



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y SERVICIO EN ZOOTECNIA

## Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

Programa de la asignatura

# FISIOLOGÍA VEGETAL

Quinto Año

2do. Semestre

## I. DATOS GENERALES

---

Unidad Académica	<i>Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia</i>
Programa Educativo	<i>Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia</i>
Nivel Educativo	<i>Licenciatura</i>
Sección Disciplinar	<i>Agronomía</i>
Asignatura	<b><i>Fisiología Vegetal</i></b>
Carácter	<i>Obligatorio</i>
Tipo	<i>Teórico – Práctico</i>
Prerrequisitos	<i>Botánica de forrajes, Bioquímica</i>
	 <i>Profesores de Tiempo Completo:</i> <i>Dr. José Luis Zaragoza Ramírez</i> <i>Ing. Claudia Hernández Miranda</i> <i>Ing. Ma. Esperanza Ortiz Estrella</i>
Profesores	<i>Profesores de Tiempo Parcial:</i> <i>Dr. Víctor A. González Hernández</i> <i>M.C. Petra Yáñez Jiménez</i>
	 <i>Profesor de Apoyo:</i> <i>M.C. Noé López Martínez</i>
Ciclo Escolar	<i>2013-2014</i>
Año	<i>5º</i>
Semestre	<i>Segundo</i>
Horas Teoría/semana	<i>3 h</i>
Horas práctica/semana	<i>2 h</i>
Horas Totales/semestre	<i>85</i>

---

## II. INTRODUCCIÓN

La Fisiología Vegetal como parte de la Biología, constituye uno de los cursos básicos para la formación del Ingeniero Agrónomo, especialmente porque permite la comprensión de los procesos que se realizan en las plantas, principalmente en lo referente al aprovechamiento del agua, el CO<sub>2</sub>, los minerales y la luz, en la síntesis de compuestos orgánicos; también se analizan los procesos de transformación de otros compuestos como resultado del metabolismo secundario. El curso permite también la comprensión del efecto de los factores ambientales en dichos procesos; por esta razón el citado curso se imparte en el segundo semestre del 5º año de Zootecnia, y contribuir así, al mejor entendimiento de las asignaturas de tipo agronómico y tecnológico relacionados a la producción agrícola que se imparten en los semestres subsecuentes de la currícula de la especialidad.

### **III. PRESENTACIÓN**

La fisiología vegetal, como ciencia que estudia el funcionamiento de las plantas, no puede estar ajena a ninguna de las disciplinas de la agricultura, tanto moderna como tradicional. El estudio de las funciones vegetales no consiste únicamente en la colección de hechos y evidencias, sino en entender su esencia y su naturaleza molecular. Este conocimiento básico ayuda a comprender las relaciones entre los fenómenos internos de la planta y las leyes que rigen a dichas relaciones tanto interna como externamente, para su óptimo aprovechamiento desde el punto de vista agrícola en armonía con la naturaleza. El curso está diseñado para cubrirse en un semestre. Los tres módulos (agua-nutrición, fotosíntesis respiración y desarrollo) difieren en contenido y complejidad en función de su misma naturaleza, ya que algunos de ellos se repetirán en otras materias (bioquímica, fitoquímica, nutrición vegetal, edafología, cultivo de tejidos vegetales, biotecnología agrícola, cultivos básicos, forrajes, especies hortofrutícolas, etc.). Se pretende que al finalizar el curso el estudiante sea capaz de entender y explicar los fenómenos del desarrollo vegetal, desde la latencia de la semilla hasta la senectud y muerte, así como la respuesta, individual y de poblaciones de plantas, a los estímulos externos como la fertilización, el riego, el fotoperíodo, la temperatura, etc., de manera que el educando pueda aplicar este conocimiento ante los continuos retos en su ejercicio profesional.

### **IV. OBJETIVOS**

Analizar los procesos del metabolismo primario que las plantas realizan en la transformación de compuestos inorgánicos a compuestos orgánicos, característico de los organismos autotróficos, así como de la síntesis de compuestos orgánicos útiles para las mismas plantas como parte del metabolismo secundario y también, del efecto de los factores ambientales en dichos procesos fisiológicos.

### **V. CONTENIDO TEMÁTICO**

El curso consiste de una exposición oral y visual de cada uno de los temas a analizar en clases. Los alumnos deberán leer previo a la clase los temas para poder implementar una clase participativa, además se les asignara un tema de investigación documental que les ayude a comprender la importancia del conocimiento del funcionamiento fisiológico de las plantas. Además, hay prácticas de laboratorio donde los alumnos reproducen fenómenos relacionados con la fisiología vegetal que les ayuda a comprender los temas teóricos más representativos de la fisiología vegetal.

El objetivo de la investigación documental es que el alumno identificar métodos de búsqueda de información sobre temas de fisiología vegetal, para motivar al alumno en el desarrollo de habilidades que le permitan obtener información científica, analizar su contenido y resultados; y comunicar sus ideas sobre el tema en forma escrita y oral.

## **UNIDAD 1**

### **Relaciones hídricas y nutrición vegetal (duración 18.5 h)**

Objetivo: analizar las relaciones hídricas entre suelo-planta-atmósfera y las propiedades físicas y químicas del agua para comprender sus funciones como medio de transporte de elementos minerales esenciales y el metabolismo de las plantas.

#### **CONTENIDO:**

- 1.1 Propiedades químicas y físicas del agua
- 1.2 Importancia del agua en las plantas, suelo y atmósfera
- 1.3 La transpiración y fenómenos relacionados con el movimiento del agua en las plantas
- 1.4 El Potencial hídrico y sus cambios en la relación suelo-planta-atmósfera
- 1.5 El agua como medio de transporte de elementos esenciales y sus formas químicas asimilables por las plantas
- 1.6 Fijación biológica del nitrógeno atmosférico y factores que influyen en el proceso de fijación del nitrógeno
- 1.7 Mecanismos de absorción de las formas minerales por las plantas
- 1.8 Factores del suelo y clima que afectan la disponibilidad, absorción y transporte de minerales hacia las raíces
- 1.9 Síntomas de deficiencias de minerales en las plantas

### **PRÁCTICAS DE LABORATORIO (13.5 h)**

1. Factores que afectan la velocidad de transpiración
2. Medición de la transpiración mediante el pirómetro de difusión (Demostrativa).
3. Medición del Potencial Hídrico ( $\Psi$ ) (demostrativa).
4. Mecanismos de absorción y transporte de agua en las plantas
5. Efecto de la deficiencia de agua sobre el crecimiento de las plantas
6. Detección semi-cuantitativa de las sales minerales por el método de Morgan.

## **UNIDAD 2**

### **Metabolismo de las plantas (27 h)**

Objetivo: analizar y discutir la estructura y función de los organelos de las células vegetales involucrados en el proceso de captura, transformación de la energía solar a energía química (cloroplasto y mitocondria); así como los procesos de fotosíntesis, fotorespiración y respiración celular, para entender el funcionamiento de las plantas como organismos acumuladores de biomasa vegetal

#### **Contenido**

- 2.1 Estructura y función de los organelos, y sus componentes, participantes en los procesos de fotosíntesis, fotorespiración.
- 2.2 Características físicas de la radiación solar incidente sobre el tejido vegetal.
- 2.3 Fase I de la fotosíntesis, captura de la radiación solar, transferencia y transformación de electrones a energía química.
- 2.4 Fase II de la fotosíntesis, transporte de la energía química y su destino en el proceso de reducción del dióxido de carbono.

- 2.5 Proceso de transporte de los fotoasimilados hacia los sitios de consumo y almacenamiento de las plantas.
- 2.6 Tipos de plantas según la ruta metabólica de la captura de la radiación solar y proceso de reducción del dióxido de carbono (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y CAM).
- 2.7 Factores de las plantas, ambientales y de manejo que influyen la tasa de fotosíntesis y sus consecuencias en la producción primaria.
- 2.8 Estructura y función de los organelos, y sus componentes, participantes en los procesos de respiración celular.
- 2.9 Factores de las plantas y ambientales que influyen la respiración celular.
- 2.10 Ciclo de Krebs y de las pentosas.

### Prácticas de laboratorio (17.5 h)

7. El transporte de electrones y el efecto de algunos herbicidas
8. Pigmentos fotosintéticos: separación, espectro de absorción y fluorescencia.
9. Identificación de plantas tipo C-3 y C-4.
10. Medición de la fotosíntesis mediante el Analizador de Gases en Infrarrojo (IRGA) (demostrativa).
11. Métodos para la medición del área foliar.
12. Medición de la respiración en semillas
13. Prueba de la respiración para detectar la actividad de las deshidrogenasas: viabilidad de semillas.
14. La inundación y la formación de aerénquima en arroz.

## UNIDAD 3

### Crecimiento y desarrollo de las plantas (13.5 h)

Objetivo: Analizar y discutir la síntesis y acción de los reguladores del crecimiento endógeno y exógeno a la planta, para comprender los procesos involucrados en el crecimiento vegetal, diferenciación celular y desarrollo de las semillas a plantas fisiológicamente maduras.

### Contenido

- 3.1. Definición de crecimiento, desarrollo vegetal y diferenciación celular
- 3.2. Fisiología de la germinación de semillas
- 3.3. Hormonas reguladoras del crecimiento, desarrollo y diferenciación celular
- 3.4. Proceso de fotomorfogénesis
- 3.5. Vernalización
- 3.6. Resistencia a heladas

### Prácticas de laboratorio (9.5 h)

15. Efecto del ácido naftalenacético (ANA) en la formación de raíces.
16. El 2,4-D como promotor del crecimiento y como herbicida.
17. Efecto del ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) y el Cicocel (CCC) en el rendimiento de tallos en plantas.

18. Efecto de las citocininas (Bencil Adenina-BA) en el retraso de la senescencia en hojas.
19. Efecto del etileno y Tiosulfato de Plata en la senescencia de flores.
20. Fotomorfogénesis: la luz en el desarrollo de las plantas y la lignificación de los tallos (opcional).

## VI. DESARROLLO

El curso está programado a desarrollarse en dos partes:

1. **Parte teórica** que corresponde al 50% (58.5 horas), mismo que se impartirá en el aula con exposiciones orales del profesor, apoyándose de los “Auxiliares Didácticos de Fisiología Vegetal”. Se promoverá la participación del estudiante mediante la acción libre en clase e intercambiando de ideas, entre el profesor y los alumnos, principalmente en los conceptos de los procesos fisiológicos más importantes; los alumnos realizarán también un trabajo extraclase a fin de que mediante sus aptitudes, los temas queden más claros.

Esta parte teórica se desarrollará en el aula y considerando que los salones generalmente son lo suficientemente amplios, el tiempo que **el profesor estará frente al grupo es de 58.5 horas durante todo el curso.**

2. **La parte práctica** equivale a un 50% (42.5 horas). Las prácticas se desarrollarán en el laboratorio con la asesoría del profesor y con apoyo del “Manual de Prácticas de Laboratorio de Fisiología Vegetal”, describiendo y comprobando los conceptos analizados en la parte teórica. Para todas las prácticas y con la finalidad de que el estudiante se vaya familiarizando con un **Artículo Científico**, el reporte lo debe realizar el estudiante con la siguiente estructura: **Título, Autor(es), Dirección Académica, Resumen o Abstracts, Palabras clave, Introducción, Revisión de Literatura, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones y Literatura Consultada.**

En este caso y considerando que las prácticas se desarrollan en el Laboratorio de Enseñanza de Fisiología Vegetal del Departamento de Fitotecnia, es complicado trabajar con grupos de alumnos numerosos, aunado a la deficiente cantidad de materiales, equipo, pero fundamentalmente del espacio del laboratorio; para el caso de grupos mayores de 24 alumnos, éste se dividirá en dos secciones, **en este caso el profesor estará frente al grupo 85.0 horas, de lo contrario sólo 42.5 horas.** Para fines de evaluación de estímulos a los profesores responsables de la parte Práctica, es muy importante considerar esta información.

## VII. METODOLOGÍA

La naturaleza de la asignatura obliga a tener dos grandes secciones o métodos de enseñanza; teoría y laboratorio de prácticas. El extenso contenido de ambas partes solo puede ser cubierto por maestros individuales en cada una de ellas. En el

aspecto teórico se promueve la adquisición del concepto básico mediante exposiciones ante el grupo. Para un mejor aprovechamiento del tiempo, a los alumnos se les entregan ayudas didácticas que son explicadas tanto en el pizarrón como en las mismas hojas distribuidas, evitándose de esta manera consumir el tiempo de la clase anotando datos o dibujando figuras o esquemas que ya se entregaron de antemano. También se acude a la proyección de transparencias y de películas. En las prácticas de laboratorio se enseña haciendo, mediante el uso de técnicas demostrativas que desarrollan la habilidad del estudiante de la observación, el seguimiento, el análisis, la síntesis y las conclusiones. De esta manera se pueden comprobar y consolidar los fundamentos teóricos explicados en clase. Esta sección empieza con un trabajo de investigación bibliográfica para familiarizar al alumno con el manejo de la biblioteca, y termina con experimentación donde se implementa el método científico en el proceso de generación del conocimiento.

## VIII. EVALUACIÓN

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

1. **Parte teórica:** del total del curso la parte teórica corresponderá el 50%. Al finalizar cada uno de los capítulos se realizará un Examen Parcial, mismo que tendrá un valor de un 30%, dando un total del 90% de los tres exámenes parciales, y el otro 10% restante, se evaluará con un trabajo extraclase.
2. **La práctica:** la parte práctica tendrá un valor del 50%. Igualmente al finalizar cada uno de los capítulos se aplicará un examen parcial, contando cada uno de ellos el 40% de la calificación total, y el otro 10% se evaluará mediante el reporte de todas las prácticas desarrolladas durante el curso. Se tomará muy en cuenta la asistencia del alumno para cada una de las prácticas, la calidad de presentación, el contenido y las conclusiones.
3. **MUY IMPORTANTE.** Dado que ambas partes del curso son igualmente importantes, la calificación final se obtendrá del promedio de ambas partes, para lo cual **se requiere que tanto la parte teórica como la práctica, sean aprobatorias.**

La documentación que se utilizará como apoyo al curso, serán aquellos textos especializados y de publicación más reciente.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

### a) BÁSICA

AZCON-BIETO, J.; M. TALON. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana McGraw-Hill, Madrid, España.

BARCELO COLL, J.; G. NICOLAS RODRIGO; B. SABATER GARCIA; R. SANCHEZ TAMES. 1992. Fisiología Vegetal. Ediciones Pirámide, S.A. Madrid.

BIDWEL, R.G.S. 1993. Fisiología Vegetal. AGT Editor, S.A. México.

- GIL MARTINEZ, F. 1995. Elementos de Fisiología Vegetal: Relaciones Hídricas, Nutrición Mineral, Transporte, Metabolismo. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- PEREZ GARCIA, F.; J.B. MARTINEZ-LABORDE. 1994. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- ROJAS GARCIDUEÑAS, M. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada. Interamericana McGraw-Hill. México.
- SALISBURY, B. F.; C.W. ROSS. 1994. Fisiología Vegetal. Traducción del Inglés por V. González Velázquez. Grupo Editorial Iberoamérica, México.
- WEAVER, R.J. 1976. Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. Editorial Trillas. México.

## **b) DE APOYO**

- ABADIA, J. (Ed.). 1995. Iron Nutrition in soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Vol. 59.
- ALLAMONG, B.D.; T.R. MERTENS. 1979. Energía de los Procesos Biológicos: Fotosíntesis y Respiración. Traducido del Inglés por Ma. C. Sanguines Franchini. Editorial Limusa, México.
- ANDERSON J.W.; J. BEARDALL. 1991. Molecular Activities of Plant Cell. Balckwell Scientific Publications, London Edinburh, Boston.
- BENNETT, F.W. 1989. Nutrient Deficiens and Toxicities in Crops Plants. Edited by William F. Bennett. ISBN 0-89054-151-5.
- CARLSON, P.S. 1980. The Biology of Crop Productivity. Academic Press. New York, U.S.A.
- DEVLIN, R.M. 1980. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- DEVLIN, R.M.; WITHAM F.H. 1983. Plant physiology. Willard Gant Press, Boston, U.S.A.
- FOYER, C.H. 1987. Fotosíntesis. Traducción del Inglés por B. Fuentes Pardo. Compañía Editorial Continental, S.A. México.
- GARDNER, F.P.; R.B. PEARCE; R.L. MITCHELL. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. AMES.
- JACOBS, W.P. 1979. Plant Hormones and Plant Development. Cambridge University Press.
- KRAMER, P.J. 1983. Water Relation of Plants. Academic Press, Orlando, Fl., U.S.A.
- KRAMER, P.J. 1985. Relaciones Hídricas de Suelos y Plantas. EDUTEX, México.
- LEHNINGER, A.L. 1975. Bioenergética. Traducido del Inglés por V. Conejero Tomás. Fondo Educativo Interamericano, S.A. U.S.A.
- LEVITT, J. 1974. Introduction to Plant Physiology. The C.V. Mosby Company. Saint Luis, U.S.A.
- LIRA SALDIVAR, R.H. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Trillas. México.
- RAY, P.M. 1975. La Planta Viviente. C.E.C.S.A. México.
- RICHTER, G. 1972. Fisiología del Metabolismo de las Plantas. Cía. Editorial Continental. México.
- SIVORI, E.M.; E.R. MONTALDI; O.H. CASO. 1986. Fisiología Vegetal. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.



- TAIZ, L.; E. ZEIGER. 1991. Plant Physiology. The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc. U.S.A.
- TING, I.W. 1982. Plant Physiology. Addison Wesley Publishing Company. Menlo Park. California, U.S.A.
- WALLACE, R.A.; J.L. KING; G.P. SANDERS. 1991. Biología Molecular y Herencia. Editorial Trillas. México.
- WHITTAKER, P.A.; S.M. DANKS. 1978. Mitocondria: Estructura y Función. Traducido del Inglés por I. Deleón. Cía. Editorial Continental, S.A. México.
- WILKINS, M.B. (Ed.). 1984. Advanced Plant Physiology. Pitman Publishing, Great Britain.