

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Fisiología Vegetal Avanzada
<b>Clave de la asignatura:</b>	NUC - 2301
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2 – 2 - 4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

La fisiología, como otras ramas de la biología, estudia los procesos de la vida, que con frecuencia son idénticos o similares en muchos organismos. La fisiología vegetal es la ciencia que estudia el funcionamiento de las plantas: qué es lo que sucede en ellas que explica el que estén vivas. Miles de reacciones químicas se realizan en toda célula viva, transformando agua, sales minerales y gases del ambiente en tejidos y órganos vegetales. El agua pasa de la solución del suelo a través del sistema radical, tejidos de tallos y hojas hasta la atmósfera, mientras que las sales minerales y moléculas orgánicas circulan en muchas direcciones en el interior de una planta. Desde que una planta comienza su vida como cigoto hasta su muerte, los procesos organizados del desarrollo hacen crecer la planta, incrementando su complejidad y promoviendo cambios cualitativos como la formación de flores en una época del año y el desprendimiento de hojas en otra. Todos estos fenómenos son estudiados por la fisiología vegetal.

El estudio de los diferentes procesos que caracterizan el funcionamiento de los vegetales, necesita de la integración de disciplinas relacionadas entre sí como lo son la Bioquímica, la Biofísica y finalmente la Biología Molecular. El desarrollo que cada una de ellas ha tenido, permite en la actualidad conocer mejor el funcionamiento de estas especies lo cual constituye una herramienta de gran utilidad tanto para su nutrición, protección y uso en la producción de alimentos.

### Intención didáctica

Fisiología Vegetal Avanzada, es una asignatura que se propone dentro de la especialidad en Nutrición Vegetal del programa de Ingeniería en Innovación Agrícola sustentable,

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

como una materia fundamental en la formación del Ingeniero, la cual requiere como prerrequisitos conocimientos de Química, Ecología, Bioquímica, Botánica, Termodinámica y desde luego de Fisiología Vegetal.

Esta asignatura tiene una relación horizontal con la asignatura de Reguladores de Crecimiento Vegetal y Nutrición Mineral y Orgánica.

La aportación de conocimientos que esta materia ofrece a la formación del Ingeniero en Innovación Agrícola Sustentable es muy importante, sobre todo en el aspecto de formación agronómica ya que finca las bases de la productividad (cantidad, calidad y oportunidad) de alimentos de origen vegetal que se manejan en la agroindustria, estableciendo las bases para cursos aplicados enfocados a los diferentes cultivos.

Además proporciona conocimientos básicos sobre el funcionamiento de las plantas como seres vivos, los cuales podrán ser aplicados en el manejo de los mismos así como para incrementar rendimientos y mejorar calidad

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Los Reyes, Michoacán. Septiembre de 2014	Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes.	Reunión de academia del Programa Educativo de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.
Los Reyes, Michoacán. Octubre de 2018.	Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes	Reunión de academia del Programa Educativo de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.
Los Reyes, Michoacán. Diciembre de 2022.	Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes	Reunión de academia del Programa Educativo de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Conocer las bases bioquímicas de los procesos del metabolismo primario y secundario que ocurren en las plantas.
Comprender los procesos bioquímicos que ocurren durante el crecimiento y desarrollo.

Entender las diferentes estrategias que las plantas desarrollan para soportar el estrés ambiental y enlazar este conocimiento a los sistemas de producción.

### 5. Competencias previas

Identificar el ciclo biológico de los seres vivos.

Saber las funciones de la Célula y sus orgánulos.

Conocer la Morfología y anatomía de los diferentes órganos de la planta.

Describir el método científico.

Conocer de biomolecular.

Conocer la estequiometria de compuestos químicos y preparar diferentes tipos de soluciones.

Conocer los factores y elementos climáticos que influyen en el crecimiento de una planta.

Aplicar conocimientos de la Internet para solucionar problemas en la agricultura.

### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Metabolismo primario y secundario en plantas	1.1 Metabolismo primario. 1.1.1 Glucolisis. 1.1.2 Ciclo de Krebs. 1.1.3 Cadena transportadora de electrones. 1.2 Metabolismo de sacarosa y almidón. 1.2.1 Biosíntesis, movilización y degradación de sacarosa y almidón en plantas. 1.2.2 Maduración de frutos. 1.3 Lípidos en plantas. 1.3.1 Biosíntesis, movilización y utilización de aceites de semillas. 1.3.2 Beta oxidación de ácidos grasos. 1.4 Metabolismo secundario. 1.4.1 Ruta del Shikimato. 1.4.2 Ruta del ácido mevalonico. 1.4.3 Ruta del ácido malonico.

		1.4.4 Ruta de la síntesis de terpenos (Ruta del Metileritritol fosfato).
2	Desarrollo vegetal	<p>2.1 Características diferenciales del desarrollo vegetal.</p> <p>2.2 Conceptos de crecimiento, desarrollo, diferenciación y morfogénesis.</p> <p>2.2.1 Embriogénesis permanente y totipotencia.</p> <p>2.3 Germinación en semillas.</p> <p>2.4 Factores ambientales reguladores de la morfogénesis.</p> <p>2.4.1 La luz como señal.</p> <p>2.4.1.1 Fotomorfogénesis.</p> <p>2.4.1.2 Fotorreceptores de luz roja y azul.</p> <p>2.4.1.3 Fotoperiodicidad.</p> <p>2.4.1.4 Control de la floración por luz.</p> <p>2.4.1.5 Plantas de día corto y/o largo.</p> <p>2.4.1.6 El fitocromo y el "estímulo floral".</p> <p>2.5 La temperatura como señal para el desarrollo.</p> <p>2.6 Vernalización e inducción floral:</p> <p>2.6.1 Letargo de yemas.</p> <p>2.6.2 Letargo en semillas: Acumulación de reservas subterráneas.</p> <p>2.7 Diferenciación de yemas florales.</p>
3	Fisiología del estrés y mecanismos de defensa en plantas	<p>3.1 Conceptos generales sobre el estrés en plantas.</p> <p>3.1.1 Estrés biótico.</p> <p>3.1.1.1 Efectos del parasitismo y de la herbivoría en plantas.</p> <p>3.1.1.2 Sistemas de defensa en plantas Respuestas defensivas de las plantas: defensas constitutivas y defensas inducibles.</p> <p>3.1.1.3 Proteínas relacionadas con la patogénesis; ruta de los fenilpropanoídes .</p> <p>3.1.1.4 Respuesta local y respuesta sistémica de defensa. Resistencia adquirida. Fitoalexinas.</p> <p>3.2 Estrés abiótico.</p> <p>3.2.1 Estrés hídrico.</p> <p>3.2.1.1 Efectos de la escasez ocasional</p>

		<p>de agua.</p> <p>3.2.1.2 Adaptaciones fisiológicas de las plantas a la escasez de agua.</p> <p>3.2.1.3 Estrategias fisiológicas, anatómicas y fenológicas de escape y tolerancia a la sequía en plantas.</p> <p>3.2.1.4 Acumulación de osmolitos.</p> <p>3.2.1.5 Mecanismos moleculares de resistencia a la sequía.</p> <p>3.2.1.6 El caso de la planta Selaginella.</p> <p>3.2.2 Sales. Estrés salino.</p> <p>3.2.2.1 Escasez de agua y toxicidad iónica.</p> <p>3.2.2.2 Glicófitos, plantas halotolerantes y halófitos.</p> <p>3.2.2.3 Mecanismos de escape, tolerancia y resistencia.</p> <p>3.2.2.4 Acumulación de osmolitos.</p> <p>3.2.3 Temperatura.</p> <p>3.2.3.1 Estrés por frío.</p> <p>3.2.3.2 Estrés por congelación: escasez de agua y daños mecánicos.</p> <p>3.2.3.3 Estrategias de escape y tolerancia.</p> <p>3.2.3.4 Acumulación de osmolitos.</p> <p>3.2.3.5 Mecanismos de resistencia.</p> <p>3.2.3.6 Estrés por altas temperaturas: estrategias fenológicas y fisiológicas de escape.</p> <p>3.2.3.7 Utilización de compuestos contra el congelamiento.</p> <p>3.3 Efecto del ácido salicílico, aminoácidos y compuestos anti estrés en plantas.</p> <p>3.4 Usos en la agricultura.</p>
4	Interacción planta-microorganismo	<p>4.1 Asimilación de nitrógeno por las plantas.</p> <p>4.1.1 Ciclo del nitrógeno en la naturaleza.</p> <p>4.1.2 Fijación biológica del nitrógeno.</p> <p>4.1.3 Bacterias fijadoras de nitrógeno y su uso en la agricultura.</p> <p>4.2 Interacción planta-hongo.</p> <p>4.2.1 Hongos que se asocian con plantas.</p>

		<p>4.2.2 Micorrizas, Tipos de micorrizas y usos en la agricultura.</p> <p>4.3 Bacterias promotoras del crecimiento vegetal.</p> <p>4.3.1 Interacción planta/ bacteria.</p> <p>4.3.2 Mecanismos de acción de la BPCV y usos en la agricultura.</p>
--	--	---

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Metabolismo primario y secundario en plantas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conocer los mecanismos biológicos del metabolismo primario y secundario así como su repercusión en la producción de las plantas cultivadas.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas.</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 generar nuevas ideas.</li> </ul>	<p>Participación en discusiones de artículos relacionados con el metabolismo primario y secundario en plantas.</p> <p>Seminarios acerca de artículos de reciente publicación relacionados con la fisiología vegetal en frutales.</p> <p>Exposición de los temas sobre una planta y los metabolitos que produce.</p> <p>Asistencia y participación en visitas invernaderos.</p> <p>Reportes de las visitas a invernaderos.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	
2. Desarrollo vegetal	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conocer y analizar los factores que afectan el crecimiento y desarrollo de los vegetales así como la forma de controlarlos para modificar su desarrollo.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>Comunicación oral y escrita.</li> <li>Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>Trabajo en equipo.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas.</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 generar nuevas ideas.</li> <li>Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<p>Realizar prácticas de laboratorio.</p> <p>Asistencia y participación en prácticas.</p> <p>Asistencia y participación en visitas.</p> <p>Reportes de las visitas a invernaderos.</p> <p>Exposición de los temas.</p> <p>Trabajos en equipo.</p> <p>Estructuración, elaboración y presentación de proyectos.</p> <p>Elaboración de ensayos sobre temas más recientes en el área.</p>
3. Fisiología del estrés y mecanismos de defensa en plantas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Conocer la fisiología del estrés en plantas</p>	<p>Participación en discusiones de artículos.</p>

<p>así como los mecanismos fisiológicos y moleculares que las plantas implementan para superarlos.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas.</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 generar nuevas ideas.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<p>Exposición de los temas.</p> <p>Trabajos en equipo.</p> <p>Reporte de práctica.</p> <p>Estructuración, elaboración y presentación de proyectos.</p> <p>Elaboración de ensayos sobre temas más recientes en el área.</p> <p>Establecimientos de un ensayo en campo para probar diferentes moléculas contra el estrés en plantas.</p>
<p>4. Interacción planta-microorganismo</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Comprender y conocer los mecanismos bioquímicos y fisiológicos de la interacción planta-microorganismo y su uso en la agricultura.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p>	<p>Participación en discusiones de artículos.</p> <p>Estructuración, elaboración y presentación de proyectos sobre el uso de microorganismos en la agricultura.</p> <p>Elaboración de ensayos sobre temas más recientes en el área.</p> <p>Establecimiento de un ensayo en</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas.</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 generar nuevas ideas.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<p>campo para cuantificar el uso de bacterias y hongos benéficos en plantas.</p>
---	--

## 8. Práctica(s)

1. Efecto de la luz en el crecimiento y desarrollo en plantas.
2. Extracción de metabolitos secundarios en plantas para su uso en la agricultura.
3. Efecto de las moléculas anti estrés en plantas. (aminoácidos, ácidos salicílicos, jasmonatos, extractos de plantas y algas).
4. Efecto de microorganismos benéficos en plantas (micorrizas, bacterias fijadores de nitrógeno, hongos biocontroladores, microorganismos de montaña).
5. Efecto del silicio, calcio y otros minerales en la protección contra patógenos en plantas.

## 9. Proyecto de asignatura

El curso se instrumentará a través de un enfoque grupal, donde se discuta y se reflexione sobre el funcionamiento de la planta y los principios físicos y químicos que lo explican. Se analizará la metodología científica enfocada al estudio de los fenómenos involucrados en el funcionamiento del organismo vegetal desde sus primeras fases de vida hasta su muerte.

Los estudiantes realizarán revisiones bibliográficas de cada una de las temáticas y las

presentarán en sesiones grupales, en formato de seminario.

Los estudiantes en grupo establecerán un cultivo para que en coordinación con las otras materias lo lleven a término, en este cultivo se aplicaran las diferentes prácticas que se tienen programadas. Al final entregarán un informe con todos los requisitos que el profesor solicite incluyendo:

- Fundamentación
- Planeación
- Ejecución
- Evaluación

## **10. Evaluación por competencias**

La evaluación debe de ser continua y formativa por lo que se debe de considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas durante las investigaciones solicitadas plasmadas en artículos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Evaluaciones de conocimiento para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Prácticas de laboratorio y de campo.
- Discusiones grupales sobre diferentes tópicos de la Fisiología Vegetal Avanzada.
- Ensayos sobre temas relacionados con el temario de la asignatura.
- Exposiciones orales sobre temas relacionados con el temario de la asignatura.
- Cuadros comparativos.
- Reportes de visitas a centros de investigación.
- Proyecto integrador.

## 11. Fuentes de información

1. Azcon – Bieto, J. & Talón, M. (2008). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Interamericana McGraw – Hill, Madrid.
2. Buchanan, B. Gruissem B. & Jones R. L. (2000). *Biochemistry and molecular Biology of Plants*. Maryland: Am. Soc. Plant Physiology. 1367 p.
3. Salisbury, F. B. & Ross, C. W. (2000). *Fisiología de las Plantas*. International Thompson Editores Spain - Paraninfo, S.A., Madrid.
4. Taiz, L. & Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal*. Publicacions de la Universitat Jaume I de Castellón. Dos volúmenes. Traducción de la 3ª edición en inglés de 2002