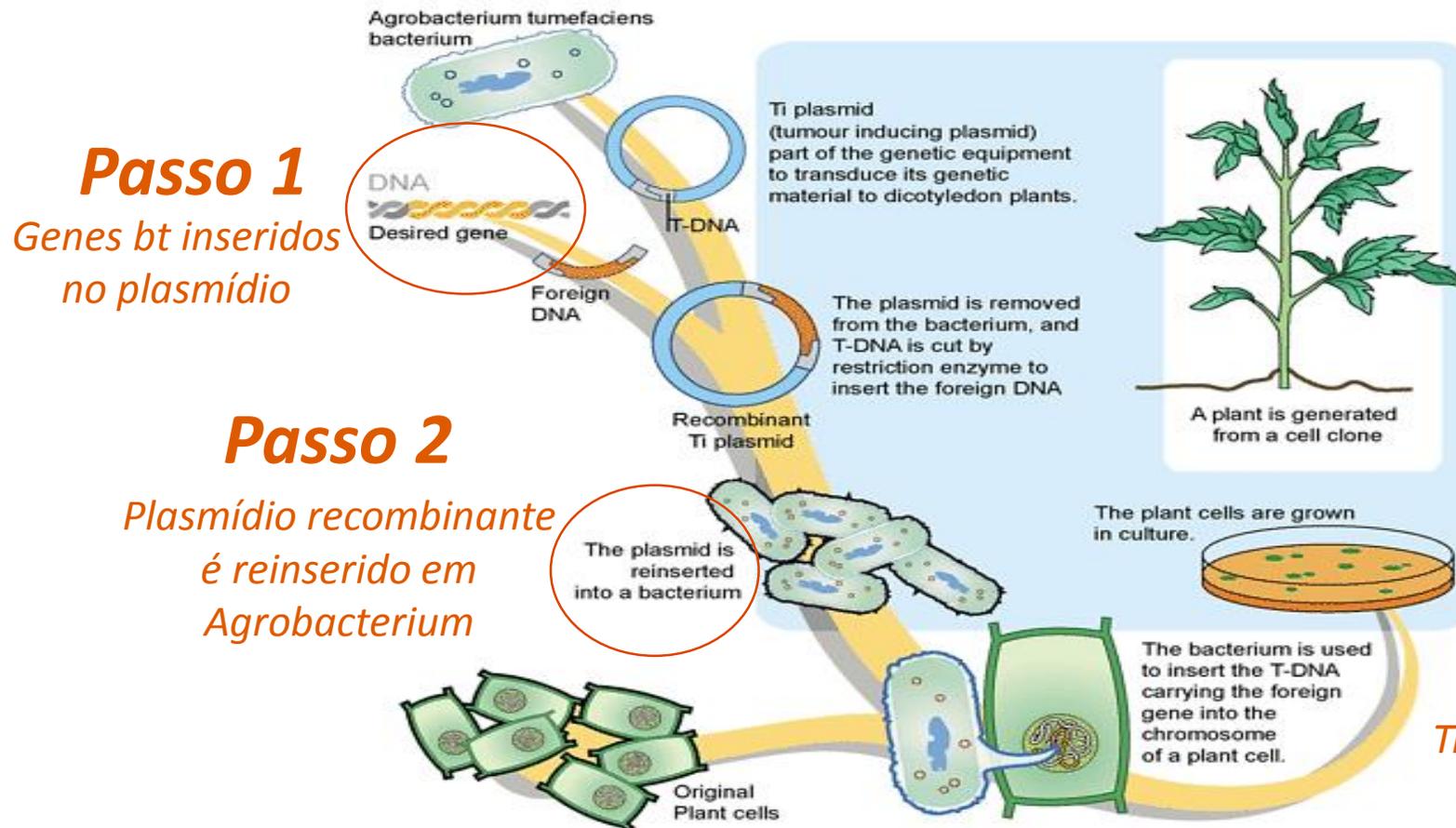
❖ *Bacillus thuringiensis*

- ✓ Bactéria gram-positiva
- ✓ Cristais proteicos (Cry): características tóxicas específicas no intestino de alguns insetos



3) *Agrobacterium tumefaciens*

❖ Transformação genética do milho com *A. tumefaciens*



Passo 4

Plantas regeneradas: lagarta morre ao se alimentar da planta transformada, pois a planta é tóxica!

Passo 3

Transferência do T-DNA para planta

4) *Xanthomonas campestris*

- ❖ Bactérias gram-negativas em bastonete
- ❖ Flagelo polar
- ❖ *X. campestris*

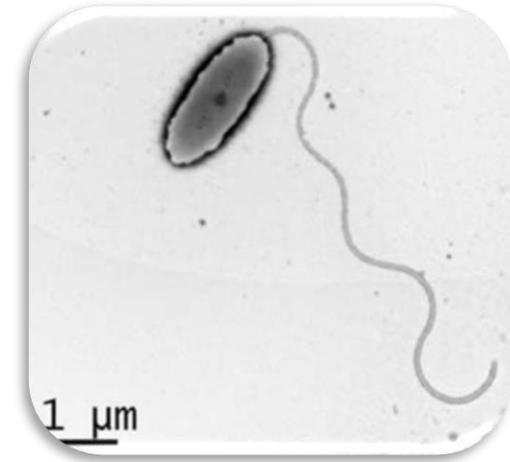
pv. campestris (brassicas)

pv. vitians (alface)

pv. malvacearum (algodão)

pv. vesicatoria (tomate)

etc ...



Cada **patovar** dessa bacteria atinge uma cultura diferente!

4) *Xanthomonas campestris*

Doença: podridão negra

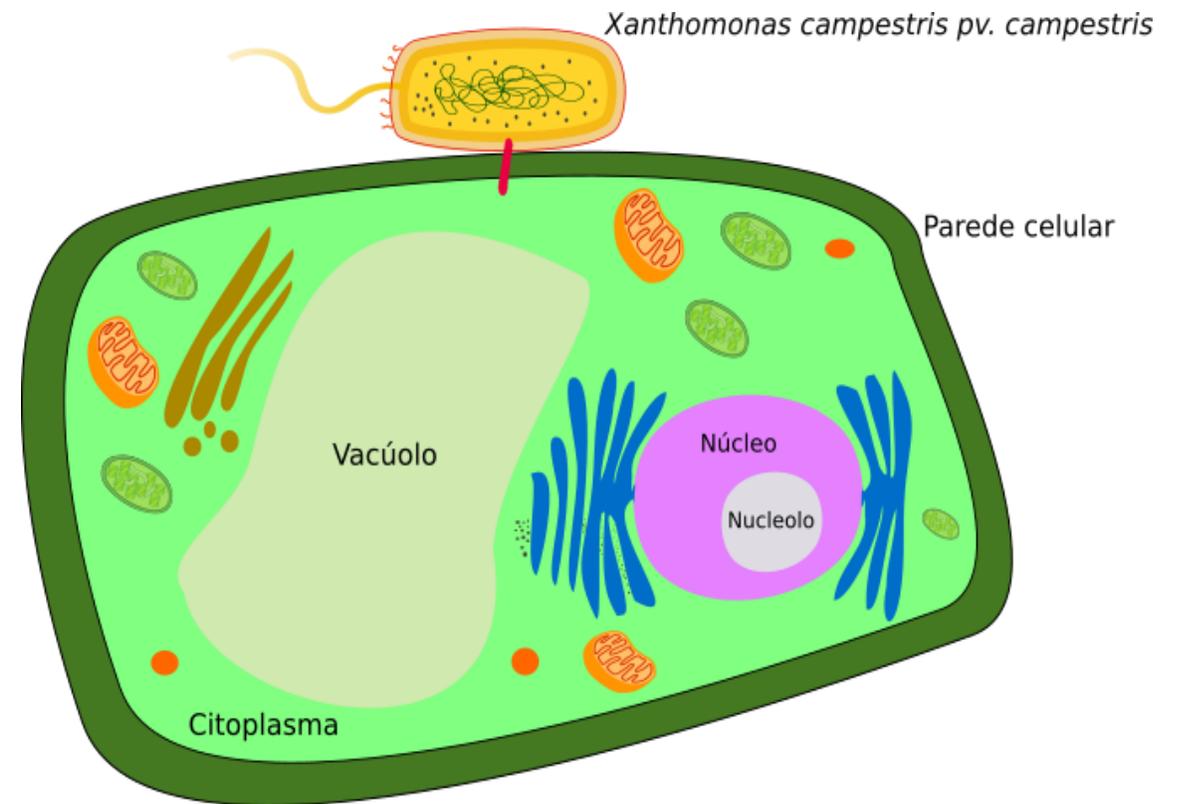
- ❖ Uma das doenças mais graves que afetam as brássicas
- ❖ Infecção através de aberturas naturais do tecido vegetal
- ❖ Sintomas: amarelecimento das bordas das folhas, murcha e apodrecimento



4) *Xanthomonas campestris*

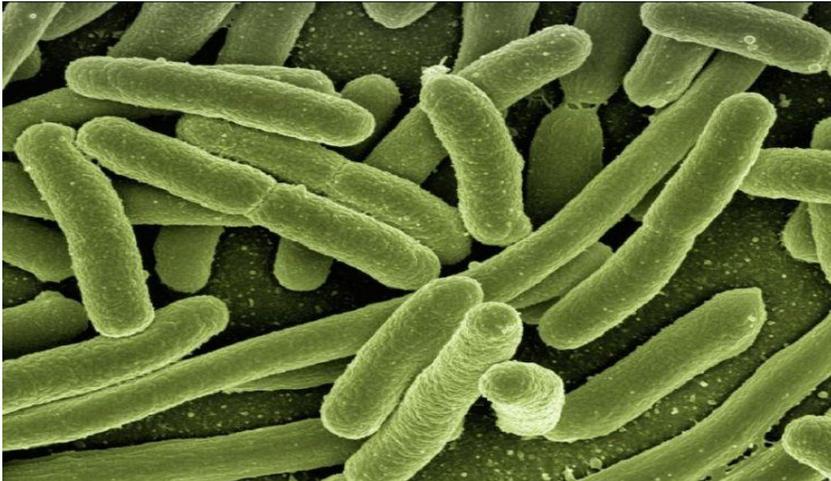
Interação celular

1. Bactéria entra em contato com as folhas
2. Infecção: **estômatos, hidatódios e lesões**
3. Planta ativa mecanismos de defesa
4. Bactéria ocupa os **vasos do xilema** (escurecimento)



5) Rizobactéria x planta: *Rhizobium*

- ❖ Bactéria de solo encontrada em raízes de ***plantas leguminosas***
- ❖ Forma de bastonete



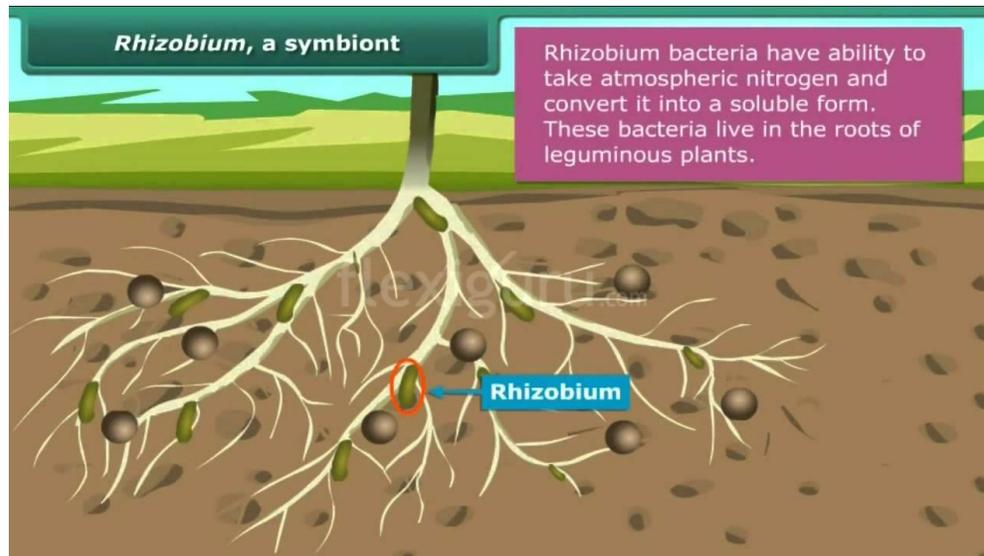
- ❖ Formação de ***nódulos radiculares*** durante a interação



Diazotróficos : convertem N_2 em amônia

5) Rizobactéria x planta : *Rhizobium*

Relação de simbiose



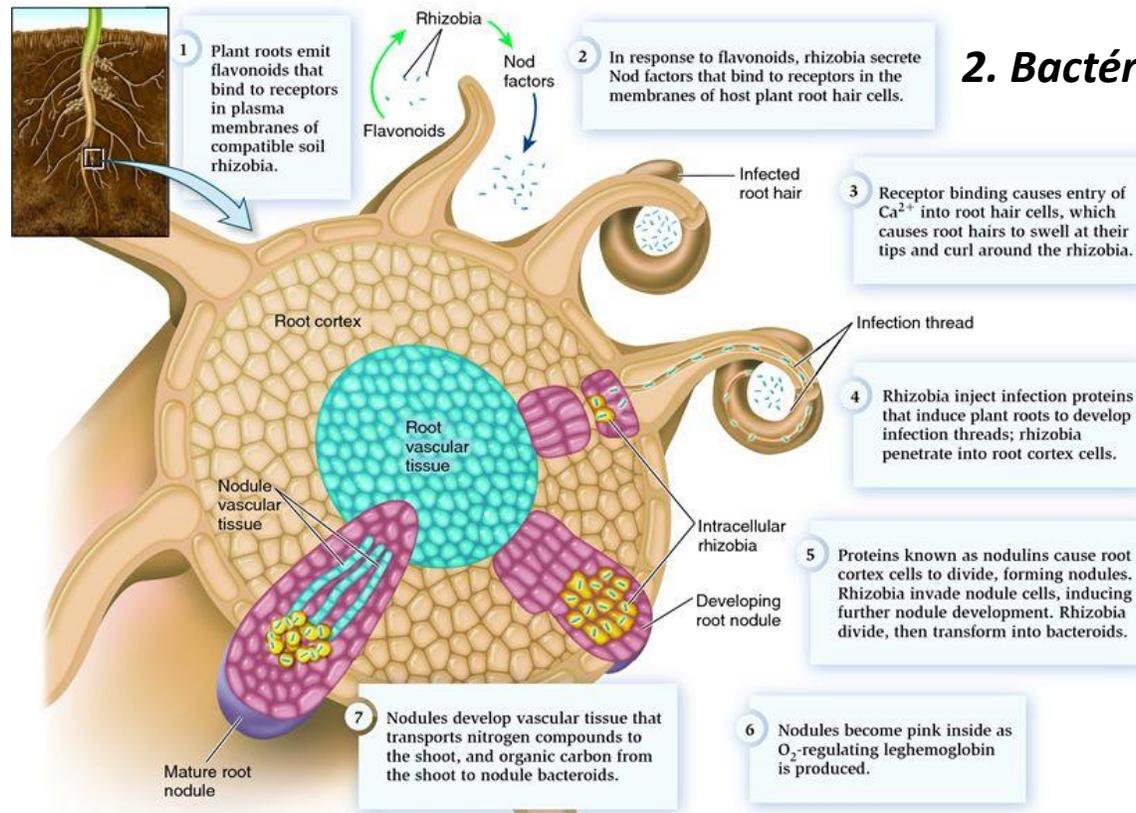
Importância

- **Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e promoção de crescimento (Plant Growth Promoting Rhizobacteria)**
- Beneficia todas as áreas cultivadas com a **soja** no país – 33 milhões de ha
- Economia anual em torno de US\$ 8 bilhões para o Brasil

5) Rizobactéria x planta : *Rhizobium*

Colonização – Formação dos nódulos

1. Atração das bactérias para a raiz



2. Bactérias secretam fatores de nodulação

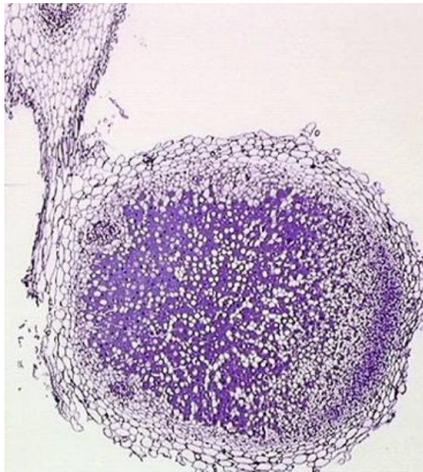
3. Inchaço e curvatura dos pelos radiculares ao redor das bactérias

4. Formação do canais de infecção: transporte da bactéria para o córtex radicular

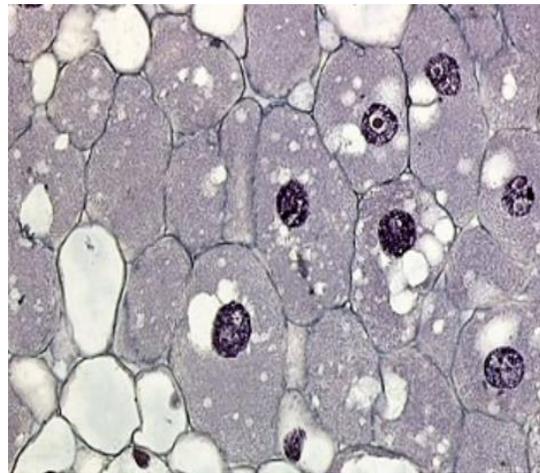
5. Divisão celular das células vegetais, formando nódulos. Bactérias invadem os nódulos também se dividem (bacteroides – estado fixador de nitrogênio)

5) Rizobactéria x Planta : *Rhizobium*

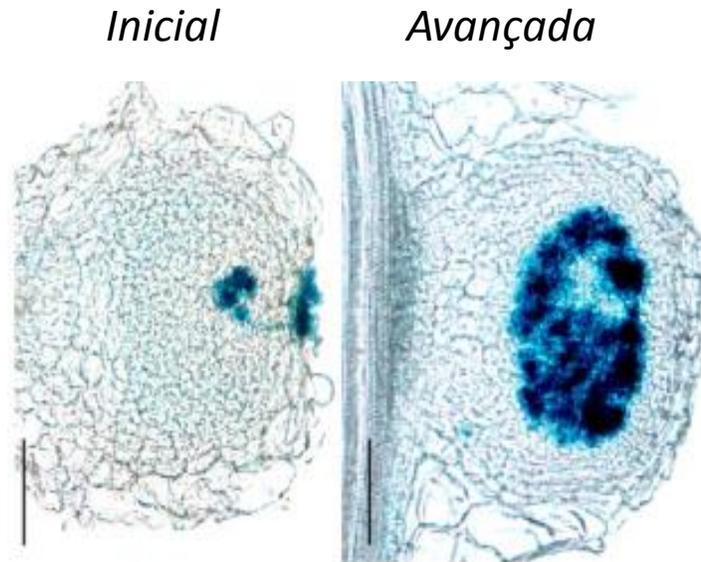
Fotos da interação celular



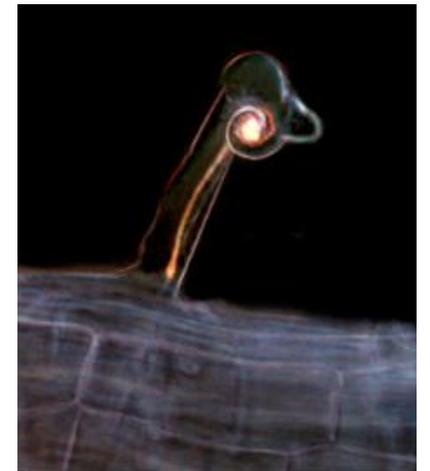
A. Corte de um nódulo radicular



B. Colonização da raiz



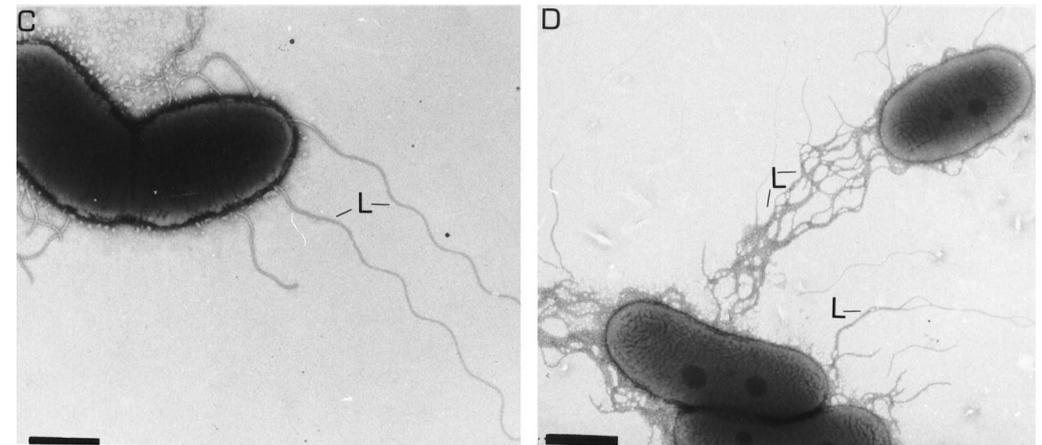
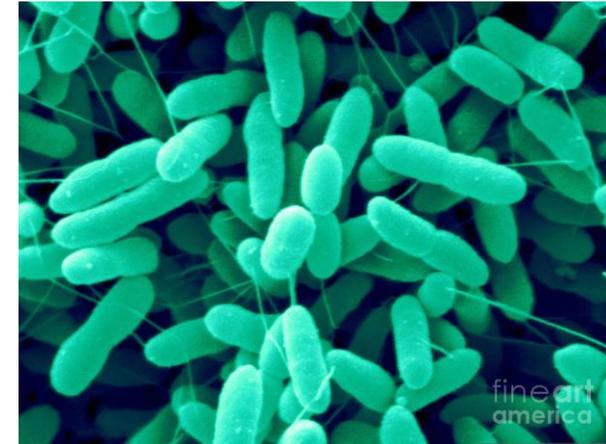
C. Proliferação das bactérias nos nódulos



D. Pelos radiculares curvados e canal de infecção

6) Rizobactéria x planta : *Azospirillum*

- ❖ Bactéria de solo
- ❖ Forma de bastonete
- ❖ Flagelos
- ❖ Formação de biofilme
- ❖ ***Diazotróficos associativos***: ficam apenas sobre a superfície radicular!



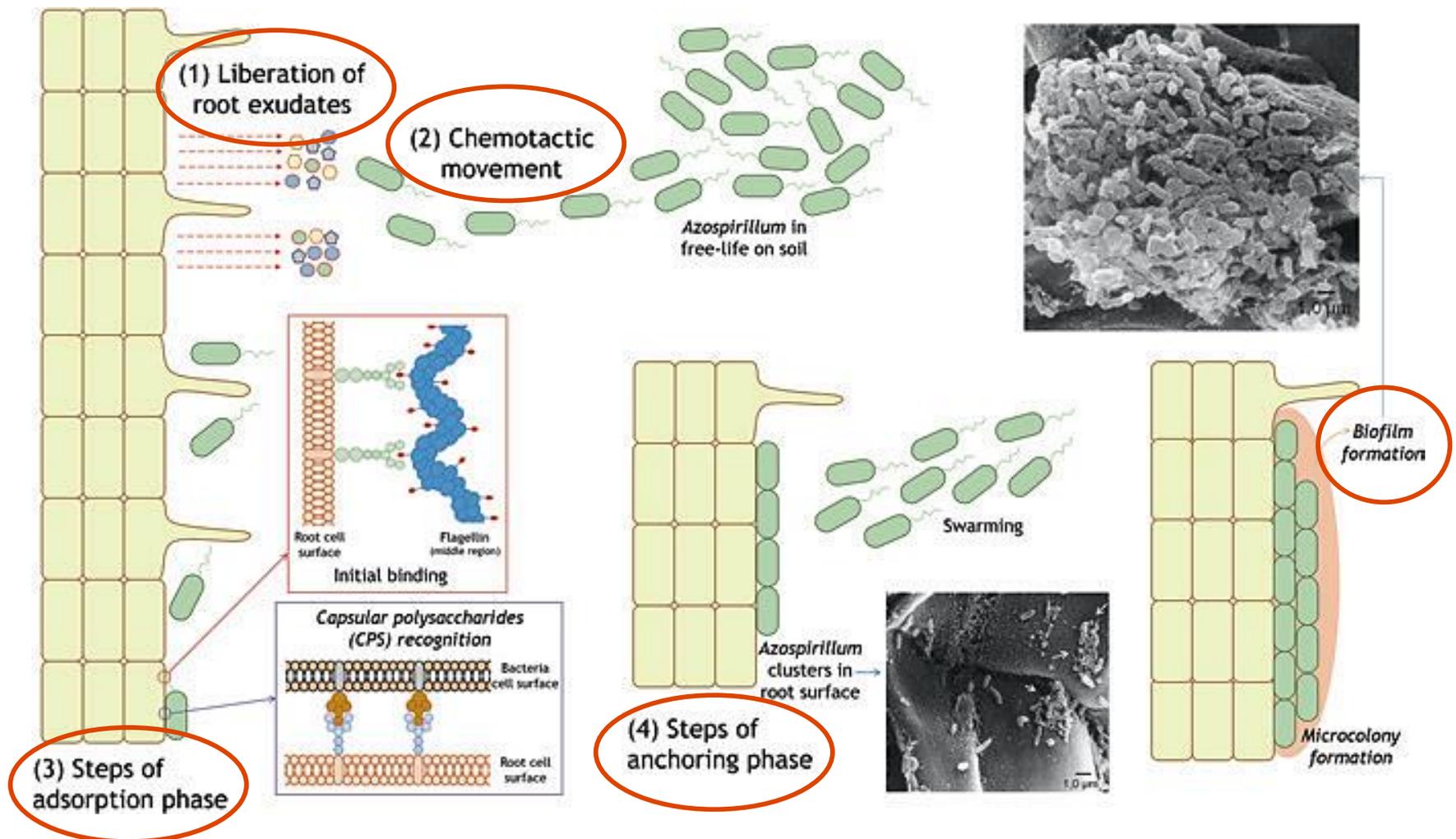
6) Rizobactéria x Planta : *Azospirillum*

Importância

- ❖ Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN): *gramíneas*
- ❖ Promoção de crescimento
- ❖ Milho:
 - Aumento do crescimento da parte aérea e sistema radicular, e aumento do peso dos grãos*
- ❖ Podem suprir mais de 50% do nitrogênio necessário à planta



6) Rizobactéria x Planta : *Azospirillum*



1. Liberação de exsudatos radiculares

2. Atração das bactérias

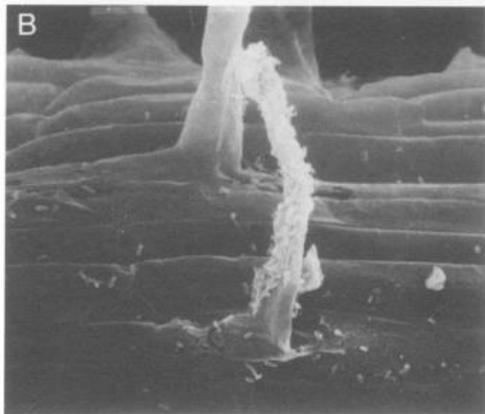
Fixação das bactérias nas raízes:

3. Adsorção: fraca ligação entre as bactérias e as células da raiz mediada pelo flagelo

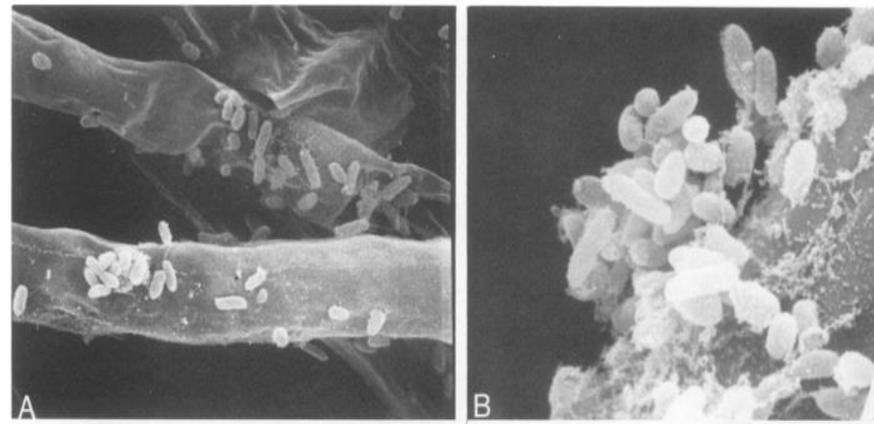
4. Ancoramento: adesão forte das bactérias à superfície da raiz e formação de aglomerados

6) Rizobactéria x Planta : *Azospirillum* e a FBN

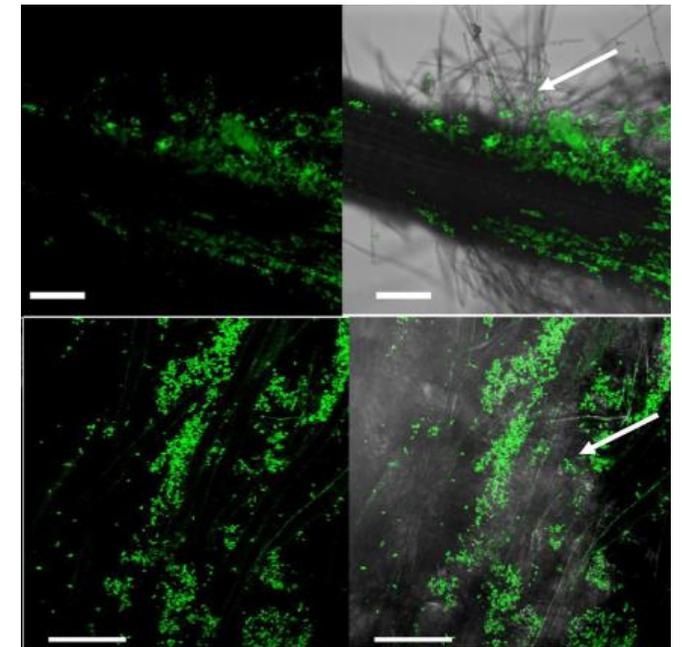
Fotos da interação Celular



A. Pelo radicular revestido com as bactérias



B. Colonização da superfície da raiz



C. Bactérias marcadas com GFP (proteína verde fluorescente)

7) Brucelose bovina

- ❖ “Aborto contagioso” ou “Febre de Malta”
- ❖ Aborto em animais de produção (bovinos):
bactéria faz tropismo por hormônios produzidos na gestação
- ❖ Zoonose: doença infecto-contagiosa transmitida para humanos
- ❖ Perdas econômicas: barreiras sanitárias



7) Brucelose bovina

❖ Bactérias do gênero *Brucella*

✓ Lisas: mais agressivas

Brucella abortus, bovino

Brucella suis, suíno

Brucella melitensis, caprino

✓ Rugosas: menos agressivas

Brucella canis, canino

Brucella ovis, ovinos

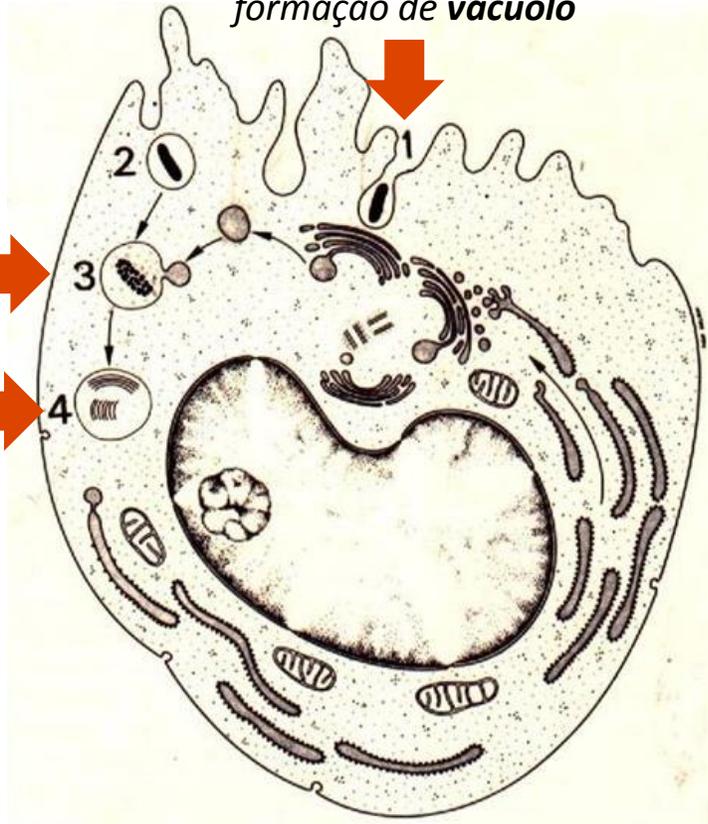


❖ Atingem tecidos reprodutivos → mucosa oral, conjuntiva, nasofaríngea → **macrófagos**

7) Brucelose bovina

Interação celular

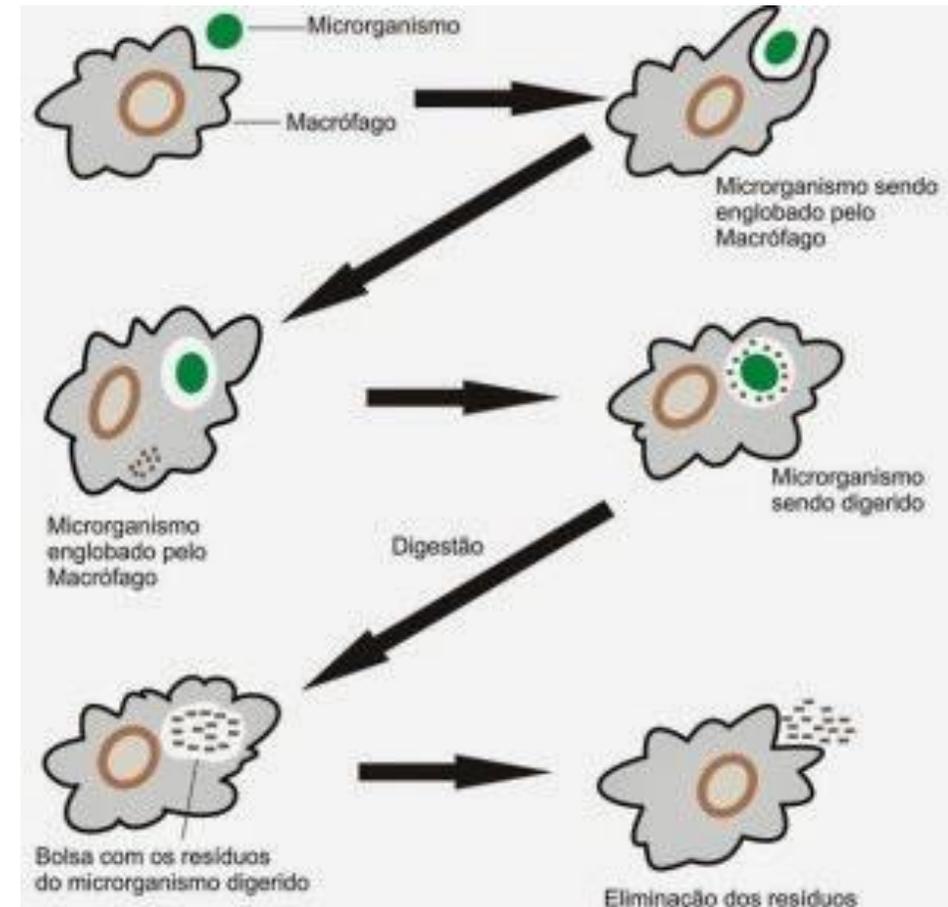
Infecção do patógeno:
formação de **vacúolo**



Vacúolo se funde
com **lisossomo**

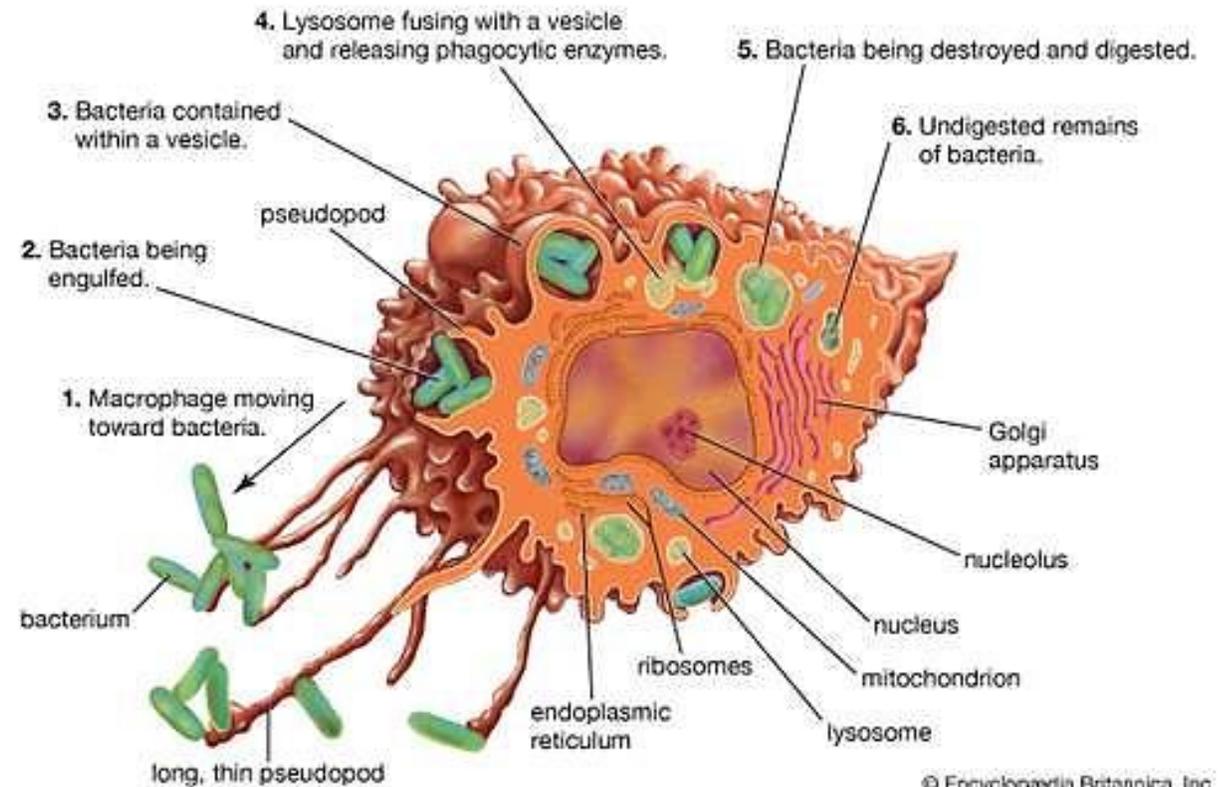
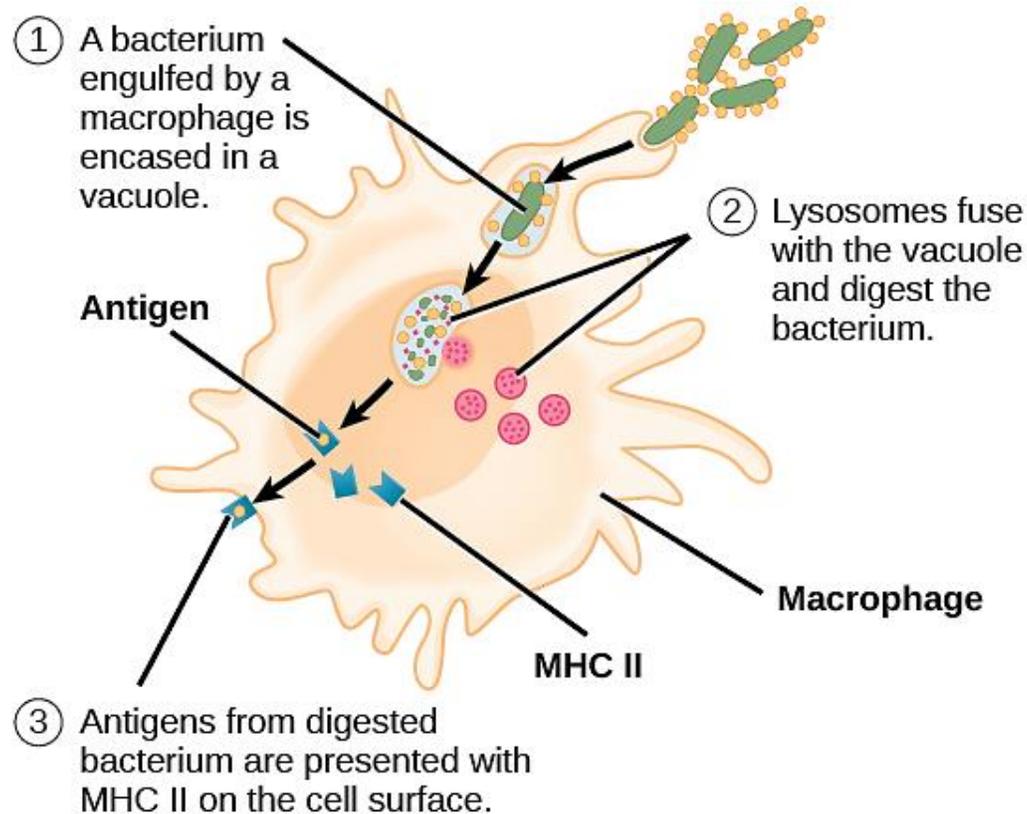
Lisossomo digere
a bactéria:
resíduos liberados

Macrófago



7) Brucelose bovina

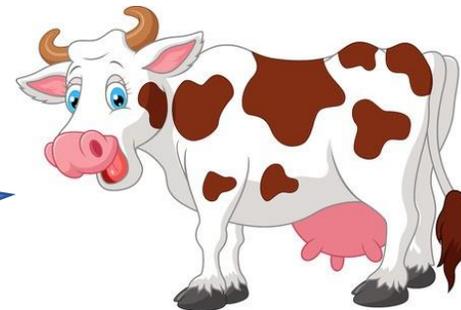
Modelos propostos



8) Mastite bovina

- ❖ Inflamação da glândula mamária, de caráter contagioso e de fácil transmissão

A mastite afeta a produtividade e tem elevado custo com tratamento



Mastite Clínica	Mastite Subclínica
<p><i>Edema</i> <i>Endurecimento e dor na glândula mamária</i> <i>Aparecimento de grumos ou flocos no leite</i></p>	<p><i>Queda na produção e mudança na composição do leite</i></p>

8) Mastite bovina

Tabela 2. Principais agentes e características da mastite contagiosa e ambiental.

	Mamite contagiosa	Mamite ambiental
Agentes	Streptococcus agalactiae Staphylococcus aureus Mycoplasma bovis Corynebacterium sp.	Coliformes (Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Klebsiella sp. Enterobacter aerogenes) Estreptococos ambientais (S. uberis, S. bovis, S. dysgalactiae) Enterococos (Enterococcus faecium, E. faecalis)
Fonte primária	Úbere de vacas infectadas	O ambiente do animal
Forma de disseminação	De quartos infectados para sadios, no momento da ordenha.	Exposição do teto a ambientes altamente contaminados ou equipamentos de ordenha com funcionamento inadequado.
Metas de controle	Erradicar S.agalactiae do rebanho. Reduzir a infecção por S. aureus a menos de 5% das vacas do rebanho.	Reduzir a taxa de mastite clínica para menos de 1% das vacas em lactação por mês.

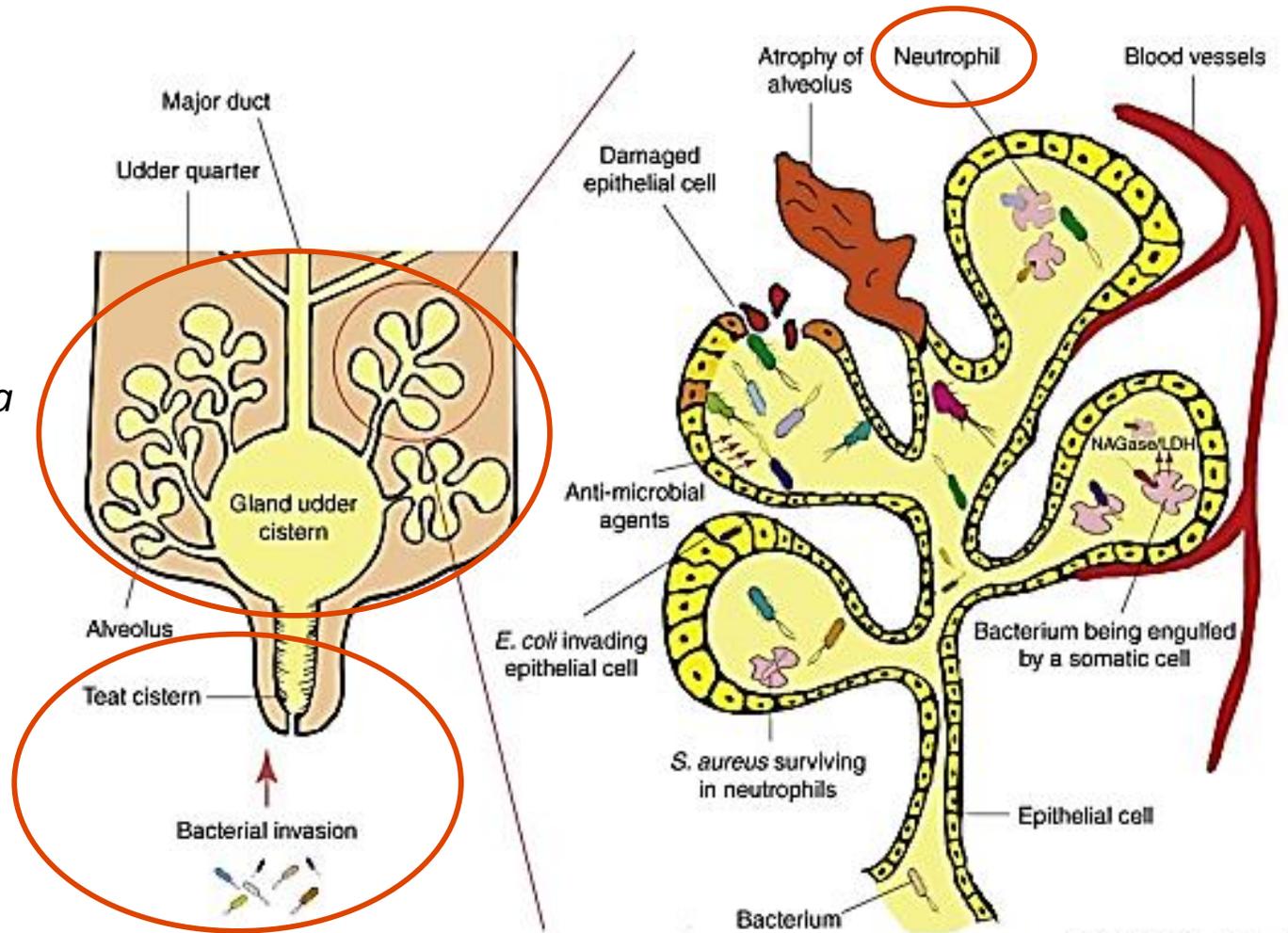
Fonte: Santos e Fonseca, 2007.

8) Mastite bovina

Interação celular

2. Multiplicação bacteriana na glândula mamária

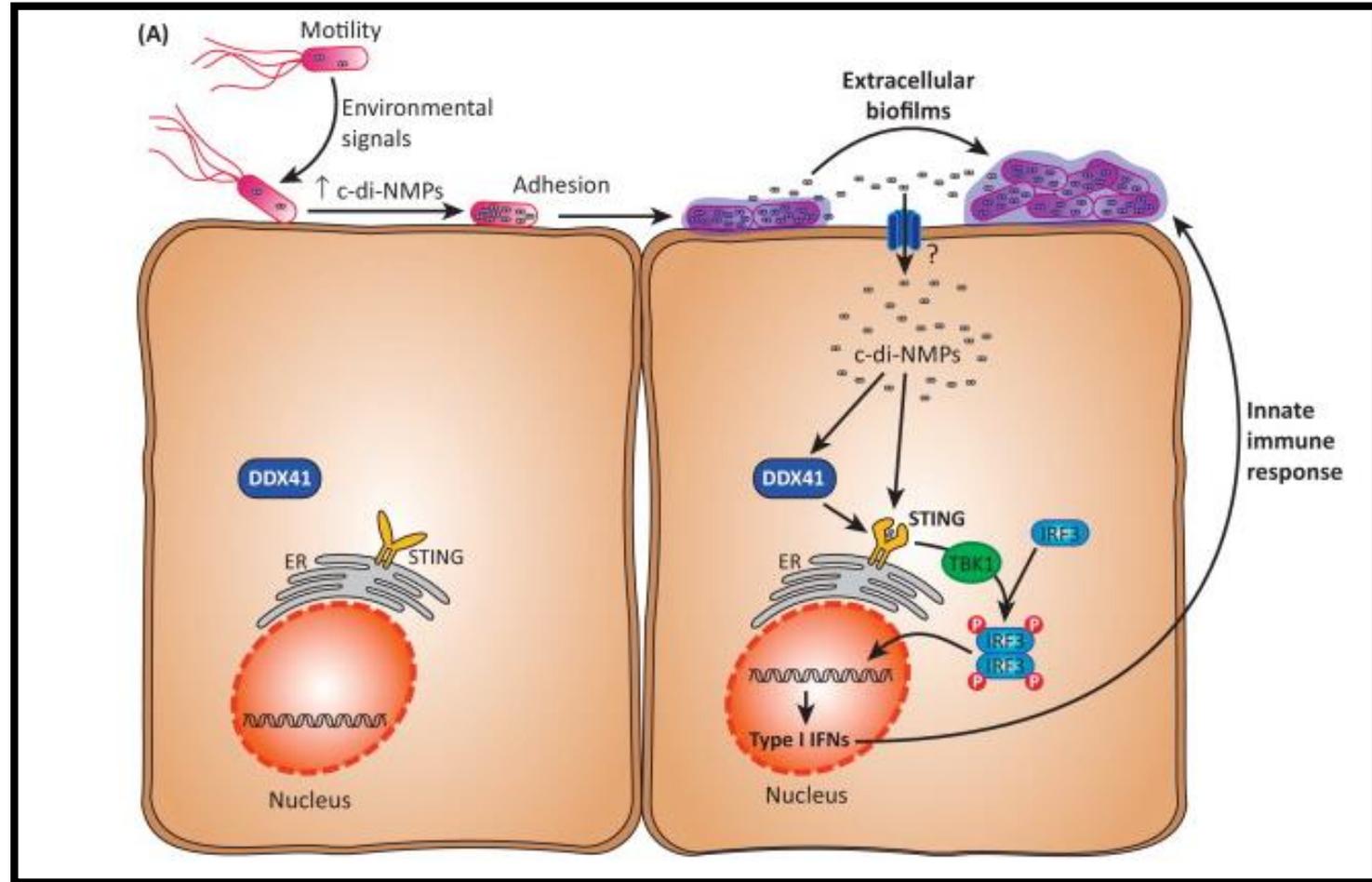
1. Invasão da glândula mamária através da cisterna na teta



3. Controle da infecção

8) Mastite bovina

Modelo celular



Monitoras PAE

- 1) *Trichoderma*
- 2) *Endomicorriza*
- 3) *Agrobacterium*
- 4) *Xanthomonas*
- 5) *Rhizobium*
- 6) *Azospirillum*
- 7) Brucelose
- 8) Mastite

Yara Barros
yarabfeitosa@usp.br

Ana Letycia Garcia
garcia.alb@usp.br

Bruna Factor
bruna.factor@usp.br

Bruna Petry
bruna.petry@usp.br