

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

MODELADO DE AMBIENTES PROTEGIDOS

I. DATOS GENERALES

Unidad Académica:	Departamento de Fitotecnia
Programa Educativo:	Ingeniería Agronómica en Horticultura Protegida
Nivel Educativo:	Licenciatura
Línea Curricular:	Ciencias Básicas
Asignatura:	Modelado de Ambientes Protegidos
Créditos:	6.0
Clave:	
Carácter:	Optativa
Tipo:	Teórico – Práctica
Prerrequisitos:	Matemáticas, Elementos de computación
Nombre del profesor:	Armando Ramírez Arias, Irineo Lóepz Crúz
Ciclo Escolar:	2008-2009
Año:	Sexto o séptimo
Semestre:	Segundo
Periodo:	Junlio-Diciembre
Hora Teoría/Semana:	3
Hora Práctica/Semana:	1
Horas totales del curso:	64
Horas tiempo	
Independiente:	32

II. RESUMEN DIDÁCTICO:

La asignatura de Modelado de Ambientes Protegidos está ubicada en la línea curricular de Ciencias Básicas, que contribuye en la formación del Agrónomo en Horticultura Protegida y tiene el carácter optativo. Se cursa en el segundo semestre de sexto año o primero de séptimo, y mantiene una relación horizontal con las siguientes asignaturas: Producción de flores y ornamentales y Diseño de empresas; su relación vertical es con: Matemáticas y Diseños Experimentales.

Es una asignatura teórico práctica en la cual se imparten conocimientos sobre modelos matemáticos y su aplicación a las condiciones microclimáticas que se presentan en las diferentes estructuras bajo cubierta. La asignatura integra conocimientos previamente adquiridos y sirve de base para la formulación de proyectos productivos o para mejorar las condiciones productivas con nuevas propuestas de estructuras.

La evaluación de esta asignatura se realiza con base en exámenes, prácticas y el desarrollo del proyecto. La calificación final de la asignatura es la suma de los porcentajes de las tres partes.

III. PRESENTACION

La posibilidad de predecir el comportamiento del ambiente ante cambios exteriores al invernadero, casa sombra o cualquier otra estructura, proporciona elementos de predicción para mejorar dichas estructuras antes de construirlas. La aplicación de ecuaciones matemáticas es esencial para realizar esto y permite explorar diversas alternativas constructivas.

La asignatura de Modelado de ambientes protegidos proporciona al estudiante los conocimientos y las habilidades para realizar simulaciones de comportamiento del ambiente desde los primeros principios en la que es condición necesaria la aplicación de los conocimientos previamente adquiridos sobre los procesos físicos y biológicos de las plantas, de matemáticas y de agrometeorología.

IV. OBJETIVOS

- Aplicar los conocimientos de física y matemáticas al análisis dinámico del ambiente que se desarrolla en las estructuras bajo cubierta a fin de explicar su comportamiento así como crear las condiciones que permitan modificarlo de forma adecuada al desarrollo de los cultivos.

V. CONTENIDO

Unidad 1. Introducción al modelado de ambientes bajo cubierta. (3 horas)

Objetivo

Analizar los modelos como una herramienta así como comprender la dinámica de los fenómenos a fin de valorar la importancia de los mismos.

Contenido

- 1.1 Sistemas bajo cubierta
- 1.2 Los modelos matemáticos como herramienta para comprender la realidad.
- 1.3 Clasificación de modelos aplicables para ambientes protegidos.

Unidad 2. Herramientas de modelado y simulación (8 horas)

Objetivo

Describir diferentes técnicas computacionales de modelado para utilizar ésta herramienta adecuadamente en el modelado del ambiente.

Contenido

- 2.1 Modelado orientado a bloques y modelado orientado a objetos
- 2.2 Modelado con simulink

2.3 Modelado con orientación a objetos

Práctica 1 (2 h)

Unidad 3. Procesos físicos en el interior de un ambiente bajo cubierta (12 horas)

Objetivo

Analizar los procesos físicos del ambiente bajo cubierta a fin de utilizar la información en el proceso de toma de decisiones.

Contenido

- 3.1 Proceso de conducción
- 3.2 Proceso de convección
- 3.3 Proceso de absorción de radiación térmica
- 3.4 Proceso de absorción, reflexión y transmisión de radiación solar
- 3.5 Proceso de evaporación y condensación de agua
- 3.6 Proceso de transpiración

Práctica 2 (1.5 h)

Práctica 3 (1.5 h)

Unidad 4. Modelado de energía en ambientes bajo cubierta (16 horas)

Objetivo

Modelar el balance energético en diferentes ambientes bajo cubierta a fin de cuantificar la dinámica de la energía, así como predecir su comportamiento y mantener el ambiente bajo control.

Contenido

- 4.1 Balance de energía en invernaderos
- 4.2 Balance de energía en malla sombra
- 4.3 Balance de energía en acolchados

Práctica 4 (2 h)

Práctica 5 (2 h)

Práctica 6 (2 h)

Unidad 5. Modelado de masas en ambientes bajo cubierta. Agua. (12 horas)

Objetivo

Modelar el comportamiento del balance del elemento agua en ambientes bajo cubierta a fin de pronosticar puntos críticos de los cultivos en desarrollo.

Contenido

- 5.1 Modelos de balance de vapor de agua en ambiente bajo cubierta.
- 5.2 Modelo de balance hídrico en el sistema sustrato-planta-atmósfera.

Práctica 7 (2 h)

Práctica 8 (2 h)

Unidad 6. Modelado de masas en ambientes bajo cubierta. CO₂ (6 horas)

Objetivo:

Modelar el intercambio de dióxido de carbono en invernadero a fin de predecir su comportamiento a través del tiempo (dinámica diaria y dinámica de un ciclo de cultivo).

Contenido

- 6.1 Aportes de CO₂
- 6.2 Consumo de CO₂
- 6.3 Modelo de CO₂ en invernadero

Práctica 9 (3 h)

Unidad 7. Análisis de sensibilidad e incertidumbre en los modelos (6 horas)

Objetivo

Analizar diferentes técnicas de análisis de sensibilidad e incertidumbre a fin de aplicar estas en el proceso de validación de los modelos.

Contenido

- 5.1 Métodos de análisis de sensibilidad.
- 5.2 Técnicas de análisis de incertidumbre.
- 5.3 Tópicos de estimación de parámetros.
- 5.4 Procedimientos de validación de modelos.

Práctica 10 (2 h)

VI. PRÁCTICAS

A cada unidad se asocian ejercicios con el propósito de reforzar los elementos teóricos, desarrollar habilidades de manejo de programas computacionales y conceptos matemáticos aplicados a la cuantificación de los procesos físicos y biológicos que intervienen en el modelado del ambiente.

Práctica	Título	Objetivo
1	Modelado de procesos con herramienta orientada a bloques y orientada a objetos.	Utilizar diferentes enfoques a fin de modelar procesos el ambiente.

2	Modelado simple de procesos físicos de conducción, convección, evaporación y transpiración.	Aplicar conceptos básicos de física a fin de modelar estos en diferentes procesos de la dinámica del ambiente.
3	Modelado de distribución de radiación solar bajo cubierta.	Utilizar funciones matemáticas a fin de cuantificar el comportamiento de la radiación solar bajo cubierta.
4	Modelado de energía en invernadero.	Identificar los procesos de balance energético a fin de cuantificar su comportamiento en invernadero.
5	Modelado de energía en malla sombra.	Identificar los procesos de balance de energía a fin de cuantificar su comportamiento en malla sombra.
6	Modelado de energía en acolchados.	Identificar los procesos de balance de energía a fin de cuantificar su comportamiento en acolchados.
7	Modelado de vapor de agua en invernadero.	Analizar matemáticamente los procesos de intercambio de vapor de agua en un ambiente bajo cubierta a fin de cuantificarlos.
8	Modelado de agua en el sistema suelo-planta-atmósfera.	Implementar un modelo de flujo de agua en el sistema sustrato-planta-atmósfera a fin de establecer su dinámica de manera cuantitativa.
9	Modelado de CO ₂ en invernadero durante un ciclo de cultivo.	Analizar matemáticamente los procesos de intercambio de dióxido de carbono en un ambiente bajo cubierta a fin de cuantificarlos.
10	Análisis de sensibilidad en el modelado del ambiente.	Aplicar la técnica de análisis de sensibilidad al modelado del ambiente a fin de valorar la importancia de las variables del modelo.

VII. METODOLOGIA

La parte teórica de esta asignatura se imparte por el profesor en el aula, por medio de exposiciones, para lo cual se apoya de acetatos, transparencias y material impreso que se les entrega a los estudiantes, además para complementar lo visto en clases se les recomendarán: textos, tesis y artículos científicos relacionados con cada uno de los temas que comprende el programa.

Para reafirmar lo visto en la parte teórica los alumnos, asesorados por el profesor, realizan ocho prácticas en el laboratorio de cómputo, las cuales se llevan a cabo de manera individual y requieren de una computadora personal por alumno. Los estudiantes para sus reportes y análisis de datos utilizan procesador de textos y software de matemáticas.

Para la realización de los ejercicios, los alumnos eligen una región del país y con los datos de ésta región realizan un análisis del crecimiento potencial de un cultivo. Se realiza un proyecto final en el que se plantean diferentes escenarios de condiciones ambientales y manejo del cultivo. La estructura del reporte final integra una revisión bibliográfica de aspectos biológicos de cultivo, de manejo agronómico y se obtienen resultados a partir de simulaciones con dichos escenarios.

VIII. EVALUACION

La evaluación de esta asignatura esta integrada por:

Elementos de evaluación	%	Estrategias de Evaluación	Valor
Parte teórica	35%	Tres exámenes parciales	El porcentaje se obtiene del promedio de los tres exámenes parciales.
Parte práctica	35%	Diez reportes de las prácticas realizadas durante el curso que incluyen los programas realizados por los alumnos	El porcentaje se obtiene del promedio de calificaciones obtenidas en las prácticas
Tareas	20%	Tareas de diferentes temas	
Proyecto final	10%	Reporte escrito Presentación oral	
Total	100%		

BIBLIOGRAFIA

HANAN J. J. 1998. Greenhouses. Advanced technology for protected horticulture. CRC Press. 684 pp.

van HENTEN E. 1994. Greenhouse climate management: An optimal control approach. Ph. D. Thesis. Wageningen University. 111 pp.

MONTHEIT J.L. y UNSWORTH. 1990. Principles of environmental physics. Eduard Arnold Press. 291 pp.

RODRIGUEZ D. F. 2002. Modelado y control jerárquico de crecimiento de cultivos en invernadero. Tesis doctoral. Universidad de Almería. España. 4124 pp.

STANGHELLINI C. 1987. Transpiration of greenhouse crops: An aid to climate management. Ph. D. Thesis. Wageningen University. The Netherlands. 150 pp.

