



## Programa de estudio

Datos generales

0. Área Académica

Biológico-Agropecuaria

1. Programa educativo

Ingeniero Agrónomo

2. Facultad

Ciencias Agrícolas

3. Código

FDAG 50001

4. Nombre de la experiencia educativa

Optativa I Biotecnología, producción y manejo de biofertilizantes.

5. Área curricular

5.1 Básica general	5.2. Iniciación a la disciplina	5.3. Disciplinar <b>X</b>	5.4. Terminal	5.5. Electiva
--------------------	---------------------------------	------------------------------	---------------	---------------

6. Área de conocimiento.

Biotecnología

7. Academia(s)

suelos

8. Requisito(s)

8.a. Prerrequisito(s):

8.b. Correquisito(s):

9. Modalidad

Presencial

10. Características del proceso de enseñanza aprendizaje

10.1 Individual (x)	10.2 Grupal (x)	10.2.1 Número mínimo: 5
		10.2.2 Número máximo: 15

11. Número de horas de la experiencia educativa

11.1 Teóricas:	11.2 Prácticas: 10
----------------	--------------------

12. Total de créditos

10

13. Total de horas

160

14 Equivalencias

15. Fecha de elaboración y/o modificación

5 de junio de 2006

16. Fecha de aprobación

7 de junio de 2006

17. Nombre de los académicos que participaron en la elaboración y/o modificación.

Dora Trejo Aguilar, Liliana Lara, César E. Moreira Arana, Ramón Zulueta Rodríguez y Héctor López Moctezuma

18. Perfil del docente

Ing. Agrónomo o Biólogo con Maestría o Doctorado

19. Espacio

19.1. Institucional	19.2. Interinstitucional (x)
---------------------	------------------------------

## 20. Relación disciplinar

Fisiología vegetal , bioquímica, Fertilidad nutrición, agroecología, patología vegetal estadística y diseños experimentales

## 21. Descripción mínima

En el módulo de Biotecnología, producción y manejo de biofertilizantes, el estudiante integrará los conocimientos adquiridos en las experiencias educativas cursadas hasta el momento, y se relacionará con el uso de los microorganismos y su potencial para ser aplicados como biofertilizante en algunos sistemas de producción donde se busca la sostenibilidad. Por tratarse de un módulo de integración deberá llevar a cabo una investigación documental y/o experimental sobre la aplicación de esta biotecnología en campo o invernadero donde será imperativo emplear todos los conocimientos y habilidades adquiridas en sus experiencias educativas.

## 22. Justificación

Los fertilizantes químicos juegan un papel importante en el incremento de las cosechas, pero su uso continuo tiende a impactar de manera negativa al suelo y sobre todo a demeritar la fertilidad. De ahí que nuevas tecnologías de producción agrícola no sólo son necesarias para la conservación del suelo y del ambiente, sino también para mejorar la calidad de vida y ofrecer buenos resultados económicos. Como los fertilizantes biológicos pueden fortalecer al suelo y proteger a nuestro entorno de la contaminación es imprescindible que los estudiantes de agronomía del nuevo modelo educativo conozcan el manejo y la implementación de tecnologías de punta que serán elementos claves en su desarrollo profesional puesto que ello los hará mas competitivos al enfrentarse a problemas actuales donde esta alternativa de producción es muy atractiva. El avance desarrollado en el área de los biofertilizantes presenta diversas ventajas tales como: Protegen el suelo y al ambiente, son baratos, incrementan los rendimientos y mejoran la calidad de los frutos. Aunque el uso de biofertilizantes biológicos refieren a una tecnología afín con el desarrollo agrícola sostenible, este exige que el conocimiento y la investigación sea dirigida hacia el desarrollo de alternativas amigables para nuestro entorno, de tal suerte que la correcta valoración del efecto que estos tengan sobre los componentes productivos y los distintos niveles tróficos que prevalecen en nuestros ecosistemas serán determinantes para su adopción, o bien para la demanda y búsqueda de nuevas alternativas y opciones biotecnológicas.

## 23. Objetivos generales

Capacitar al alumno para comprender los procesos de interdependencia de los microorganismos con las plantas y el suelo. Esta visión permitirá obtener diversas vías para la resolución de los problemas de la producción agrícola relacionados con el uso y manejo de los biofertilizantes. Además, se busca que el estudiante sea capaz de analizar, plantear, ejecutar y concluir un proyecto de investigación agro-biotecnológico que ante todo permita la obtención de rendimientos agrícolas deseables bajo un esquema donde la conservación de los recursos bióticos sea inexcusable.

## 24. Articulación con los ejes

Los estudiantes articularán el conocimiento adquirido en las distintas experiencias educativas cursadas (eje teórico) y tratarán de resolver los problemas que se presenten para alcanzar los objetivos trazados en sus bioensayos (eje heurístico) en un marco de respeto mutuo y hacia las situaciones que se analizan (eje axiológico).

## 25. Unidades

25.1. Unidad 1: Marco conceptual de la importancia de los biofertilizantes		25.2. Duración: 1/3	
25.3. <b>Objetivos</b>	25.4. <b>Conocimientos</b>	25.5. <b>Habilidades</b>	25.6. <b>Actitudes</b>
Conocer la función e importancia de los microorganismos en la promoción del crecimiento de las plantas y como pueden ser manejados en la agricultura sostenible	1.- Introducción. Historia de los biofertilizantes 1.1. Significancia práctica de la aplicación de los biofertilizantes biológicos 1.2. Interacciones entre los microbios del suelo y las plantas. 1.3 Efectos de la aplicación de los fertilizantes	- Comprender la importancia del uso de los biofertilizantes en la agricultura -Sintetizar y exponer ordenadamente puntos esenciales de lecturas -Capacidad para localizar información científica relevante , sobre el tema	Participación con sus compañeros, interés y curiosidad sobre el trabajo de las investigadores relacionadas
25.7. <b>Estrategias metodológicas</b>			
De aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"><li>• Autoevaluación diagnóstica.</li><li>• Lectura comentada y elaboración de resúmenes.</li></ul>		De enseñanza: <ul style="list-style-type: none"><li>• Selección de lecturas.</li><li>• Planteamientos de problemas</li><li>• Exposición-discusión.</li><li>• Interrogatorio.</li><li>• Estudios de casos.</li><li>• Uso de bibliografía actualizada.</li></ul>	
25.8. <b>Recursos educativos</b>			
Biblioteca, acceso en línea a bases de datos, computadoras, software especializado y retroproyector.			
25.9. <b>Evaluación</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se realizará a través de la elaboración de:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Cuestionarios.</li><li>○ Resúmenes.</li><li>○ Exposiciones orales</li></ul></li><li>• Se tomará en cuenta:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Participaciones propicias y acertadas.</li><li>○ Puntualidad.</li><li>○ Cooperación.</li><li>○ Respeto</li><li>○ Dominio de temas.</li></ul></li></ul>			

Unidad 2:Fijación de nitrógeno		Duración:1/3	
25.3. <b>Objetivos</b>	25.4. <b>Conocimientos</b>	25.5. <b>Habilidades</b>	25.6. <b>Actitudes</b>
Que el estudiante comprenda los mecanismos por los cuales se capta el nitrógeno atmosférico y su relevancia en la fertilidad de los suelos	2.Fijadores de nitrógeno 2.1 Aislamiento de Rhizobium 2.1.1 Pruebas para evaluar la eficiencia de los aislamientos de Rhizobium 2.1.3 Estimación de la fijación de nitrógeno 2.1.4 Comparación de la biomasa producida en plantas inoculadas con Rhizobium 2.2.Fijadores asimbióticos y otros 2.2.1. Azospirillum 2.2.2 Producción masiva de Azolla 2.3 Métodos para almacenaje y vida en anaquel	-Elaborar medios cultivo  -Aislar y propagar microorganismos endógenos en el laboratorio  -Incrementar masivamente los microorganismos para uso comercial	-Interés y curiosidad por conocer los métodos de laboratorio  -Orden y precaución al trabajar en le laboratorio  -Puntualidad en la entrega de trabajo solicitados
25.7. <b>Estrategias metodológicas</b>			
De aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"><li>• Lectura comentada y elaboración de resúmenes.</li><li>• Prácticas de laboratorio invernadero y campo.</li><li>• Registro de datos.</li><li>• Análisis estadísticos</li><li>• Interpretación de resultados</li><li>• Conclusiones y recomendaciones de trabajo</li></ul>		De enseñanza: <ul style="list-style-type: none"><li>• Selección de lecturas.</li><li>• Exposición-discusión</li><li>• Interrogatorio.</li><li>• Problemario.</li></ul>	
25.8. <b>Recursos educativos</b>			
Laboratorio de Organismos Benéficos, reactivos, equipo, bibliotecas de la UV y de la región, acceso en línea a bases de datos, computadoras y software especializado, retroproyector consulta de literatura especializada y de artículos científicos.			
25.9. <b>Evaluación</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se realizará a través de la elaboración de:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Resúmenes.</li><li>○ Reporte de prácticas de laboratorio, invernadero y campo.</li><li>○ Tríptico</li><li>○ Presentación comercial de biofertilizantes</li></ul></li><li>• Se tomará en cuenta:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Participaciones propicias y acertadas.</li><li>○ Puntualidad.</li><li>○ Cooperación.</li><li>○ Limpieza y orden de los reportes</li><li>○ Respeto</li></ul></li></ul>			

Unidad 3: Asociación micorrízica			Duración: 1/3
25.3. <b>Objetivos</b>	25.4. <b>Conocimientos</b>	25.5. <b>Habilidades</b>	25.6. <b>Actitudes</b>
Que el estudiante comprenda los mecanismos por los cuales se captan los nutrientes y agua a través de los hongos micorrízicos y su relevancia en la fertilidad de los suelos	3 Hongos micorrízicos 3.1 Identificación de hongos micorrízicos 3.2 Valoración de la infección en raíces 3.3 pruebas de eficiencia y selección de cepas 3.4 Producción masiva 3.5 Preparación de formulaciones comerciales	-Identificar estructuras morfológicas que indican la presencia de hongos micorrízicos  - Propagar hongos micorrízicos  -Propagar masivamente los hongos micorrízicos  - Preparar inoculantes	-Interés y curiosidad por conocer los métodos de laboratorio  -Orden y precaución al trabajar en el laboratorio  -Puntualidad en la entrega de trabajo solicitados
25.7. <b>Estrategias metodológicas</b>			
De aprendizaje: <ul style="list-style-type: none"><li>• Autoevaluación diagnóstica.</li><li>• Lectura comentada y elaboración de resúmenes.</li><li>• Prácticas de laboratorio invernadero y campo.</li><li>• Registro de datos.</li><li>• Análisis estadísticos</li><li>• Interpretación de resultados</li><li>• Conclusiones y recomendaciones de trabajo</li></ul>		De enseñanza: <ul style="list-style-type: none"><li>• Selección de lecturas.</li><li>• Exposición-discusión</li><li>• Interrogatorio.</li><li>• Problemario.</li></ul>	
25.8. <b>Recursos educativos</b>			
Laboratorio de Organismos Benéficos, reactivos, equipo, bibliotecas de la UV y de la región, acceso en línea a bases de datos, computadoras y software especializado, consulta de literatura especializada y de artículos científicos.			
25.9. <b>Evaluación</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se realizará a través de la elaboración de:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Resúmenes.</li><li>○ Reporte de prácticas de laboratorio, invernadero y campo.</li><li>○ Tríptico</li><li>○ Presentación comercial de biofertilizantes</li></ul></li><li>• Se tomará en cuenta:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Participaciones propicias y acertadas.</li><li>○ Puntualidad.</li><li>○ Cooperación.</li><li>○ Limpieza y orden de los reportes</li><li>○ Respeto</li></ul></li></ul>			

Unidad 4: Problemas de la tecnología de biofertilizantes			Duración:1/3
25.3. Objetivos	25.4. Conocimientos	25.5. Habilidades	25.6. Actitudes
Que el estudiante aprenda los métodos y técnicas de aplicación de los microorganismos, para la agricultura, de manera accesible para los productores.	4.1.Preparación de sustratos base para inoculantes 4.2. Control de calidad de biofertilizantes 4.3. Métodos para almacenaje y vida en anaquel 4.4. Producción económica de biofertilizantes	- Utilizar recursos naturales y regionales para la elaboración de sustratos  - Aprender métodos de propagación  - Incrementar masivamente los microorganismos para uso comercial.  - Evaluar los costos de producción de los biofertilizantes	Interés y curiosidad por conocer los métodos de laboratorio  Orden y precaución al trabajar en el laboratorio  Puntualidad en la entrega de trabajo solicitados  Creatividad para convertir los microorganismos en “biofertilizantes”
25.7. Estrategias metodológicas			
De aprendizaje:		De enseñanza:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Autoevaluación diagnóstica.</li><li>• Lectura comentada y elaboración de resúmenes.</li><li>• Prácticas de laboratorio e invernadero</li><li>• Presentación comercial de un biofertilizante</li><li>• Registro de datos.</li><li>• Análisis estadísticos</li><li>• Interpretación de resultados</li><li>• Conclusiones y recomendaciones de trabajo</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Selección de lecturas.</li><li>• Planteamientos de problemas</li><li>• Exposición-discusión</li><li>• Interrogatorio.</li></ul>	
25.8. Recursos educativos			
Laboratorio de Organismos Benéficos, reactivos, equipo, bibliotecas de la UV y de la región, acceso en línea a bases de datos, computadoras y software especializado, retroproyector consulta de literatura especializada y de artículos científicos.			
25.9. Evaluación			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se realizará a través de la elaboración de:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Resúmenes.</li><li>○ Reporte de prácticas de laboratorio, invernadero y campo.</li><li>○ Ponencias</li><li>○ Presentación comercial de biofertilizantes</li></ul></li><li>• Se tomará en cuenta:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Participaciones propicias y acertadas.</li><li>○ Puntualidad.</li><li>○ Dominio de temas, fluidez, diseño, calidad.</li><li>○ Cooperación.</li><li>○ Limpieza y orden de los reportes</li><li>○ Respeto</li></ul></li></ul>			

## 26. Evaluación

14.1. Técnicas	14.2. Criterios	14.3. Porcentaje
Formativa	Dar seguimiento y control de calidad en el aprendizaje Teórico de los educandos en la realización de presentaciones orales o póster donde se evaluará la calidad de la información, dominio del tema y diseño	50%
Formativa	Dar seguimiento y control de calidad en el aprendizaje práctico de los estudiantes a través de la realización de bioensayos en laboratorio, invernadero y campo y la elaboración de los reportes	50%
		Sumatoria: 100%

## 27. Recursos didácticos

- Bibliografías
- Bibliotecas
- Manuales de practicas
- Laboratorios
- Invernaderos
- Marcadores para pizarrón blanco (de borrado instantáneo),
- Proyector de diapositivas
- Retroproyector Infocus
- Lap-Top o Computadora Personal

## 28. Fuentes de información

### 28.1. Básicas

Alagawadi, A. R. (2006). Microbial biotechnology. Association of Microbiologists of India. Conference (44a: University of Agricultural Sciences, Dharwad, India) 258 p. (Ubicación: USBI TP248.27.M53 A87 2004).

Burton, DeVere. L. (1999). Agrociencia y tecnología. Editorial: Madrid: Paraninfo. 304 p. (Ubicación Biblioteca Ciencias agrícolas-Xalapa: S495 B87).

Evenson, R. E., y Santaniello, V. (2004). The regulation of agricultural biotechnology. Editorial: Wallingford, UK ; Cambridge, MA: CABI P. 290 p. (Ubicación Biblioteca Ciencias agrícolas-Córdoba: S494.5.B563 R43)

Kavanagh, K. (2005). Fungi : biology and applications. Editorial: Chichester; Hoboken, NJ: Wiley. 267 p. (Ubicación: USBI TP248.27.F86 F863)

Paredes, L. O. (1999). Molecular biotechnology for plant food production. Imprenta Lancaster, P.A. Technomic Pub., 626 p. (Ubicación: USBI SB123.57 M64)

Smyth, S. (2004). Regulating the liabilities of agricultural biotechnology. Editorial: Wallingford, UK; Cambridge, MA: CABI Pub. 210 p. (Ubicación Biblioteca Ciencias agrícolas- Córdoba: KM010 R43 )

## 28.2. Complementarias

- Alexander, M. (1977). Introduction to soil microbiology. USA: Krieger Publications. 480 p.
- Alexander, M. (1981). Introducción a la microbiología del suelo. México: AGT Editor. 491 p.
- Alexander, M. (1982). Most probable number method of microbial populations. En: A.L. Page, R.H. Milner, y D.R. Keeney (Eds.). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties (pp. 815-820). U.S.A: American Society of Agronomy.
- Atlas, R.M., y Bartha, R. (1998). Microbial ecology: Fundamentals and applications. (4th. ed.). U.S.A.: Benjamin Cummings. 640 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (1988). Simbiosis leguminosa rizobio: Manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico. Colombia: CIAT. s.p.
- Cortés, J.A. (2005). Recursos didácticos para biología. Obtenido en la Red Mundial el 21 de agosto de 2006. <http://www.joseacortes.com/practicasmateriallab.jpg>
- Gómez, R. 1995. Tecnología para peletizar semillas con biofertilizantes, una nueva opción para sustituir o reducir los insumos químicos para lograr una agricultura más ecológica y sostenible. En: II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Libro resúmenes. La Habana, Cuba.
- Hernández, A. 2003. Identificación de algunos géneros microbianos asociados al cultivo del maíz (*Zea mays*) en diferentes suelos de Cuba. *Revista Colombiana de Biotecnología*, Vol. 5 No. 1: 45-55.
- James, E.K. (2000). Nitrogen fixation in endophytic and associative symbiosis. *Field Crops Research*, 65, 197-209.
- Johnson, T., y Case, C. (2006). Laboratory experiments in microbiology. (8th ed.). U.S.A.: Benjamin Cummings. 448 p.
- López R., J., y López M., J. (1990). El diagnóstico de suelos y plantas: Métodos de campo y laboratorio. España: Mundi-Prensa. 363 p.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., y Parker, J. (2004). Brock: Biología de los microorganismos (10ª ed.). España: Prentice-Hall. 1096 p.
- Lee, H. (1989). Manual de microbiología agrícola. Universidad Veracruzana (Ed.). 51 p. (Serie: Textos Universitarios).
- Tortora, G.J., Funke, B.R., y Case, C.L. (2007). Microbiology: An Introduction (9<sup>th</sup> ed.). U.S.A.: Addison-Wesley/Benjamin Cummings. 928 p.
- Valdés, M. (1984). Manual de microbiología agrícola. México: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 180 p.

Atentamente

LIS DE VERACRUZ: ARTE, CIENCIA, LUZ  
Xalapa de Enríquez, Ver. a 7 de junio de 2006

Firma de los Académicos

Dra. Dora Trejo Aguilar

M.C. Liliana Lara Capistrán

MC. César E. Moreira Arana

Dr. Ramón Zulueta Rodríguez

Dr. Héctor López Moctezuma