

## **1.- DATOS DE LA ASIGNATURA**

Nombre de la asignatura: **Agroclimatología**

Carreras: **Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Ingeniería en Agronomía e Ingeniería en Desarrollo Comunitario**

de la asignatura: **AEF-1001**

**SATCA<sup>1</sup> 3-2-5**

## **2.- PRESENTACIÓN**

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del egresado, la capacidad de conocer los diferentes grupos de climas que tiene el país, además de identificar las etapas fenológicas de los cultivos y aplicar modelos para estimar rendimientos.

Esta materia dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales; se inserta en la primera mitad de la trayectoria escolar; antes de cursar aquellas a las que da soporte. De manera particular, lo trabajado en esta asignatura se aplica en el estudio de los temas: Factores y elementos del clima, clasificación de las estaciones climatológicas, etapas de desarrollo vegetativo, composición de la atmósfera y efecto invernadero, grupos de climas que tiene el país y modelos de estimación de rendimientos, entre otros.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en seis unidades, en cada una de ellas se analizan conceptos y la aplicación de los mismos.

Se abordan los conceptos de meteorología y climatología al inicio del curso buscando una visión de conjunto de este campo de estudio, se clasifican las estaciones climatológicas y la relación que existe entre el clima y los cultivos.

En la segunda unidad se inicia caracterizando los componentes de la atmósfera y las capas que la conforman se analiza el efecto invernadero y los gases que en el intervienen. Para la tercera unidad se analizan los elementos del clima conceptos medición y estimación y la relación con los cultivo. En la cuarta unidad se conoce la clasificación climática de Koppen, los grupos de climas existentes en el país además el uso de la cartografía. En la quinta unidad se abordan la relación de los elementos del clima y el desarrollo de los cultivos y al final en la sexta unidad se conoce y aplican modelos de pronóstico de rendimiento.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo;

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado.

En las prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:	Competencias genéricas:
<p>Relacionar los factores y elementos del clima, con la producción agrícola desde un enfoque sustentable.</p> <p>Identificar en base a los datos del clima las diferentes etapas fenológicas de las plantas cultivadas importantes de la región y estimar rendimientos a través de modelos clima-planta.</p>	<p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>• Capacidad de organizar y planificar.</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera.</li><li>• Comunicación oral y escrita.</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora.</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li><li>• Solución de problemas.</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li><li>• Trabajo en equipo.</li><li>• Habilidades interpersonales.</li></ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li><li>• Habilidades de investigación.</li><li>• Capacidad de aprender.</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li><li>• Búsqueda del logro.</li></ul>

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones (cambios y justificación)</b>
Instituto Tecnológico de Roque, del 26 al 30 de Octubre 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Conkal, Comitán, Superior de Pátzcuaro, Superior de San Miguel El Grande, Superior de Zongolica, El Llano, Los Mochis, Roque, Tlajomulco, Torreón, Valle de Morelia, Superior de Cocula, Superior de Irapuato, Superior de Los Reyes, Chiná, El Salto, Superior de la Sierra Norte de Puebla, Superior de Venustiano Carranza, Superior de Zacapoaxtla, Estudios Superiores de Valle de Bravo, Altamira, Comitancillo, Huejutla, Cuenca de Papaloapan, Zona Maya, Tizimin, Superior de la Región Sierra, Ursulo Galván, Altiplano de Tlaxcala, Valle del Guadiana, Valle del Yaqui, Superior de Tantoyuca, y Zona Olmeca.	Reunión Nacional de Diseño Curricular de las carreras de Ingeniería en Agronomía, Desarrollo Comunitario, Forestal, e Innovación Agrícola Sustentable.
Institutos Tecnológicos de: Roque y Torreón, del 3 de noviembre del 2009 al 19 de marzo del 2010	Representantes de la Academia de Ingeniería en Agronomía y de Ingeniería en Innovación Agrícola.	Ánalisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Agronomía, Desarrollo Comunitario, Forestal, e Innovación Agrícola Sustentable.
Instituto Tecnológico El Llano, del 22 al 26 de Marzo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Roque, Cuenca de Papaloapan, El Llano, Los Mochis, Zona Maya, Tizimin, Superior de Tlajomulco, Torreón, Valle del Guadiana, Valle de Morelia, Valle del Yaqui, Zona Olmeca. Superior de Cocula, Superior de Irapuato, Superior de Los Reyes, Altamira, Huejutla, Comitancillo, Superior de	Definición de los programas de estudio de la carrera de Ingeniería en Agronomía, Desarrollo Comunitario, Forestal, e Innovación Agrícola Sustentable en la Reunión Nacional de Consolidación.

	Tantoyuca, Ursulo Galván, Altiplano de Tlaxcala, Superior de la Región Sierra, Chiná, El Salto, Superior de Zacapoaxtla, Estudios Superiores de Valle de Bravo, Comitán, Conkal, Superior de Pátzcuaro y Superior de Zongolica.	
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de las academias de los Institutos Tecnológicos de: Altiplano de Tlaxcala, Comitán, Huejutla, Superior de Pátzcuaro, Roque, Torreón y Superior de Zongolica.	Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.

## **5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO**

- Relacionar los elementos del clima con la producción agrícola desde un enfoque sustentable.
- Identificar en base a los datos del clima las diferentes etapas fenológicas de las plantas cultivadas importantes de la región y estimar rendimientos a través de modelos clima-planta.

## **6.- COMPETENCIAS PREVIAS**

- Procesos de fotosíntesis y respiración de las plantas cultivadas.
- Tabulaciones y gráficas para la presentación de datos.
- Cálculo y selección de medidas descriptivas, probabilidad.
- Reguladores de crecimiento.
- Funciones matemáticas.
- Aplicaciones de la derivada.

## **7.- TEMARIO**

<b>Unidad</b>	<b>Temas</b>	<b>Subtemas</b>
1	Antecedentes y Generalidades	<p>1.1 Introducción.</p> <p>1.1.1 Importancia de la agroclimatología en los diferentes sistemas de producción.</p> <p>1.1.2 Interacción clima-cultivo.</p> <p>1.2 Conceptos básicos.</p> <p>1.2.1 Meteorología y agrometeorología.</p> <p>1.2.2 Climatología y Agroclimatología.</p> <p>1.2.3 Tiempo.</p> <p>1.2.4 Clima.</p> <p>1.2.5 Elementos y factores del tiempo y del clima.</p> <p>1.2.6 Clasificación de los meteoros.</p> <p>1.3 Estaciones meteorológicas y climatológicas.</p> <p>1.3.1 Red meteorológica.</p> <p>1.3.2 Clasificación de estaciones.</p> <p>1.4 Instrumental de una estación meteorológica.</p>
2	Atmósfera	<p>2.1 Composición de la atmósfera.</p> <p>2.1.1 Componentes.</p> <p>2.1.2 Funciones.</p> <p>2.2 Estructura vertical de la atmósfera.</p> <p>2.2.1 Troposfera.</p> <p>2.2.2 Estratosfera.</p> <p>2.2.3 Mesosfera.</p> <p>2.2.4 Termósfera.</p> <p>2.2.5 Exósfera.</p> <p>2.3 Efecto invernadero.</p> <p>2.3.1 Definición e importancia.</p> <p>2.3.2 Gases invernadero.</p>

3	Elementos y factores climáticos	<p>3.1 Radiación solar.</p> <p>3.1.1 Composición de radiación solar.</p> <p>3.1.2 Balance de la radiación solar.</p> <p>3.1.3 Medición y estimación.</p> <p>3.1.4 Relación radiación cultivo.</p> <p>3.2 Temperatura.</p> <p>3.2.1 Definición de temperatura y calor.</p> <p>3.2.2 Medición de la temperatura.</p> <p>3.2.3 Unidades calor y constante térmica.</p> <p>3.2.4 Horas frío.</p> <p>3.2.5 Heladas.</p> <p>3.2.6 Efectos.</p> <p>3.2.7 Probabilidad de ocurrencia.</p> <p>3.2.8 Métodos de control.</p> <p>3.3 Presión atmosférica y vientos.</p> <p>3.3.1 Definición.</p> <p>3.3.2 Centros de alta y baja presión.</p> <p>3.3.3 Ciclones.</p> <p>3.3.4 Anticiclones.</p> <p>3.3.5 Medición y estimación.</p> <p>3.4 Humedad atmosférica y precipitación.</p> <p>3.4.1 Tipos de humedad atmosférica.</p> <p>3.4.2 Nubes.</p> <p>3.4.3 Formas de precipitación.</p> <p>3.4.4 Distribución de lluvias.</p> <p>3.5 Evapotranspiración.</p>
4	Clasificación climática	<p>4.1 Sistemas de clasificación climática.</p> <p>4.1.1 Clasificación climática de Köppen.</p> <p>4.1.2 Clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García.</p> <p>4.2 Tipos de climas en la República Mexicana.</p> <p>4.2.1 Grupos, subtipos, otras designaciones y modificaciones.</p> <p>4.2.2 Formula climática.</p>
5	Influencia del clima en la fenología de los cultivos	<p>5.1 Generalidades.</p> <p>5.1.1 Conceptos de fenología.</p> <p>5.1.2 Aplicaciones e importancia de la fenología.</p> <p>5.2 Periodo vegetativo.</p> <p>5.2.1 División del periodo vegetativo.</p> <p>5.2.2 Fases.</p> <p>5.2.3 Subperiodo.</p> <p>5.3 Observaciones fenológicas.</p> <p>5.3.1 Normas generales.</p> <p>5.3.2 Observaciones fenológicas de cultivos anuales.</p> <p>5.3.3 Observaciones fenológicas de cultivos perennes.</p> <p>5.3.4 Modelos de observaciones fenológicas.</p>
6	Modelos de relación cultivo-clima y estimación de rendimientos	<p>6.1 Tipos de modelo clima cultivo.</p> <p>6.1.1 Modelos empírico-estadístico para periodo en años.</p>

	<p>6.1.2 Modelos empírico-estadístico para períodos promedio por año.</p> <p>6.2 Estimación de rendimientos.</p> <p>6.2.1 Método Wageningen.</p> <p>6.2.2 Método de las Zonas Agroecológicas.</p>
--	---

## **8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una agricultura sustentable.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Propiciar discusión y análisis de videos y software ilustrativos en grupo.
- Propiciar actividades de búsqueda y presentación de diferentes temas.
- Desarrollar ejercicios numéricos con datos generados en estaciones meteorológicas.
- Realizar observaciones de cultivos en diferentes etapas fenológicas, visitas a estaciones meteorológicas y propiciar discusión en clase de tópicos relacionados con la agroclimatología.
- Propiciar el manejo de cartografía climática, así como manejar y colectar datos del termómetro six, pluviómetro y evaporímetro.

## **9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN**

- Identificación y descripción de los aparatos de una estación meteorológica.
- Mediciones de temperaturas, evaporaciones, precipitaciones, radiaciones y cualquier otro fenómeno que se pueda medir y esté dentro de las posibilidades y de los recursos con que cuente la institución.
- Elaboración de registros fenológicos.
- Manejo de cartografía.
- Realización de clasificaciones climáticas.
- Dominio y manejo de los conceptos de agriclimatología.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Antecedentes y Generalidades

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer los conceptos básicos de la Agroclimatología y su importancia en los sistemas de producción agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar fuentes de información referentes a la meteorología, climatología, agrometeorología y agroclimatología.</li> <li>• Exponer en clase con apoyo de material audiovisual los aspectos relacionados con el instrumental de una estación meteorológica.</li> <li>• Visitar una estación meteorológica.</li> </ul>

### Unidad 2: Atmósfera

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar la composición de la atmósfera y su estructura vertical para entender los fenómenos meteorológicos que en ella ocurren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consultar en distintas fuentes información relacionada con los componentes de la atmósfera.</li> <li>• Uso de videos para analizar lo referente a el efecto invernadero.</li> <li>• Explicar la importancia de los gases invernadero.</li> </ul>

### Unidad 3: Elementos y factores climáticos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Relacionar los elementos del clima en el desarrollo de las plantas para su mejor aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar la importancia de la radiación solar y su relación con el desarrollo y rendimientos de los cultivos.</li> <li>• Investigar y exponer la relación de la temperatura y la precipitación con el desarrollo de los cultivos.</li> <li>• Observar en campo los efectos de los elementos del clima en las plantas.</li> </ul>

### Unidad 4: Clasificación climática

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer los grupos climáticos que existen en el país y relacionarlos con el manejo de los sistemas de producción agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las clasificaciones climáticas de diferentes regiones del país.</li> <li>• Relacionar los mapas climáticos con la distribución de cultivos en el país.</li> </ul>

### Unidad 5: Influencia del clima en la fenología de los cultivos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Identificar las etapas fenológicas de los cultivos y relacionarlas con los elementos y factores del clima para planear las prácticas agronómicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las diferentes etapas fenológicas de los cultivos.</li> <li>• Relacionar la temperatura y la radiación solar con el desarrollo del cultivo.</li> </ul>

tendientes a obtener mejores rendimientos.	
--	--

#### **Unidad 6: Modelos de relación cultivo-clima y estimación de rendimientos**

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
Aplicar los modelos para la evaluación del potencial productivo de los cultivos en las diferentes zonas del país.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprender a manejar software de modelos de simulación para relacionar los elementos climáticos con los rendimientos de los cultivos.</li></ul>

## **11.- FUENTES DE INFORMACIÓN**

1. Aguilera C., M. y R. Martínez E., *Relación Agua, Suelo, Planta Atmósfera*, 3<sup>a</sup> Ed. Universidad Autónoma Chapingo, Dpto. de Irrigación. Chapingo, México. 1985.
2. Álvarez E. V. *Compendio de apuntes de meteorología*. Departamento de Preparatoria Agrícola. UACH. Chapingo. México. 1992.
3. Castro, Z. R. *Introducción a la meteorología*. México. 1993.
4. De Fina, A. y. A. C. Ravelo. *Climatología y fenología agrícola*. Editorial Buenos Aires Argentina. 1975.
5. Flores, A. R y Arteaga R. R. *Fenología y Cambios estacionales*. UACH. México. 1987.
6. Fuentes Y., J., *Introducción a la meteorología y a la climatología*, Ed. Mundiprensa. Barcelona, España. 2000.
7. García, E. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. UNAM. México. 1988.
8. García, E. *Apuntes de climatología*. UNAM. México. 1986.
9. Griffiths, F. J. *Climatología Aplicada*. Editorial Publicaciones Cultural S.A. de C. V. 1990.
10. Gómez M. S. B. y Arteaga, R. *Elementos Básicos para el Manejo de Instrumental Meteorológico*. Editorial CECSA. México. 1987.
11. Nájera M. Leticia y Arteaga R. Ramón. *Antología de Agroclimatología*. DGETA. México. 1998.
12. Ortiz, S., C. A. *Elementos de Agrometeorología Cuantitativa con Aplicaciones en la República Mexicana*. Departamento de Suelos, UACH, Chapingo. México. 1987.
13. Romo G., J. R. y Arteaga, R. *Meteorología Agrícola*. Departamento de Irrigación. UACH. México. 1989.
14. Servicio Meteorológico Nacional. 1976. Normales climatológicas Periodo 1941-1970. México, D.F.
14. Torres R., E., *Agrometeorología*, Editorial Trillas. México, D.F. 1993.
15. Villalpando J., F. y J.F. Ruiz C., *Observaciones agrometeorológicas en agricultura*, Editorial UTHEA. 1993. México, D.F.

## **12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS**

1. Recorrido y visitas a los diferentes sistemas de producción de la región.
2. Visita guiada a estación meteorológica convencional y automatizada.
3. Uso y Manejo del equipo meteorológico elemental (termómetro de máxima y mínima, pluviómetro, pluviógrafo, evaporímetro, psicrómetro, heliógrafo, anemómetro o anemocinemógrafo).
4. Uso y manejo de cartografía climática en algún estudio de caso.
5. Visitar un invernadero de la región.
6. Medición de la radiación solar en un área de cultivo.
7. Medición de la temperatura en diferentes medios.
8. Observación de efecto de heladas en los cultivos.
9. Observación etapas fenológicas de cultivos.
10. Cálculo de horas frío.
11. Solución de problemas (relación cultivo-clima y estimación de rendimientos).