



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

1

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

PROGRAMA ANALÍTICO

Fecha de elaboración: Agosto / 1995

Fecha de actualización: Febrero / 2007

## I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la materia:	Agrometeorología
Clave:	AGM409
Tipo de materia:	Obligatoria
Departamento que la imparte:	Agrometeorología
No. de horas teoría / semana:	3
No. de horas práctica / semana:	2
Carreras en las que se imparte:	Forestal, Zootecnia,
Créditos:	
Prerrequisitos:	Matemáticas I y II, Física I o equivalente

## II. OBJETIVO GENERAL

Introducir al alumno en el complejo mundo de la Meteorología y sus aplicaciones en los diversos campos agronómicos. Concientizar sobre la importancia de las variables meteorológicas en la producción agrícola y establecer prácticas que ayuden en el mejoramiento de la calidad del aire. Proveen al alumno de los conocimientos necesarios para realizar las diferentes mediciones de los parámetros del clima en el instrumental meteorológico y el establecimiento de estaciones meteorológicas. Así mismo capacitar al alumno en el manejo de técnicas de control de daños causados por eventos meteorológicos fortuitos. También aprenderá a clasificar los climas y tendrá los conocimientos básicos para el pronóstico del tiempo.

### III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. El alumno, establecerá por escrito, la diferencia entre fase, etapa y período crítico fenológicos. Elaborará un listado de las fases fenológicas para un cultivo, diferente al trigo que tenga importancia regional. Graficará curvas de crecimiento.
2. Capacitar al estudiante en la aplicación de los procedimientos adecuados, para el establecimiento y operación de una red agrometeorológica a nivel regional. Enseñarle a diseñar una estación agrometeorológica principal, y que realice la toma de datos de un día, procese los datos meteorológicos de un mes y calcule las normales climatológicas de una estación agrometeorológica con veinte años de antigüedad, para aprender a crear normales climatológicas.
3. El estudiante medirá la velocidad del viento con el anemómetro manual. Estimaré la velocidad del viento en grados Beaufort con la escala correspondiente. Diseñará un sistema de cortinas rompevientos (a escala), por equipos.
4. El estudiante aprenderá a orientarse astronómicamente. Calculará la radiación solar total y el fotoperíodo para diversos lugares y fechas. Medirá la intensidad de la radiación. Hará un reporte de la radiación global, insolación y luminosidad. Hará estimaciones de los balances de radiación, basándose en mediciones y cálculos. Calculará la duración del día y las horas de salida y puesta del sol en toda la Tierra y durante todo el año. Realizará un balance de radiación y un balance de energía solar por unidad de superficie y por día.
5. El estudiante calculará por escrito, las unidades calor y horas frío por los diversos métodos que se tratan en este curso y obtendrá la constante térmica de los cultivos regionales.
6. Capacitar al estudiante para que obtenga por dos métodos (matemático y gráfico) la presión actual del vapor, el punto de rocío, la humedad relativa, específica y absoluta, así como en el pronóstico de heladas y en el procesamiento por diversos métodos de la precipitación media, la probabilidad de lluvia, y la intensidad de la precipitación. Así mismo se le darán las herramientas necesarias para que diseñe un sistema de captación y almacenamiento de agua de lluvia.
7. El alumno entenderá los grandes sistemas atmosféricos responsables del tiempo global, comprenderá el efecto al tiempo de los centros de altas y bajas presiones y podrá elaborar y entender las cartas sinópticas del tiempo. Se le preparará en la elaboración de una clasificación climática de un lugar, obteniendo la fórmula climática. Entenderá las cartas del clima. Concientizar al alumno acerca del Calentamiento Global, responsabilidad del hombre

## IV. TEMARIO

### 1. Fenología

- 1.1. Introducción
  - 1.1.1. Definición
  - 1.1.2. Importancia de la fenología
- 1.2. División del período vegetativo
  - 1.2.1. Períodos
  - 1.2.2. Fases
  - 1.2.3. Isófanas
  - 1.2.4. Subperíodos
- 1.3. Observaciones Fenológicas
  - 1.3.1. Cultivos anuales y perennes
  - 1.3.2. Pecuarias
  - 1.3.3. Aves
  - 1.3.4. Insectos
- 1.4. Practicas:
  - 1.4.1. Reporte Fenológico de acuerdo a cada carrera
  - 1.4.2. Reporte meteorológico sin aparatos

### 2. Estaciones Meteorológicas

- 2.1. Clasificación de las estaciones
  - 2.1.1. Estaciones Agrometeorológicas
    - 2.1.1.1. Dimensiones
    - 2.1.1.2. Instrumental
  - 2.1.2. Observatorios Meteorológicos
  - 2.1.3. Módulos termopluviométricos
- 2.2. Instrumental Meteorológico
  - 2.2.1. Operación
  - 2.2.2. Calibración
  - 2.2.3. Mantenimiento
- 2.3. Información meteorológica
  - 2.3.1. Toma de datos
  - 2.3.2. Observaciones meteorológicas
  - 2.3.3. Procesamiento de datos
  - 2.3.4. Difusión
- 2.4. Redes Agrometeorológicas
  - 2.4.1. Establecimiento
  - 2.4.2. Operación

### 3. Radiación Solar

#### 3.1. Conceptos básicos

##### 3.1.1. El Sol

3.1.1.1. Características

3.1.1.2. Espectro Electromagnético

##### 3.1.2. Relaciones Tierra-Sol

3.1.2.1. Movimientos terrestres

3.1.2.2. Estaciones del año

#### 3.2. Duración del día o Fotoperíodo. Insolación

#### 3.3. Cálculo de la radiación solar total recibida en el límite de la atmósfera terrestre.

##### 3.3.1. Estacional

##### 3.3.2. Para una fecha

#### 3.4. Radiación global

##### 3.4.1. Absorción, Reflexión y Difusión.

3.4.1.1. Efecto Invernadero de la Atmósfera.

3.4.1.2. Albedo

3.4.1.3. El color del cielo

##### 3.4.2. Balance de la radiación

##### 3.4.3. Balance de energía

#### 3.5. Prácticas:

3.5.1. Obtención de la meridiana de un lugar

3.5.2. Coordenadas geográficas

3.5.3. Trayectoria solar

3.5.4. Medición de la radiación solar

### 4 Temperatura

#### 4.1. Temperatura del Aire

4.1.1. Temperatura máxima

4.1.2. Temperatura mínima

4.1.3. Temperatura media

##### 4.1.4. Oscilación de la Temperatura.

#### 4.2. Unidades Calor

4.2.1. Definición de Constante Térmica

4.2.2. Cálculo de U.C.

#### 4.3. Horas frío (H.F.)

4.3.1. Efecto de las H.F.

4.3.2. Medición y cálculo de las H.F.

#### 4.4. Heladas

4.4.1. Definición y clasificación de las heladas

4.4.2. Prevención de las heladas

#### 4.4.3. Control de las Heladas

#### 4.5. Practicas:

4.5.1. Calculo de U.C. y K. T. Para un cultivo en diferentes fechas de siembra.

4.5.2. Determinación del período libre de Heladas P.L.H.

### 5. Humedad Atmosférica y Precipitación Pluvial

#### 5.1. El ciclo hidrológico

5.1.1. Enfoque cualitativo

5.1.2. Enfoque cuantitativo

5.1.2.1. Presión de vapor

5.1.2.2. Humedad relativa

5.1.2.3. Humedad específica

5.1.2.4. Humedad absoluta

5.1.2.5. Punto de rocío

#### 5.2. Precipitación

5.2.1. Tipos de precipitación

5.2.1.1. Orográfica

5.2.1.2. Convectiva

5.2.1.3. Frontal

5.2.2. Formas de precipitación

5.2.2.1. Lluvia

5.2.2.2. Granizo

5.2.2.3. Nieve

5.2.3. Procesamiento de datos de lluvia

5.2.3.1. Precipitación total mensual

5.2.3.2. Precipitación media anual

5.2.3.3. Precipitación media mensual

5.2.4. Probabilidad de ocurrencia de la precipitación

5.2.5. Técnicas de Aprovechamiento de la precipitación

5.2.6. Sistemas de captación de escurrimientos

5.2.6.1. Técnicas para el control de excesos de precipitación

5.2.6-2. Sistemas de distribución y drenaje de la precipitación

5.2.7. Estimulación de lluvias

#### 5.3. Prácticas:

5.3.1. Determinación de la Humedad relativa, específica y absoluta a la intemperie y en un sistema de clima controlado.

5.3.2. Determinación de la precipitación media, de una cuenca, utilizando polígonos de thiessen, curvas isoyetas y media aritmética.

5.3.3. Diseño de un sistema de captación de precipitación y escurrimiento.

## 6. El Viento

- 6.1 Conceptos básicos
- 6.2. Medición
- 6.3. Efectos benéficos
- 6.4. Efectos dañinos
- 6.5. Escala Beaufort
- 6.6. Control de daños
- 6.7. Practica:
  - 6.7.1. Diseño de una cortina rompevientos

## 6. Climatología

- 7.1. Meteorología y Climatología
  - 7.1.1. Tiempo y clima. Variabilidad del tiempo
- 7.2. Climatología aplicada
  - 7.2.1. Aplicaciones actuales y posibles de la climatología
- 7.3. Elementos del Clima
- 7.4. Factores del Clima
  - 7.4.1. Relaciones entre elementos y factores del clima
- 7.5. Sistemas de clasificación climática
  - 7.5.1. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen.
- 7.6. Práctica:
  - 7.6.1. Clasificación climática de un lugar. Obtención de la fórmula climática.
  - 7.6.2. Interpretación de las cartas del clima.

## 8. Pronóstico del Tiempo

- 8.1. **Mapa del tiempo** o carta sinóptica
  - 8.1.1. Elementos. Simbología.
- 8.2. Presión Atmosférica
  - 8.2.1. Centros de alta y baja presión
- 8.3. Frentes
  - 8.3.1. Frío
  - 8.3.2. Caliente
  - 8.3.3. Estacionario
  - 8.3.4. ~~Ocluido~~
  - 8.3.5. Comportamiento de la atmósfera en cada uno
- 8.4. Modelos numéricos y mapas a diferentes alturas.

## V. METODOLOGIA

**Nota:** El curso se expone por siete maestros que forman el cuerpo docente del Departamento de Agrometeorología. Cada uno de ellos expone el tema que es de su dominio, lo que garantiza una enseñanza mas efectiva

1. Exposición oral de maestro y alumno, participando a manera de debate
2. Tareas de ejercicios teóricos, consultas, desarrollo de temas, etc.
3. Tareas de ejercicios prácticos
4. Consultas bibliográficas de temas de interés
5. Construcción y/o elaboración de instrumentos de medición
6. Prácticas de campo para aplicar los principios teóricos vistos en clase
7. Discusión de artículos científicos

Apoyos didácticos: pizarrón, proyector de acetatos, de diapositivas y multimedia, prácticas aplicadas y de investigación en laboratorio (estación meteorológica) y en campo.

## VI. EVALUACION

### Diagnóstica

Identificar conocimientos previos y experiencias en relación con cada uno de los temas, mediante un examen escrito que será presentado al finalizar cada capítulo.

### Formativa

Puntualidad y responsabilidad. De acuerdo con el Reglamento Académico, el alumno deberá tener un 85% de asistencias para tener derecho a examen ordinario y 80% para extraordinario.

Participación en clase, entrega de tareas y elaboración de instrumentos de medición.

Procedimiento continuo para determinar capacidad individual para resolver problemas, mejorar y reajustar proceso de aprendizaje.

### Sumativa

Los alumnos elaborarán ensayos, resúmenes y/o mapas mentales sobre temas vistos en clase para identificar avances de aprendizaje.

Para el reporte de la nota de evaluación de los conocimientos adquiridos por los alumnos, se considerará lo siguiente: exámenes parciales, reportes de prácticas, consultas bibliográficas y tareas. El valor porcentual de éstas es dado por cada maestro y es variable

Cada grupo tendrá un maestro asesor que será quien se encargue y sea responsable de las calificaciones de ese grupo. El maestro asesor no podrá modificar la calificación de ningún maestro sin su consentimiento, es decir, la calificación de un tema sólo podrá ser modificada por el maestro que lo impartió.

Al finalizar el curso el alumno tendrá siete calificaciones y con ellas obtendrá un promedio general, cuando éste sea igual o mayor a 8.0 el alumno tendrá aprobado el curso sin

presentar examen ordinario (exenta). Con promedio menor a 8.0 y mayor o igual a 4.0 tendrá derecho al examen ordinario. Cuando la calificación sea menor a 4.0 perderá el derecho a examen ordinario.

El examen final que presenten los alumnos será elaborado por todos los maestros y en él aparecerá al menos una pregunta de cada uno.

## VII. RECURSOS NECESARIOS

### Infraestructura

Para la clase se cuenta con un aula equipada con pizarrones y butacas, pantalla para proyección con acetatos o de computadora, así como las condiciones necesarias para la proyección (cortinas, contactos eléctricos, extensiones eléctricas, etc.).

Las prácticas se realizan en el laboratorio de calibración de instrumental meteorológico y en la Estación Agrometeorológica Principal. Algunas veces se programan viajes al Grupo Alfa en la ciudad de Monterrey por lo que se requieren un autobuses con capacidad suficiente para el total de alumnos del curso, así como alimentos para los estudiantes.

### Equipo

Se cuenta con la Estación Agrometeorológica Principal, así como con algún instrumental en desuso que los estudiantes pueden manipular sin riesgo,

## VIII. INDICACIONES ESPECIALES

### Laboratorios, lecturas y resúmenes

Los laboratorios comprenden trabajos de campo o gabinete que por su naturaleza representan un trabajo de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos en cada tema. Estos laboratorios generarán un documento escrito con cálculos conclusiones, etc.

Los trabajos teóricos encargados durante el desarrollo de cada tema, se calificarán y tendrán un porcentaje en la calificación de cada tema, que el maestro responsable será quien determine.

### Asistencia con la Estación Agrometeorológica Principal

El pase de lista es obligatorio y todos los alumnos deberán llegar puntualmente tanto a las sesiones de clase como a los puntos de salida para las prácticas. Cada sesión de clases (de una hora o dos horas) será considerada sólo como una asistencia. Solo se rectificaran las inasistencias para los alumnos que hayan tenido alguna enfermedad o participación en eventos académicos de la Universidad, presentando la justificación por escrito en un lapso de tres días después de su inasistencia. Con respecto a las prácticas de campo, el alumno que falte a alguna de las prácticas tendrá dos inasistencias y no tendrá derecho a ser considerado en el reporte de esta práctica.



### Reportes de prácticas

Los alumnos podrán elaborar el reporte escrito de cada práctica, siendo cada maestro quien indique la presentación y puntuación porcentual del reporte.

## **IX. BIBLIOGRAFIA BASICA**

Torres Ruiz E. 1996. Agrometeorología. 2° Ed. Editorial Trillas, México. 240 p.

Apuntes del curso elaborados por todos y cada uno de los maestros.

## **X. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA**

Candel Vila R. 1976. Atlas de Meteorología, Ediciones Jovar, S.A., Barcelona, España.

Chang, J.H., 1968. Climate and Agriculture. Aldine Publishing Comapny Chicago.

Elimern, J.V. Protección de Suelos, Plantas y Animales contra el viento. Servicio Agrometeorológico. República Federal de Alemania.

Estrada Faudón, E. 1973. Apuntes de Ecología Vegetal, Universidad de Guadalajara, México.

Freré M. Y G.F. Popov. 1980 Pronóstico de cosechas basado en datos agrometeorológicos. FAO. Roma, Italia.

García-Badaell J.J. 1979. La energía solar, el hombre y la Agricultura. Servicio de Pulicaciones Agrarias. España.

Hernández Yzal S. 1968. Meteorología y Oceanografía. Editorial Cadí, Barcelona, España.

Israelsen O.W. y V.E. Hansen. 1965. Principios y aplicaciones del riego. Reverte, S.A. Barcelona-Buenos Aires-México.

L. de Fina 1945. Los elementos climáticos y los cultivos. Editorial Sudamericana. Buenos Aires, Argentina.

Lorete J.M. 1966. Meteorología, Editorial Labor, S.A., Barcelona, España.

Medina Peralta M. 1974, Elementos de Astronomía de Posición Editorial Limusa, México, D.F.

Miller E.V. 1967, Fisiología Vegetal, UTEHA, México, D.F.

... Agrarias. España

Miller A. 1972, Meteorología. Editorial Labor, S.A. Barcelona, España.

Pettersen, S. 1976, Introducción a la Meteorología. Spasa Calpe, S.A. Madrid, España.

Ramos y Salas B. 1968, Apuntes de Meteorología y Climatología, Universidad de Coahuila, E.S.A."A.N.". Saltillo, Coahuila. México.

Remy R.H. 1981. Apuntes del Curso de Postgrado. "Bioclimatología con énfasis en energía solar" Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coah., México.

Retallack B.J. 1975. Compendio de apuntes para la formación del personal meteorológico de la clase IV. Volumen 1. Ciencias de la tierra. Organización Meteorológica Mundial S.A.G. México.

Retallack B. J. 1976. Compendio de apuntes para la formación del personal meteorológico de la Clase IV. Volumen 3. Meteorología. Organización Meteorológica Mundial S.A.G. México.

S.A.G. 1976, Normales Climatológicas. Servicio Meteorológico Nacional. México.

S.A.G. BANRURAL. La Agrometeorología en la determinación de área factibles de abrirse al cultivo. Programa de desmontes Fideicomiso 581. México.

Smith, L.P. 1975. Methods in agricultural meteorology. Elsevier Scientifica BU. Co. U.S.A.

Seemann J. Et. Al 1979, Agrometeorology. Springer-Verlag. Berlín-Heidelberg-New York.

Todorov A.V. 1985. Compendio de aputes de agrometeorología para el personal Clase IV. Organización Meteorológica Mundial. S.A.R.H. México.

Torres. Ruiz, E. 1995. Agrometeorología, Segunda Edición. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, D.F.

Torres Ruíz, Ed. 1996. Manual de Conservación de Suelos Agrícolas. Tercera edición, en prensa Editorial Trillas, S.A. de C.V. México, D.F.

Toscano R. 1950. Meteorología Descriptiva y Dinámica. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Turk A. et al. 1973. Ecología-Contaminación-Medio ambiente Interamericana, S.A. de C.V. México.

U.A.A."A.N". 1990. Registro de datos meteorológicos del Departamento de Agrometeorología. Saltillo, Coah. México.

U.N.A.M. 1969. Los Calendarios de México. Tomo 1. Instituto de Investigaciones Sociales. México.

U.N.A.M. 1980-2000. Anuarios Astronómicos para los años correspondientes. Instituto Nacional de Astronomía. Ciudad Universitaria, México, D.F.

Villers G.D.B. Protección de los cultivos contra daños por heladas empleando métodos tanto activos como pasivos. Universidad de Orange. Sudáfrica.

Vorontsov-Veliaminov B.A. 1979. Problemas y ejercicios prácticos de Astronomía. Editorial Mir. Moscú. U.R.S.S.

Yaron . et al 1969. Irrigation in arid zones. The Volcani Insitute of Agricultural research. Betdagan, Israel.

Philander, George S. 1990. El Niño, La Niña and the Southern Oscillation, Academic Press, USA

García de M., E. 1981 Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen, por Enriqueta García, UNAM, México, D.F

Koeppen W. 1950 Climatología. Fondo de Cultura Económica, México-Buenos Aires

Diversas páginas web

Programa elaborado por: Ing. Juana María Mendoza Hernández  
Programa actualizado por: Ing. Juana María Mendoza Hernández

Programa aprobado por la Academia del Departamento de Agrometeorología

---

Ing. Juana María Mendoza Hernández  
Jefe del Departamento de Agrometeorología

Buenvista, Saltillo, Coah. Febrero 9 de 2007

CONFIDENTIAL