

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**FISIOLOGÍA VEGETAL**

**I. DATOS GENERALES**

Unidad Académica:	Fitotecnia
Programa Educativo:	Ingeniería Agronómica Especialista en Fitotecnia
Nivel educativo:	Licenciatura
Línea Curricular:	Agrobiología
Asignatura:	Fisiología Vegetal
Carácter:	Obligatorio
Tipo:	Teórico - Práctico
Prerrequisitos:	Anatomía y Morfología Vegetal
Nombre de los Profesores:	Ph. D. María Teresa Colinas León Ph. D. Héctor Lozoya Saldaña M.C. Claudia Hernández Miranda DR. Sergio R. Márquez Berber M.C. Gustavo Mena Nevárez DR. Raúl Nieto Ángel ING. Ma. Esperanza Ortiz Estrella DR. Noé López Martínez M.C. Ofelia Hernández Ordoñez M.C. Petra Yáñez Jiménez DR. Víctor A. González Hernández M.C. Alejandro Manzo González M.C. Macario Velázquez Cagal DRA. Ma. Teresa Martínez Damián DR. Rafael Ernesto García Pérez
Ciclo Escolar:	2017-2018
Año:	Cuarto
Semestre Escolar:	Segundo
Horas Teoría/Semana:	3.0
Horas Práctica/Semana:	2.0
Horas Totales/Semana:	5.0
Horas Totales/Viaje de estudios:	0.0
Horas de Trabajo Independiente:	2.5
Horas Totales:	80
No. de Créditos:	7.5
Clave:	

## **II. INTRODUCCIÓN**

La Fisiología Vegetal como parte de la Biología, constituye uno de los cursos básicos para la formación del Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, ya que permite analizar los procesos relacionados con la absorción, transporte y del agua, el CO<sub>2</sub>, los minerales y la luz, en la síntesis de compuestos orgánicos; también se describen y se analizan los procesos de transformación de otros compuestos como resultado del metabolismo secundario.

Este curso tiene relación horizontal con Fenología Agrícola, Ecología y Manejo de Malezas, cursos que se imparten en el mismo semestre (segundo semestre de 4° año); y de manera vertical, se relaciona directamente con Fisiotecnia Vegetal y Propagación de Plantas.

El curso se desarrolla en el aula y laboratorio primordialmente, y fuera de ellos como trabajo independiente, mismo que se promueve a través de la lectura y análisis detallado de material bibliográfico, para que pueda ser incorporado de manera práctica en los proyectos personales de investigación.

En el aula y laboratorio se promueve el análisis teórico y práctico en cada uno de los temas tratados, a través del trabajo en equipo y trabajo grupal, se hacen exposiciones orales por parte del profesor y se realizan seminarios por parte de los alumnos para el desarrollo de habilidades y destrezas en la elaboración de un proyecto, así como para su exposición en público. La asistencia, la participación en clases, el desarrollo de sus proyectos y la presentación de sus seminarios, además de sus exámenes, serán indicadores que posibilitarán la evaluación de los participantes en el curso.

## **III. PRESENTACIÓN**

Este curso es considerado obligatorio porque es parte esencial en la formación del estudiante de Ingeniería Agronómica Especialista en Fitotecnia, El curso le permitirá, explicar, describir y analizar el efecto de los factores ambientales en los procesos fisiológicos; por esta razón el citado curso se imparte en el primer año de la licenciatura en Ingeniería Agronómica Especialista en Fitotecnia (4° año de la licenciatura), y contribuye así, a complementar el conocimiento y un mejor entendimiento de las asignaturas de tipo agronómico y tecnológico relacionados con la producción agrícola.

## **IV. OBJETIVO**

Analizar los procesos del metabolismo primario y secundario que las plantas realizan en la transformación de compuestos inorgánicos a compuestos orgánicos, característico de los organismos autótrofos; para explicar el comportamiento de las plantas,

diagnosticar cuáles son las limitantes en su desarrollo y sea capaz de diseñar experimentos con los cuales pueda resolver problemas específicos que se le presenten en el campo.

## V. CONTENIDO

48 h

UNIDAD I. Relaciones hídricas y nutrición

### Objetivo:

Analizar la importancia y la contribución del agua y los elementos esenciales en la estructura y el metabolismo de las plantas para entender los mecanismos de absorción y transporte de agua y sales minerales y su efecto en el desarrollo de las plantas.

TEMAS TEÓRICOS		SESIÓN PRÁCTICA (2.0 horas)
TEMA	TIEMPO (horas)	PRÁCTICA NUMERO
<p>Presentación del curso</p> <p><b>1. Agua.</b></p> <p>a) Importancia del agua en la Planta, desde el punto de vista:</p> <p>Físico,</p> <p>Químico,</p> <p>Biológico (Contaminación de aguas) –INOCUIDAD- y</p> <p>Social (alteración del ciclo hidrológico debido al CAMBIO CLIMÁTICO)</p> <p>b) Propiedades físicas y químicas Del agua.</p> <p>c) Potencial hídrico: El agua en el suelo, la planta y la atmósfera.</p> <p>d) Absorción y transporte.</p>	7.0	<p>1. Mecanismos de Absorción y Transporte de agua en las plantas</p> <p>Objetivo:</p> <p>1) Observar cómo se lleva a cabo la absorción de agua e identificar los tejidos responsables del transporte, para reconocer la función</p>

<p>d) Transpiración</p> <p>f) Estrés y resistencia a la sequía y a la salinidad.</p>		<p>específica de los tejidos conductores.</p> <p>2. Factores que afectan la velocidad de transpiración</p> <p>Objetivo: Calcular la velocidad de transpiración en ramas de trueno en diferentes condiciones del medio ambiente para identificar el efecto de la temperatura, viento y luz.</p> <p>3. Efecto de la deficiencia de agua sobre el en el crecimiento de las plantas</p> <p>Objetivo: Medir el efecto de varios niveles de humedad en el suelo para asociar que la cantidad de agua y humedad en el suelo afecta el crecimiento de las hojas de plántulas de maíz.</p>
--	--	---

<p><b>2. Nutrición</b></p> <p>a) Importancia de la nutrición</p> <p>b) Elementos esenciales y forma asimilable por las plantas</p> <p>c) Constituyente orgánico de los elementos.</p> <p>d) Mecanismos de acceso nutrimental.</p> <p>e) Factores que afectan la Disponibilidad, absorción y el transporte de los minerales en la</p>	<p>6.0</p>	
--	------------	--

<p>relación suelo-planta: pH, CIC, humedad del suelo, Materia orgánica, temperatura, aireación y actividad microbiana del suelo.</p> <p>f) Fijación biológica del nitrógeno.</p> <p>g) Asimilación de nitrógeno y azufre</p> <p>h) Desórdenes fisiológicos por deficiencias nutrimentales y su efecto en la calidad de hojas, flores y frutos</p>		
Primer examen, parte teórica	1.5	Primer examen, parte práctica 2.0
<b>Subtotal en horas, parte teórica</b>	<b>14.5</b>	<b>Sub Total en horas, parte práctica 8.0</b>

## UNIDAD II. METABOLISMO

### Objetivos:

Analizar la estructura y función de los organelos celulares involucrados en el proceso de transformación y síntesis (cloroplasto y mitocondria), como parte esencial del metabolismo primario y secundario, propia de un organismo autótrofo; para distinguir las reacciones anabólicas de las catabólicas e identificar el lugar en el que se llevan a cabo.

Reconocer las diferencias entre plantas c3, c4 y MAC, a nivel anatómico, a nivel fisiológico y por su patrón de distribución de almidón, para aplicar un manejo adecuado acorde a las características propias de cada planta.

Describir los procesos de fotosíntesis, fotorrespiración, respiración y las vías del metabolismo secundario, para reafirmar la importancia que las plantas tienen tanto en el ser humano en particular, como en la ecología del planeta en general.

TEMAS TEÓRICOS		SESIÓN PRÁCTICA( 2 HORAS)
TEMA	TIEMPO (horas)	PRÁCTICA NUMERO
<p><b>1. La célula: estructura y función.</b></p> <p><b>2. Fotosíntesis</b></p> <p>a) Fase fotoquímica: Captación de luz, agua, transferencia de electrones y energía para la formación de ATP y NADPH+H<sup>+</sup></p>	<p>1.0</p> <p>11.5</p>	<p>4. Pigmentos fotosintéticos: extracción, separación e identificación</p> <p>Objetivo: Extraer los pigmentos fotosintéticos, mediante el uso de solventes orgánicos, y con la ayuda de la cromatografía en papel, separar e identificar dichos pigmentos por medio del color y el cálculo del RF, en cada uno de ellos.</p> <p>5. El transporte de electrones y su relación con algunos herbicidas.</p> <p>Objetivos:</p> <p>a) Aislar cloroplastos para aislar el mecanismo de acción de algunos herbicidas y la presencia de luz en la fase luminosa de la fotosíntesis.</p> <p>b) Distinguir mediante el cambio de color del colorante (DCPIP) la importancia de la luz para iniciar el flujo de electrones en cloroplastos aislados.</p> <p>c) Aplicar el herbicida Diurón a los cloroplastos aislados para interrumpir el transporte de electrones.</p>
<p>b) Fase enzimática en el mecanismo de fijación y</p>		<p>6. Identificación de plantas C-3 y C-4.</p>

<p>reducción del CO<sub>2</sub> (ciclos C-3 y C-4 y MAC).</p> <p>g) Fotorrespiración</p> <p>h) Factores endógenos que afectan fotosíntesis: Edad de la hoja, comportamiento estomatal y estado nutricional.</p> <p>i) Factores exógenos que afectan fotosíntesis: luz, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>; temperatura, agua, minerales, plagas y enfermedades, pesticidas y contaminantes.</p> <p>j) Fotosíntesis en el rendimiento biológico y económico.</p> <p>k) Métodos y unidades de medida.</p> <p>l) Transporte de carbohidratos por floema. Reelación fuente-demanda</p>		<p>Objetivo: Identificar plantas C3 y C4 a través de cortes anatómicos fijos y el patrón de distribución de almidón en la lámina foliar, para reconocer las diferencias entre estas con el propósito de aplicar un manejo adecuado de los factores ambientales acorde a las características propias de cada planta.</p> <p>7. Métodos para la medición del área foliar.</p> <p>Objetivo: Distinguir los métodos para medición de área foliar y calcularla con cuatro metodologías diferentes, para comparar la precisión entre ellos, con el propósito de aplicar cualquiera de estos en investigaciones posteriores.</p>
<p><b>3. Respiración</b></p>	<p>9.5</p>	
<p>a) Glicólisis.</p>		

<p>b) Ciclo de Krebs.</p> <p>b) transferencia de electrones y Fosforilación oxidativa.</p> <p>e) Ciclo alterno de la respiración.</p>		<p>8. La inundación y la formación de aerénquima en arroz.</p> <p>Objetivo: Cortar raíces de arroz en forma transversal desarrolladas bajo diferentes condiciones de humedad y observar con ayuda del microscopio los tejidos de aerénquima y parénquima para reconocer la importancia de la respiración aeróbica y las reacciones de fermentación.</p>
<p>c) Ciclo de las pentosas.</p>		
<p>g) Respiración anaeróbica (fermentación) y reacción anaplerótica.</p>		
<p>h) Factores que afectan la respiración: temperatura, concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, sequía e inundación.</p> <p>i) Inhibidores, daños mecánicos e infecciones.</p> <p>j) Metabolismo secundario</p>		
<p>Segundo examen, parte teórica</p>	<p>1.5</p>	<p>Segundo examen, parte práctica 2.0</p>
<p><b>Subtotal en horas, parte teórica</b></p>	<p><b>23.5</b></p>	<p><b>Subtotal en horas, parte práctica 12.0</b></p>



### UNIDAD III. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

#### Objetivos:

Mencionar las diferencias entre crecimiento y desarrollo hasta reconocer los cambios en las plantas como en los órganos de la misma, tanto en tamaño como en forma; además de analizar la síntesis y acción de los reguladores en el crecimiento, diferenciación y desarrollo de las plantas, a fin de aplicarlos en los cultivos según las respuestas fisiológicas que desee obtener en cada caso en particular.

TEMAS TEÓRICOS		SESIÓN PRÁCTICA ( 2 HORAS)
TEMA	TIEMPO (Horas)	PRÁCTICA NÚMERO
1. Definición de crecimiento, desarrollo y diferenciación.	8.5	
a) Reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, inhibidores o retardadores.		9. Reguladores del crecimiento: Efecto del ácido naftalenacético (ANA) en la formación de raíces.  Objetivo: ♦ Aplicar ácido naftalenacético (ANA) para definir la concentración óptima en el enraizamiento de estacas de sauce para demostrar la importancia de las auxinas en la propagación de plantas.
b) Otras sustancias (oligosacarinas, poliaminas, ácido jasmónico, ácido salicílico y brasinoesteroides).		10. Reguladores del crecimiento: Efecto del ácido giberélico (AG <sub>3</sub> ) y el Cicocel (CCC) en el crecimiento de tallos en plantas.  Objetivo: Aplicar promotores e inhibidores del crecimiento en plantas de frijol y medir su efecto en el crecimiento, a fin de reconocer la importancia de las giberelinas en la modificación de los procesos fisiológicos en los vegetales

<p>c) Fotomorfogénesis: definición, fitocromo, fotoperíodo, temperatura.</p> <p>d) Vernalización</p> <p>e) Resistencia a heladas.</p>		<p>11. Reguladores del crecimiento: Efecto de Benciladenina (BA) en el retraso de la senescencia en hojas.</p> <p>Objetivo:</p> <p>Aplicar benciladenina (BA) para retardar el envejecimiento de hojas de Apio, con el propósito de prolongar la vida postcosecha de esta hortaliza.</p> <p>12. Reguladores del crecimiento: Efecto del etefón (etileno) y Tiosulfato de Plata en la senescencia de flores.</p> <p>Objetivo:</p> <p>Aplicar etileno para acelerar la senescencia en flores de clavel y tiosulfato de plata para retardarla y prolongar la vida de anaquel.</p> <p>13. Efecto de extractos de varios frutos sobre la germinación de semillas de rábano</p> <p>Objetivo:</p> <p>Valorar la aplicación de extractos de jitomate, melón y papaya (sarcotesta) sobre la germinación de semillas de rábano, para identificar el efecto de los inhibidores de crecimiento.</p>
Tercer examen, parte teórica	1.5	Tercer examen, parte práctica 2.0
<b>Subtotal en horas, parte teórica</b>	<b>10.0</b>	<b>Subtotal en horas, parte práctica 12.0</b>
<b>Total en horas, parte teórica</b>	<b>48.0</b>	<b>Total en horas, parte práctica 32.0</b>
<b>Gran total</b>	<b>80.0</b>	

## VI. Método didáctico

El curso teórico-práctico de Fisiología Vegetal está organizado en 16 sesiones semestrales y ha sido programado para desarrollarse en dos partes:

1. **Parte teórica** que corresponde a 50% y se impartirá en el aula con exposiciones orales del profesor, y con apoyo de los auxiliares didácticos de Fisiología Vegetal. Se promoverá la participación del estudiante mediante la acción libre en clase permitiendo el intercambio de ideas entre el profesor y los alumnos, sobre los conceptos de los procesos fisiológicos. Los alumnos realizarán un trabajo extraclase a fin de que refirman sus conocimientos de los temas vistos en clase.
2. **La parte práctica** equivale a 50%. Las prácticas tendrán lugar en el laboratorio con la asesoría del profesor y con apoyo del Manual de Prácticas de Laboratorio de Fisiología Vegetal.

Para todas las prácticas, el informe debe tener el siguiente contenido: Título, introducción, revisión de literatura, objetivos, metodología, resultados y discusión, conclusiones, cuestionario y bibliografía.

## VII. EVALUACIÓN

La evaluación para el desarrollo del curso se realizará por separado:

1. **Parte teórica:** del total del curso la parte teórica corresponderá a 50%. Al finalizar cada uno de los capítulos se realizará un Examen Parcial, mismo que tendrá un valor de 20%, dando un total del 60% de los tres exámenes parciales, el trabajo de investigación/seminario tendrá un valor de 30% y 10% restante, son las lecturas sobre temas específicos, estos dos últimos corresponden al trabajo independiente (30+10=40%).
2. **La práctica:** la parte práctica tendrá un valor a 50%. Igualmente, al finalizar cada uno de los capítulos se aplicará un examen parcial, contando cada uno de ellos el 20%, que corresponde al 60%, y el otro 40% se evaluará mediante el reporte de las prácticas desarrolladas durante el curso.

**Acreditación.** Dado que ambas partes del curso son igualmente importantes, la acreditación final se obtendrá del promedio de ambas partes, para lo cual **se requiere que tanto la parte teórica como la práctica, sean aprobatorias.**

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

### BÁSICA

- Azcon-Bieto, J. y Talon, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Interamericana McGraw-Hill, Madrid, España.
- Barcelo, C. J., Nicolas, R. G., Sabater, G. B.; Sanchez T. R. 1992. Fisiología Vegetal. Ediciones Pirámide, S.A. Madrid.
- Bidwell, R.G.S. 2002. (3a Reimpresión). Fisiología Vegetal. AGT Editor, S.A. México.
- Buchanan, B. L., Wilhelm, G y Rusell L. J.2000. Biochemistry and molecular biology of plants. American Society of plants biologists. USA.
- Hopkins, W. G. and Huner, N. P. A. 2009. Introduction to plant physiology. Fourth edition. John Wiley and Sons, Inc. USA.
- Lambers, H. F. S.CH. y Thijs P. 2008. Plant physiological ecology. Second edition. Springer. USA.
- Lira, S. R. H. 1994. Fisiología Vegetal. Trilla, México, D. F. 237 p.
- Martínez, F.G. 1995. Elementos de Fisiología Vegetal: Relaciones Hídricas, Nutrición Mineral, Transporte, Metabolismo. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Mohr, H y Peter, CH. 2010. Plant Physiology. Springer Verlaf. Hong Kong.
- Nieto, A. R. 1998. Fisiología Vegetal: auxiliares didácticos. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 236 p.
- Nobel, P. S. 2009. Physicochemical and Enviromental Plant Physiology. Forth Edition. Elsevier Inc. Canada.
- Perez, G. F. y Martinez-Laborde, J.B. 1994. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Peterson, R. L., Peterson, C. A., Melville, L. H. 2008. Teaching pPlant Anatomy though creative laboratory excersises. NCR Press, Otawwa, Ontario.
- Pimienta, B. E., Muñoz, A. U., Ramírez, H. B. C. y Mendez, M.L. 2008. Desarrollo Vegetal. Segunda Edición. Universidad de Guadalajara. México.
- Rojas, G, M. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada. 4ª edición. Interamericana McGraw-Hill. México, D. F. 275 p.
- Salisbury, B. F. y Ross, C. W. 2000. Fisiología Vegetal. Traducción del Inglés por V. González Velázquez. Grupo Editorial Iberoamérica, México.

Taiz, L. y Zeiger, E. 2010. Plant Physiology. Fifth Edition. Sinauer Associates. Sunderland, MA.

Weaver, R.J. 1976. Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Editorial Trillas. México.

#### COMPLEMENTARIA

Abadia, A. J. (Ed.). 1995. Iron Nutrition in soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Vol. 59.

Anderson, J.W. y Beardall, J. 1991. Molecular Activities of Plant Cell. Balckwell Scientific Publications, London Edinburh, Boston.

Bennett, F.W. 1989. Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crops Plants. Edited by William F. Bennett. ISBN 0-89054-151-5.

Foyer, C.H. 1987. Fotosíntesis. Traducción del Inglés por B. Fuentes Pardo. Compañía Editorial Continental, S.A. México.

Jankiewicz, L. S. 2005. Reguladores del Crecimiento, Desarrollo y Resistencia en Plantas: propiedades y acción. Editorial Mundi-Prensa-UACH. México, D. F. 487 p.

Lehninger, A.L. 1975. Bioenergética. Traducido del Inglés por V. Conejero Tomás. Fondo Educativo Interamericano, S.A. U.S.A.

Peterson, R. L., Peterson, C. A. y Melville, L. H. 2008. Teaching plant anatomy through creative laboratory exercises. NCR Press, Otawwa, Ontario. 164 p.

Sivori, E.M.; Montaldi, E. R, y Caso, O.H. 1986. Fisiología Vegetal. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.

Ting, I.W. 1982. Plant Physiology. Addison Wesley Publishing Company. Menlo Park. California, U.S.A.

Wallace, R.A., KING, J.L. y SANDERS, G.P. 1991. Biología Molecular y Herencia. Editorial Trillas. México.

Wilkins, M.B. (Ed.). 1984. Advanced Plant Physiology. Pitman Publishing, Great Britain.