



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Cursos de Posgrado

Datos generales

- a) Tipo de actividad: curso teórico práctico de posgrado
- b) Denominación: **Interacción planta-microorganismos.**
- c) Unidad académica responsable: Facultad de Ciencias Agrarias
- d) Destinatarios: Ingenieros Agrónomos, Lic. en Biología y egresados de carreras afines

e) **Fecha: desde el 04 al 07 de diciembre de 2023**

f) **Modalidad del cursado: presencial**

g) Carga horaria: 30 h

h) Créditos propuestos: 2 créditos

i) Cupo (especificar cupo mínimo y máximo).

Mínimo: 25 participantes.

Máximos: 30 participantes.

j) Arancel: \$ 35.000 (pesos treinta y cinco mil)

k) Certificaciones a otorgar: únicamente se entregarán certificados de aprobación digitales.

l) Condiciones mínimas, de base, a cumplir para ACCEDER AL CURSADO DE LA ACTIVIDAD:

A) Haber abonado el arancel antes del inicio de la actividad.

B) Haber cumplimentado correctamente el formulario de inscripción, adjuntando la documentación probatoria pertinente y adecuada.

m) Condiciones a cumplir para la emisión del certificado:

- cumplir con un mínimo de 80% de asistencias presenciales
- haber abonado el arancel correspondiente
- aprobar las instancias de evaluación

Coordinación y Docentes a cargo

Directora: Dra. Mónica Collavino

Coordinadora: Dra. Marina Cardozo

Equipo docente:

Nombre y Apellido	Título	Funciones	hs
Alejandro Perticari	Ingeniero agrónomo	Profesor dictante	3
Gustavo Gonzalez Anta	Ingeniero agrónomo	Profesor dictante	3
Cecilia Prieto	Dra.	Profesor dictante	3
Collavino Mónica M.	Dra.	Profesor dictante/directora	3
Cristina Sotelo	Mgter.	Profesor dictante	3
Ernestina Galdeano	Dra.	Profesor dictante	4



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Marina C. Cardozo	Dra.	Profesor dictante/Coordinadora	3
Silvana Velázquez	Dra.	Profesor dictante	8
Silvia Schaller Silva	Lic. en Cs. Biológicas	Auxiliar docente	7
Nicolas Leandro Ortiz	Ing.	Auxiliar docente	7

Link de la carpeta con acceso a los CV:

https://drive.google.com/drive/folders/1Jqk7J8TsOLukJskuBTgkcTKU8tB9AclV?usp=drive_link

1.1.1. Programación didáctica del curso, seminario o taller

a) Objetivos

- Profundizar el conocimiento acerca de los factores bioquímicos y moleculares implicados en diferentes interacciones planta-microorganismo
- Comprender conceptos básicos acerca de la genética de la resistencia a enfermedades en plantas
- Identificar mecanismos microbiológicos implicados en las interacciones PGPM (Plant Growth-Promoting Microbes)
- Comprender los principales factores ambientales que afectan las diferentes interacciones PGPM
- Conocer metodologías de aislamiento, evaluación y conservación de microorganismos PGPM
- Comprender la potencialidad del uso de microorganismos promotores del crecimiento para la productividad agrícola sustentable

b) Contenidos

Unidad 1-Bacterias promotoras del crecimiento vegetal

Bacterias asociadas a la superficie vegetal y endofíticas. Conceptos biológicos generales. Aislamiento. Potencialidades asociadas a la promoción del crecimiento vegetal. Mecanismos de acción directos e indirectos. Evaluación de los principales mecanismos de promoción del crecimiento vegetal. Aplicación de microorganismos benéficos (PGPM) en la producción sustentable. Bioinsumos. Conceptos generales. Experiencias regionales en cultivos extensivos, hortícolas y pasturas. Evaluación de los inoculantes. Posibilidad de nuevos inoculantes en el mercado (9 hs) **Dra Marina Cardozo (IBONE, Conicet-FCA, UNNE), Mgtr. Cristina Sotelo (Instituto Agrotécnico Fuentes Godo-FCA, UNNE), Ing. Agr. Gustavo González Anta (INDRASA Biotecnología S.A., Río Cuarto, Córdoba)**

Unidad 2-Simbiosis *Rhizobium*-leguminosa. Conceptos generales de la simbiosis. Especificidad de la interacción, intercambio de señales en las etapas tempranas de reconocimiento. Mecanismos de control de la infección. Los rizobios como PGPM en plantas no leguminosas. Diversidad de rizobios en el suelo: Métodos de estudios clásicos y modernos. Aportes de la fijación biológica de N en leguminosas presentes en nuestro país. Estado actual y perspectivas (6 hs) **Dra Mónica Collavino (IBONE, Conicet-FCA, UNNE) Ing. Agr. Alejandro Peticari (EEA INTA San Luis, AER Convarán)**

Unidad 3-Hongos formadores de Micorrizas Arbusculares. Definición de micorrizas. Clases de micorrizas (Ecto y endo micorrizas). Biología de Micorrizas arbusculares: Morfología, Taxonomía, Identificación. **Funciones de las micorrizas.** Demanda de carbohidratos, incremento de la rizósfera; toma de nutrientes. Nutrición del P. Captación de otros elementos. Función de micorrizas arbusculares en condiciones edáficas adversas; función en la agregación del suelo y en situaciones climáticas adversas. Manejo de micorrizas arbusculares en sistemas de producción. **Clase práctica.** Tinción de raíces y observación de las estructuras características (micelio externo e interno, arbusculos, vesículas, puntos de entrada y circunvoluciones). Aislamiento de esporas de Glomeromycota e identificación de los



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

morfortipos Acaulosporoide, Glomoide y Gigasporoide (8 hs) **Dra Silvana Velázquez (Instituto Spegazzini, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP)**

Unidad 4-Interacción Planta-Patógeno. Mecanismos de patogénesis: hongos, bacterias, virus; biótropos, necrótrofos. Reconocimiento, factores de virulencia, PAMPs, MAMPs. Componentes de la resistencia innata y adquirida. Resistencia "no hospedante". Resistencia "gen a gen". Respuesta de Hipersensibilidad (HR); Resistencia Sistémica Adquirida (SAR). Resistencia a virosis y silenciamiento génico. (7 hs) **Dra Ernestina Galdeano (IBONE-FCA-UNNE) Dra Cecilia Prieto ((IBONE-FCA-UNNE)**

- c) Metodología de enseñanza; Clases expositivas presenciales y virtuales sincrónicas
 - Trabajos Prácticos de Laboratorio
 - Elaboración de informes
 - Análisis, intercambio y discusión de casos de aplicación de manera grupal y colaborativa.
- d) Materiales didácticos a utilizar
 - Guías de Trabajos Prácticos de Laboratorio
 - Presentaciones de apoyo visual a las clases expositivas
 - Guías de estudios para el análisis de casos
- e) Modalidad de la evaluación final: **Individual.**
- f) Requisitos de aprobación del curso:
 - cumplir con un mínimo de 80% de asistencias presenciales
 - haber abonado el arancel correspondiente
 - aprobar las instancias de evaluación
- n) **Cronograma** estimativo: El curso durará cinco días, con clases de seis horas por día. **Fecha de inicio y finalización: desde el 13 al 17 de noviembre de 2023.**

g) **Bibliografía básica**

Unidad 1

Blaaha D, Prigent Combaret C, Mirza M S, Moënne - Loccoz Y. 2006. Phylogeny of the 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase-encoding gene *acdS* in phytobeneficial and pathogenic Proteobacteria and relation with strain biogeography. *FEMS Microbiol Ecol.* 56:455-470

Bressan W y Borges M. 2004. Delivery methods for introducing endophytic bacteria into maize. *Biocontrol* 49: 315-322.

Figueiredo, J. E. F.; Gomes, E. A.; Guimarães, C. T.; Lana, U. G. P., Teixeira, M. A.; Corrêa Lima, G. V.; Bressan, W. 2009. Molecular analysis of endophytic bacteria from the genus *Bacillus* isolated from tropical maize (*Zea mays* L.). *Brazilian Journal of Microbiology.* 40: 522-534

Ikeda, S., Kaneko, T., Ohkubo, T., Rallos, L.E., Eda, S., Mitsui, H., et al. 2009. Development of a bacterial cell enrichment method and its application to the community analysis in soybean stems. *Microbiol. Ecol.* 58: 703-714.

Nautiyal C (1999) An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. *FEMS Microbiol Lett* 170:265-270

Patten, C. L. and Glick, B. R. 2002 Regulation of indoleacetic acid production in *Pseudomonas putida* GR12-2 by tryptophan and the stationary-phase sigma factor RpoS. *Can. J. Microbiol.* 48: 635-642.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Penrose, D.M., Glick, B.R., 2003. Methods for isolating and characterizing ACC deaminase containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiol. Plant.* 118, 10–15.

Pérez-Miranda, S. et al. .2007. O-CAS, a fast and universal method for siderophore detection. *J. Microbiol. Methods* 70, 12731

Pérez, C. A.; Rojas, S. J.; Vale, M. H. 2009. Biología y perspectiva de microorganismos endófitos asociados a plantas. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 1(2).

Szilagyi-Zecchin, V. J.; Ikeda, A. C.; Hungria, M.; Adamoski, D.; Kava-Cordeiro, V.; Glienke, C.; Galliterasawa, L.V. 2014. Identification and characterization of endophytic bacteria from corn (*Zea mays* L.) roots with biotechnological potential in agriculture. *AMB Express*, 4:26

Unidad 2

Oldroyd, G.E.; Murray, J.D.; Poole, P.S.; Downie, J.A. The rule of engagement in the legume-rhizobial symbiosis. *Annu. Rev. Genet.* 2011, 45, 119–144.

Gage, D.J. Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 2004, 68, 280–300, doi:10.1128/MMBR.68.2.280-300.2004.

Hirsch, A.M. 1999. Role of lectins (and rhizobial exopolysaccharides) in legume nodulation, *Current Opinion in Plant Biology*, 2: 320-326. /10.1016/S1369-5266(99)80056-9.

Haag AF, Arnold MF, Myka KK, Kerscher B, Dall'Angelo S, Zanda M, Mergaert P, Ferguson GP. Molecular insights into bacteroid development during *Rhizobium*-legume symbiosis. *FEMS Microbiol Rev.* 2013 May;37(3):364-83. doi: 10.1111/1574-6976.12003. Epub 2013 Apr 2. PMID: 22998605.

Kondoroski E, Mergaert P, Kereszt A. A paradigm for endosymbiotic life: cell differentiation of *Rhizobium* bacteria provoked by host plant factors. *Annu Rev Microbiol.* 2013; 67:611-28. doi: 10.1146/annurev-micro-092412-155630. PMID: 24024639.

Jaiswal SK., Mohammed M, Ibny FY.I., Dakora FD. 2021. Rhizobia as a Source of Plant Growth-Promoting Molecules: Potential Applications and Possible Operational Mechanisms. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4: 10.3389/fsufs.2020.619676

Unidad 3

Błaszowski, J. (2012). *Glomeromycota*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.

Brundrett, M., Melville, L., Peterson, L., (1994). *Practical Methods in Mycorrhizal Research*. Mycologue Publications, University of Guelph, Guelph, Ontario.

Cabello, M. N., Albanesi, A., & Brandan, C. (2013). Control de calidad de inoculantes formulados con hongos micorrícicos arbusculares (HMA). En: Albanesi, A. S., Benintende, S., Cassán, F., Peticari, A. (Editores) *Manual de procedimientos microbiológicos para la evaluación de inoculantes*. REDCAI - DIMAyA - Asociación Argentina de Microbiología. Buenos Aires, Argentina pp 45-54.

Gerdemann, J. W., & Nicolson, T. H. (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological society*, 46(2), 235-244.

Parniske, M. (2008). Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. *Nature Reviews Microbiology*, 6(10), 763-775.

Peterson, R. L., Massicotte, H. B., & Melville, L. H. (2005). Book review *Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology*. Symbiosis.

Plenchette, C., Fortin, J. A., & Furlan, V. (1983). Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. *Plant and soil*, 70(2), 199-209.

Phillips, J. M., & Hayman, D. S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British mycological Society*, 55(1), 158-161.

Shüßler, A., Schwarzott, D., & Walker, C. (2001). A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. *Mycological research*, 105(12), 1413-1421.

Velázquez, M. S., Valdés, F. E., & Abarca, C. L. (2020). Tecnología de la inoculación. En: *Micorrizas arbusculares*. Libros de Cátedra, EDULP, 2020.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Walker, C., Mize, C. W., & McNabb Jr, H. S. (1982). Populations of endogonaceous fungi at two locations in central Iowa. *Canadian Journal of Botany*, 60(12), 2518-2529.

Unidad 4

Dickinson, M. (2003) *Molecular Plant Pathology*. Bios Scientific Publishers. London UK.

Mapuranga J, Zhang N, Zhang L, Chang J and Yang W (2022) Infection Strategies and Pathogenicity of Biotrophic Plant Fungal Pathogens. *Front. Microbiol.* 13:799396. doi: 10.3389/fmicb.2022.799396.

E. Oliveira-Garcia, B. (2015) Valent How eukaryotic filamentous pathogens evade plant recognition. *Curr. Opin. Microbiol.*, 26, pp. 92-101. doi: /10.1016/j.mib.2015.06.012.

Mengiste T. 2012. Plant immunity to necrotrophs. *Annual Review of Phytopathology* 50:267-94.

Bent A.F., Mackey D. 2007. Elicitors, effectors, and R genes: the new paradigm and a lifetime supply of questions. *Annual Review of Phytopathology* 45:399-436.

Dodds P.N. and Rathjen J.P. 2010. Plant immunity: towards an integrated view of plant-pathogen interactions. *Nature Reviews* 11: 539-548.

Glazebrook, J. 2005. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 43: 205-227.

Pieterse C.M.J., Van der Does D., Zamioudis C., Leon-Reyes A., Van Wees S. C.M. 2012. Hormonal modulation of plant immunity. *Annual Review of Cell and Developmental Biology* 28:489-521.

Melotto M., Kunkel B.N. (2013) Virulence Strategies of Plant Pathogenic Bacteria. In: Rosenberg E., DeLong E.F., Lory S., Stackebrandt E., Thompson F. (eds) *The Prokaryotes*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30141-4_62.

Complementaria

Unidad 1

Brick JM, Bostock RM, Silversone SE. 1991. Rapid in situ assay for indole acetic acid production by bacteria immobilized on nitrocellulose membrane. *Applied and Environmental Microbiology* 57: 535-538.

Collavino, M. M.; Sansberro, A.; Mroginski, L. A.; Aguilar, O. M. 2010. Comparison of in vitro solubilization activity of diverse phosphate-solubilizing bacteria native to acid soil and their ability to promote *Phaseolus vulgaris* growth. *Biol Fertil Soils* (2010) 46:727–738 DOI 10.1007/s00374-010-0480-x

Dobereiner J, Urquiaga S, Boddey RM. 1995. Alternatives for nitrogen nutrition of crops in tropical agriculture. *Fertilizer Research* 42: 339-346.

Honma, M., Shimomura, T. 1978. Metabolism of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. *Agric. Biol. Chem.* 42: 1825–1831.

Punschke K., Mayans M. 2011. Selección de cepas de *Herbaspirillum* spp. promotoras del crecimiento de arroz. *Agrociencia Uruguay - Volumen 15* 1:19-26

Suhandono, S., Kusumawardhani, M. K.; Aditiawati, P. 2016, Isolation and Molecular Identification of Endophytic Bacteria From Rambutan Fruits (*Nephelium lappaceum* L.) Cultivar Binjai, HAYATI J Biosci <http://dx.doi.org/10.1016/j.hjb.2016.01.005>

Yeager CM., Kornosky JL., Housman DC., Grote EE., Belnap J., and Kuske CR. (2004). Diazotrophic community structure and function in two successional stages of biological soil crusts from the Colorado Plateau and Chihuahuan Desert. *Appl Environ Microbiol* 70: 973–983.

Unidad 2

Y. Liang et al., Nonlegumes respond to rhizobial Nod factors by suppressing the innate immune response. *Science* 341, 1384–1387 (2013).

Unay J, Perret X. A Minimal Genetic Passkey to Unlock Many Legume Doors to Root Nodulation by Rhizobia. *Genes* (Basel). 2020 May 7;11(5):521. doi: 10.3390/genes11050521. PMID: 32392829; PMCID: PMC7290934.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Poole, P., Ramachandran, V. & Terpolilli, J. Rhizobia: from saprophytes to endosymbionts. *Nat Rev Microbiol* 16, 291–303 (2018). <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.171>

Link de la carpeta con acceso a los CV:

https://drive.google.com/drive/folders/1Jqk7J8TsOLukJskuBTgkcTKU8tB9AclV?usp=drive_link