

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA “ANÁLISIS DE PRODUCTO TECNOLÓGICO” EN LA ENSEÑANZA DE MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA EMPLEANDO INOCULANTES MICROBIANOS

Balagué Laura J. Pastorino Graciela N. Diosma Gabriela. Martínez Alcántara Virginia. Fermoselle Geraldine. Guaymasí Delfina. Videira Liliana. Valdés Camila. Kuzmanich Roman. Saparrat Mario CN. Balatti Pedro A.

Curso de Microbiología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP

balaguelaura@gmail.com

gnpastorino@gmail.com

Eje temático: 2 a

Palabras claves: Análisis de Producto. Educación Tecnológica. Bio-inoculante. Bio-fertilizante. Microbiología Agrícola

Resumen

El Curso de Microbiología Agrícola brinda a los estudiantes las bases estructurales y funcionales de los principales procesos biológicos llevados a cabo por los microorganismos en los sistemas agro-ecológicos. La producción agropecuaria, con el fin de incrementar la cantidad y calidad de alimentos, ha implementado diversas tecnologías, entre ellas, la adición de microorganismos en forma de inoculantes. Con el objeto de promover la interrelación de los contenidos del curso y fomentar la participación de los alumnos, se empleó el procedimiento de “Análisis de Producto”, utilizándose tres clases de inoculantes comerciales. Esta actividad se llevó a cabo durante el Ciclo Lectivo 2011. De acuerdo a lo observado por docentes y alumnos, las innovaciones realizadas conllevan a la comprensión de la relevancia de los microorganismos en el sector agrícola, a través de una práctica tecnológica de uso extensivo, logrando con su implementación un acercamiento de los alumnos hacia su futura actividad profesional.

Introducción

En el marco de la enseñanza universitaria de las ciencias biológicas, la Microbiología estudia la biología de los microorganismos y su interacción con el ambiente. La asignatura

Microbiología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de la Plata (UNLP) brinda a los estudiantes las bases estructurales y funcionales de los principales procesos biológicos, llevados a cabo por los microorganismos en los sistemas agro-ecológicos; su acción en las transformaciones de la materia orgánica y mineral; su importancia en la producción y conservación de alimentos; en la evaluación de la calidad del agua (Paul, 2007).

La producción agropecuaria, con el fin de incrementar la cantidad y calidad de alimentos, ha implementado diversas tecnologías, entre ellas, la adición de microorganismos en forma de inoculantes con el fin de favorecer distintos procesos: como la fijación biológica del Nitrógeno, la promoción del crecimiento vegetal y la conservación del forraje ensilado. La articulación de este abanico temático con la enseñanza de la Microbiología Agrícola resulta relevante para la capacitación de los futuros profesionales.

La tecnología analiza problemas, y busca alternativas y optimización de los procesos de producción, utilizando las bases científicas y la estructura económica y sociocultural del medio (Gay, 1997). El término “tecnología” se hace extensivo a los productos tecnológicos (objetos o situaciones), con dimensiones técnicas, científicas, también económicas, culturales y sociales, y cuyo objetivo es procurar la mejora de la calidad de vida. Para enseñar tecnología se utilizan procedimientos como el Análisis de Producto y los Proyectos Tecnológicos enfatizando un mejor aprendizaje a través de la operación metodológica (Gay, 2002).

En el “Análisis de producto” se implementan diferentes tipos de análisis: a nivel morfológico, funcional, estructural funcional, tecnológico, económico, comparativo, relacional, reconstrucción del surgimiento y la evolución histórica del producto y ambiental; permitiendo que el alumno no sólo describa el producto sino que también lo interrelacione con los aspectos culturales, económicos y tecnológicos (Gay, 2002). La secuencia del análisis puede variar, no siendo necesariamente un proceso lineal e incluso en algunas Unidades Temáticas se puede volver a reforzar alguna etapa del análisis.

La aplicación de metodologías innovadoras para la enseñanza de la Microbiología Agrícola, como el Análisis de Producto Tecnológico, empleando inoculantes microbianos, representa una estrategia didáctica que abarca varias unidades del programa curricular del Curso, dentro del eje: utilización de los microorganismos en la industria o en los procesos productivos.

El Plan de estudios vigente de la Carrera de Ingeniería Agronómica y Forestal de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, promueve la utilización de estrategias de enseñanza-aprendizaje que involucren la formación teórico-práctica y los espacios curriculares que

trabajan la crítica, la reflexión y el desarrollo de criterios sobre problemáticas específicas, por lo tanto, es prioritario innovar el abordaje de temas donde los trabajos prácticos asumen un rol central (UNLP, 2005).

Se espera que con el desarrollo del Análisis de Producto Tecnológico, no sólo se promueva la adquisición de aspectos básicos vinculados con el rol que cumplen los microorganismos en la producción agrícola y forestal, sino que constituya un escenario simulado que acerque al alumno a una de las tecnologías de mayor desarrollo y potencial en la actualidad, como son los bio-inoculantes y bio-fertilizantes. Asimismo, esta metodología permitiría a los alumnos apropiarse de los conocimientos fundamentales sobre la fisiología, la nutrición y la supervivencia de los microorganismos presentes en formulaciones comerciales. Como también diferenciar y seleccionar los modelos de resolución de problemas tecnológicos relacionados a aspectos microbiológicos, generando una actitud exploratoria y activa que favorezca la experimentación y la utilización del instrumental del laboratorio de microbiología.

Objetivo

Presentar una propuesta curricular para la enseñanza de la Microbiología Agrícola, aplicando la metodología de “Análisis de Producto Tecnológico” con el empleo de inoculantes comerciales.

Con esta implementación en el desarrollo del curso se espera:

- Que los alumnos adquieran conocimientos sobre las características de las bacterias utilizadas en la formulación de inoculantes, e identifiquen metodologías para su selección y uso de acuerdo con la actividad biológica requerida.
- Promover la interrelación de los contenidos del curso.
- Fomentar la participación de los alumnos relacionando este aprendizaje con su futura práctica profesional.

Metodología y recursos

Durante el ciclo lectivo 2011, doscientos (200) alumnos cursaron la asignatura Microbiología Agrícola. La actividad “Análisis de Producto” se planificó para ser desarrollada a lo largo de todo el curso. Previamente a cada Trabajo Práctico los alumnos recibieron una introducción con los conceptos básicos y el marco teórico de las diferentes Unidades Temáticas. Las

prácticas se desarrollaron en el laboratorio, donde se organizaron 11 comisiones con 18 alumnos cada una.

Como Producto Tecnológico se analizaron muestras de tres clases de inoculantes comerciales. Cada comisión trabajó con uno de ellos.

Los inoculantes estaban formulados en base a una cepa microbiana específica:

a) *Bradyrhizobium japonicum*, se emplea como biofertilizante en el cultivo de soja (*Glycine max* L Merr), por su capacidad de fijar nitrógeno (Montero, 2001; Hungria, 2005).

b) *Pseudomonas fluorescens*, pertenece al grupo de las bacterias conocidas como Bacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR). Se emplea como biofertilizante en cultivos de maíz. La estimulación que produce la bacteria sobre el desarrollo del cultivo se debe a varios mecanismos: acción solubilizadora de fósforo del suelo, producción de fitohormonas que mejoran la plasticidad de la pared celular, incremento en la resistencia a hongos patógenos, a través de la producción de antibióticos y sideróforos (Pérez, 2000; Mehnaz, 2010).

c) *Lactobacillus plantarum*, se emplea como inoculante que se aplica sobre el material vegetal picado para favorecer la obtención del ensilado, debido a la producción de ácido láctico (Weinberg, 2002; Contreras-Govea, 2006; Vicente, 2008).

En la primera parte del Curso, que abarca siete clases teórico-prácticas, se realizaron las siguientes actividades: preparación de material de laboratorio, elaboración de medios de cultivos, esterilización; aislamiento y cultivo de los microorganismos provenientes de los inoculantes, observaciones microscópicas; recuento de unidades formadoras de colonias (UFC); evaluación de las características fisiológicas y tolerancia a distintos factores ambientales.

En la segunda parte se estudiaron: ciclos de los nutrientes en el suelo, técnicas de la aplicación de los microorganismos, efecto de los inoculantes sobre los cultivos, conservación de forrajes y uso comercial.

Con la finalidad de que los alumnos tomen contacto directo con la formulación, producción y aplicación de bio-insumos de uso en el sector agrícola y forestal, se realizó la visita de manera

guiada, conjuntamente con los docentes de la cátedra, a la Empresa Rizobacter Argentina S.A. de la ciudad de Pergamino, provincia de Buenos Aires.

En la Tabla 1 se mencionan algunas de las actividades realizadas y se relacionan con el tipo o etapa del análisis que se implementó.

Tabla 1. Actividades desarrolladas y etapas del Análisis de Producto.

Actividades / Contenidos de la Unidad Temática	Tipos o Etapas del Análisis Interrogantes
<i>Observación microscópica, morfología. Coloración de Gram.</i>	<i>Análisis morfológico</i>
<i>Aislamiento por método de estrías –diluciones. Metabolismo, pruebas fisiológicas. Recuento de UFC.</i>	<i>Análisis estructural</i> ¿Cuáles son sus partes y cómo se relacionan?
<i>Tolerancia a distintos factores de estrés ambiental (pH, acidez, salinidad)</i>	<i>Análisis Ambiental</i> ¿Cómo está relacionado con su entorno?
<i>Ciclo de los nutrientes. Interacciones microbianas. Promoción del crecimiento vegetal. Conservación de alimentos.</i>	<i>Análisis del surgimiento y la evolución histórica del producto</i>
<i>Observación de envases, marbetes, productos comerciales.</i>	<i>Análisis tecnológico</i> ¿Cómo está hecho y de qué materiales?
<i>Inoculación de semillas. Solubilización de fósforo. Fermentación de carbohidratos.</i>	<i>Análisis funcional</i>
<i>Evaluación de infectividad - efectividad</i>	<i>Análisis del funcionamiento</i>
<i>Visita a una fábrica de inoculantes</i>	<i>Análisis tecnológico y económico</i>
<i>Clase globalizadora. Comparación de Bio-inoculantes, Bio-fertilizantes.</i>	<i>Análisis comparativo</i>

Los datos y las observaciones realizados por los alumnos en cada clase fueron registrados en planillas por cada grupo de trabajo, tal como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Planilla empleada en el desarrollo del Trabajo Práctico N° 6.

Trabajo Práctico N° 6		Microbiología Agrícola. Fac. Cs. Agrarias y Forestales. U.N.L.P.
Comisión N°: Especie microbiana:		Alumnos:
Objetivo: caracterizar a nivel morfológico y fisiológico una especie microbiana empleada como inoculante comercial.		
Características:		
Generales:	Usos:	
Morfológicas:	Descripción Microscópica: - Forma, agrupación: - Gram: Descripción Macroscópica de la colonia: - Movilidad:	
Endoenzimas:	Catalasa: - Oxidasa:	
Exoenzimas:	Solubilizadores de fósforo: - Caseína:	
Antibiograma:	Resistente a:	Sensible a:
Utilización de fuentes carbonadas:	Glucosa:	
	Lactosa:	
	Manitol:	
Variables ambientales:	pH :	
	Salinidad:	
	Temperatura:	
Observaciones:		

Se realizó una entrevista a los docentes del curso con el objetivo de conocer la opinión sobre las modificaciones implementadas. Algunos aspectos considerados fueron: la organización general, la disponibilidad de materiales, la secuencia de los contenidos, la participación de los alumnos, si favorece la integración temática, los aportes y dificultades encontradas.

Para conocer cual fue la opinión de los alumnos luego de la implementación de esta nueva metodología, se les realizó una entrevista, contemplando los mismos ítems que en la entrevista realizada a los docentes. Los alumnos seleccionados (N=12) habían acreditado el curso por promoción en el año 2011 y provenían de comisiones a cargo de distintos docentes.

Se aplicó una encuesta anónima a un grupo de 120 alumnos, la selección se realizó en base a los que asistieron a una clase teórica. Se abordaron diversos aspectos: como desarrollo general del curso, pertinencia de los contenidos, disponibilidad de material de laboratorio, nivel de continuidad con las materias previas.

Con la finalidad de evaluar el logro y los alcances de esta nueva metodología se realizó un análisis de los resultados observados en las evaluaciones, con respecto al tema “método de diluciones y recuento de microorganismos en placa”, se comparó el ítem evaluado en dos grupos de alumnos, uno bajo el sistema de enseñanza previo a esta implementación metodológica y curricular durante el Ciclo Lectivo 2008 y otro grupo de alumnos que desarrolló la temática utilizando el Análisis del Producto Tecnológico, durante el Ciclo Lectivo 2011.

Resultados y Discusión

Las entrevistas realizadas a los docentes del curso revelaron que la aplicación de esta propuesta, abarcando el tema de inoculantes, resultó satisfactoria, tanto en el desarrollo del temario relacionado con las metodologías de Microbiología General como las de Microbiología de Suelo. Asimismo, los docentes manifestaron el valor de esta metodología de Análisis de Producto, como un procedimiento didáctico que favorece la participación de los alumnos que están cursando asignaturas básicas y así se genera una vía de aplicación que lleva a una respuesta inmediata. En este sentido, el desarrollo de contenidos temáticos que tiendan a facilitar la creación de puentes cognitivos con relevancia social en el tiempo histórico y mayor poder de transferencia, resulta en un aprendizaje significativo para el alumno (Ausubel, 1989).

Los docentes coincidieron que fue adecuada la organización de la actividad propuesta, que esta favorecía la integración temática, ajustándose a las horas disponibles, y que la propuesta responde a lineamientos del programa del Curso. Tal como expresa Carlino (2005), los docentes también consideraron que la presentación de planillas con actividades y protocolos, como procedimientos que contribuyen a la participación y la integración de técnicas y metodologías de estudio, es fundamental en el proceso de comprensión.

Esta propuesta de trabajo a nivel del curso brinda ventajas tales como la valoración de la Microbiología como ciencia aplicada, lo que motiva la participación de los alumnos. El hecho de contar con datos relevados por ellos para efectuar análisis y discusión de resultados, genera un ámbito de trabajo dinámico que permite mejorar la relación docente–alumno. Esto

favorece el espíritu crítico por parte de los alumnos y obliga a la actualización de los conocimientos y conceptos por parte de los docentes.

El análisis de las entrevistas realizadas a 12 alumnos reveló mayoritariamente que la implementación de esta metodología contribuye a su participación en las clases, generando mayor interés en la temática microbiológica y en el manejo del material de laboratorio; además estimula la integración de los conocimientos y de esta manera los aproxima a su futura actividad profesional.

Algunos alumnos sugirieron la adición de cuestionarios para integrar los conocimientos y la posibilidad de participación en la preparación del material para el desarrollo de las actividades del seminario. Por otro lado, indicaron ciertas dificultades a mejorar como la disponibilidad de tiempo y la cantidad de material para el desarrollo de la presente actividad.

A partir del relevamiento de la entrevista a los alumnos y a los docentes no se identificaron dificultades en el desarrollo de esta nueva metodología de trabajo, aunque se detectó la necesidad de contar con más de un docente para guiar a los alumnos, en algunas clases, donde se utiliza mucho material.

La encuesta anónima realizada a 120 alumnos, sobre el desarrollo general del curso, reveló que el 47% de los mismos la calificó como muy buena y el 10% como excelente, destacando la pertinencia de los contenidos.

En la visita a la fábrica de producción de inoculantes, los alumnos tuvieron la oportunidad de observar el proceso de producción a escala industrial, incluyendo las distintas etapas, desde el control de calidad de las cepas inoculantes, hasta empaque del producto final para su comercialización. Estas etapas, incluyen el reconocimiento de distintas técnicas microbiológicas aplicadas en el laboratorio, la observación de reactores de cultivo y el control de las variables de crecimiento, el proceso de evaluación de la calidad del inoculante, todos aspectos estudiados durante el desarrollo de las actividades teórico-prácticas. Adicionalmente, se observó el control de calidad del producto envasado y a través de una charla introductoria, dada por el personal de la fábrica, se profundizó sobre los aspectos económicos, de mercado y del marco normativo (Ej.: certificación de normas ISO) de la producción y comercialización de inoculantes.

El análisis comparativo de los resultados observados en los Ciclos Lectivos 2008-2011 respecto de la evaluación sobre la técnica: “método de diluciones y recuento de microorganismos en placa”, muestra un avance satisfactorio en el sistema de transferencia de información teórica y práctica a través del uso de esta metodología en el campo de la enseñanza de la Microbiología Agrícola. Se observa que el 53 % de los alumnos respondieron

de manera favorable, acorde a un proceso de integración y re-elaboración, en comparación con el sistema previo de referencia, donde sólo el 35% de los alumnos respondieron en forma completa y satisfactoria dicho ítem (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis comparativo de los resultados observados en una evaluación sobre la técnica: “método de diluciones y recuento de microorganismos en placa”, aplicada en el desarrollo del trabajo práctico.

	Cantidad de alumnos (%)	
	Ciclo lectivo 2008	Ciclo lectivo 2011
	(N=49)	(N=51)
Respuesta Completa	35	53
Respuesta Incompleta	25	35
Respuesta Incorrecta	12	6
No contesta	28	6

Esta implementación conlleva en su conjunto a la comprensión de la relevancia de los microorganismos en el sector agrícola, a través de una práctica de uso cotidiano en el campo, haciendo posible conectar y relacionar conceptos básicos que hacen a la microbiología, con lo cual, se logra también un acercamiento de la futura actividad profesional a los alumnos.

Consideraciones finales

La aplicación de la metodología “Análisis de Producto Tecnológico”, utilizando inoculantes microbianos, es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que: en relación a los alumnos, permitió incrementar su participación, mejorar su nivel de rendimiento académico y acercarlos a su futuro quehacer laboral; con respecto a los docentes generó una actividad áulica más dinámica, posibilitando la integración de los contenidos.

El seguimiento de los logros de la aplicación de esta metodología y sus resultados en los próximos ciclos lectivos permitirá establecer si esta propuesta permite mejorar la enseñanza y enfatizar el aprendizaje significativo de la Microbiología Agrícola en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP.

Bibliografía

- Ausubel, D.P.; Novak J.D., y Hanesian, H. 1989. Psicología Educativa. Un Punto de Vista Cognoscitivo. 2ª Edición. México. Trillas.
- Carlino, P. 2005. Escribir, Leer y Aprender en la Universidad. Una Introducción a la Alfabetización Académica. Fondo de cultura económica. Bs. As., Argentina. Cap. 1 y 2.
- Contreras-Govea, F. y Muck, R. 2006. Inoculantes Microbiales para ensilaje. Agricultural Ensilar. Focus on Forage. University of Wisconsin Board of Regents. Vol 8: N° 4, p 1-4.
- Gay A. y Alvarez A. 2002. Algo más sobre tecnología. INET (2000) Buenos Aires (www.inet.edu.ar/programas/capacitación/materiales).
- Gay, A. y Ferreras, M. 1997. La educación tecnológica, Aportes para su implementación. Buenos Aires. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. PROCiencia CONICET.
- Hungria M., Franchini J., Campo R. and Graham P. 2005. Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology, and the Environment. D. Werner and W. E. Newton (eds.), Springer. Printed in the Netherlands. Volume 4, 25-42.
- Mehnaz S., Kowalik T., Reynolds B., Lazarovits G.. 2010. Growth promoting effects of corn (Zeamays) bacterial isolates under greenhouse and field conditions. Soil Biology and Biochemistry, Volume 42, N° 10, p 1848–1856.
- Montero F.A., Filippi K.M., Sagardoy M.A. 2001. Nodulación y nutrición nitrogenada en sojas convencionales y resistentes a glifosato inoculadas con *Bradyrhizobium japonicum*. Ciencia del suelo. Vol 19 N°2, p 159-162.
- Paul, E. A. 2007. Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. Third Edition. Academic Press (Elsevier), Oxford, UK. ISBN: 13:978-0-12-546807-7.
- Pérez C, De La Fuente L, Arias A y Altier N. 2000. Uso de *Pseudomonas fluorescens* nativas para el control de enfermedades de implantación en *Lotus corniculatus*. Agrociencia Vol. 4 N° 1, p 41-47.
- UNLP. 2005 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata. Plan de Estudio N° 8. 80p.
- Vicente, F., Scollo, D., Mora, V., Giraudo, M., Ramirez, E. & Rechimont, R. 2008. Estudio De La Aplicación De Inoculantes Para El Ensilado De Forrajes. Efecto De La Adición De Un Coadyuvante. Revista FAVE - Ciencias Agrarias 7 (1-2).
- Weinberg ZG, Asbell G, Hen Y, Azrieli A, Szakacs G. 2002. Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. J Ind Mic Biotech; Vol 28, N°1, p 7-11.