

## 1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Biotecnología Vegetal.
Carrera:	Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable e Ingeniería en Agronomía
Especialidad:	Sistemas de Producción Agrícola Sustentables
Clave de la asignatura:	<b>SPF-1902</b>
Horas teoría-horas práctica-créditos	3-2-5

## 2. Presentación

<p><b>Caracterización de la asignatura</b></p> <p>En esta asignatura el alumno adquiere conocimientos relacionados con el cultivo <i>in vitro</i>, la importancia social de la biotecnología vegetal, las técnicas de transformación genética y las técnicas de marcadores moleculares y su aplicación en el mejoramiento genético. Esto le permitirá desarrollar e implementar nuevas técnicas relacionadas con la biotecnología para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales.</p> <p>Esta asignatura se relaciona con las asignaturas de Bioquímica, Nutrición Vegetal, Agroquímica, Biología Celular, Botánica, Fisiología Vegetal y Microbiología.</p>
<p><b>Intención didáctica</b></p> <p>La presente asignatura se divide en cuatro unidades. En la primera unidad, el alumno revisará la importancia de la Biotecnología en la Agricultura, en la segunda unidad comprenderá tópicos importantes del cultivo de tejidos, en la tercera unidad comparará las técnicas de transformación genética y en la cuarta unidad revisará las técnicas de marcadores moleculares.</p> <p>El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: micropropagación de herbáceas, conservación de germoplasma <i>in vitro</i>, detección de anomalías en plantas generadas durante el cultivo <i>in vitro</i>, inducción de morfogénesis directa e indirecta y diferenciación celular ; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de</p>

generar una actividad intelectual compleja.

En las actividades de aprendizaje, se propone la formalización de los conceptos con prácticas de laboratorio; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización. Se complementan estas actividades de aprendizaje con una serie de ejercicios teórico - prácticos con la finalidad de fijar el conocimiento a largo plazo.

El docente será el encargado de transmitir los conceptos en las horas de teoría y también será quien imparta las prácticas en laboratorio, o buscará convenios con otras instituciones para complementar las prácticas.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jalisco. Octubre 2018	Dra. María de Jesús Ramírez Ramírez, Dra. Mayra Itzcalotzin Montero Cortes, Ing. Faustino Ramirez Ramirez, M.C. Osvaldo Amador Camacho	Actualización de Especialidad Sistemas de Producción Agrícola Sustentable

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la importancia la biotecnología en la agricultura.</li> <li>• Conceptos básicos de las técnicas de cultivo <i>in vitro</i> de células y tejidos vegetales, en cuanto a requerimientos nutricionales y ambientales y métodos de esterilización.</li> <li>• Comprender las diferentes rutas de regeneración de plantas. Embriogénesis y organogénesis.</li> <li>• Realizar diferenciación celular mediante el uso de reguladores de crecimiento</li> <li>• Enraizar las diferentes plantas microropagadas <i>in vitro</i></li> <li>• Aclimatar las plantas enraizadas</li> <li>• Conocer la base molecular de las diferentes estrategias para la transformación genética de plantas.</li> <li>• Conocer las técnicas de generación de plantas transgénicas.</li> </ul>

- Conocer los genes que se están usando comercialmente para la obtención de plantas genéticamente modificadas
- Conocer los diferentes métodos de transformación genética de plantas
- Conocer las metodologías empleadas en la identificación de plantas transgénicas.
- Conocer las diferentes técnicas de marcadores moleculares utilizados en mejoramiento genético, caracterización de germoplasma e identificación de plagas y enfermedades.
- Conocer los métodos de obtención de metabolitos secundarios a partir de suspensiones celulares.
- Conocer los métodos de variación somaclonal y su aplicación en la mejora vegetal.
- Conocer los hitos más destacados de la manipulación de plantas a nivel biotecnológico.
- Conocer los principios éticos y la regulación de la experimentación y uso de la biotecnología vegetal.

### 5. Competencias previas

Nutrición Vegetal y Agroquímica: desarrollo de nuevas metodologías para la preparación de soluciones nutritivas que pudieran ser aplicadas *in vitro* o *in vivo*.

Fisiología Vegetal: Reconocer los síntomas de estrés debido a factores abióticos

Fitopatología: Reconocer síntomas y signos causados por organismos fitopatógenos.

Microbiología: aislamiento, purificación y multiplicación de microorganismos que sean benéficos para las plantas, así como para la identificación de microorganismos patógenos.

Trabajo en laboratorio: preparación de medios de cultivo, soluciones nutritivas y reguladores de crecimiento, esterilización de material, uso de campana de flujo laminar, manejo aséptico de cultivos, aislamiento, purificación y multiplicación de microorganismos, uso correcto de material de laboratorio.

Trabajo de campo: identificación y propagación de plantas.

### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Importancia de la Biotecnología en la Agricultura	1.1 Desarrollo histórico de la Biotecnología. 1.2 Conceptos básicos 1.2.1 Totipotencia 1.2.2 Competencia

		<ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.3 Determinación</li> <li>1.2.4 Crecimiento</li> <li>1.2.5 Diferenciación de células y tejidos vegetales</li> <li>1.2.6 Dediferenciación de tejidos vegetales</li> <li>1.3 Bienes y Servicios generados con la Biotecnología.</li> <li>1.4 Alcances y perspectivas.</li> <li>1.5 Biotecnología aplicada en la agricultura.</li> <li>1.6 Aplicaciones de la Biotecnología.</li> <li>1.7 Ética y Bioseguridad.</li> </ul>
2	Cultivo de Tejidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Aplicaciones del cultivo de tejidos</li> <li>2.2 Organización de un laboratorio de cultivo de tejidos (Áreas y Equipo).</li> <li>2.3 Selección del material vegetal</li> <li>2.4 Preparación de medios (requerimientos nutricionales, ambientales y hormonales) y técnicas de esterilización.</li> <li>2.5 Viabilidad celular</li> <li>2.6 Fuentes de contaminación</li> <li>2.7 Micropropagación.</li> <li>2.8 Etapas del cultivo de tejidos</li> <li>2.9 Cultivo <i>in vitro</i> de callos</li> <li>2.10 Cultivo de células en suspensión</li> <li>2.11 Organogénesis (directa e indirecta)</li> <li>2.12 Embriogénesis somática</li> <li>2.13 Cultivo de meristemos y obtención de plantas libre de patógenos</li> <li>2.14 Conservación y criopreservación <i>in vitro</i> de germoplasma</li> <li>2.15 Variación somaclonal</li> <li>2.16 Producción de metabolitos secundarios <i>in vitro</i>.</li> </ul>
3	Técnicas de transformación genética	<ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Métodos directos de transformación                             <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1. Biobalística</li> <li>3.1.2. Transformación de protoplastos</li> </ul> </li> <li>3.2 Métodos indirectos de transformación                             <ul style="list-style-type: none"> <li>3.2.1 Transformación vía <i>Agrobacterium</i></li> </ul> </li> <li>3.3 Principales aplicaciones de las plantas transgénicas (cultivos comerciales GM)</li> <li>3.5 Técnicas de detección de OGMs</li> <li>3.6 Legislación de OGMs (Protocolo de Cartagena y Codex Alimentarius)</li> </ul>
4	Técnicas de marcadores moleculares	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Estructura y propiedades del DNA</li> <li>4.2 Extracción de ácidos nucleicos</li> <li>4.3 Electroforesis</li> <li>4.4 PCR y sus variantes</li> <li>4.5 Clonación</li> <li>4.6 Marcadores genéticos y sus</li> </ul>

		aplicaciones.
--	--	---------------

**7. Actividades de aprendizaje de los temas**

Tema 1.Importancia de la Biotecnología en la Agricultura	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los conceptos básicos de las técnicas de cultivo in vitro de células y tejidos vegetales, en cuanto a requerimientos nutricionales y ambientales y métodos de esterilización.</li> <li>• Conocer los bienes y servicios generados con la Biotecnología.</li> <li>• Identificar los productos obtenidos a través de la biotecnología en la agricultura.</li> <li>• Conocer las aplicaciones de la Biotecnología.</li> <li>• Conocer los principios éticos y la regulación de la experimentación y uso de la biotecnología vegetal.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes.</li> <li>• Habilidades en el manejo de instrumental de laboratorio.</li> </ul>	<p>Investigación de fuentes diversas</p> <p>Análisis y discusión de artículos de investigación recientes</p> <p>Investigación documental de los temas</p> <p>Elaborar en equipo un mapa conceptual</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Destrezas sociales relacionadas con las habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas</li> <li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral</li> <li>• Compromiso ético.</li> </ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> </ul>	
<p>Tema 2. Cultivo de Tejidos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p>	<p>Investigación de fuentes diversas</p> <p>Análisis y discusión de artículos de</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender las diferentes rutas de regeneración de plantas. Embriogénesis y organogénesis.</li> <li>• Conocer los métodos de variación somaclonal y su aplicación en la mejora vegetal.</li> <li>• Conocer los métodos de obtención de metabolitos secundarios a partir de suspensiones celulares.</li> <li>• Comprender la respuesta de las plantas frente a distintos tipos de estreses.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes.</li> <li>• Habilidades en el manejo de instrumental de laboratorio.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Destrezas sociales relacionadas con las habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas</li> </ul>	<p>investigación recientes</p> <p>Investigación documental de los temas</p> <p>Elaborar en equipo un mapa conceptual</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio</p> <p>Sustentación de seminarios</p>
---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral</li> <li>• Compromiso ético.</li> </ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> </ul>	
<p>Tema 3. Técnicas de transformación genética</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la estructura y función del material genético de los vegetales.</li> <li>• Conocer los diferentes genomas presentes en las células vegetales y su integración funcional.</li> <li>• Conocer la base molecular de las diferentes estrategias para la transformación genética de plantas.</li> <li>• Conocer las técnicas de generación de plantas transgénicas.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p>	<p>Investigación de fuentes diversas</p> <p>Análisis y discusión de artículos de investigación recientes</p> <p>Investigación documental de los temas</p> <p>Elaborar en equipo un mapa conceptual</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes.</li> <li>• Habilidades en el manejo de instrumental de laboratorio.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Destrezas sociales relacionadas con las habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas</li> <li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral</li> <li>• Compromiso ético.</li> </ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas</li> </ul>	
---	--

<p>situaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderazgo</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> </ul>	
<p>Tema 4. Técnicas de marcadores moleculares</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y aplicar diferentes métodos de extracción de ácidos nucleicos.</li> <li>• Conocer los principios de la amplificación de ácidos nucleicos.</li> <li>• Conocer las diferentes técnicas de electroforesis.</li> <li>• Analizar los resultados obtenidos con las técnicas moleculares empleadas.</li> </ul> <p>Genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Conocimiento de una segunda lengua</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de diversas fuentes.</li> <li>• Habilidades en el manejo de instrumental de laboratorio.</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> </ul>	<p>Investigación de fuentes diversas</p> <p>Análisis y discusión de artículos de investigación recientes</p> <p>Investigación documental de los temas</p> <p>Elaborar en equipo un mapa conceptual</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Destrezas sociales relacionadas con las habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas</li> <li>• Habilidad para trabajar en un ambiente laboral</li> <li>• Compromiso ético.</li> </ul> <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> <li>• Búsqueda del logro</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>• Liderazgo</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> </ul>	
--	--

## 8. Práctica(s)

### Práctica 1.

Preparación y ajuste de medios de cultivo. Deben realizar las soluciones madres y realizar la preparación de medios (adición de nutrientes, ajuste de pH, esterilización).

### Práctica 2.

Micropropagación de *Nicotiana tabacum* L. por cultivo de secciones de hoja. Efecto de las diferentes relaciones hormonales. Transplante de las plantas generadas a condiciones *ex vitro*.

### Práctica 3.

Embriogénesis somática en *Daucus carota*. Comprende el proceso de puesta en cultivo

de tejido de raíz de zanahoria para la obtención de callos y, posteriormente, de un cultivo de células en suspensión, la transferencia a un medio inductor de embriogénesis somática y la observación de las diferentes fases de la misma.

Práctica 4.

Aislamiento de ácidos nucleicos

Práctica 5.

Cuantificación de ácidos nucleicos

Práctica 6.

Amplificación de ácidos nucleicos

Práctica 7.

Electroforesis de productos amplificados

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

- Exámenes Teórico-prácticos, orales y/o escritos.
- Reporte de prácticas de laboratorio y campo
- Solución de problemas reales relacionados con la micropropagación de cultivos.
- Informes de visitas a Laboratorios, viveros e Invernaderos
- Participación en clase y extra clase.

## 11. Fuentes de información

1. **Bu'lock, J.** y Kristiansen, B. (1991) *Biología Básica*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza
2. **Caballero, J.L.;** Valpuesta, V. y Muñoz, J. (2001) *Introducción a la Biología Vegetal: Métodos y Aplicaciones*. Ed. Publicaciones Obra Social y Cultural Cajasur. Córdoba
3. **CIBIOGEM** (2008). *Bioseguridad en la aplicación de la biología y el uso de los organismos genéticamente modificados*. 383 pp.
4. **Collin, H.A.** y Edwards, S. (1998) *Plant Cell Culture*. BIOS Scientific Publishers. George, E.F. (1996) *Plant Propagation by Tissue Culture*. Part 1: The technology, Part 2: In practice. Exegetics, Edington
5. **Hartmann, H.T.** y Kester, D.E. (1983) *Propagación de Plantas. Principios y Prácticas*. Ed. CECSA. México.
6. **Lindsey, K.** y Jones, M.G.K. (1992) *Biología Vegetal Agrícola*. Editorial Acribia, S.A.
7. **Margara, J.** (1988) *Multiplicación Vegetativa y Cultivo in vitro*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid
8. **Pierik, R.L.M.** (1990) *Cultivo in vitro de las plantas superiores*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
9. **Serrano, M. y Piñol, M.T.** (1991) *Biología Vegetal*. Editorial Síntesis. Madrid.
10. **Stewart, C. N.** (2007) *Plant Biotechnology and Genetics: Principles, Techniques, and applications*. Ed. John Wiley & Sonss, Inc.
11. **Trigiano, R. N and Gray, D. J.** (1999) *Plant Tissue Culture Concepts and Laboratory Exercises*, 2<sup>nd</sup> Edition. CRC Press. 472 pp.
12. **Valero, M.** (2000) *Aspectos Microbiológicos de la Biología Agrícola*. Ed. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. UMH