



**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**  
**Departamento de Genética (LGN)**  
**Disciplina: LGN0114 – Biologia Celular**

**MODELO CELULAR**

**Planta-rizobactéria – *Rhizobium* e a Fixação Biológica de Nitrogênio**

1. O que são organismos diazotróficos simbióticos?
2. O que é e como ocorre a fixação biológica de nitrogênio (FBN)?
3. Como ocorre o processo de infecção de *Rhizobium* nas células vegetais? Faça um esquema que represente a infecção radicular por *Rhizobium*, destacando os elementos celulares envolvidos, nomeando-os e apontando suas funções.
4. Qual a importância da fixação biológica de nitrogênio (FBN) para a agricultura? Em quais culturas a FBN é utilizada em larga escala e por que?
5. A leg-hemoglobina e a nitrogenase são enzimas fundamentais para o processo de fixação biológica de nitrogênio na soja. Quais suas funções? Se retirarmos a leg-hemoglobina da fixação biológica de nitrogênio realizada por *Rhizobium*, a mesma ocorrerá? Por quê?

**Monitora:** Bruna Garbatti Factor

**E-mail:** bruna.factor@usp.br

**Data de entrega:** Semana 08 a 12 de abril

**Bibliografia:**

Appleby, C. A. (1984). Leghemoglobin and *Rhizobium* respiration. *Annual Review of Plant Physiology*, 35(1), 443-478.

Gage, D. J. (2004). Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 68(2), 280-300.

Marin, V. A., Baldani, V. L. D., Teixeira, K. D. S., & Baldani, J. I. (1999). Fixação biológica de nitrogênio: bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical.

Masson-Boivin, C., & Sachs, J. L. (2018). Symbiotic nitrogen fixation by rhizobia—the roots of a success story. *Current opinion in plant biology*, 44, 7-15.

van Rhijn, P., & Vanderleyden, J. (1995). The *Rhizobium*-plant symbiosis. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 59(1), 124-142.



Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
Departamento de Genética (LGN)  
Disciplina: LGN0114 – Biologia Celular

**MODELO CELULAR**

**Planta-rizobactéria – *Azospirillum* e a Fixação Biológica de Nitrogênio**

1. O que são organismos diazotróficos associativos?
2. Como se dá a fixação biológica de nitrogênio (FBN) realizada por *Azospirillum*?
3. O que são bactérias promotoras do crescimento de plantas? Cite exemplos e comente os benefícios que as mesmas podem trazer às culturas.
4. Discorra sobre as vantagens e desvantagens do uso do *Azospirillum* como biofertilizante.
5. Como ocorre o processo de colonização de *Azospirillum* nas células da raiz das plantas? Faça uma figura esboçando como se dá esta interação planta-rizobactéria, destacando os elementos celulares envolvidos, nomeando-os e apontando suas funções.

**Monitora:** Bruna Garbatti Factor

**E-mail:** bruna.factor@usp.br

**Data de entrega:** Semana 08 a 12 de abril

**Bibliografia:**

Hungria, M. (2011). Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja.

Marin, V. A., Baldani, V. L. D., Teixeira, K. D. S., & Baldani, J. I. (1999). Fixação biológica de nitrogênio: bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical.

Mehnaz, S. (2015). *Azospirillum*: a biofertilizer for every crop. In *Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets* (pp. 297-314). Springer, New Delhi.

Rodrigues, A. C., Bonifacio, A., de Araujo, F. F., Junior, M. A. L., & Figueiredo, M. D. V. B. (2015). *Azospirillum* sp. as a Challenge for Agriculture. In *Bacterial metabolites in sustainable agroecosystem* (pp. 29-51). Springer, Cham.



**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**  
**Departamento de Genética (LGN)**  
**Disciplina: LGN0114 – Biologia Celular**

**MODELO CELULAR**

**ANIMAL-BACTÉRIA: *Brucella abortus***

**Questões:**

- 1) Qual a importância e o impacto da brucelose na produção animal?
- 2) Como ocorre a infecção (interação celular) por bactérias do gênero *Brucella*?
- 3) De que forma a brucelose é transmitida a bovinos?
- 4) Qual a principal bactéria, do gênero *Brucella*, que causa aborto em bovinos? Caracterize, brevemente, essa bactéria.
- 5) Cite algumas formas de controle da Brucelose.

**Para agendar plantão visando esclarecimento de dúvidas**

**Monitor:** Bruna Petry ([bruna.petry@usp.br](mailto:bruna.petry@usp.br))

**Referências:**

Sola et al., 2014. Brucelose bovina: revisão. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. V.10, n.18, p. 686-714.

Pessegueiro et al., 2003. Brucelose: uma revisão sistematizada. Medicina Interna, Artigos de Revisão. V.10, n.2, p. 91-100



**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**  
**Departamento de Genética (LGN)**  
**Disciplina: LGN0114 – Biologia Celular**

**MODELO CELULAR**

**ANIMAL–BACTÉRIA: Mastite**

**Questões:**

- 1) Quais as duas formas de apresentação da mastite?
- 2) Cite um importante patógeno causador da mastite, descreva-o brevemente.
- 3) Qual a importância econômica da mastite?
- 4) Como é realizado o controle da mastite?
- 5) De que forma ocorre a interação celular entre patógeno e hospedeiro?

**Para agendar plantão visando esclarecimento de dúvidas**

**Monitor:** Bruna Petry ([bruna.petry@usp.br](mailto:bruna.petry@usp.br))

**Referências:**

- Benedette et al., 2008. Mastite Bovina. Revista científica eletrônica de medicina veterinária. Ano IV, n. 11, p. 1-5.
- Acosta et al., 2016. Mastites em ruminantes no Brasil. Pesquisa Veterinária Brasileira. V.36, n.7, p.565-573.
- Simões, T.V.M.D., Oliveira, A.A., 2012. Mastite Bovina, considerações e impactos econômicos. Documentos 170, Embrapa Tabuleiros Costeiros. ed.1. p-1-125.



**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**  
**Departamento de Genética (LGN)**  
**Disciplina: LGN0114 – Biologia Celular**

**MODELO CELULAR**

**Planta-fungo (*Trichoderma*)**

6. Discorra sobre as diferenças estruturais entre as células vegetal e fúngica.
7. O que é um fungo filamentoso?
8. Como se dá o processo de colonização das raízes da planta hospedeira pelo *Trichoderma*? Cite qual o benefício que cada organismo envolvido nessa interação recebe.
9. Diante do que foi discutido em sala de aula, o que torna o *Trichoderma* um fungo avirulento?
10. Comente o processo no qual o *Trichoderma* induz respostas de resistência na planta.
11. Discuta a importância biotecnológica desses fungos na agricultura e onde são utilizados os bioprodutos produzidos a partir deles.

**Para agendar plantão visando esclarecimento de dúvidas**

**Monitor:** Yara Barros Feitosa (yarabfeitosa@usp.br)

**Bibliografia:**

- Harman, G.E.; Howell, C.R.; Viterbo, A.; Chet, I.; Lorito, M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, v. 2, p. 43–56, 2004
- Howell, C.R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Disease*, v. 87, n. 1, p. 4–10, 2003.
- Lucon, C.M.M.; Chaves, A.L.R.; Bacilieri, S. *Trichoderma*: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura. São Paulo, 2014. 28p.
- Machado, D.F.M.; Parzianello, F.R.; Ferreira da Silva, A.C.; Antonioli, Z.I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. *Rev. de Ciências Agrárias* vol.35 no.1 Lisboa jun. 2012
- Morandi, M.A.B.; Bettiol, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: Bettiol, W. & Morandi, M.A.B. (Eds.). *Biocontrole de doenças de plantas: usos e perspectivas*. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 7–14.
- Tortora, G.J.; Funke, B.R.; Case, C.L. *Microbiologia*. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.



**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**  
**Departamento de Genética (LGN)**  
**Disciplina: LGN0114 – Biologia Celular**

**MODELO CELULAR**

**Planta-fungo (Endomicorrizas)**

1. Defina o que são as micorrizas. Cite qual o benefício que cada organismo envolvido nessa interação recebe e comente sobre sua alta ocorrência.
2. Quais são os 2 principais grupos de classificação das micorrizas? Quais são suas principais diferenças quanto às características morfoanatômicas?
3. Como se dá o estabelecimento (ou seja, a formação) da simbiose nas endomicorrizas (micorrizas arbusculares)? Qual a importância do arbúsculo nessa simbiose?
4. Quais são as modificações observadas na célula vegetal quando nesta estão presentes arbúsculos?
5. Comente sobre duas vantagens das micorrizas para a área agrícola/florestal (enfoque nas endomicorrizas).

**Para agendar plantão visando esclarecimento de dúvidas**

**Monitor:** Yara Barros Feitosa (yarabfeitosa@usp.br)

**Bibliografia:**

- Bapaume, L.; Reinhardt, D. How membranes shape plant symbioses: signaling and transport in nodulation and arbuscular mycorrhiza. *Frontiers in Plant Science*, v. 3, article 223, 2012. doi: 10.3389/fpls.2012.00223.
- Cavalcante, U.M.T.; Goto, B.T.; Maia, L.C. Aspectos da simbiose micorrízica arbuscular. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, v. 5 e 6, p. 180-208, 2008-2009.
- Hoffmann, L.V.; Lucena, V.S. Para Entender Micorrizas Arbusculares. Embrapa Algodão. Documentos, 156. Campina Grande, 2006. 22p.
- Kiriachek, S.G.; Azevedo, L.C.B.; Peres, L.E.P.; Lambais, M.R. Regulação do desenvolvimento de micorrizas arbusculares. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p.1-16, 2009.
- Parniske, M. Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. *Nature Reviews Microbiology*, v. 6, p. 763-775, 2008.
- Santos, E.R.D.. Baseado no capítulo original de Paulo Antunes Horta Junior. Material Complementar ao livro *Sistemática Vegetal I: Fungos*. Florianópolis, 2015. 44 p.
- Souza, V.C.; Silva, R.A.; Cardoso, G.D.; Barreto, A.F. Estudos sobre fungos micorrízicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.3, p.612–618, 2006.



Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
Departamento de Genética (LGN)  
Disciplina: LGN0114 – Biologia Celular

**MODELO CELULAR**

**Planta-bactéria – *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris***

1. Qual a doença que *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causa?
2. Quais culturas são afetadas pela doença?
3. Qual tecido a bactéria ataca? Como ocorre a infecção?
4. Quais os principais sintomas da doença? Porque eles ocorrem?
5. Essa doença é muito importante? Explique o por quê.

**Para agendar plantão visando esclarecimento de dúvidas**

**Monitora:** Ana Letycia Basso Garcia (garcia.alb@usp.br)

**Bibliografia:**

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Manual de fitopatologia, 2016.

ANDRADE, A. E.; FELIX, G. C.; OLIVEIRA, A. C.; NORONHA, E. F.; PEREIRA, J. L.; LIMA, L. H. C.; ROSATO, Y. B.; MELO, J. A. T.; BLOCH JUNIOR, C.; MEHTA, A. Expressão diferencial de proteínas de *Xanthomonas campestris* pv *campestris* na interação com a planta hospedeira *Brassica olearacea*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2005.



**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**  
**Departamento de Genética (LGN)**  
**Disciplina: LGN0114 – Biologia Celular**

**MODELO CELULAR**

**Planta-bactéria – *Agrobacterium tumefaciens***

1. Como ocorre a infecção natural da *Agrobacterium tumefaciens* na planta?
2. Qual doença a *A. tumefaciens* causa? Descreva-a brevemente.
3. Qual a importância da *A. tumefaciens* para a agronomia?
4. O que é o *Baccillus thurigiensis*?
5. Como o *Baccillus thurigiensis* é utilizado para a transformação genética utilizando *A. tumefaciens*?

**Para agendar plantão visando esclarecimento de dúvidas**

**Monitora:** Ana Letycia Basso Garcia (garcia.alb@usp.br)

**Bibliografia:**

ANDRADE, G.M., SARTORETTO, L.M.; BRASILEIRO, A.C.M. Biologia molecular do processo de infecção por *Agrobacterium spp.* Fitopatologia Brasileira, vol.28 no.5, 2003.

CARNEIRO, A.A.; VALICENTE, F.H.; WAQUIL, J.M.; VASCONCELOS, M.J.V.; CARNEIRO, N.P.; MENDES, S.M. Milho Bt: Teoria e Prática da Produção de Plantas Transgênicas Resistentes a Insetos-Praga. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2009. 26p. (Circular Técnica 135).