

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Fertirrigación
Clave de la asignatura:	ASF-1011
SATCA¹:	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

2. Presentación

<p>Caracterización de la asignatura</p> <p>Esta asignatura proporciona los elementos para desarrollar sistemas de producción agrícola sustentable mediante la aplicación de la tecnología conocida como fertirrigación, a través del uso racional del agua y de los fertilizantes para incrementar la productividad agrícola.</p> <p>Para poder integrarse al proceso se requieren conocimientos de Química Analítica, Nutrición vegetal, Sistemas de riego y Agricultura protegida con énfasis en la solución de problemas de nutrición.</p> <p>Esta materia es importante debido a que es una herramienta fundamental para incrementar la productividad a través del manejo eficiente de los recursos, en este caso del agua y los fertilizantes.</p> <p>Esta materia se consolida una vez que se han cursado otras asignaturas como Química, Química Analítica, Sistemas de riego superficial y presurizado, y Nutrición Vegetal; se inserta casi al final de la trayectoria escolar; después de cursar aquéllas que le dan soporte.</p>
<p>Intención didáctica</p> <p>Se organiza el temario, en cinco temas, en el primero; se incluyen generalidades y aspectos históricos de este sistema de producción, y las ventajas y desventajas del fertirriego, en el segundo, se hace énfasis en las características y clasificación del agua: en el tercero se desarrollan conceptos sobre las características de los fertilizantes utilizados en fertirriego, en el cuarto tema, se incluyen diversos aspectos del equipo utilizado en fertirrigación, principalmente los dispositivos de inyección de soluciones nutritivas y fertilizantes, finalmente un quinto tema sobre la formulación de soluciones nutritivas a partir de un programa de fertirrigación.</p> <p>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 en la operación de sistemas de riego e inyección de fertilizantes, corrección de deficiencias y elaboración de programas de fertirriego.</p> <p>Las actividades prácticas se deben desarrollar posterior al tratamiento teórico de los temas, con el fin de aplicar los conceptos teóricos en la práctica y 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 hacer más significativo y efectivo el aprendizaje; así mismo, puedan hacerse como actividad extra clase, ya que 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 en la formalización y la resolución de problemas. Esta resolución no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

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; 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. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Roque del 26 al 30 de octubre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cocula, El Llano Aguascalientes, Irapuato, Los Mochis, Los Reyes, Roque, Tlajomulco, Torreón y Valle de Morelia.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Agronomía, Ingeniería Forestal, Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable e Ingeniería en Desarrollo Comunitario.
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes del 22 al 26 de marzo de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cocula, El Llano Aguascalientes, Irapuato, Los Mochis, Los Reyes, Roque, Tlajomulco, Torreón y Valle De Morelia.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Agronomía, Ingeniería Forestal, Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable e Ingeniería en Desarrollo Comunitario.
Instituto Tecnológico de El Llano de Aguascalientes del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Serdán, El Llano de Aguascalientes, Huichapan, Irapuato, Purhepecha, Río Verde, Roque, Salvatierra, Tamazula de Gordiano, Valle de Morelia, Valle del Guadiana, Valle del Yaqui, Zapotlanejo y Zongólica.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Agronomía, Ingeniería Forestal, Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable e Ingeniería en Desarrollo Comunitario.

Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Roque.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Implementa programas de fertirrigación que permitan el uso eficiente del agua y los fertilizantes para incrementar la productividad agrícola, haciendo uso de la innovación tecnológica en relación a los sistemas de inyección, filtración y sistemas computarizados.</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Elabora y aplica soluciones que permitan una nutrición adecuada para incrementar la rentabilidad de los cultivos</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Identifica correctamente los elementos químicos y su simbología • Aplica los conceptos de equilibrio químico en la solución de problemas. • Implementa las metodologías para medir el caudal en canales y tuberías. • Aplica los conocimientos para la operación y evaluación del funcionamiento de sistemas de riego presurizado.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Generalidades del fertirriego	1.1 Aspectos históricos. 1.2 Definiciones 1.3 Situación actual y perspectivas del fertirriego en México. 1.4 El fertirriego y el incremento en la productividad de los cultivos 1.5 Ventajas y desventajas del fertirriego.
2	Calidad del agua para riego	2.1.pH. 2.2.Conductividad eléctrica 2.3. Salinidad efectiva. 2.4. Salinidad potencial. 2.5.Relación de Absorción de Sodio. 2.6.Carbonato de Sodio Residual.

		<p>2.7. Porcentaje de Sodio posible.</p> <p>2.8. Iones tóxicos y su efecto en cultivos.</p> <p>2.9. Clasificación del agua</p>
3	Fertilizantes utilizados en el fertirriego	<p>3.1 Factores a considerar para la selección de los fertilizantes</p> <p>3.1.1 Factores extrínsecos</p> <p>3.1.2 Factores intrínsecos</p> <p>3.2. Características y tipos de fertilizantes</p> <p>3.2.1 Sólidos y líquidos</p> <p>3.2.2 Solubilidad</p> <p>3.2.3 Compatibilidad entre los fertilizantes</p> <p>3.4. Interacción de los fertilizantes con el agua de riego</p>
4	Equipo utilizado en fertirrigación	<p>4.1 Cabezal de control</p> <p>4.2 Sistemas de inyección de fertilizantes</p> <p>4.3 Tipos de Filtros</p> <p>4.4 Sistemas de riego</p> <p>4.5. Operación y mantenimiento</p>
5	Soluciones nutritivas	<p>5.1. Formulación y preparación</p> <p>5.2. Aplicación y dosificación</p> <p>5.3. Elaboración de programas de fertirrigación en cultivos de importancia regional.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Generalidades del fertirriego	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Analiza las ventajas y desventajas de los sistemas de fertirrigación, para implementarla como tecnología innovadora en los sistemas de producción.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de expresión oral y escrita. • Capacidad de trabajar en forma individual y en equipo. • Habilidad de investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información del tema, en diferentes medios técnico-científicos, para hacer un análisis grupal de las ventajas y desventajas del fertirriego. • Investigar sobre la situación actual del fertirriego en México.
Calidad del agua para riego	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Interpreta la calidad del agua de riego para su clasificación y uso en fertirrigación.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades para búsqueda de información • Capacidad de análisis y síntesis • Capacidad de trabajar en forma individual y en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información sobre los parámetros de calidad del agua para riego. • Discusión grupal de las propiedades del agua • Interpretar resultados del análisis de diferentes muestras de agua utilizada en el riego. • Realizar la medición de la calidad del agua de riego y hacer la clasificación.
Fertilizantes utilizados en el fertirriego	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Clasifica los tipos de fertilizantes usados en fertirrigación, de acuerdo a sus características y evalúa la interacción con la calidad del agua de riego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar en los medios de comunicación sobre las características de los fertilizantes. • Realizar una prueba de solubilidad de diferentes tipos de fertilizantes y exponer en grupo los resultados.

<p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destreza en búsqueda de información. • Capacidad de expresión oral y escrita. • Solución de problemas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar la compatibilidad entre fertilizantes y discutir en forma grupal los resultados obtenidos. • Comprobar la interacción de los fertilizantes con el agua de riego.
<p>Equipo utilizado en fertirrigación</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Relaciona los componentes y características del equipo para operar los sistemas de fertirrigación en forma adecuada en la producción agrícola sustentable.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destrezas de computación, manejo y búsqueda de información. • Toma de decisiones. • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparar el funcionamiento de los sistemas de inyección de fertilizantes, así como de los diferentes tipos de filtros. • Calibrar un venturi para la aplicación de solución nutritiva. • Determinar el tiempo de inyección de fertilizante. • Visitar predios o invernaderos que cuenten con sistemas de fertirrigación. • Exposición por parte de los alumnos de las características de los sistemas de riego usados en fertirriego
<p>Soluciones nutritivas</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específicas:</p> <p>Formula y prepara soluciones nutritivas, así como mezclas de fertilizantes para elaborar programas de fertirrigación de los principales cultivos de la región.</p> <p>Généricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de gestión de información. • Toma de decisión • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos • Ser creativo e innovador 	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular las cantidades de fertilizantes requeridos para preparar una solución nutritiva. • Preparar una solución nutritiva universal o de Steiner. • Discusión grupal de las diferentes metodologías de preparación de soluciones nutritivas. • Elaborar programas de fertirrigación para los principales cultivos de la región. • Visitar un predio o invernadero donde utilicen soluciones nutritivas.

8. Práctica(s)

- Análisis y clasificación de la calidad del agua
- Comprobación de la solubilidad de los fertilizantes líquidos y granulados, así como la reacción con el agua.
- Identificar los componentes y funcionamiento de un equipo de fertirrigación de la región.
- Calcular la cantidad de fertilizantes por aplicar para un cultivo estratégico en la región.
- Formular y preparar soluciones nutritivas para un cultivo en sus diferentes etapas fenológicas.
- Visita a empresas que comercialicen equipos de fertirrigación.

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

Reportes de investigación
Participación y exposición en clase
Resolución de ejercicios sobre temas específicos
Reportes de visitas, prácticas de campo y de laboratorio.
Exámenes escritos

11. Fuentes de información

1. Bar-Yosef, B. 1999. *Advances in Fertigation. Advances in Agronomy*. Vol. 65. Ed. Academic Press. 77 p.
2. Burt, C., K. O'Connor y T. Ruehr. 1998. *Fertigation*. Ed. Irrigation Training and Research Center. California Polytechnic State University. San Luis Obispo, California. 295 p.
3. Cadahía, L. C., *Fertirrigacion. 2005. Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales*. 3a. edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 681 p.
4. Domínguez, V. A. 1993. *Fertirrigacion*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 217 p.
5. López, J.R.; J.M. Hernández A.; A. Pérez R. y J.F. González H. 1997. *Riego Localizado*. 2ª edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 405 p.
6. Martínez, E.R. 1991. *Riego Localizado*. 1era. ed. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. de Irrigación. Chapingo, Méx. 161 págs.
7. Moya Talens, J.A. 1998. *Riego Localizado y Fertirrigación*. 2ª edición. Ed. Mundi-Prensa. 392 p.
8. Peña, P.E. y M.A. Montiel G. 1998. *Manual Práctico de Fertirriego*. 2ª Edición. Ed. IMTA. Colección Manuales. México. 68 p.
9. Ruiz, S. J. G. 1997. *Fertigación (Aplicación de Fertilizantes en el Agua de Riego)*. Apuntes. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. de suelos. 37 p.
10. Ruiz, S. J. G. 1997. *Fertilizantes Adecuados para Fertigación*. Apuntes. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. de suelos. 25 p.