

## **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SEMINARIO-TALLER “LOS INOCULANTES MICROBIANOS EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS” EN EL ÁREA DE MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA EN LA FCAYF (UNLP)**

Balagué, L.; Diosma, G.; Pastorino, G.; Martínez Alcántara, V.; Fermoselle, G.;  
Londero, A.; Franco, M.; Saparrat, M.; Balatti, P.

Curso de Microbiología Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP,  
Argentina.  
balaguelaura@gmail.com

Se presenta una experiencia desarrollada en la Cátedra de Microbiología Agrícola de las Carreras de Ingeniería Agronómica y Forestal. Previamente se había aplicado en el Curso de Grado el procedimiento de “Análisis de Producto Tecnológico”, utilizando inoculantes microbianos comerciales, lo que fomentó el interés de los alumnos por esta temática. En la actualidad, el desarrollo y el uso de los inoculantes microbianos, son claves para el manejo sustentable de los sistemas productivos agroforestales. Estos bioinsumos promueven el rendimiento de los cultivos y el control de enfermedades disminuyendo el riesgo ambiental por aplicación de agroquímicos. Se diseñó e implementó una Actividad Optativa Complementaria de Grado en el formato de un Seminario-Taller denominado “Inoculantes microbianos en los sistemas agrícolas. Aplicación, Control de calidad y perspectivas”. El propósito del mismo es brindar a los estudiantes el desarrollo de criterios teóricos y metodológicos sobre la producción, formulación y usos de microorganismos y así promover el manejo sustentable de los recursos naturales. Esta actividad incluye: presentación de los temas por los docentes incluyendo actividades prácticas de laboratorio y discusión de trabajos publicados, seminarios de especialistas invitados y visitas a fábricas productoras de inoculantes microbianos. Se llevó a cabo durante los ciclos lectivos 2014/16 y participaron 36 estudiantes, completándose las vacantes disponibles en cada oportunidad. Los estudiantes, en las encuestas realizadas, evaluaron satisfactoriamente la participación en esta actividad debido a que tiene estrecha articulación con el futuro rol profesional y se abordan temas actualmente relevantes en la Ingeniería Agraria y Forestal.

### **Introducción**

En la Cátedra de Microbiología Agrícola de las Carreras de Ingeniería Agronómica y Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAYF) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), se diseñó e implementó una Actividad Optativa Complementaria de Grado bajo la modalidad de un Seminario-Taller denominado “Inoculantes microbianos en los sistemas agrícolas. Aplicación, Control de calidad y perspectivas”.

En la actualidad, el desarrollo y el uso de los inoculantes microbianos, son claves para para el manejo sustentable de los sistemas productivos agroforestales. Estos bioinsumos se emplean con el fin de estimular el crecimiento vegetal y controlar enfermedades de las plantas disminuyendo el riesgo ambiental por aplicación de agroquímicos (Antoun and Prévost, 2005; García de Salamone, 2012) y para la conservación del forraje por medio del ensilaje. (Kristensen et al., 2010).

Se conoce una gran diversidad de microorganismos que se emplean en el ámbito agrícola: los microorganismos fijadores de nitrógeno (rizobios) que establecen simbiosis con leguminosas, a los que se suele conocer como biofertilizantes, que mediante el

proceso de fijación de nitrógeno atmosférico, permiten mantener los niveles de nitrógeno en el suelo y reducir el empleo de fertilizantes químicos, lo que da lugar a un sistema de producción sustentable, sin pérdidas en los rendimientos; las Bacterias Promotoras del Crecimiento (PGPR del inglés *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), como *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.* y *Azospirillum sp.*, por diversos mecanismos directos y/o indirectos, al asociarse con las plantas, estimulan su crecimiento y desarrollo, controlan microorganismos del suelo que pueden causar enfermedades y favorecen la tolerancia a condiciones climáticas adversas (Antoun and Prévost, 2005; Puente et al. 2010; García de Salamone, 2012).

Dado que el desarrollo de procesos biotecnológicos y el uso de las formulaciones biológicas están regulados legalmente, en el transcurso de esta actividad académica se incluyó esta temática, difundiendo la normativa establecida por el “Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria” (SENASA) en el Anexo I del “Manual para el registro de fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas en la República Argentina” (SENASA. Resolución 264/2011).

Para el control de calidad se usan diferentes protocolos, que deben ser reproducibles, confiables, simples y estar estandarizados, con este propósito la División de Microbiología Agrícola y Ambiental (DIMAYA), Asociación Argentina de Microbiología ha publicado el “Manual de Procedimientos Microbiológicos para la evaluación de inoculantes de la Red de Control de Calidad de Inoculantes (REDCAI)”, Documento de Procedimientos N° 2 (Albanesi et al, 2013).

Debido a la importancia del empleo de productos biológicos y los continuos avances en el desarrollo de nuevas formulaciones comerciales, enfatizamos la enseñanza en el conocimiento y usos de estas tecnologías. Desde el año 2012 se aplica en el Curso de Grado de Microbiología Agrícola el procedimiento de “Análisis de Producto Tecnológico” utilizando inoculantes microbianos comerciales, lo que fomentó el interés de los alumnos por esta temática (Balagué et al, 2012).

El Plan de estudios N° 8 de la Carrera de Ingeniería Agronómica. (Res CA N°222/04), de la FCAYF- UNLP actualmente vigente incluye, además de los 41 cursos obligatorios, 240 horas de actividades optativas y 170 horas de un Trabajo Final de Carrera (Informe autoevaluación ARCUSUR de la Carrera de Ingeniería Agronómica, 2009).

Conjuntamente al Plan de estudios, se instrumentó el Reglamento de Actividades Optativas de la FCAYF-UNLP (Res CA N°.007/06), promoviendo ámbitos de la enseñanza más articulados con la formación profesional de grado. Entre sus propósitos se favorece la profundización de la formación de grado y de generación de una vía para la modernización permanente del currículo.

De esta manera el diseño de nuevas actividades optativas (cursos, seminarios, talleres, pasantías) permite flexibilizar el currículo (Steiman, 2008) y que los estudiantes adquieran conocimientos complementarios en algunas disciplinas (Pérez et al., 2014).

El objetivo de este trabajo es dar a conocer una propuesta pedagógica curricular para la enseñanza de aspectos claves de la Microbiología Agrícola como son la producción y el manejo de inoculantes microbianos y los avances que se producen en la investigación y en la industria. En este marco, se diseñó e implementó un seminario-taller como actividad optativa con el objeto de brindar a los estudiantes el desarrollo de criterios teóricos y metodologías sobre la producción, formulación y usos de microorganismos y así promover el manejo sustentable de los recursos naturales.

## **Metodología**

### **Descripción del Seminario-Taller Contenidos**

Unidad 1: Inoculantes bacterianos y fúngicos. Usos actuales y perspectivas del empleo de inoculantes. Unidad 2: Criterios utilizados en la selección de microorganismos. Variables ambientales que afectan la producción industrial y la supervivencia en los formulados. Unidad 3: Control de calidad. Conocimientos básicos de metodologías utilizadas en la evaluación. Marco regulatorio. Unidad 4: Liberación de microorganismos al ambiente. Aplicaciones biotecnológicas. Marco regulatorio.

### **Objetivos específicos**

1.- Dimensionar el rol y el impacto de los inoculantes microbianos en el sector agrícola-forestal. 2.- Identificar los inoculantes microbianos empleados en el país y aquellos con una potencial aplicación. 3.- Reconocer las técnicas para evaluar la calidad de los productos que contienen microorganismos vivos. 4.- Comparar las técnicas que permiten aislar e identificar nuevos microorganismos para ser usados como inoculantes. 5.- Analizar los aspectos ecológicos claves que condicionan la supervivencia de los microorganismos empleados como inoculantes. 6.- Reconocer las normativas para el desarrollo e inscripción de formulaciones comerciales de inoculantes y los aspectos ecológicos considerados en las normativas vigentes.

Las estrategias de enseñanza implementadas incluyeron: encuentros áulicos teóricos y/o prácticos, seminarios de especialistas invitados, aplicación en el laboratorio de los protocolos desarrollados por el SENASA (2011) y la REDCAI (Albanesi et al., 2013) para evaluar la calidad de inoculantes y visita a una fábrica productora de inoculantes microbianos situada en la Ciudad de Pergamino, Provincia de Buenos Aires. Esta actividad se desarrolló en 8 encuentros durante los ciclos lectivos 2014/16 con la participación de un total 36 estudiantes, cubriéndose el cupo establecido anualmente. Para su acreditación los estudiantes realizaron trabajos grupales de integración y un seminario individual sobre la temática.

Para conocer la opinión de los estudiantes que participaron en esta actividad, se aplicó una encuesta incluyendo preguntas cerradas y abiertas, abordando diversos aspectos: como el desarrollo general del seminario, la organización, la pertinencia de los contenidos.

### **Resultados y discusión**

El análisis de las encuestas realizadas a los estudiantes (n: 36) reveló que la totalidad de los mismos manifestaron un notorio interés por los temas tratados. Ellos explicitaron que el contenido del curso es acorde a la aplicación de estrategias que integran y profundizan conocimientos de varias áreas de la Ingeniería Agronómica y Forestal y representa un panorama actualizado del desarrollo de tecnologías en la producción de inoculantes. En este sentido Follari (2010) destaca la importancia de contemplar en los planes de estudio asignaturas que tengan una mayor relación con las realidades sociales y profesionales de los futuros graduados. La posibilidad que el estudiante pueda tener participación en la elección de su trayecto formativo y ser consciente de las problemáticas de implicancia laboral, posibilita un incremento de sus aprendizajes significativos críticos (Moreira, 2005).

Además, los estudiantes manifestaron que resultó muy enriquecedora la participación en los seminarios de especialistas invitados provenientes de otros institutos de investigación de la Universidad y de la industria.

La organización del taller, la claridad en la exposición de los temas, la posibilidad de participar activamente en las actividades prácticas, fueron considerados también como aspectos positivos del Seminario-Taller.

La experiencia de la visita a la fábrica de producción de inoculantes resultó valiosa para los estudiantes, debido a que se presenta en una misma práctica todos los aspectos considerados en el Seminario. En la misma tuvieron la oportunidad de observar el proceso de producción a escala industrial, abarcando desde el control de calidad de las cepas de los inoculantes, hasta el empaque del producto final para su comercialización. Asimismo, los estudiantes pudieron comprender el valor que tiene el control de calidad de los productos envasados en base a microorganismos y el marco normativo (certificación de normas ISO) de la producción y comercialización de inoculantes.

Analizando las sugerencias de los estudiantes, éstos proponen para futuras ediciones la realización de ensayos en invernáculo de tratamientos inoculados con microorganismos de interés agronómico y la implementación de informes escritos individuales y/o grupales del seguimiento de estas actividades.

Acorde con los cambios curriculares graduales propuestos por Lucarelli (2009) en este seminario se complementan los contenidos impartidos en el nivel anterior del Curso de Microbiología Agrícola, favoreciendo la integración temática.

La implementación de actividades optativas como este Seminario-Taller contribuye a la adquisición de conocimientos que pueden resultar disparadores para profundizar y/o elegir disciplinas que les permita a los estudiantes iniciar una vía de especialización (Pérez et al., 2014), y que puedan tanto evaluar las características de su profesión como aprenderlas activamente (Follari, 2010).

### **Consideraciones finales**

Este seminario-taller es una actividad optativa que enriquece el trayecto formativo de los estudiantes dentro del currículo de las carreras de la Facultad de Cs. Agrarias y Forestales de la UNLP y constituye un ámbito articulador con su futura labor profesional con énfasis en el campo de la producción, formulación y aplicación de microorganismos que promueven un manejo sustentable de los sistemas productivos agroforestales.

### **Bibliografía**

Albanesi A, Benintende S., Cassan F., Peticari, A. (2013). Manual de procedimientos microbiológicos para la evaluación de inoculantes: REDCAI. AAM. Buenos Aires, Argentina. 78 p.

Antoun H. and Prévost D. (2005). Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria en PGPR: Biocontrol and Biofertilization. A. Siddiqui (ed.), Springer, pp 1–38.

Balagué L. J., Pastorino G. N., Diosma G., Martínez Alcántara V., Fermoselle, G., Guaymasi D., Videira, L., Valdés C., Kuzmanich, R., Saparrat M. C. N., Balatti P. A. (2012). “Aplicación de la metodología “análisis de producto tecnológico” en la enseñanza de Microbiología Agrícola empleando inoculantes microbianos” IV

Congreso Nacional, III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias. La Plata, Argentina. Tomo 1: pp 565-574.

Follari R. (2010). “El currículum y la doble lógica de inserción (lo universitario y las prácticas profesionales)”, en Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES), México, IISUEUNAM/

García de Salamone I. E. (2012). Use of Soil Microorganisms to Improve Plant Growth and Ecosystem Sustainability, The Molecular Basis of Plant Genetic Diversity, Prof. Mahmut Caliskan (Ed.), InTech, 374 p.

Informe de Autoevaluación de la Carrera de Ingeniería Agronómica Sistema ARCUSUR (2009). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.

Kristensen N. B., Sloth K. H., Højberg O., Spliid N. H., Jensen C., Thøgersen R. (2010) Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. J Dairy Sci. 93(8):3764-74. doi: 10.3168/jds.2010-3136.

Lucarelli, E. (2009). Teoría y práctica en la Universidad. “La innovación en la construcción del objeto disciplinar”. La innovación en el aula. Buenos Aires, Miño y Dávila. Cap 7. p 219- 247.

Moreira M. A. (2005). “Aprendizaje Significativo Crítico”. Conferencia dictada en el III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de septiembre de 2000. Publicada en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, pp. 33-45 con el título original de Aprendizaje Significativo Subversivo. Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, n° 6.

Pérez R., Leveratto D., Camogli M., Paso M. (2014). La Incidencia Del Curso Optativo Producción Apícola Como Estrategia De Flexibilización Curricular En La Carrera De Ingeniería Agronómica FCAYF (UNLP). Revista de divulgación técnica agropecuaria, agroindustrial y ambiental. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Vol. 1, n° 3, pp. 144-149.

Plan de Estudios N° 8 de la Carrera de Ingeniería Agronómica (2004). Res CA 222, 80p. Facultad de Ciencias. Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata

Puente M. L., García J. E. y Peticari A. (2010). Microorganismos para Mejorar la Nutrición y el Desarrollo en Trigo y Maíz. En Proyecto Inocular. 83 páginas. Ed INTA.

Reglamentación de Optativas. Res CA N°.007/06, Facultad de Ciencias. Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) en el Anexo I del “Manual para el registro de fertilizantes, enmiendas, sustratos, acondicionadores, protectores y materias primas en la República Argentina” (Resolución 264/2011).

Steiman J. (2008). Más didáctica: (en la educación superior). UNSAM.