



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	<i>Biotecnología Vegetal.</i>
Clave de la asignatura:	<u>BAF-2104</u>
SATCA¹:	3 - 2 - 5
Carrera:	<i>Ingeniería Bioquímica</i>

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>El contenido de esta asignatura aporta al perfil del ingeniero bioquímico los conocimientos básicos, la capacidad de interpretación y análisis de la información sobre las técnicas de cultivo de tejidos vegetales para la multiplicación, rescate y mejora de plantas, que le permitirán atender las áreas en investigación de los sectores públicos, privados y empresariales.</p> <p>Asi mismo, el curso esta diseñado para que el estudiante pueda atender protocolos de desinfección de distintos tipos de material vegetal, establecer procedimientos y obtener habilidades para la inducción de brotes múltiples y tejidos desdiferenciados a través del empleo de los distintos tipos y concentraciones de reguladores del crecimiento vegetal, comprender la importancia de la totipotencia celular para la obtención de plantas completas y aplicar las distintas técnicas para la crioconservación del material vegetal, así como la obtención de plantas transgénicas.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



El estudiante conocerá las diferentes etapas de la micropropagación, el uso de los distintos órganos de la planta para la obtención de plántulas *in vitro*, así como llevar a cabo el proceso de aclimatación de las mismas, además conocerá la importancia que tiene la manipulación de los factores físicos, químicos y biológicos que impactan en la modificación de la(s) ruta(s) metabólica(s) para la obtención y producción de metabolitos secundarios. Estos conocimientos los aplicará de forma profesional y podrá demostrar sus competencias por medio de la defensa de argumentos y la resolución de problemas en su área de estudio y/o trabajo haciendo uso de la sostenibilidad de los recursos.

Se recomienda impartir la clase cuando el estudiante cuente con conocimientos básicos de biología, bioquímica, bioquímica del nitrógeno y regulación genética, cinética química y biológica e ingeniería de biorreactores.

Intención didáctica

Se abordan cuatro temas principales. En el primero se introduce al estudiante a los fundamentos del cultivo de tejidos vegetales, explicando sus aplicaciones y los componentes básicos que debe tener un laboratorio para el cultivo *in vitro*, además se explicará la importancia de los diferentes componentes para la elaboración y preparación de los medios del cultivo vegetal, así como los inconvenientes que se pueden presentar para la obtención de plantas *in vitro*.

En el segundo tema, se analiza la técnica de micropropagación, esta unidad se estructura de manera que el estudiante comprenda los aspectos teóricos sobre los distintos métodos para la obtención de plantas completas, la importancia del uso de distintos agentes desinfectantes, la selección de explantes; a la vez que el estudiante será capaz de reconocer que tipo de explante utilizará para la regeneración de plantas *in vitro*, y también identificará los distintos factores que pueden intervenir en el proceso. Por último, es capaz de utilizar distintos tipos de equipos para la obtención de plantas *in vitro*.

El tercer tema tiene como objetivo introducir al estudiante en el análisis e importancia de los metabolitos secundarios, conociendo las distintas rutas metabólicas para su obtención y manipulación, finalmente será capaz de conocer y aplicar las técnicas para la obtención de metabolitos a escala industrial.



El último tema permite al estudiante comprender las bases teóricas de los métodos de criopreservación del material vegetal. Se hace énfasis en la importancia de las distintas técnicas para la obtención de plantas transgénicas y sus aplicaciones.

Es necesario abordar los diferentes temas de manera teórico-práctica, para promover un aprendizaje significativo al contrastar la experimentación con la teoría, aprendiendo a trabajar de forma adecuada en un laboratorio aplicando las normas y técnicas de seguridad e higiene, manipulación del material de trabajo y la gestión de residuos, además se promueve el trabajo en equipo, la toma de decisiones y la aplicación de conocimientos previos, que el estudiante desarrolle sus capacidad de observación, recopilación, organización, análisis, reflexión, síntesis de la información e interpretación de resultados.

Las competencias del profesor del curso deben permitirle construir escenarios de aprendizaje significativos a los estudiantes para su formación profesional. Las estrategias metodológicas recomendadas incluyen exposición de los temas, presentación de problemas, investigación bibliográfica, trabajo en equipo, vistas de estudio, realización de prácticas de laboratorio y/o proyectos de investigación, análisis de información e interpretación de resultados.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Zacatepec el 25 de enero de 2021.	Karen Jhoana Flores Sánchez. Erika Darnely Rojas Ayala. Alberto Álvarez Castillo	Desarrollo de planes y programas del modulo de especialidad de la carrera de Ingeniería Bioquímica.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplica los distintos métodos y técnicas empleados en el cultivo de tejidos vegetales para la mejora y rescate de plantas, así como los fundamentos para



la producción de metabolitos secundarios de interés, la conservación y obtención de plantas transgénicas en la biotecnología.

5. Competencias previas

Aplica los conocimientos de las asignaturas de biología, bioquímica, bioquímica del nitrógeno y regulación genética, cinética química y biológica e ingeniería de biorreactores.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Cultivo de tejidos vegetales	1.1 Introducción. 1.2 Principios del cultivo de tejidos vegetales. 1.3 Totipotencia. 1.4 Laboratorio y material para el cultivo de tejidos vegetales. 1.5 Medios de cultivo. 1.5.1 Componentes del medio. 1.5.1.1 Fuentes de carbono. 1.5.1.2 Nutrientes minerales. 1.5.1.3 Vitaminas. 1.5.1.4 Otros componentes. 1.5.1.5 Agentes gelatinizadores. 1.5.2 Preparación y esterilización. 1.6 Reguladores del crecimiento vegetal. 1.6.1 Clasificación y función. 1.6.2 Niveles, localización y biosíntesis. 1.6.3 Mecanismo de acción e inactivación.



		1.7 Problemas asociados al cultivo de tejidos vegetales.
2	Micropropagación	<p>2.1 Métodos de propagación vegetal.</p> <p>2.1.1 Sexual.</p> <p>2.1.2 Asexual.</p> <p>2.2 Micropropagación.</p> <p>2.2.1 Etapas de la micropropagación.</p> <p>2.2.2 Obtención, selección y esterilización de explantes.</p> <p>2.2.3 Regeneración de plantas en el cultivo <i>in vitro</i>.</p> <p>2.2.3.1 Organogénesis.</p> <p>2.2.3.2 Embriogénesis somática.</p> <p>2.2.3.3 Cultivo de callos.</p> <p>2.2.3.4 Cultivo de suspensiones celulares.</p> <p>2.2.3.5 Cultivo de raíces.</p> <p>2.2.3.6 Cultivo de anteras y polen.</p> <p>2.2.3.7 Protoplastos.</p> <p>2.2.4 Factores que influyen en la micropropagación.</p> <p>2.2.5 Etapas de la aclimatación.</p> <p>2.3 Sistemas de inmersión temporal.</p> <p>2.4 Aplicaciones.</p>
3	Obtención de metabolitos secundarios	<p>3.1 Rutas metabólicas primarias y secundarias.</p> <p>3.2 Potencial biosintético de las plantas.</p>



		<p>3.3 Optimización de los medios de cultivo.</p> <p>3.4 Selección de líneas altamente productoras de metabolitos.</p> <p>3.5 Técnicas para el cultivo a escala industrial.</p> <p>3.5.1 Inmovilización de células.</p> <p>3.5.2 Permeabilización.</p> <p>3.5.3 Cultivos duales planta-microorganismo.</p> <p>3.6 Metabolitos secundarios producidos por cultivos de tejidos vegetales.</p>
4	Conservación de germoplasma y obtención de plantas transgénicas	<p>4.1 Técnicas de cultivo continuo y crecimiento lento.</p> <p>4.2 Técnicas de conservación del material vegetal.</p> <p>4.3 Variación somaclonal.</p> <p>4.4 Plantas transgénicas.</p> <p>4.4.1 Métodos de transformación directa.</p> <p>4.4.2 Métodos químicos.</p> <p>4.4.3 Transferencia de genes mediada por <i>Agrobacterium</i>.</p> <p>4.4.4 Transferencia de ADN por medio de liposomas.</p> <p>4.5 Aplicaciones.</p>



7. Actividades de aprendizaje de los temas

Cultivo de tejidos vegetales	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce los fundamentos y principios del cultivo de tejidos vegetales.</p> <p>Desarrolla los procedimientos para la preparación de medios de cultivo.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Compromiso ético. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica de laboratorio. • Capacidad de análisis en otro idioma. • Habilidades de investigación. • Capacidad crítica y autocrítica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar distintas fuentes de información para el análisis de las ventajas y desventajas del cultivo de tejidos vegetales. • Investigar y analizar el principio de la totipotencia celular. • Elaborar un mapa mental del material y equipo necesario en un laboratorio de cultivo de tejidos vegetales. • Investigar y discutir en foro la importancia del uso de otros componentes empleados para la elaboración de medios de cultivo. • Elaborar una tabla comparativa sobre la importancia y tipos de agentes desinfectantes utilizados en el cultivo <i>in vitro</i>. • Elaborar una tabla comparativa sobre los distintos tipos de reguladores del crecimiento vegetal. • Investigar y discutir mediante un foro el mecanismo de acción de los reguladores del crecimiento vegetal y presenta un resumen. • Explicar mediante un resumen los distintos problemas asociados al cultivo de tejidos vegetales. • Aplicar las buenas prácticas de laboratorio en el desarrollo de prácticas. • Discutir artículos científicos sobre la importancia y aplicaciones del cultivo de tejidos vegetales.



Micropropagación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Aplica las distintas técnicas de la micropropagación para la obtención de plantas completas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de la información. • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de trabajar en equipo. • Capacidad de análisis en otro idioma. • Habilidades de investigación. • Capacidad de expresión oral. • Capacidad crítica y auto crítica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y analizar los métodos de propagación vegetal. • Elaborar un mapa conceptual sobre los métodos de propagación vegetativa asexual. • Investigar y discutir en foro la importancia de los sustratos empleados para la germinación y/o aclimatación de las plántulas <i>in vitro</i>. • Elaborar una tabla comparativa sobre los métodos de regeneración de plantas <i>in vitro</i>. • Investigar y discutir mediante un foro la importancia y aplicaciones de la organogénesis directa e indirecta. • Elaborar un ensayo sobre la importancia del cultivo de suspensiones celulares. • Investigar y discutir mediante foro las etapas del proceso de aclimatación. • Investigar y exponer la importancia y tipos de sistemas de inmersión temporal. • Aplicar las buenas prácticas de laboratorio en el desarrollo de prácticas. • Discutir artículos científicos sobre la importancia y aplicaciones de la micropropagación.
Obtención de metabolitos secundarios	
Competencias	Actividades de aprendizaje



<p>Específica(s): Conoce y analiza las técnicas para la obtención de metabolitos de interés a escala industrial.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de la información. • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Compromiso ético. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de análisis en otro idioma. • Habilidades de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar una tabla comparativa sobre el metabolismo primario y secundario utilizado por las plantas. • Investigar las principales rutas metabólicas para la obtención de metabolitos secundarios. • Elaborar una tabla comparativa sobre las técnicas para la obtención de metabolitos secundarios a escala industrial. • Investigar y discutir en foro las distintas técnicas de inmovilización de células. • Investigar y elaborar un resumen sobre el empleo de los cultivos duales planta-microorganismo. • Aplicar las buenas prácticas de laboratorio en el desarrollo de prácticas. • Discutir artículos científicos sobre las aplicaciones de los metabolitos secundarios en la industria.
<p>Conservación de germoplasma y obtención de plantas transgénicas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s): Conoce las distintas técnicas para la conservación del germoplasma y la obtención de plantas transgénicas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de la información. • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica. • Capacidad de trabajar en equipo. • Capacidad de análisis en otro idioma. • Habilidades de investigación. • Capacidad de expresión oral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar y discutir en foro las técnicas de cultivo continuo y crecimiento lento. • Elaborar un mapa conceptual y discutir en foro las técnicas de conservación de material vegetal. • Investigar y elaborar un resumen sobre la variación somaclonal. • Elaborar un ensayo sobre el impacto ambiental que puede generar el uso de plantas transgénicas. • Investigar y discutir en foro los distintos métodos de obtención de plantas transgénicas.



	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar un mapa conceptual sobre los métodos de obtención de plantas transgénicas.• Investigar y discutir en foro las técnicas de transferencia de genes microorganismo-planta.• Discutir en foro la importancia del uso de <i>Agrobacterium</i> en la biotecnología vegetal.• Investigar y elaborar un resumen la importancia del liposoma para la obtención de plantas transgénicas.• Aplicar las buenas prácticas de laboratorio en el desarrollo de prácticas.• Discutir artículos científicos sobre la importancia de las plantas transgénicas y conservación del germoplasma.
--	---

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none">• Organización del material y equipo de laboratorio del cultivo de tejidos vegetales.• Elaboración de soluciones concentradas y medios de cultivo.• Desinfección y germinación de semillas <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>.• Efecto del tipo y concentración de citocininas en la proliferación de brotes.• Inducción a la callogenesis.• Obtención de suspensiones celulares.• Cultivo de raíces.



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

Las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridos que permiten obtener evidencias del aprendizaje puede ser: mapas conceptuales, tablas comparativas, reportes de prácticas, exposiciones en clase, ensayos, portafolio de evidencias y cuestionarios.

Para constatar el logro de objetivos y evaluar el nivel de desempeño de los estudiantes se recomienda utilizar listas de cotejo, rúbricas, guías de evaluación y portafolios de evidencias.

11. Fuentes de información

1. Lindsey K., y Jones M. G. K. (1992). Biotecnología vegetal Agrícola. Editorial Acribia S, A.
2. Hurtado M. D. V, y Merino M. Ma. E. (2001). Cultivo de tejidos vegetales. Editorial Trillas. ISBN: 9789682421594
3. Benítez B. A. (2005). Avances recientes en biotecnología vegetal e ingeniería genética de plantas. Editorial Reverté. ISBN: 9788429193060
4. Reinhard R. (2020) Biotecnología para principiantes. Editorial Reverté. ISBN: 9788429174830
5. Ringuelet J. A. (2013). Productos naturales vegetales. D-Editorial de la Universidad Nacional de la Plata. ISBN: 9789503409718
6. Martín B. H. (2018). Fundamentos de Biotecnología farmacéutica. Editorial Dextra. ISBN: 9788416898510, 9788416898589.
7. Rueda P. E. O., Barrón H. J. M. y Hallman J. (2009) Bacterias promotoras del crecimiento vegetal. Editorial Plaza y valdés, S. A. de C. V. ISBN: 9786074021196
8. Walter A., Marina A., y Sharry S. (2015). Plantas de probeta: manual para la propagación de plantas por cultivo de tejidos *in vitro*. D-Editorial de la Universidad Nacional de la Palta. ISBN: 9789503412541
9. Serrano G. M., y Piñol Ma T. (1999). Biotecnología vegetal. Editorial Síntesis, S.A. ISBN: 8477381011
10. Vallejo C. F. A., y Estrada S. E. I. (2002). Mejoramiento genético de plantas. Editorial Universidad Nacional de Colombia. ISBN-13:9789587755046

Referencias en internet:

1. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV>
2. <https://www.scielo.org.co>
3. <http://www.bioplaninvitro.com>
4. <https://biblat.unam.mx/es/revista/biotecnologia-vegetal>





3.4.5