

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
AGRONOMÍA EN HORTICULTURA PROTEGIDA**

ECOFISIOLOGÍA

I. DATOS GENERALES:

Unidad académica:	Departamento de Fitotecnia
Programa educativo:	Agronomía en Horticultura Protegida
Nivel educativo:	Licenciatura.
Línea curricular:	Agrobiología
Asignatura:	Ecofisiología
Créditos:	7.5
Clave:	
Carácter:	Obligatorio
Tipo:	Teórico-práctico.
Prerrequisitos:	Agrometeorología, Fisiología Vegetal, Edafología y Fertilidad
Nombre del Profesor:	Felipe Sánchez Del Castillo, José Cutberto Vázquez, Efraín Contreras Magaña.
Ciclo Escolar:	2008/2009
Año:	Quinto
Semestre:	Primero
Horas teoría/semana:	3
Horas práctica/semana:	2
Horas totales/semana:	5
Horas totales del curso:	80
Horas tiempo independiente:	40

II. RESUMEN DIDÁCTICO

El presente es un curso de carácter obligatorio dentro de la carrera de Agronomía en Horticultura Protegida. Tiene como prerrequisitos materias de la línea de Agrobiología como Bioquímica, Fisiología Vegetal, Anatomía y Morfología, Edafología y Fertilidad y Agrometeorología. La asignatura tiene una relación horizontal con las materias de Análisis Químico y Diagnóstico Nutricional. Además su relación vertical con materias como Fisiología Vegetal, Nutrición Vegetal y Propagación Vegetal. Su contenido es fundamental para abordar y entender, las materias de carácter tecnológico, dando herramientas científicas para adaptar, valorar y generar tecnologías o para resolver problemas técnicos relacionados con la Horticultura.

La asignatura es un curso teórico práctico, por lo que además del trabajo en el aula se realizan prácticas en laboratorio y campo. Como recursos y materiales didácticos se emplean materiales audiovisuales (diapositivas, presentaciones y software de computadora), material impreso (libros, artículos y otros documentos) y visitas a instalaciones de horticultura protegida produciendo en suelo o en condiciones hidropónicas. 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 se realiza mediante las actividades prácticas, los trabajos extractase, las visitas a instalaciones. La evaluación es frecuente a base de preguntas en clase, reportes y exámenes de conocimientos.

III. PRESENTACIÓN

El desarrollo de las capacidades para validar, adaptar, generar y desarrollar tecnologías, en el ámbito de la Horticultura Protegida se sustentan principalmente en el conocimiento de los fundamentos científicos relacionados con la Fisiología, Ecología y Genética vegetal. No se trata de formar científicos sino de acceder al conocimiento que de estas ciencias existen y conectarlo inmediatamente con las técnicas de producción para que el aprendizaje sea significativo y trascendente. En el caso particular de la Ecofisiología se estudia el funcionamiento de las plantas y su relación con los factores ambientales principalmente en los niveles de población y comunidad. A estos niveles de integración emergen características y propiedades que no existen a nivel individual, y cuya comprensión es indispensable para el manejo correcto y adecuado de muchas de las técnicas empleadas en la horticultura protegida. Por ello en este curso se pone énfasis en conceptos como los determinantes del rendimiento por unidad de superficie, el manejo de densidades de población y distribución óptima de plantas en base a índices de área foliar, coeficientes de extinción de la radiación y la interpretación de índices de eficiencia fisiotécnica como la tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento del cultivo, índice de cosecha, acumulación de biomasa por unidad de superficie, tasa de respiración de mantenimiento y de crecimiento, etc. Todo esto es estudiado en función del efecto que los factores ambientales tienen sobre estos factores e índices en los distintos estados fenológicos del cultivo. Se estudia también el concepto de arquetipo, particularizando en el ideal para los sistemas de Horticultura Protegida.

IV. OBJETIVOS

Generales:

- 1) Explicar el funcionamiento y comportamiento de las plantas de cultivo a niveles de población y comunidad a fin de determinar la influencia de los factores ambientales sobre dichos aspectos.
- 2) Relacionar el funcionamiento y comportamiento de las plantas de cultivo en los niveles de población y comunidad con las técnicas de producción en Horticultura Protegida para diseñar el proceso, propiciar su adaptación así como manejar estos elementos con fundamento científico.

Específicos:

- 1) Definir los conceptos de crecimiento y desarrollo de los cultivos a fin de influir sobre ellos y el rendimiento final en función del genotipo, del medio ambiente y de su interacción.

- 2) Analizar los diferentes determinantes ecofisiológicos del rendimiento a fin de discernir entre los diferentes factores que afectan a cada uno de ellos y sus efectos en el rendimiento y calidad final del cultivo.
- 3) Distinguir los distintos índices fisiotécnicos así como describir el procedimiento de análisis funcional del crecimiento a fin de mostrar destreza en la aplicación de esta importante herramienta metodológica de investigación agronómica.
- 4) Definir los límites de tolerancia de las plantas a los distintos factores ambientales y los efectos de sobrepasarlos a fin de desarrollar criterios de manejo dentro de los sistemas de producción que conforman la Horticultura Protegida.
- 5) Explicar el concepto de arquetipo vegetal en relación a ambientes específicos para proponer arquetipos adecuados de plantas a los ambientes generados en los sistemas de Horticultura Protegida.

V. CONTENIDO

Unidad 1. Niveles de integración de la vida y su funcionamiento (9 horas)

Objetivo:

Describir los distintos niveles de integración de la materia viva para explicar las propiedades y características emergentes propias de cada nivel, sentando bases en la aplicación de técnicas agronómicas.

Contenido:

- 1.1. De Bioma a átomo
- 1.2. Constituyentes y funciones básicas de la vida
- 1.3. Nutrición vegetal
- 1.4. Fotosíntesis y respiración los motores de la vida
- 1.5. Biosíntesis: de átomo a bioma
- 1.6. Características propias de cada nivel de integración

Unidad 2. Crecimiento, desarrollo y rendimiento (3 Horas)

Objetivo:

Distinguir entre crecimiento y desarrollo para explicar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivo en términos del genotipo, el funcionamiento vegetal, la influencia del medio ambiente y las técnicas de manipulación genética y de los factores ambientales.

Contenido:

- 2.1. Crecimiento, desarrollo y rendimiento
- 2.2. Genotipo y funcionamiento vegetal
- 2.3. Factores ambientales y su efecto en el funcionamiento vegetal
- 2.4. Técnicas para modificar y controlar los factores ambientales
- 2.5. Invernaderos e hidroponía: sistemas de control de factores ambientales
- 2.6. Técnicas para modificar a las plantas de cultivo: genotipos y arquetipos

Unidad 3. Determinantes ecofisiológicos del rendimiento (12 horas)

Objetivo:

Analizar los diferentes determinantes ecofisiológicos del rendimiento, a fin de señalar los principales factores que afectan a cada uno de ellos, así como interpretar objetivamente los fenómenos o efectos observados en el crecimiento y desarrollo de un cultivo que terminan afectando el rendimiento final.

Contenido:

- 3.1. Enfoques de análisis del rendimiento a nivel de población
- 3.2. Determinantes del rendimiento
- 3.3. Radiación interceptada por el dosel
- 3.4. Eficiencia de la radiación en la producción de materia seca
- 3.5. Distribución de la materia seca en los distintos órganos
- 3.6. Pérdidas de materia seca por respiración, exudación y otras causas
- 3.7. Duración del crecimiento vegetativo y reproductivo
- 3.8. Un ejemplo: Análisis de rendimiento del jitomate

Unidad 4. Índices fisiotécnicos y análisis del crecimiento (9 horas)

Objetivos:

- 1) Distinguir los distintos índices fisiotécnicos así como describir el procedimiento de análisis funcional del crecimiento a fin de demostrar destreza en la aplicación de esta importante herramienta metodológica de investigación agronómica.
- 2) Describir procedimientos y métodos de análisis estadístico para estimar índices fisiotécnicos mediante muestreos no destructivos.

Contenido:

- 4.1. Análisis del crecimiento: definición y concepto
- 4.2. Metodología para el análisis funcional del crecimiento
- 4.3. Índices fisiotécnicos derivados del análisis del rendimiento
 - 4.3.1. Tasa relativa de crecimiento
 - 4.3.2. Tasa absoluta de crecimiento
 - 4.3.3. Tasa de asimilación neta
 - 4.3.4. Tasa de crecimiento del cultivo
 - 4.3.5. Índice de área foliar
 - 4.3.6. Tasa foliar unitaria
 - 4.3.7. Razón de área foliar
 - 4.3.8. Área foliar específica
 - 4.3.9. Duración del área foliar
- 4.4. Función de Richards
- 4.5. Ecuaciones polinomiales
- 4.6. Estimación del crecimiento por métodos no destructivos

Unidad 5. Efectos de factores ambientales sobre el crecimiento y desarrollo (18 horas)

Objetivo:

Definir los límites de tolerancia de las plantas a los distintos factores ambientales y los efectos de sobrepasarlos a fin de desarrollar criterios de manejo dentro de los sistemas de producción que conforman la Horticultura Protegida.

Contenido:

- 5.1. Efectos de la cantidad, dispersión, calidad y duración de la luz
- 5.2. Efecto del CO₂
- 5.3. Efectos de la temperatura y sus variaciones
- 5.4. Concepto de días-grado o unidades calor y su uso
- 5.4. Efectos de la humedad relativa y el viento
- 5.5. El concepto de déficit de presión de vapor y su efecto
- 5.6. Efectos de la humedad edáfica
- 5.7. Efectos de la oxigenación de la raíz
- 5.8. Efectos del pH
- 5.9. Efectos de la concentración de sales
- 5.10. Efectos relacionados con la nutrición mineral
- 5.11. Efectos relacionados con el espacio de crecimiento de la raíz
- 5.12. Efectos derivados de plagas y enfermedades
- 5.13. Efectos derivados de sustancias tóxicas en el ambiente
- 5.14. Efectos de la competencia inter e intra -específica

Unidad 6. El concepto de arquetipo (3 horas)

Objetivos:

- 1) Analizar el concepto de arquetipo vegetal en relación a ambientes específicos para proponer arquetipos adecuados de plantas a los ambientes generados en los sistemas de Horticultura Protegida.
- 2) Glosar sobre los procedimientos de mejoramiento genético y las prácticas culturales existentes para conformar arquetipos señalando las ventajas y desventajas de cada uno.

Contenido:

- 6.1. Definición y desarrollo del concepto
- 6.2. El concepto de débil competidor
- 6.3. Características de un arquetipo para ambientes protegidos
- 6.4. Procedimientos genéticos para construir un arquetipo
- 6.5. Procedimientos culturales para construir un arquetipo

VI. PRÁCTICAS

Práctica 1. Manejo del modelo de comportamiento fisiológico de plantas PLANT-MOD en

computadora (4 horas)

Objetivo:

Mostrar destreza en el manejo del software a fin de aplicar este como una herramienta auxiliar en la interpretación de fenómenos ecofisiológicos a nivel de planta y de población.

Práctica 2. Diseño y manejo de un experimento del efecto de la variación de un factor ambiental sobre el crecimiento del cultivo (10 horas)

Objetivo:

Conducir experimentos de producción vegetal a fin de evaluar el efecto que tiene la variación de un factor ambiental sobre el crecimiento, rendimiento o calidad de una especie de cultivo en condiciones protegidas

Práctica 3. Diseño y manejo de un análisis de crecimiento en invernadero (12 horas)

Objetivo:

Planear un análisis funcional del crecimiento de un cultivo en condiciones protegidas para ejercitar el procedimiento a seguir en la cuantificación, estimación e interpretación de los indicadores fisiotécnicos a obtener.

Práctica 4. Herramientas estadísticas para la estimación del crecimiento mediante mediciones no destructivas (6 horas)

Objetivo:

Valorar la precisión de pruebas de correlación y regresión para estimar variables del crecimiento y rendimiento, sin realizar muestreos destructivos.

VII. METODOLOGÍA

Es este un curso teórico-práctico, por lo mismo se buscará siempre una secuencia y relación estrecha en tiempo y espacio de las distintas unidades temáticas con las actividades prácticas a desarrollar. Se propone que cada Unidad se inicie con un examen diagnóstico que permita establecer una secuencia y una metodología adecuada para abordar los temas de aprendizaje (revisión de conceptos y antecedentes, trabajos extractase etc. Para homogenizar el nivel de conocimientos necesarios para abordar la temática). Al final de cada Unidad se sugiere otra evaluación diagnóstica para definir en que grado se están logrando los objetivos planteados para cada participante y en su caso, cuando corresponda proponerles acciones correctivas de las deficiencias mostradas en su aprendizaje. En el desarrollo de cada Unidad se tendrán conferencias informativas y demostrativas por parte del profesor, que se complementarán con discusiones y actividades prácticas que incluyen aspectos de investigación, de hecho las prácticas 2 a 5 están ligadas con un mismo proyecto de investigación que se ira desarrollando a lo largo del semestre. Habrá reportes orales de los participantes y debates cuando el tema lo amerite. Para cada Unidad se dejará una guía de estudios a resolver que servirá también para las evaluaciones periódicas del avance de los participantes. Los recursos didácticos incluyen discos compactos entregados oportunamente a cada estudiante, con numerosas presentaciones (todas las presentadas en el curso y otras más), lecturas, videos,

conexiones a páginas web relacionadas directamente con la temática abordada o que sirven de complemento de ésta, ello sin descuidar la lectura de libros y artículos importantes.

Las prácticas se realizarán por equipos de 5 a 6 estudiantes. Con excepción de la práctica 1 que es común a todos, cada equipo realizará un proyecto de investigación diferente en donde irá desarrollando cada una de sus prácticas (de la 2 a la 5). Al final de cada práctica expondrán sus avances de investigación al resto del grupo, estimulándose la discusión y la obtención de conclusiones y su relación con el contenido temático y los objetivos del curso. Al final se entregará un reporte escrito completo de la investigación realizada en formato de artículo científico.

VIII. EVALUACIÓN

Aparte de las evaluaciones diagnósticas al principio de cada Unidad, donde no se otorga calificación. La evaluación del curso se efectuará y ponderará de la siguiente manera:

- 1) Tres exámenes del conocimiento y habilidades adquiridas (40 %) de la calificación global
- 2) Actividades y reportes de prácticas (40 % de la calificación global)
- 3) Resolución individual y entrega de guías de estudio y trabajos extraclase (20 % de la calificación global)

IX. BIBLIOGRAFÍA

Aunque se proporcionarán oportunamente referencias específicas para cada tema, a continuación se enuncian las publicaciones consideradas como básicas para los cursos.

Atherton, J. G., and J. Rudich (editores). 1986. The tomato Crop. Chapman and Hall. Londres, Inglaterra.

Baker, D. A., y J. A. Milburn (editores). 1989. Transport of Photoassimilates. Longman Scientific and Technical. New York, EUA.

Bidwell, R. G. S., 1993. Fisiología Vegetal. AGT Editor. México, D. F.

Boote, K. J., y R. S. Loomis (editores). 1991. Modelling Crop Photosynthesis from Biochemistry to Canopy. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, E. U. A.

Charles-Edwards, D. A., D. Doley., and G. M. Rimmington., 1986. Modelling plant growth and development. Academic Press. Sydney, Australia.

Gardner, F. P., Pearce, R. B., and Mitchel, R. L. 1990. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Iowa, EUA.

- Hicklenton, P. R., 1988. CO₂ Enrichment in the Greenhouse. Growers Handbook series, Vol 2. Timber Press. Kentville, N. S., Canada.
- Jones, H. G., 1986. Plants and Microclimate. A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology. Cambridge University Press. Londres, Inglaterra.
- Johnson C. B. (editor). 1981. Physiological Processes Limiting Plant Productivity. The Camelot Press. Londres Inglaterra
- Lange, O. L., P. S. Nobel., C. B. Osmond., y H. Ziegler. 1981. Physiological Plant Ecology I. Springer-Verlag. New York.
- Lawlor, D. W., 1993. Photosynthesis: Molecular, Physiological and Environmental processes. Longman Scientific and Technical. Londres, Inglaterra.
- Milthorpe, F. L., and J. Moorby. 1974. An introduction to Crop Physiology. Cambridge University Press. Londres, Inglaterra.
- Papadakis, J., 1980. Ecología de cultivos, pasturas y suelos. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- Rechcigl, M. (editor). 1982. CRC Handbook of Agricultural Productivity .
- Salisbury, F. B., and C. W. Ross., 1994. Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México, D. F. 759 pp.
- Sánchez, Del C. F. 1994. Relaciones entre Fuente y Demanda en Jitomate Manejado con Despuntes y Altas Densidades de Población. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. (Tesis de Maestría en Ciencias).
- Sánchez Del Castillo, F. 1997. Valoración de Características para la Formación de un Arquetipo de Jitomate Apto para un Ambiente no Restrictivo. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. (Tesis de Doctor en Ciencias).
- Scurlock, J. M., S. P. Long., D. O. Hall., and J. Coombs (editores). 1988. Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Stanhill, G., and Enoch, H. Z. 1999. Ecosystems of the World. Greenhouse Ecosystems. Elsevier. Amsterdam, the Netherlands. 423 p.
- Wien, H. C. (editor). 1999. The Physiology of Vegetable Crops . CABI Publishing. Cambridge, U. K. 649 p.

Revistas de publicación periódica

- Scientia Horticulturae
- Advances in Agronomy
- Annals of Botany

- Acta Horticulturae
- Hort Science
- Horticultural Reviews
- Journal of the American Society for Horticultural Science
- Ornamental Horticulture
- Soil and Fertilizers
- Proceedings of the Florida State Horticultural Society

Otras fuentes

- Boletines y Sobretiros de Universidades Norteamericanas, Canadienses y
- Horticultural Abstracts
- Páginas en internet como las de USDA, FAO, A SERCA, SAGARPA, y varias universidades e institutos de investigación en el mundo