

**UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**AGRONOMIA EN HORTICULTURA PROTEGIDA
AGROMETEOROLOGÍA**

I. DATOS GENERALES

Unidad Académica:	Departamento de Fitotecnia
Programa Educativo:	Agronomía en Horticultura Protegida
Nivel Educativo:	Licenciatura
Línea Curricular:	Agrobiología
Asignatura:	Agrometeorología
Créditos:	6.75
Clave	
Carácter:	Obligatorio
Tipo:	Teórico – Práctico
Prerrequisitos.	Meteorología, Computación y Física Básica
Nombre del profesor:	
Ciclo Escolar:	2008-2009
Año:	Cuarto
Semestre:	Primero
Periodo:	Julio - Diciembre
Hora Teoría/Semana:	3
Hora Práctica/Semana:	1.5
Horas Aprendizaje	
Independiente/semana:	2.25
Horas totales/semestre	72

II. RESUMEN DIDÁCTICO:

La asignatura de Agrometeorología está ubicada en la línea curricular de Agrobiología, la cual contribuye en la formación del Agrónomo en Horticultura Protegida ya que ésta, tiene por finalidad proporcionar conocimientos teórico – prácticos para posteriores asignaturas que conforman el plan de estudios. Se cursa en el primer semestre de cuarto año, y mantiene una relación horizontal con las siguientes asignaturas: Matemáticas, Edafología y Fertilidad, Introducción a la Horticultura Protegida y Comunicación Oral y Escrita. En tanto su relación vertical es con Fisiología Vegetal y Ecofisiología.

Se imparten conocimientos básicos sobre: Estaciones meteorológicas, Modelos matemáticos en la agricultura, humedad atmosférica, radiación, temperatura, precipitación, evaporación y balance hídrico, los cuales son empleados en las materias que se ofrecen en los siguientes semestres, a saber: Ecofisiología, Diseño Agronómico de Estructuras de Protección, Construcción y Manejo de Estructuras Protegidas, Diagnóstico de Plagas y Enfermedades Hortícolas, entre otros.

Para la parte teórica se utiliza las siguientes estrategias de enseñanza y aprendizaje: exposiciones orales en aula con el apoyo de material didáctico (acetatos, transparencias, material escrito y artículos relacionados con el tema); revisión de materia bibliográfica. En la parte práctica y trabajo independiente se realizan visitas a las estaciones meteorológicas cercanas a la UACH, se utilizan datos meteorológicos de la estación Chapingo, así como de otras estaciones, las cuales son reportadas en publicaciones del Servicio Meteorológico

Nacional, se manejan algunos equipos meteorológicos para la toma de datos y se desarrolla un proyecto donde se aplican los índices y procedimientos agrometeorológicos básicos para diagnosticar el potencial de producción en una región.

La evaluación de esta asignatura se realiza con base en tres exámenes una serie de ejercicios prácticos y el desarrollo de un proyecto de diagnóstico agrometeorológico a lo largo del semestre. La calificación final de la asignatura es la suma de los porcentajes de las tres partes.

III. PRESENTACION

El tiempo y el clima son algunos de los factores naturales que mayor incidencia tienen en el comportamiento biológico de las plantas. La Agrometeorología busca establecer con claridad como ocurre tal incidencia en la actividad agrícola y propone herramientas teóricas y tecnológicas para mejorar la producción, para desarrollar y usar estrategias que permitan un uso eficiente de los recursos disponibles y para mitigar o eliminar el efecto adverso de otras variables.

La asignatura de Agrometeorología le proporciona al estudiante de Ingeniería en Agricultura Protegida, las herramientas básicas que le permitan conocer y explicar el comportamiento espacio temporal del estado del tiempo. Con ello el estudiante tendrá la capacidad y habilidad suficiente para procesar y analizar los bancos de datos meteorológicos que se registren en una estación meteorológica.

La asignatura aborda los temas de una manera ordenada y lógica, donde el elemento o proceso que se analiza puede ser explicado a través de la información precedente. Para cada elemento se presentan estudios de caso donde se aprecia su influencia en la producción agrícola, enfatizando con ejemplos de agricultura protegida. Las prácticas están diseñadas con el propósito de que el estudiante comprenda de mejor manera los aspectos teóricos vistos en clase y al mismo tiempo desarrolle y muestre sus habilidades en el manejo de bases de datos e instrumental agrometeorológico.

IV. OBJETIVOS

- Identificar los principales elementos y factores del tiempo y el clima a fin de explicar su relación con el crecimiento y desarrollo de los cultivos.
- Analizar la variabilidad en tiempo y espacio de los componentes agroclimáticos a través de un estudio de carácter regional para desarrollar algunas propuestas de prevención y manejo de sus efectos en la producción agrícola.
- Manejar diferentes índices agroclimáticos para definir la mejor época para el establecimiento de los cultivos.
- Aplicar algunos modelos, procedimientos matemáticos y técnicas estadísticas simples, para calcular la probabilidad de ocurrencia de las variables agroclimáticas.

V. CONTENIDO

Unidad 1. La meteorología: su importancia en la sociedad en general y en la agricultura en particular. (3 horas)

Objetivo

Analizar la meteorología como una herramienta que tiene como principal función el establecer con claridad como influye el estado del tiempo en la vida cotidiana del hombre y en la producción de sus bienes y servicios para emplear o bien desarrollar técnicas y estrategias de manejo y mitigación de sus efectos.

Contenido

- 1.1. Conceptos fundamentales
 - 1.1.1. Tiempo y clima
 - 1.1.2. Elementos del tiempo y el clima
 - 1.1.3. Factores del clima
 - 1.1.4. Campo de acción de la meteorología
 - 1.1.5. Agrometeorología y climatología
 - 1.1.6. Campo de acción de la agrometeorología

Unidad 2. La estación meteorológica (3.0 horas)

Objetivo

Identificar el instrumental de diferentes tipos de estaciones meteorológicas a fin de explicar el fundamento físico de las mediciones del instrumental así como reconocer el tipo de información que cada estación puede generar.

Contenido

- 2.1 Clasificación y descripción general de las estaciones meteorológicas
- 2.2 Criterios para la instalación y distribución de instrumental de estaciones meteorológicas
- 2.3 Instrumental meteorológico
- 2.4 Caseta o abrigo meteorológico
- 2.5 Registro, almacenamiento y reporte de datos meteorológicos

Práctica 1 (2 horas)

Unidad 3. Humedad atmosférica (3.0 horas)

Objetivo

Analizar diferentes maneras de medir o estimar la humedad atmosférica, así como practicar la valoración de su diagnóstico para identificar las causas de su variación espacio temporal y su impacto en la producción de cosechas.

Contenido

- 3.1 Definición e importancia del vapor de agua
- 3.2 Algunos aspectos físicos relacionados con el comportamiento de la humedad atmosférica
- 3.3 Formas como se expresa el contenido de vapor de agua en la atmósfera
- 3.4 Variación de la humedad en altura y superficie
- 3.5 Uso de las tablas psicrométricas

Práctica 2 (2.5 horas)

Unidad 4. Radiación solar (10.5 horas)

Objetivo

Describir las características de calidad y cantidad de radiación, empleando datos e instrumentos de medición, a fin de reconocer que estos son aspectos básicos que inciden en el diseño de estructuras de protección de cultivos.

Contenido

4.1 Radiación solar

4.2 Radiación terrestre

4.3 Radiación neta

4.4 Acción de la radiación solar en las plantas

Práctica 3 (2.5 horas)

Unidad 5. Temperatura (12.0 horas)

Objetivo

Analizar el comportamiento de la temperatura, su relación con otras variables meteorológicas y su influencia en la fisiología de las plantas, para desarrollar estrategias que permitan, en lo posible, manipular dicha variable y con ello mejorar la calidad y cantidad de los productos agrícolas.

Contenido

5.1 Definición e importancia de la temperatura en el comportamiento de las plantas

5.2 Temperaturas cardinales y letales de las plantas

5.3 Grados Días de Desarrollo

5.4 Eficiencia térmica

5.5 Termoperiodo

5.6 Fotoperiodo

5.7 Oscilación de la temperatura en el suelo

5.8 Vernalización

5.9 Métodos para la estimación de la temperatura

Práctica 4 (2.5 horas)

5.10 Heladas

5.10.1 Definición e importancia de las heladas

5.10.2 Clasificación de las heladas

5.10.3 Las heladas como fenómeno agrometeorológico

5.10.4 Daños de las plantas causadas por las heladas

5.10.5 Respuestas técnicas para mitigar el efecto de las heladas

5.10.6 Análisis frecuencial de la ocurrencia de heladas y periodo libre de heladas

Práctica 5 (2 horas)

5.11 Horas frío:

5.11.1 Definición e importancia en la fisiología de las plantas

5.11.2 Horas frío y unidades frío

5.11.3 Métodos para estimar las horas frío

Práctica 6 (2 horas)

Unidad 6. Viento (6.0 horas)

Objetivo

Reconocer que el viento es un importante agente coadyuvante en procesos físico -bióticos benignos y perjudiciales en la producción de cosechas, por sus efectos mecánicos directos para interpretar como modifican el microclima o bien inciden en los procesos biológicos de las plantas.

Contenido

6.1 Definición e importancia del viento en la agricultura

6.2 Fuerzas que originan los vientos

6.3 Tipos de vientos y sus características

6.4 Comportamiento regional y temporal de los vientos (frentes y ciclones)

6.5 Métodos e instrumentos para medir la intensidad de los vientos

6.6 Algunas técnicas y estrategias para mitigar los efectos adversos de los vientos

Práctica 7 (2.5 horas)

Unidad 7. Precipitación (4.5 horas)

Objetivo

Reconocer en la precipitación sus efectos benéficos y dañinos, su distribución espacio temporal a fin de proponer algunas estrategias que permitan aprovechar o mitigar dichos efectos, según sea el caso, en la producción de cosechas.

Contenido

7.1 Definición e importancia de la precipitación en la agricultura

7.2 Intensidad de la lluvia

7.3 Distribución de la lluvia durante la estación de crecimiento de los cultivos

7.4 Análisis espacial de la variabilidad de la lluvia

Práctica 8 (2.5 horas)

Unidad 8. Evaporación y evapotranspiración (4.5 horas)

Objetivo

Analizar el proceso de la evaporación como una de las principales causas de pérdida de agua y explicar el comportamiento de esta, así como de los factores que influyen en su dinámica espacio temporal, para desarrollar estrategias que permitan hacer un mejor uso manejo del agua.

Contenido

8.1 Definición e importancia de la evaporación en la agricultura

8.2 Elementos meteorológicos que influyen en la intensidad de la evaporación

8.3 Evapotranspiración

8.4 Método para el cálculo de la Evapotranspiración a campo abierto

8.5 Método para el cálculo de la Evapotranspiración en áreas cerradas

Práctica 9 (2.5 horas)

Unidad 9. Balance hídrico (4.5 horas)

Objetivo

Identificar las variables que afectan o modifican un balance hídrico, para diseñar estrategias convenientes a cada tipo de cultivo y con su manejo y que a su vez permitan un uso más eficiente del recurso.

Contenido

9.1 Balance hídrico climático por el método de Thornthwaite

9.2 Balance hídrico agrícola

9.3 Importancia del balance hídrico en el rendimiento de los cultivos

Práctica 10 (2.5 h)

VI. PRÁCTICAS

A cada unidad se asocia un ejercicio, con el propósito de reforzar los elementos teóricos, desarrollar habilidades de manejo de datos e instrumental meteorológico, al mismo tiempo que el estudiante identifica los alcances y limitaciones de la aplicación de cada método y estrategia de análisis en la mejora de la producción agrícola.

Práctica	Título	Objetivo
1.	Componentes de una estación meteorológica	Identificar el instrumental de una estación meteorológica, su funcionamiento, registro y almacenamiento de datos a fin de identificar fallas y generar reportes de datos.
2.	Medición de la variación espacio temporal de la humedad relativa	Usar algún psicrómetro y tablas psicrométricas así como manejar bases de datos y equipo meteorológico para obtener la estimación de humedad atmosférica.
3.	Medición de la radiación solar, el albedo superficial y cálculo de fotoperiodo	Manejar instrumentos de medición de radiación solar, manejo de bases de datos meteorológicos para estimar la radiación neta y el fotoperiodo
4.	Estimación de índices agrometeorológicos basados en datos de temperatura.	Analizar datos de temperatura de una región en su dimensión espacio temporal y estimar diferentes índices agrometeorológicos para valorar el efecto de esta variable en la producción agrícola.
5.	Análisis probabilístico de la ocurrencia de heladas y periodo libre de heladas	Analizar datos de temperatura mínima a diferente escala de tiempo, para identificar su comportamiento y con ello proponer estrategias de monitoreo y alerta.
6.	Estimación de las horas frío	Aplicar diferentes métodos de estimación de horas frío para seleccionar aquel que muestre la mejor relación con la fisiología de las plantas.
7.	Métodos para medir la intensidad de	Analizar datos de la velocidad del viento

	los vientos	para evaluar el efecto de esta variable en la producción agrícola protegida.
8.	Análisis espacio temporal de la precipitación.	Analizar datos de la precipitación en su dimensión espacio temporal y estimar diferentes índices agrometeorológicos para valorar el efecto de esta variable en la producción agrícola.
9.	Estimación de la Evapotranspiración	Usar diferentes métodos de estimación de la evapotranspiración para aplicar el adecuado a cada condición de campo
10.	Balance hídrico	Calcular el balance de humedad en una condición dada en campo para aplicar los resultados en un plan de riego

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 nueve prácticas, para lo cual forman equipos de no más de cinco estudiantes. Algunas de las prácticas se realizan en las estaciones meteorológicas que se encuentran en el entrono de la Universidad, para otras consultan datos meteorológicos de las estaciones que el estudiante seleccione y emplean diversos instrumentos de medición. Los estudiantes para sus reportes y análisis de datos utilizan procesador de textos, hoja de cálculo.

Para la realización de los ejercicios, los alumnos deben elegir una región del país, ésta es el espacio de análisis para todas sus prácticas. La práctica final (10) consiste en elaborar un proyecto de evaluación agrometeorológica regional, utilizando la información generada en cada una de las nueve prácticas, a partir de un análisis integral de las características agrometeorológicas de la región que cada equipo seleccionó y deben presentarlo de manera oral y escrita. La estructura del reporte final integra una revisión bibliográfica de aspectos geográficos y de producción agrícola y el análisis debe considerar la evaluación del impacto que las variables agrometeorológicas pueden tener en la producción de dicha región.

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	40%	Nueve reportes de las prácticas realizadas durante el curso	El porcentaje se obtiene del promedio de calificaciones obtenidas en las prácticas

Portafolios	15%		
Proyecto final	10%	Reporte escrito Presentación oral	
Total	100%		

IX. BIBLIOGRAFIA

BARRADAS, V.L. 1994. Instrumentación Biometeorológica. Ediciones Científicas Universitarias. Universidad Autónoma de México. Fondo de Cultura Económica. México.

DOORENBOS, J. y KASSAM, A.H. 1979. Necesidades de agua de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO: Riego y Drenaje No. 24. Roma, Italia.

DOORENBOS, J. y KASSAM, A.H. 1979. Efectos del Agua sobre el Rendimiento de los Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Estudio FAO: Riego y Drenaje No. 33. Roma Italia.

ELÍAS, C.F. Y CASTELLVI S.F. 1996. Agrometeorología. Departamento del Medio Ambiente y Ciencias del Suelo. Universidad de Lleida. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Mundi-Prensa.

LEDESMA, J.M. 2000. Climatología y Meteorología Agrícola. Paraninfo. Madrid. España.

CASTELLVI, F. , ELIAS, F. 2001. Agrometeorología. Edición mundi prensa S.A. España.

PODOLSKY, A. E. 1984. New Phenology. Elements of Mahematical Forescasting in Ecology. John Wiley and Sons. New York, U.S.A.

ROMO GONZALEZ, J.R. y ARTEAGA RAMIREZ R. 1989. Meteorología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Irrigación. Chapingo, Méx.

MAVI, H.S. and TUPPER, G.T., 2004. Agrometeorology: principles and applications of climate studies in agriculture. The Haworth Press, Inc., New York, 364 pp.

TORRES. R.E. 1983. Agrometeorología. Diana. México.

VILLALPANDO, I. J. F. Y RUÍZ, C. J. A. 1993. Observaciones Agrometeorológicas y su Uso en la Agricultura. UTEHA. Noriega Editores. México.