

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	Uso Eficiente del Agua
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
Clave de la asignatura:	AGD-1024
SATCA <sup>1</sup> :	2-3-5

## 2.- PRESENTACIÓN

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

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Agrónomo la capacidad para el diseño, operación y mantenimiento a los sistemas de riego que se utilizan en la producción agrícola.

Para la integración de sus contenidos temáticos se realizó un análisis para identificar las áreas potenciales de estudio y de mayor aplicabilidad en el desempeño profesional del egresado.

Esta materia es importante debido a que es una herramienta fundamental para incrementar la productividad apoyada en el manejo y uso eficiente del agua.

Esta materia se consolida una vez que se han cursado otras asignaturas como el caso particular de hidráulica, agroclimatología, y edafología.

### **Intención didáctica.**

El temario está organizado en seis unidades, uso del agua en la agricultura en la primera unidad; se incluye en la segunda unidad la conducción del agua en canales y tuberías, en la tercera unidad se aborda el riego superficial en surcos y melgas, en la cuarta unidad el riego por aspersión, en la quinta unidad el riego por goteo y finalmente una sexta unidad el diseño de sistemas de riego.

Se incluyen aspectos de uso y manejo de software para el diseño de sistemas de riego, programación de riego, componentes y condiciones de mantenimiento. Todos estos conocimientos son esenciales para el desarrollo de la actividad de riego.

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 equipo a través del uso de instrumentos aplicados

---

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

en diseño, operación y mantenimiento de sistemas de riego. Las actividades prácticas se deben desarrollar como actividades posteriores a la exposición teórica de los temas, de tal manera que se pueda corroborar lo visto previamente en clase, y aplicar los conceptos teóricos en la práctica. En las prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor actúe como guía de los alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y desarrollen las competencias.

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.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, 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 y la resolución de problemas. 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; y que 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.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y aplicar diferentes tecnologías de riego, superficial, por aspersión y goteo en la producción agrícola.</li> <li>• Aplicar las técnicas de manejo y operación de sistemas de riego.</li> <li>• Identificar los componentes básicos de un sistema de riego.</li> <li>• Asociar los componentes básicos del sistema de riego a su función.</li> <li>• Utilizar el software para diseño de sistemas de riego.</li> </ul>	<p><b>Competencias genéricas</b></p> <p><b>Competencias Instrumentales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de gestión de información.</li> <li>• Destrezas de computación, manejo y búsqueda de información.</li> <li>• Capacidad de expresión oral y escrita</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 de trabajar en forma individual y en equipo.</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</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>• Habilidad de investigación</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li> </ul>
--	--

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Roque, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, 3 de noviembre del 2009 al 19 de marzo del 2010.	Representantes de las academias de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable e Ingeniería en Agronomía.	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería en Agronomía

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

- Conocer y aplicar diferentes tecnologías de riego, superficial, por aspersión y goteo en la producción agrícola.
- Aplicar las técnicas de manejo y operación de sistemas de riego.
- Identificar los componentes básicos de un sistema de riego.
- Asociar los componentes básicos del sistema de riego a su función.
- Utilizar el software para diseño de sistema de riego.

#### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

Tener conocimiento y dominio de Funciones matemáticas y Optimización, de la relación de Área entre curvas, cuantificación de Volúmenes, de los elementos de termodinámica como Calor y Temperatura y de la Transición de fases de los líquidos.

Conocer principios de electromecánica específicamente de Cinemática y Cinética y los conceptos básicos de electricidad. Es importante el conocimiento de la función de las máquinas eléctricas y del diseño asistido por computadora (CAD)

Tener conocimientos de topografía para determinar diferencias altimétricas.

Funcionamiento y operación de equipo de bombeo.

Conocimiento para la determinación de los parámetros de humedad del suelo y del movimiento del agua en el suelo, así como los requerimientos hídricos de los cultivos.

Cálculo de caudal en tuberías y orificios.

Manejo de equipo de cómputo y software.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Uso del agua en la agricultura.	1.1. Importancia del agua en la agricultura. 1.2. La agricultura de riego en México. 1.3. Desarrollo de la irrigación en México. 1.4. Criterios para seleccionar los métodos de riego. 1.5. Programación de los riegos.
2	Conducción del agua de riego.	2.1. Conducción del agua en canales. 2.1.1. Medición del caudal. 2.1.2. Estructuras para la distribución control del agua. 2.1.3. Eficiencia de conducción. 2.2. Conducción del agua en tuberías. 2.2.1. Medición del caudal en tuberías.
3	Riego superficial.	3.1. Riego por surcos. 3.1.1. Surcos con pendiente. 3.1.2. Surcos sin pendiente. 3.2. Riego por inundación. 3.2.1. Melgas rectas a nivel. 3.2.2. Melgas rectas con pendiente. 3.2.3. Melgas en contorno. 3.3. Curvas de avance y recesión. 3.4. Estructuras para la aplicación del agua a la parcela. 3.4.1. Sifones. 3.4.2. Válvulas alfalferas. 3.4.3. Compuertas. 3.4.4. Multicompuertas.

4	Riego por aspersión.	4.1. 4.1 Ventajas y desventajas del riego por aspersión. 4.2. 4.2 Factores a considerar para el diseño de un sistema de riego por aspersión. 4.3. 4.3 Tipos y características de los sistemas de riego por aspersión. 4.3.1. Fijos. 4.3.2. Semi-fijos. 4.3.3. De movimiento intermitente. 4.3.4. De movimiento continuo. 4.4. Componentes esenciales de un sistema de riego por aspersión. 4.4.1. Tubería de conducción y de distribución. 4.4.2. Aspersores. 4.4.3. Accesorios de control y operación. 4.4.4. Tanque fertilizador y filtros.
5	Riego por goteo.	5.1. Ventajas y desventajas del riego por goteo 5.2. Factores a considerar para el diseño de un sistema de riego por goteo. 5.3. Características de un sistema de riego por goteo. 5.4. Tipos de emisores y su hidráulica. 5.5. Selección de emisor, gotero o cinta de riego. 5.6. Diseño hidráulico de una unidad de riego.
6	Diseño de sistemas de riego.	6.1. Factores a considerar para el diseño de sistemas de riego. 6.2. Tiempos de riego. 6.3. Principios de drenaje agrícola. 6.4. Uso de software para el diseño de sistemas de riego.

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes de los componentes, operación y mantenimiento de un sistema de riego.
- Fomentar el trabajo en equipo y la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Operar y evaluar un sistema de riego.
- Utilizar materiales audiovisuales para conocer las características y tipos de los sistemas de riego superficial y presurizado.
- Analizar el funcionamiento de los componentes de un sistema de riego por goteo y de aspersión.

- Visitar diferentes predios que cuenten con sistemas de riego presurizado (goteo, aspersión en sus diferentes modalidades y microaspersión).
- Utilizar software de diseño de riego a presión (goteo y aspersión).
- Visitar empresas comercializadoras de sistemas de riego.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

Asistencia

Proyecto y calculo de un sistema de riego por goteo y aspersión

Tareas

Trabajo de campo

Participación en clase

Resolución de ejercicios sobre temas específicos

Exámenes

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Uso del agua en la agricultura.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer la importancia del uso del agua en la agricultura.</p> <p>Determinar los criterios más adecuados para seleccionar los métodos de riego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilar información del tema, en biblioteca, Internet, revistas científicas, para hacer un análisis grupal de los conceptos generales del riego.</li> <li>• Investigación bibliográfica sobre la situación actual del riego superficial en México.</li> <li>• Resolver problemas teóricos sobre programación de riegos en los cultivos.</li> </ul>

### Unidad 2: Conducción del agua de riego

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Conocer las formas de conducción del agua para riego.</p> <p>Aplicar las metodologías para medir el caudal en canales y tuberías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación bibliográfica sobre las características de los diferentes tipos de canales y tuberías.</li> <li>• Visita a predios para observar los diferentes tipos de canales y tuberías.</li> <li>• Resolver problemas para calcular el caudal en canales y en tuberías.</li> <li>• Medir en el campo el agua que circula por un</li> </ul>

	<p>canal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar la metodología para calcular la eficiencia de conducción en canales y en tuberías.</li> </ul>
--	--

### Unidad 3: Riego superficial

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer las características de los sistemas de riego superficial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación bibliográfica sobre las características de los diferentes tipos de riego superficial.</li> <li>• Describir y exponer ante el grupo, el funcionamiento de los diferentes tipos de sistemas de riego superficial.</li> <li>• Realizar visitas a unidades de riego para conocer la infraestructura hidráulica existente y observar los diferentes tipos de sistemas de riego superficial.</li> <li>• Determinar en el campo los tiempos de avance y recesión y posteriormente elaborar las curvas correspondientes.</li> <li>• Describir y exponer ante el grupo, el funcionamiento de las diferentes estructuras para la aplicación del riego (sifones, vertedores, válvulas alfalferas, multicompuertas, etc).</li> </ul>

### Unidad 4. Riego por aspersión

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Conocer las características y el funcionamiento de los sistemas de riego por aspersión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación bibliográfica sobre las características de los diferentes tipos de sistemas de riego por aspersión.</li> <li>• Investigar por equipos y exponer ante el grupo, el funcionamiento de cada uno de los componentes de un sistema de riego por aspersión.</li> <li>• Visita a predios que tengan los diferentes sistemas de riego por aspersión.</li> <li>• Elaborar patrones de humedecimiento de los aspersores.</li> <li>• Investigación bibliográfica sobre las</li> </ul>

	<p>características de los diferentes tipos de aspersores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar por equipos y exponer ante el grupo, el funcionamiento de los diferentes tipos de aspersores.</li> <li>• Identificar los criterios para seleccionar motobombas.</li> <li>• Elaborar un ejemplo de proyecto de diseño de un sistema de riego por aspersión.</li> <li>• Utilizar el software disponible para el diseño de sistema de riego por aspersión.</li> </ul>
--	--

### Unidad 5: Riego por goteo

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Conocer las características y el funcionamiento de los sistemas de riego por goteo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar investigación bibliográfica sobre las características de un sistema de riego por goteo.</li> <li>• Investigar por equipos y exponer ante el grupo, el funcionamiento de cada uno de los componentes de un sistema de riego por goteo.</li> <li>• Investigar por equipos y exponer ante el grupo, el funcionamiento de los diferentes tipos de goteros o emisores.</li> <li>• Elaborar un ejemplo de proyecto de diseño de un sistema de riego por goteo.</li> <li>• Utilizar el software disponible para el diseño de sistema de riego por goteo.</li> <li>• Visitar predios que tengan los diferentes sistemas de riego por goteo.</li> </ul>

### Unidad 6: Diseño de sistemas de riego

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>

<p>Aplicar los conocimientos adquiridos para diseñar sistemas de riego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación bibliográfica sobre los factores a considerar para el diseño de riego superficial.</li> <li>• Elaborar un ejemplo de proyecto de diseño de un sistema de riego superficial.</li> <li>• Elaborar un ejemplo de proyecto de diseño de un sistema de riego por aspersión.</li> <li>• Elaborar un ejemplo de proyecto de diseño de un sistema de riego por goteo.</li> <li>• Utilizar un software disponible para el diseño de sistemas de riego.</li> </ul>
---	---

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

### Fuentes impresas

1. Castañón Lion, Guillermo, *Riego por aspersión*, Agro-guías Mundiprensa, Ed. Mundiprensa, 122 p., 1991
2. Fuentes Yague José Luis y Guillermo García Legaspi, *Técnicas de riego*, 1ª Edición, Ed. Mundi-Prensa, México, D.F., 473 p., 1999
3. García Casillas Ignacio y Gregorio Briones Sánchez, *Sistemas de riego por aspersión y goteo*, 1ª Edición, Ed. Trillas. México, D.F., 263 p., 1997
4. López, J.R., *Riego localizado II. Programas informáticos*, 2ª edición, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 1996
5. López, J.R., J.M. Hernández A., A. Pérez R. y J.F. González H., *Riego localizado*, 2ª edición, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 405 p., 1997
6. Martínez, E.R., *Riego localizado*, 1ª edición, Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Irrigación, Chapingo, México, 161 p., 1991
7. Medina San Juan, J.A., *Riego por goteo*, Ed. Mundi-Prensa, México, D.F., 302 p., 1997
8. Moya Talens, J.A., *Riego localizado y fertirrigación*, 2ª edición, Ed. Mundi-Prensa, 392 p., 1998
9. Piña Dávalos, A., *Diseño, proyecto y establecimiento de equipos de riego por goteo*, Memorando Técnico No. 374. SARH. México, D.F., 60 p., 1978
10. Pizarro C., F., *Riego localizado de alta frecuencia*, 3ª edición, Ed. Mundi prensa, 513 p., 1996
11. Rodríguez Suppo F., *Riego por goteo*, 1ª edición Ed. AGT Editor, México, D.F., 158 p., 1982
12. Sánchez B., R. y J. Reyes S., *Memorias del Curso Internacional de Sistemas de Riego. Volumen IV*, 18-29 mayo 1992, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de México, 1992
13. Servicio de Conservación de Suelos. Depto. de Agricultura, *Riego por aspersión*, 1ª edición, Ed. Diana, México, D.F., 1988

14. Tarjuelo M.B., J.M., *El riego por aspersión y su tecnología*, 3ª edición Ed. Mundi prensa, Madrid, 581 p., 1999
15. Zapata Manuel y Pedro Segura, *Riego Deficitario Controlado*, Ed. Mundi prensa, Madrid, 188 p., 1998

## **12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS.**

- Calcular los requerimientos hídricos para un cultivo dado.
- Realizar el aforo del agua en canales, sifones, aspersores y goteros en una parcela.
- Visitar predios que cuenten con diferentes sistemas de riego (surcos, melgas, aspersión en sus diferentes modalidades y goteo).
- Realizar de actividades de mantenimiento de un sistema de riego presurizado.
- Visitar empresas comercializadoras de sistemas de riego.
- Elaborar un proyecto de diseño de riego superficial.
- Elaborar un proyecto de diseño de riego por aspersión.
- Elaborar un proyecto de diseño de riego por goteo.
- Aplicación del software para riego, con datos de campo reales.
- Aplicar el software disponible para el diseño y evaluación de sistemas de riego.