

## Programa de estudio

### Datos generales de la Unidad de Aprendizaje

Identificación	
<b>Nombre:</b> Bioquímica de la interacción planta-microorganismo	<b>Etapa:</b> Metodológica
<b>Clave:</b>	<b>Tipo de curso:</b> Optativo
<b>Modalidad educativa:</b> Presencial	<b>Modalidad de enseñanza-aprendizaje:</b> Curso-Taller-Seminario
<b>Número de horas:</b> 128 al semestre (2-3-3-0)	<b>Créditos:</b> 8
<b>Secuencias anteriores:</b> <b>Colaterales:</b> Ninguna <b>Posteriores:</b> Ninguna	<b>Requisitos de admisión:</b> Bioquímica, Microbiología, Fisiología vegetal.
<b>Fecha de elaboración:</b> junio de 2018	<b>Fecha de aprobación:</b>

#### 1. Justificación y fundamentos

Las plantas son seres vivos capaces de captar la energía del sol para fabricar materia orgánica y liberar oxígeno, también son fuente primaria de alimento y cubren gran parte de la superficie del planeta. En los agroecosistemas, las plantas mantienen la integridad fisicoquímica del suelo y enriquecen la biodiversidad a través de interacciones con otros seres vivos, especialmente con los microorganismos. Los estudiantes del Doctorado en Sostenibilidad de los Recursos Agropecuarios en la opción terminal Agroecología, deben comprender a un nivel bioquímico, los diferentes tipos de asociaciones de las plantas con microorganismos, incluyendo simbioses, endófitos y patógenos de diferentes reinos (bacterias, hongos, virus), así como los aspectos genéticos / genómicos / moleculares de las respuestas de la planta frente a interacciones benéficas y deletéreas. Estos conocimientos permitirán al estudiante proponer estrategias de biofertilización y biocontrol que mejoren la producción de cultivos de importancia agrícola y disminuyan el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, que afectan la estabilidad de los ecosistemas. Por otra parte, estudiantes de otras líneas terminales también se verán beneficiados de este curso, debido a que la

microbiota de las plantas es transferida a las semillas, tallos y frutos, por lo que estas interacciones juegan un rol importante en la conservación de los recursos fitogenéticos y la nutrición animal.

## 2. Objetivo general

Que el alumnos desarrolle competencias necesarias para entender las bases bioquímicas de las interacciones planta-microorganismo en diferentes agroecosistemas, con la finalidad de sea capaz de proponer la formulación de biofertilizantes y estrategias de biocontrol para optimizar la producción de cultivos de importancia agrícola. Para alcanzar este objetivo general el estudiante debe cumplir los siguientes.

### Objetivos particulares

- Que sea capaz de diferenciar la estructura y fisiología de los distintos compartimentos de la planta y la microbiota asociada a cada uno de ellos
- Que sea capaz de comprender los mecanismos que utilizan las bacterias para promover el crecimiento de las plantas y proteger contra patógenos
- Que sea capaz de interpretar el contexto bioquímico de las relaciones simbióticas de plantas con bacterias y hongos
- Que sea capaz de entender las bases moleculares de la infección de fitopatógenos en cultivos de importancia agrícola
- Que comprenda las estrategias que utiliza la planta para regular y defenderse de la colonización por microorganismos

### 3. Competencias a desarrollar

Conocimientos	Habilidades y destrezas	Valores
Análisis de diversidad microbiana en los diferentes compartimentos vegetales	Conocer las características bioquímicas de los tejidos vegetales  Identificar la microbiota asociada a tejidos internos, externos, semilla, raíz y rizosfera.	Generar interés del estudio de la interacción planta-microorganismo
Detección de mecanismos de promoción del crecimiento vegetal	Comprender las bases moleculares de mecanismos microbianos de biofertilización  Comprender las bases	Entender que el trabajo en equipo facilita el cumplimiento de objetivos

	moleculares de mecanismos microbianos de biocontrol	
Razonamiento de las bases moleculares de la simbiosis planta-microorganismo	<p>Conocer el contexto evolutivo de la simbiosis e identificar los principales simbioses de plantas.</p> <p>Aplicar conocimientos bioquímica y genética en el proceso de nodulación y colonización fúngica.</p>	Disposición para trabajar en equipo y compartir sus conocimientos.
Bioquímica de la fitopatogénesis	Identificar a los fitopatógenos de importancia agrícola y sus factores de virulencia	Relacionar los conocimientos teóricos con la problemática agrícola por fitopatógenos
Mecanismos de defensa de la planta	<p>Entender la regulación del sistema de defensa de la planta frente a microorganismos</p> <p>Diferenciar entre respuestas innatas, adquiridas e hipersensibilidad</p>	Fomentar el respeto y la capacidad de generar conclusiones de los temas abordados

#### 4. Contenidos

##### Unidad 1. Microbiota asociada a diferentes compartimentos vegetales

- Estructura y fisiología de los compartimentos vegetales.
- Microbiota del suelo y rizosfera
- Microbiota asociada a tejidos internos
- Microbiota de la filosfera
- Microbiota de la semilla y frutos
- Papel de las interacciones en el desarrollo de la planta

##### Unidad 2. Bacterias promotoras de crecimiento vegetal

- Fundamentos bioquímicos de la fijación de nitrógeno
- Fundamentos bioquímicos de la solubilización del fosfato
- Fundamentos bioquímicos de la producción de sideróforos
- Fundamentos bioquímicos de la biosíntesis de fitohormonas
- Fundamentos bioquímicos de la producción de compuestos volátiles
- Fundamentos bioquímicos del antagonismo contra fitopatógenos

- Evaluación de promoción de crecimiento vegetal en laboratorio y campo

### **Unidad 3. Asociaciones simbióticas de bacterias con plantas**

- Generalidades de la simbiosis rizobia-leguminosa
- Generalidades de la simbiosis planta- actinorriza
- Fundamentos moleculares del proceso de nodulación
- Diferenciación celular del bacteroide
- Genética y evolución de simbiovariedades.

### **Unidad 4. Asociaciones simbióticas de hongos con plantas**

- Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares
- Fundamentos moleculares del proceso de colonización fúngica
- Participación de los hongos en la nutrición vegetal
- Regulación de la simbiosis por el hospedero

### **Unidad 5. Microorganismos como fitopatógenos**

- Bases bioquímicas de la fitopatogénesis
- Generalidades de la fitopatogénesis por bacterias
- Generalidades de la fitopatogénesis por hongos
- Generalidades de la fitopatogénesis por virus
- Estrategias para el control de fitopatógenos

### **Unidad 6. La planta y su sistema defensivo.**

- Regulación por el hospedero: Señalización en las etapas iniciales de colonización microbiana
- Componentes de la inmunidad innata en plantas
- Contexto bioquímico de la respuesta sistema inducida (SAR)
- Elicitores bacterianos y fitoalexinas
- Metabolitos vegetales en el quorum quenching.
- Respuestas de hipersensibilidad (HR)

## **5. Orientaciones didácticas**

- Presentación el estado del arte de la interacción planta-microorganismo y su relación con las líneas de generación de conocimiento del posgrado.
- Asociar los aspectos teóricos con las aplicaciones en el campo agrícola.
- Identificar los principales modelos biológicos utilizados para evaluar simbiosis planta-microorganismo.
- Enfatizar en el uso de la bioquímica y biología molecular para entender procesos de interacción planta-microorganismo

- Revisar artículos científicos y casos de éxito del uso de biofertilizantes en México y el mundo.
- Utilización de software de bioinformática para analizar microbiota en diferentes contextos de la interacción planta-microorganismo.
- Realizar evaluaciones por cada unidad para el seguimiento de los estudiantes, y en caso de ser necesario aplicar acciones correctivas.
- Desarrollo de una propuesta de biofertilizante o biopesticida

## 6. Actividades de aprendizaje

<b>Bajo la conducción del docente</b>	<b>Trabajo independiente del alumno</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición del profesor.</li> <li>• Incorporación de profesores invitados</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Exposición de los alumnos.</li> <li>• Resolución de ejercicios.</li> <li>• Mesa redonda sobre lo aprendido en cada unidad.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>En el aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntesis del tema abordado</li> <li>• Asociación de lo visto en clase con su proyecto de tesis</li> <li>• Exámenes</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Fuera del aula</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas conceptuales</li> <li>• Diagramas de flujo</li> <li>• Trabajos de Investigación.</li> <li>• Cuadros Sinópticos.</li> <li>• Realización de tareas escritas.</li> <li>• Síntesis de lecturas.</li> <li>• Búsqueda de información actualizada.</li> </ul>

## 7. Evaluación

Este curso debe ser evaluado atendiendo al logro del objetivo general propuesto. Por tanto, para evaluar este logro se plantea que la evaluación se haga sobre la base dos criterios: del dominio teórico y el dominio de la aplicación práctica. Las formas de evaluación que se utilizarán son:

- Asistencia
- Exámenes escritos por cada unidad.
- Tareas y participación en clase.
- Presentación individual de artículos
- Desarrollo de un proyecto final

## 8. Bibliografía básica y complementaria

### Bibliografía básica

Berg, G., Rybakova, D., Grube, M., & Köberl, M. (2015). The plant microbiome explored: implications for experimental botany. *Journal of experimental botany*, 67(4), 995-1002.

Birkenbihl, R. P., Liu, S. & Somssich, I. E. (2017). Transcriptional events defining plant immune responses. *Current opinion in plant biology*, 38, 1-9.

Dean, R., Van Kan, J. A., Pretorius, Z. A., Hammond-Kosack, K. E., Di Pietro, A., Spanu, P. D., & Foster, G. D. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Molecular plant pathology*, 13(4), 414-430.

Haage, K., & Parniske, M. (2013). Molecular mechanisms governing arbuscular mycorrhiza development and function. *Molecular Microbial Ecology of the Rhizosphere: Volume 1 & 2*, 457-465.

Huang, J., Yang, M., & Zhang, X. (2016). The function of small RNAs in plant biotic stress response. *Journal of integrative plant biology*, 58(4), 312-327.

Imam, J., Singh, P. K., & Shukla, P. (2016). Plant microbe interactions in post genomic era: perspectives and applications. *Frontiers in microbiology*, 7, 1488.

Kroll, S., Agler, M. T., & Kemen, E. (2017). Genomic dissection of host–microbe and microbe–microbe interactions for advanced plant breeding. *Current opinion in plant biology*, 36, 71-78.

Oldroyd, G. E., Murray, J. D., Poole, P. S., & Downie, J. A. (2011). The rules of engagement in the legume-rhizobial symbiosis. *Annual review of genetics*, 45, 119-144.

Schwencke, J., & Carú, M. (2001). Advances in actinorhizal symbiosis: host plant-Frankia interactions, biology, and applications in arid land reclamation. A review. *Arid Land Research and Management*, 15(4), 285-327.

### Bibliografía complementaria

Coleman-Derr, D., Desgarennes, D., Fonseca-Garcia, C., Gross, S., Clingenpeel, S., Woyke, T. & Tringe, S. G. (2016). Plant compartment and biogeography affect microbiome composition in cultivated and native *Agave* species. *New Phytologist*, 209(2), 798-811.

Leach, J. E., Triplett, L. R., Argueso, C. T., & Trivedi, P. (2017). Communication in the phytobiome. *Cell*, 169(4), 587-596.

White, R. A., Borkum, M. I., Rivas-Ubach, A., Bilbao, A., Wendler, J. P., Colby, S. M. & Jansson, C. (2017). From data to knowledge: The future of multi-omics data analysis for the rhizosphere. *Rhizosphere*, 3, 222-229.

### **9. Perfil del profesor**

El docente que imparta esta Unidad de Aprendizaje deberá contar con al menos el nivel de maestría con experiencia probada en microbiología agrícola, fisiología vegetal o bioquímica de las interacciones microbianas.