

ANEXO II - FORMULÁRIO PARA DISCIPLINAS DA PÓS-GRADUAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SECRETARIA ACADÉMICA DE PÓS-GRADUAÇÃO (SAPG)

PROGRAMA ANALÍTICO

DISCIPLINA

Código: IA-1325	Nome: FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO
Créditos*: 03 (ver Obs.)	Carga Horária: 03 cr, 30 T: 30 P, carga horária total: 60

*Cada crédito Teórico corresponde a 15 horas-aula e cada Prático a 30 ou 45 horas.

DEPARTAMENTO DE: SOLOS
INSTITUTO DE: AGRONOMIA
PROFESSOR(ES): Veronica Massena Reis

OBJETIVOS:

Apresentar novos conhecimentos teóricos e práticos referentes à fixação biológica de nitrogênio, com ênfase nos sistemas mais promissores para a agricultura tropical..

EMENTA:

Biologia dos sistemas fixadores de nitrogênio. Bioquímica e genética dos organismos fixadores de nitrogênio. Infecção e desenvolvimento dos nódulos. Fisiologia da fixação. Fatores limitantes à fixação. Microbiologia e ecologia dos microrganismos fixadores. Aspectos agronômicos das culturas associadas a bactérias diazotróficas. Inoculação. Genética dos hospedeiros que alojam microrganismos fixadores de nitrogênio.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

1. NUTRIÇÃO DE NITROGÊNIO DAS PLANTAS. Absorção e assimilação do nitrogênio. Translocação do nitrogênio e mecanismos de controle da assimilação.
2. BIOLOGIA DOS SISTEMAS FIXADORES DE NITROGÊNIO. Principais microrganismos diazotróficos. Associações de bactérias diazotróficas com plantas superiores. Fisiologia e bioquímica de diazotróficos.
3. BIOQUÍMICA DA FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO. Estrutura e mecanismo de ação da nitrogenase. Transporte de elétrons para nitrogenase. Proteção contra oxigênio. Papel da leg-hemoglobina. Papel da hidrogenase. Controle da atividade e da síntese da nitrogenase. Metabolismo de carboidratos.
4. INFECÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE NÓDULOS NAS LEGUMINOSAS. Processo de infecção. Formação e desenvolvimento dos nódulos. Fatores fisiológicos que afetam iniciação e desenvolvimento dos nódulos.
5. FISIOLOGIA DA FIXAÇÃO DE N₂ POR LEGUMINOSAS. Relação fisiológica e bioquímica entre nódulos e plantas. Fatores fisiológicos que influenciam a fixação de nitrogênio. Transporte e distribuição do nitrogênio fixado. Metabolismo de C e N dos nódulos. Balanço de C e N em plantas noduladas e não noduladas.
6. FATORES LIMITANTES DA FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO. Disponibilidade de nutrientes do solo. pH do solo. toxidez de Al e Mn. Nitrogênio do solo. Disponibilidade de água. Temperatura do solo.
7. RHIZOBIUM. MICROBIOLOGIA GERAL. Taxonomia. Morfologia e Citologia. Características das Culturas. Requerimento metabólicos. Atividades metabólicas.
8. ECOLOGIA DO RHIZOBIUM. Sobrevida do Rhizobium e habilidade de competição.

Antibióticos.

9. ASPECTOS AGRONÔMICOS DE CULTURAS ASSOCIADAS À BACTÉRIAS

DIAZOTRÓFICAS. Leguminosas de grão. Forrageiras e adubação verde. Florestais.

Aspectos agronômicos da FBN em gramíneas.

10. FISIOLOGIA DE FIXAÇÃO DE N₂ EM GRAMÍNEAS. Mecanismo de associação de bactérias diazotróficas com gramíneas.

11. INOCULAÇÃO DE LEGUMINOSAS. Critério para seleção de estirpes. Grupos de inoculação cruzada. Produção de inoculantes. Controle de qualidade de inoculantes.

Comercialização e uso.

12. ASPECTOS GENÉTICOS DA NODULAÇÃO E FIXAÇÃO DE N₂. Macrossimbionte.

Tipos de respostas de nodulação e efeito de nodulação. Controle genético da nodulação.

Melhoramento para aumento da massa nodular. Melhoramento para aumento da fixação de N₂. Microssimbionte. Genética de microrganismos fixadores de nitrogênio. Mecanismos de perda e ganho de Nif gens por bactérias. Controle genético da FBN. Técnicas de biologia molecular no estudo da FBN.

13. QUANTIFICAÇÃO DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO. Redução de acetileno e acumulação de N. Métodos isotópicos.

14. MICORRIZAS. Micorrizas I. Biologia. Micorrizas II. Taxonomia. Micorrizas III.

Taxonomia da MVA. Interação das micorrizas VA com a FBN. Produção comercial de inoculante e inoculação com ecto e endomicorrizas.

15. REGULAÇÃO INTERNA DO pH EM PLANTAS. Regulação interna do pH em plantas. O conceito bioquímico e biofísico de pH stat. Equilíbrio iônico na rizosfera de plantas. Efeito da FBN no equilíbrio iônico interno da planta e no solo. Implicação teórica da FBN em relação e eficiência da planta em usar energia, água, ferro e molibdênio.

16. APRESENTAÇÃO DE SEMINÁRIOS

METODOLOGIA:

Item exigido em alguns Programas de Pós-graduação.

BIBLIOGRAFIA: (usar normas ABNT para as citações)

BÁSICA:

- ADEL ELBELTAGY, KIYO NISHIOKA, TADASHI SATO, HISA SUZUKI, BIN YE, TORU HAMADA, TSUYOSHI ISAWA, HISAYUKI MITSUI AND KIWAMU MINAMISAWA. Endophytic Colonization and In Planta Nitrogen Fixation by a Herbaspirillum sp. Isolated from Wild Rice Species Applied and Environmental Microbiology, Nov. 2001, p. 5285?5293 Vol. 67, No. 11.
- BALDANI, J.I., CARUSO, L., BALDANI, V. L. D., GOI, S. R., AND DOBEREINER, J. Recent advances in BNF with non-legume plants. Soil Biology and Biochemistry, 29: 911-922, 1997.
- BALDANI, V. L. D. ; BALDANI, José Ivo ; KRIEG, Noel R ; HARTMANN, Anton ; DÖBEREINER, Johanna . Genus II - Azospirillum. In: J. Brenner; Noel R. Krieg; James T. Staley. (Org.). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. 2 ed. New York: Springer Science, 20 v. 2, p. 7-26.
- BODDEY, R.M. Methods for quantification of nitrogen fixation associated with gramineae. CRC Critical Review Plant Science 6: 209-266, 1987.
- BODDEY, R. M. ; ALVES, B. J. R. ; REIS, V.M. ; URQUIAGA, S. ; URQUIAGA, S. Biological Nitrogen Fixation in Agroecosystems and Plant Roots. In: Norman Uphoff. (Org.). Biological Approaches to Sustainable Soil Systems. : , 2006, v. 1, p. 177-189.
- BODDEY, R.M. & DÖBEREINER, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: Recent progress and perspectives for future. Plant and Soil. 42:241-250, 1995.
- BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; ZOTARELLI, L. (egresso); OKITO, A; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. (docente). Nutrient mining or carbon sequestration? BNF inputs can make the difference. In: D. Dakora, Samson B.M. Chimphango, Alex J. Valentine, Claudine Elmerich and William E. Newton. (Org.). Biological nitrogen fixation: towards poverty alleviation through sustainable agriculture. Berkeley: Springer, 2008, p.11-14.
- DAVIS, R., LEHMAN, L., PETROVICH, R., SHAH, V.K., ROBERTS, G.P., AND LUDDEN, P.W. (1996). Purification and characterizaton of the alternative nitrogenase from the photosynthetic bacterium Rhodospirillum rurum. J. Bacteriol., 178, 1445-1450.
- ELMERICH, C.; KONDOROSI, A.; NEWTON, W.E. Biological nitrogen fixation for the 21st century; proceedings of the 11th International Congress on Nitrogen Fixation, Institut Pasteur, Paris, France, Dordrecht: Kluwer, 1998. 708p. (Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, v.31).
- FRANGE, C., LINDSTRÖM, K., ELMERICH, C. (2009). Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants. Plant and Soil 321: 35-59.
- FUENTES-RAMÍREZ, L. E., T. JIMÉNEZ-SALGADO, I. R. ABARCA-OCAMPO, AND J. CABALLERO-MELLADO; 1993. Acetobacter diazotrophicus, an indoleacetic acid producing bacterium isolated from sugarcane cultivars of Mexico Plant Soil, vol. 154, pp. 145-150.
- FUENTES-RAMÍREZ, L. E., J. CABALLERO-MELLADO, J. SEPÚLVEDA, AND E. MARTÍNEZ-ROMERO; 1999. Colonization of sugarcane by Acetobacter diazotrophicus is inhibited by high N-fertilization FEMS Microbiol. Ecol., vol. 29, pp. 117-128.
- GILLIS M, KERTERS K, HOSTE B, JANSENS D, KROPPISTEDT R M, STEPHAN M P, TEIXEIRA K R S, DOBEREINER J AND DELEY J 1989 Acetobacter diazotrophicus sp. nov. a nitrogen fixing acetic acid bacterium associated with sugar cane. Int. J. Syst. Bacteriol. 39, 361-364.
- HARTMANN, A. & ZIMMER, W. Physiology of Azospirillum. In: Okon, Y., ed. Azospirillum/Plant associations. Boca Raton, CRC Press, p.15-39, 1994. - HAUWAERTS, D., G. ALEXANDRE, S. K. DAS, J. VANDERLEYDEN, AND I. B. ZHULIN. 2002. A major chemotaxis gene cluster in Azospirillum brasilense and relationships between chemotaxis operons in alpha-proteobacteria. FEMS Microbiol. Lett. 208:61-67.
- JAMES, E. K., AND F. L. OLIVARES; 1997. Infection and colonization of sugar cane and other

graminaceous plants by endophytic diazotrophs Crit. Rev. Plant Sci., vol. 17, pp. 77-119.

- PEDROSA, F.O.; HUNGRIA, M.; YATES, M.G. & NEWTON, W.E., Nitrogen fixation: from molecules to crop productivity; proceedings of the 12th International Congress on Nitrogen Fixation, 1999, eds. Foz do Iguaçú. Dordrecht: Kluwer. P. 13-18. (Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, 38), 2000.
- Raymond, J. Siefert, J.L., Staples, C.R., Blankenship, R.E. The Natural History of Nitrogen Fixation. (2004) MOLECULAR BIOLOGY AND EVOLUTION 21(3): 541-554 Published: MAR 2004
- REIS, V.M.; BALDANI, V. L. D. ; BALDANI, J. I. Ecologia, isolamento e identificação de bactérias diazotróficas. I. Adriana Maria de Aquino; Renato Linhares. (Org.). Processos Biológicos no Sistema Solo-Planta: Ferramentas para uma agricultura sustentável. 1 ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2005, v. 1, p. 257-279.
- REIS, V. M.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D.; DOBEREINER, J. Biological dinitrogen fixation in Gramineae and palm trees. Critical Reviews In Plant Sciences, Boca Raton: 19 (3), pp. 227-247, 2000.
- REIS JR, F. B. DOS, REIS, V. M., URQUIAGA, S., AND DOBEREINER, J. Influence of nitrogen fertilisation on the population of diazotrophic bacteria *Herbaspirillum* spp. and *Acetobacter diazotrophicus* in sugarcane (*Saccharum* spp.). Plant Soil, 219, 153-159, 2000.
- REIS, V. M.; OLIVARES, F. L., AND DOBEREINER, J. Improved methodology for isolation of *Acetobacter diazotrophicus* and confirmation of its endophytic habitat. World J. Microbiol. Biotechnol., 10, 101-104, 1994.
- REIS, V. M., AND DOBEREINER, J. Effect of high sugar concentration on nitrogenase activity of *Acetobacter diazotrophicus*. Arch. Microbiol., 171, 13-18, 1998.
- REIS JR F.B. DOS; REIS V.M, URQUIAGA S., DOBEREINER J. (2000a) Influence of nitrogen fertilisation on the population of diazotrophic bacteria *Herbaspirillum* spp. and *Acetobacter diazotrophicus* in sugarcane (*Saccharum* spp.). Plant and Soil, 219, 153-159.
- REIS JR J.B., SILVA L.G., REIS V.M., DOBEREINER J. (2000). Ocorrência de bactérias diazotróficas em diferentes genótipos de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35, 985-994.
- REIS V.M., OLIVARES FL, DOBEREINER J (1994) Improved methodology for isolation of *Acetobacter diazotrophicus* and confirmation of its endophytic habitat. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 10, 101-104.
- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. Biotecnologia do solo; fundamentos e perspectivas. Brasília, MEC/ESAE/FAEPE/ABEAS, 1988. 23p
- SOFIE DOBBELAERE, JOS VANDERLEYDEN, AND YAACOV OKON. Plant Growth-Promoting Effects of Diazotrophs in the Rhizosphere Critical Reviews in Plant Sciences, 22(2):107-149. 2003.
- SPAEPEN, S., VANDERLEYDEN, J., OKON, Y. (2009). Plant-Growth-Promoting actions of rhizobacteria. Advances in Botanical Research 51: 284320.
- SPRENT, J.I. The biology of nitrogen-fixing organisms. London, Mc.Graw-Hill Book, 1979. 196p. (European Plant Biology Series).
- SUMNER, M.E. Crop responses to *Azospirillum* inoculation. Advances in Soil Sciences. 12:54-123, 1990.
- SUZANNE E. GREER-PHILLIPS, BONNIE B. STEPHENS AND GLADYS ALEXANDRE. An Energy Taxis Transducer Promotes Root Colonization by *Azospirillum brasiliense* Journal of Bacteriology, Oct. 2004, p. 6595-6604 Vol. 186, No. 19.
- THOMAS HUREK, LINDA L. HANDLEY, BARBARA REINHOLD-HUREK AND YVES PICHE. Azoarcus Grass Endophytes Contribute Fixed Nitrogen to the Plant in an Unculturable State. MPMI Vol. 15, No. 3, 2002, pp. 233-242.
- URQUIAGA S., CRUZ K. H. S., BODDEY, R. M. Contribution of nitrogen fixation to sugarcane: Nitrogen-15 and nitrogen balance estimates. Soil Sci. Soc. Am. J., 56, 105-114, (1992).

- VANDE BROEK, A., M. LAMBRECHT, AND J. VANDERLEYDEN. 1998. Bacterial chemotactic motility is important for the initiation of wheat root colonization by Azospirillum brasilense. *Microbiology* 144:2599-2606.
- VANDE BROEK, A., AND J. VANDERLEYDEN. 1995. The role of bacterial motility, chemotaxis, and attachment in bacteria-plant interactions. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 8:800-810.
- YONEAMA, T., MURAOKA, T., KIM, T. H., DAVANAY, E. V., AND NAKANISHI, Y. T. The natural 15N abundance of sugarcane and neighboring plants in Brazil, the Philippines and Miyako (Japan). *Plant Soil*, 189: 239-244, 1997.
- ZHIYUAN TAN, THOMAS HUREK AND BARBARA REINHOLD-HUREK. Effect of N-fertilization, plant genotype and environmental conditions on nifHgene pools in roots of rice. *Environmental Microbiology* (2003) 5. (10), 1009-1015.
- ZAHRAN, H. H.; 1999. Rhizobium-legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, vol. 63, pp. 968-989.
- Zehr, J., Jenkins, B.D., Short, S.M., Steward, G.F. (2003) Nitrogenase gene diversity and microbial community structure: a cross-system comparison. *Environmental Microbiology* 5: (7), 539-554.

PERIÓDICOS:

Tópicos Especiais em Ciência do Solo. Série Especial da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Vários números.

Artigos selecionados do Journal of Soil Science of America, Plant and Soil, Pesquisa Agropecuária Brasileira e da Revista Brasileira de Ciência do Solo.

COMPLEMENTAR:

Outras publicações disponíveis através do docente ou em bibliotecas que o aluno tenha acesso livre.

PERÍODICOS CIENTÍFICOS E OUTROS:

O conteúdo do programa deve ser respaldado por bibliografia adequada e atual, que inclua periódicos e textos científicos de revisão relevantes na subárea de conhecimento da disciplina.