

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
AGRONOMÍA EN HORTICULTURA PROTEGIDA

FISIOLOGÍA VEGETAL

I. DATOS GENERALES:

Unidad Académica:	Departamento de Fitotecnia
Programa:	Agronomía en Horticultura Protegida
Nivel Educativo:	Licenciatura
Línea Curricular:	Agrobiología
Asignatura:	Fisiología Vegetal
Créditos:	9
Clave:	
Carácter:	Obligatorio
Tipo de curso:	Teórico-práctico
Prerrequisitos:	Edafología, Bioquímica, Anatomía y Morfología
Nombre del profesor:	Raúl Nieto Ángel, Teresa Colinas L., y Gustavo Mena Nevárez
Ciclo escolar:	2008/2009
Año:	4to
Semestre	Segundo
Horas teoría/semana:	3
Horas práctica/semana:	3
Horas totales/semana:	6
Horas totales del curso:	96
Horas aprendizaje independiente	48

II. RESUMEN DIDACTICO

En este curso se estudian los diferentes factores que influyen en la fisiología de la planta, así mismo se aborda el estudio de diferentes procesos metabólicos que desarrollan las plantas durante su crecimiento y desarrollo, los cuales serán los responsables de la expresión del rendimiento final en un ambiente definido. El curso consiste de una parte teórica y otra práctica. Una vez abordada la teoría, ésta es reforzada con una serie de prácticas en el invernadero y en laboratorio para un mayor entendimiento del funcionamiento vegetal.

La Fisiología Vegetal como parte de la Biología, constituye uno de los cursos básicos para la formación del Agrónomo, especialmente en Horticultura Protegida, en virtud de que mediante este conocimiento permite la comprensión de los procesos que se realizan en las plantas, principalmente en lo referente a la función del H₂O, el CO₂, los minerales, la luz, y todos los factores ambientales que intervienen 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 curso se imparte en el primer año de la especialidad contribuyendo así, al mejor

entendimiento de las asignaturas de tipo agronómico y tecnológico relacionados con la producción de cultivos en la Horticultura Protegida.

El presente curso es de carácter obligatorio y forma parte de la línea de Agrobiología dentro del programa de Agronomía en Horticultura Protegida, mismo que se imparte a nivel Licenciatura. Esta materia será base para una mejor comprensión de cursos posteriores, pues una gran parte de su contenido es de fundamental relevancia para abordar otras materias de carácter tecnológico dentro de la carrera, sobre todo aquéllas relacionadas con la producción de hortalizas y flores.

La asignatura tiene una relación horizontal con Bioquímica, Introducción a la Horticultura Protegida, en tanto su relación vertical es con las materias de Ecofisiología y Nutrición Vegetal, entre otras.

Como recursos y materiales didácticos se emplean materiales audiovisuales (diapositivas, presentaciones y software de computadora), material impreso (libros, artículos y otros documentos), prácticas en invernadero y en el laboratorio. El proceso educativo se desarrolla entonces mediante la exposición de los temas por parte del docente, la discusión en conjunto con los participantes, apoyándose frecuentemente en lecturas o investigaciones previas, la ejercitación mediante las actividades prácticas, los trabajos extraclase y la evaluación frecuente a base de preguntas en clase, reportes y exámenes de conocimientos.

II. PRESENTACIÓN

Considerando a la Agronomía en Horticultura Protegida una de las ramas de la Agricultura la cual ha tenido mucho auge en los últimos quince años, es de vital importancia que el profesional de esta especialidad tenga los conocimientos suficientes del funcionamiento de las plantas, principalmente en lo relacionado con la capacidad de las plantas con transformar compuesto inorgánicos a orgánicos mediante el manejo de los factores ambientales, mecanismos de absorción y transporte del agua, los potenciales hídricos, la absorción y transporte de los elementos minerales, la composición molecular y estructural de los elementos esenciales, el efecto de los factores del suelo y los sustratos, los síntomas de deficiencias y toxicidad de los nutrimentos, la traslocación de carbohidratos, el efecto de la calidad y cantidad de luz en la fotosíntesis y el fotoperiodo, los efectos de la concentración del bióxido de carbono y oxígeno, el efecto de los reguladores del crecimiento, todo esto como parte de del metabolismo primario, pero además, analizar el efecto de la síntesis de compuestos del metabolismo primario en los procesos del metabolismo secundario, es decir, el análisis de la transformación de los azúcares en compuestos tales como lípidos, proteínas, compuestos relacionados con el olor y el sabor, celulosa, y todos aquellos de beneficio para la sociedad.

En el curso también se tomará muy en cuenta el efecto que tienen todos aquellos factores ambientales que tienen que ver con todos los procesos metabólicos, ya sea del primario y secundario, tales como la radiación solar, la temperatura, la humedad relativa, la concentración del CO₂ y O₂, el viento, y en general, todos aquellos factores ambientales que tienen su efecto con el incremento en la producción y calidad del producto obtenido.

IV. OBJETIVOS:

Generales:

1. Analizar los procesos del metabolismo primario que las plantas realizan en la transformación de compuestos inorgánicos a compuestos orgánicos, para caracterizar a los organismos autotróficos.
2. Analizar el efecto del metabolismo primario en el metabolismo secundario y en la síntesis de compuestos orgánicos útiles en las mismas plantas y el hombre, para adecuar las prácticas de manejo que conlleven a maximizar la producción de estos metabolitos.
3. Analizar el efecto de los factores ambientales en el metabolismo primario y secundario de las plantas para determinar la importancia de controlar dichos factores durante el proceso de producción de las plantas.

Específicos:

1. Comprender la influencia que tienen las propiedades físicas y químicas del suelo y los sustratos en la disponibilidad del H₂O y los minerales esenciales en las plantas, para explicar su respuesta bajo diferentes condiciones de suelo y/o sustrato.
2. Comprender los mecanismos de absorción y transporte de agua y minerales por las plantas para explicar su función en el metabolismo vegetal.
3. Estudiar los mecanismos de fijación y reducción del CO₂ en las diferentes rutas fotosintéticas para explicar la transformación del CO₂, H₂O en azúcares bajo diferentes condiciones ambientales.
4. Analizar el efecto de los factores ambientales en el metabolismo primario y secundario, para utilizar estos elementos en el manejo de la producción de plantas.
5. Comprender como se lleva a cabo el proceso de la respiración y síntesis de energía química en plantas para explicar el punto de partida de muchos procesos metabólicos.
6. Estudiar el proceso de síntesis y el efecto de los reguladores del crecimiento en las plantas para utilizar estos en el manejo de la producción vegetal.
7. Analizar el letargo y el fotoperiodo como procesos que controlan el funcionamiento vegetal para explicar su respuesta en diferentes condiciones ambientales.

V. CONTENIDO TEMÁTICO:

UNIDAD 1. RELACIONES HÍDRICAS Y NUTRICIÓN:

18.0 h

Objetivo: Analizar la importancia y la contribución del agua y de los elementos esenciales en los procesos metabólicos en las estructuras moleculares en la planta, así como identificar los sistemas de absorción y transporte, para comprender la importancia de la nutrición vegetal.

PARTE TEÓRICA		PARTE PRACTICA
TEMA	TIEMPO (horas)	PRACTICA NUMERO (2.0 horas por práctica)
1. Agua	10.5	
a) Importancia del agua en la		

Planta. b) Propiedades físicas y químicas del agua. c) El agua en el suelo, la planta atmósfera. d) Transpiración		1. Factores que afectan la velocidad de transpiración 2. Medición de la transpiración mediante el porómetro de difusión (demostrativa).
e) Potencial hídrico (Ψ) en la Relación suelo-planta-atmósfera. f) Absorción y transporte. g) Estrés y resistencia a la sequía y salinidad. 2. Nutrición. a) Importancia de la nutrición. b) Elementos esenciales y forma asimilable por las plantas. c) Constituyente orgánico de los elementos. d) Concentración y mecanismos de la absorción. e) Factores que afectan la absorción y el transporte: el pH, el CIC, la humedad del suelo, la temperatura, la aireación y la actividad microbiana del suelo. f) Fijación biológica del nitrógeno. g) Síntoma de deficiencias nutrimentales.	6.0	3. Medición del Potencial Hídrico (Ψ) (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. Preparaciones de soluciones nutritivas. 7. Efecto de los nutrientes en el desarrollo vegetal.
Primer examen, parte teórica	1.5	Primer examen, parte práctica 1.5
Total en horas, parte teórica	18.0	Total en horas, parte práctica 24.0
Total en horas		42.0

UNIDAD 2. METABOLISMO

27.0 h

Objetivo: Analizar la estructura y función de los organelos vegetales involucrados en el proceso de transformación y síntesis (cloroplasto y mitocondria), para explicar las partes esenciales del metabolismo primario y secundario, propia de un organismo autotrófico .

PARTE TEÓRICA		PARTE PRÁCTICA
TEMA	TIEMPO (horas)	PRACTICA NUMERO (2.0 horas por práctica)
1. La célula: estructura y función. 2. Fotosíntesis: el Cloroplasto.	1.0 15.0	
a) Aspectos generales de Fotoquímica.		8. Evaluación de la radiación solar.
b) Reacción luminosa (luz, H ₂ O, transferencia de energía) y síntesis de energía en forma de ATP y NADPH+H ⁺		9. El transporte de electrones y el efecto de algunos herbicidas. 10. Pigmentos fotosintéticos:

<p>c) Reacción oscura como mecanismo de fijación y reducción del CO₂ (ciclos C-3 y C-4).</p> <p>d) Plantas C-3</p> <p>e) Plantas C-4</p> <p>f) Plantas CAM</p> <p>g) Fotorrespiración</p> <p>h) Factores endógenos que afectan a la fotosíntesis: área foliar, estomas, tipo de planta y relación fuente-demanda.</p> <p>i) Factores exógenos que afectan a fotosíntesis: luz, CO₂ y O₂; temperatura, agua, minerales, pesticidas y contaminantes.</p> <p>j) La fotosíntesis en el rendimiento biológico y económico.</p> <p>k) Métodos y unidades de medida.</p> <p>l) Transporte de carbohidratos por el floema.</p>		<p>separación, espectro de absorción y fluorescencia.</p> <p>11. Identificación de plantas C-3 y C-4.</p> <p>12. Medición de la fotosíntesis mediante el Analizador de Gases en Infrarrojo (IRGA) (demostrativa).</p> <p>13. Métodos para la medición del área foliar.</p>
3. Respiración	9.5	
<p>a) La Mitocondria: estructura y función.</p> <p>b) Glicólisis.</p> <p>c) Ciclo de Krebs.</p> <p>d) Fosforilación oxidativa o cadena de transporte de electrones.</p> <p>e) Ciclo alterno de la respiración.</p> <p>f) Ciclo de las pentosas.</p> <p>g) Respiración anaeróbica (fermentación) y reacción anaplerótica.</p>		
<p>h) Factores que afectan la respiración: células, ejidos y órganos, temperatura, concentración de O₂ y CO₂, sequía e inundación.</p> <p>i) Inhibidores, daños mecánicos e infecciones.</p> <p>j) Metabolismo secundario y síntesis de compuestos.</p>		<p>14. Medición de la respiración en semillas.</p> <p>15. Prueba de la respiración para detectar la actividad de las deshidrogenasas: viabilidad de semillas.</p> <p>16. La inundación y la formación de aerénquima en arroz.</p>
Segundo examen, parte teórica	1.5	Segundo examen, parte práctica 1.5
Total en horas, parte teórica	21.0	Total en horas, parte práctica 28.0
Total en horas		49.0

UNIDAD 3. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

13.5 h

Objetivo: Analizar la síntesis y acción de los reguladores del crecimiento endógeno y exógeno en el crecimiento para describir los procesos de diferenciación y desarrollo de las plantas.

PARTE TEORICA		PARTE PRACTICA
TEMA	TIEMPO (Horas)	PRACTICA NUM. (2.0 horas por práctica)
1. Definición de crecimiento, desarrollo y diferenciación.	12.0	
a) Reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, inhibidores y retardadores, otras sustancias (oligosacáridos, poliaminas, etc.).		17. Efecto del ácido naftalenacético (ANA en la formación de raíces. 18. El 2,4-D como promotor del crecimiento y como herbicida. 19. Efecto del ácido giberélico (AG_3) y el Cicocel (CCC) en el rendimiento de tallos en plantas.
b) Fotomorfogénesis: definición, fitocromo, fotoperíodo, temperatura.		10. Efecto de las citocininas (Bencil Adenina-BA) en el retraso de la senescencia en hojas. 21. Efecto del etileno y Tiosulfato de Plata en la senescencia de flores.
c) Vernalización		22. Foto morfogénesis: la luz en el desarrollo de las plantas y la lignificación de los tallos (opcional).
d) Resistencia a heladas.		
Tercer examen, parte teórica	1.5	Tercer examen, parte práctica 1.5
Total en horas, parte teórica	12.0	Total en horas, parte práctica 16.0
Total en horas		18.0

VI. METODOLOGÍA

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. 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.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

a) Básica

AZCON-BIETO, J., y 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. y C. W. ROSS. 1994. Fisiología Vegetal. Traducción del Inglés por V. González Velásquez. Grupo Editorial Ibero América, 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. y 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. y 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. y 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. y 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. Editor ial 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 y 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, y G.P. SANDERS. 1991. Biología Molecular y Herencia. Editorial Trillas. México.
- WHITTAKER, P.A. y S.M. DANKS. 1978. Mitochondria: 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.