

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

| | |
|--------------------------|--|
| Nombre de la asignatura: | Fertirrigación |
| Carrera: | Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable |
| Clave de la asignatura: | ASF-1011 |
| SATCA ¹ : | 3-2-5 |

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

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.

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.

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.

Esta materia se consolida una vez que se han cursado otras asignaturas como Química, Química Analítica, Bioquímica, Sistemas de riego superficial y presurizado, y Fisiología; se inserta casi al final de la trayectoria escolar; después de cursar aquéllas que le dan soporte.

Intención didáctica.

Se organiza el temario, en cinco unidades, en la primera unidad; se incluyen generalidades y aspectos históricos de este sistema de producción, y las ventajas y desventajas del fertirriego, en la segunda unidad se desarrollan conceptos sobre las características de los fertilizantes utilizados en fertirriego, en la tercera unidad se incluyen diversos aspectos del equipo utilizado en fertirrigación principalmente los dispositivos de inyección de soluciones nutritivas y fertilizantes, una cuarta unidad se tocan conocimientos sobre diagnóstico nutrimental donde se abordan aspectos de sintomatología de deficiencias con base en el análisis visual y de laboratorio,

¹ Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

finalmente una quinta unidad sobre la formulación de soluciones nutritivas a partir de un programa de fertirrigación.

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. Las actividades prácticas se deben desarrollar como actividades posteriores al tratamiento teórico de los temas, de manera que sean una corroboración de lo visto previamente en clase, con el fin aplicar los conceptos teóricos en la práctica. En las actividades 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.

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 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. 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; 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

| | |
|--|--|
| Competencias específicas: <ul style="list-style-type: none">• Conocer y utilizar diferentes tecnologías en la aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego.• Realizar la evaluación nutricional | Competencias genéricas Competencias Instrumentales: <ul style="list-style-type: none">• Habilidades de gestión de información.• Destrezas de computación, manejo y búsqueda de |
|--|--|

| | |
|---|--|
| <p>de los cultivos y corregir deficiencias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer el funcionamiento de los sistemas de inyección. • Elaborar y aplicar soluciones nutritivas en cultivos de importancia. | <p>información.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de expresión oral y escrita. • Solución de problemas. • Toma de decisiones. <p>Competencias Interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de trabajar en forma individual y en equipo. • Habilidades interpersonales. • Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas. <p>Competencias sistémicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad de investigación • Capacidad para diseñar y gestionar proyectos |
|---|--|

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

| Lugar y fecha de elaboración o revisión | Participantes | Observaciones (cambios y justificación) |
|---|--|--|
| <p>Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, del 23 al 27 de octubre del 2006.</p> | <p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Chihuahua II, Ciudad Valles, Roque, Cuenca de Papaloapan, El Llano Aguascalientes, Minatitlán, Los Mochis, Orizaba, Querétaro, Zona Maya, San Juan del Río, Tizimin, Tlajomulco, Torreón, Tuxtepec, Valle de Oaxaca, Valle de Morelia, Valle del Yaqui y Zona Olmeca.</p> | <p>Reunión de Diseño curricular de la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica.</p> |

| | | |
|--|--|---|
| Instituto Tecnológico de Roque y Torreón, 3 de noviembre del 2009 al 19 de marzo del 2010. | Representantes de las academias de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable en 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 Innovación Agrícola Sustentable. |
|--|--|---|

5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO (competencias específicas a desarrollar en el curso)

- Conocer y utilizar diferentes tecnologías en la aplicación de fertilizantes a través del sistema de riego.
- Realizar la evaluación nutricional de los cultivos y corregir deficiencias.
- Conocer el funcionamiento de los sistemas de inyección.
- Elaborar y aplicar soluciones nutritivas en cultivos de importancia.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Tener conocimientos de fundamentos de química analítica y química de suelos
- Calculo de caudales y dosificación de fertilizantes.
- Nociones sobre fertilidad de suelos, nutrimentos e hidroponía.
- Conocimiento de elementos de nutrición vegetal.
- Conocimiento de análisis nutricional en laboratorio.
- Conocimiento y manejo de equipo para riego presurizado.

7.- TEMARIO

| Unidad | Temas | Subtemas |
|--------|-------|----------|
|--------|-------|----------|

| | | |
|---|--|--|
| 1 | Generalidades del fertirriego | <p>1.1 Aspectos históricos.</p> <p>1.2 Definiciones</p> <p>1.3 Situación actual y perspectivas del fertirriego en México.</p> <p>1.4 El fertirriego y el incremento en la productividad de los cultivos</p> <p>1.5 Ventajas y desventajas del fertirriego</p> |
| 2 | Fertilizantes utilizados en el fertirriego | <p>2.1 Factores a considerar para la selección de los fertilizantes</p> <p>2.1.1 Factores extrínsecos</p> <p>2.1.2 Factores intrínsecos</p> <p>2.2 Características y tipos de fertilizantes</p> <p>2.2.1 Sólidos y líquidos</p> <p>2.2.2 Solubilidad</p> <p>2.2.3 Compatibilidad entre los fertilizantes</p> <p>2.3 Calidad del agua de riego</p> <p>2.3.1 Determinaciones químicas del agua (CE y pH).</p> <p>2.4 Interacción de los fertilizantes con el agua de riego</p> |
| 3 | Equipo utilizado en fertirrigación | <p>3.1 Cabezal de control</p> <p>3.2 Sistemas de inyección de fertilizantes</p> <p>3.3 Tipos de Filtros</p> <p>3.4 Sistemas de riego</p> |
| 4 | Diagnóstico nutrimental | <p>4.1 Sintomatología visual</p> <p>4.2 Análisis de laboratorio de hojas.</p> <p>4.3 Extracto de tejido y análisis de savia</p> <p>4.4 Interpretación de análisis químico</p> <p>4.4.1 Rangos nutrimentales de los cultivos</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> |

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS (desarrollo de competencias genéricas)

- Análisis del funcionamiento de los sistemas de inyección de fertilizantes (venturi, bombas inyectoras, etc).
- Discusión en grupo de las diferentes metodologías para la preparación de soluciones nutritivas.

- Elaborar muestrario de fertilizantes para fertirrigación.
- Visitar predios que cuenten con sistemas de fertirrigación.
- Elaboración y aplicación de soluciones nutritivas a cultivos en macetas con diferente dosificación de los nutrimentos.
- Planteamiento y solución de problemas de nutrición vegetal.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes bibliográficas de los componentes, operación del equipo de inyección de fertilizantes.
- Fomentar el trabajo en equipo y la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Establecer y operar un sistema de inyección de fertilizantes.
- Utilizar el análisis de laboratorio para resolver problemas de deficiencias nutricionales.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

Asistencia a clase

Tareas

Trabajo de campo

Participación en clase

Resolución de ejercicios sobre temas específicos

Reportes de visitas, prácticas de campo y de laboratorio.

Exámenes escritos

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Generalidades del fertirriego

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|---|---|
| <p>Conocer las características, las ventajas y desventajas de los sistemas de fertirrigación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información del tema, en biblioteca, Internet, revistas científicas, para hacer un análisis grupal de los conceptos generales del fertirriego. • Investigación bibliográfica sobre la situación de este sistema de producción en México. • Exposición por parte de los alumnos de las ventajas y desventajas del fertirriego. • Investigación bibliográfica sobre los reportes o resultados de investigación del tema en revistas científicas. |

Unidad 2: Fertilizantes utilizados en el fertirriego

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|---|--|
| <p>Comparar los diferentes tipos de fertilizantes usados en fertirrigación, conocer sus características y evaluar la interacción de la calidad del agua de riego y los fertilizantes.</p> | <ul style="list-style-type: none">• Investigación bibliográfica sobre las características de los fertilizantes.• Realizar una prueba de solubilidad de diferentes tipos de fertilizantes y exponer los resultados.• Comprobar la compatibilidad entre fertilizantes y discutir en grupo los resultados obtenidos.• Realizar la medición de la calidad del agua de riego y hacer la clasificación del agua.• Comprobar la interacción de los fertilizantes con el agua de riego.• Investigación bibliográfica sobre los reportes o resultados de investigación del tema en revistas científicas. |

Unidad 3: Equipo utilizado en fertirrigación

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|---|--|
| <p>Conocer las características del equipo utilizado en este sistema de producción.</p> <p>Operar adecuadamente el equipo de fertirrigación y aplicar diversas actividades de mantenimiento de equipo.</p> | <ul style="list-style-type: none">• Comparar el funcionamiento de los sistemas de inyección de fertilizantes.• Comparar el funcionamiento de los diferentes tipos de filtros.• Calibrar un venturi para la aplicación de solución nutritiva.• Calcular el caudal y el tiempo de inyección de fertilizante.• Exposición por parte de los alumnos de las características de los sistemas de riego usados en fertirriego.• Visitar predios que cuenten con sistemas de fertirrigación. |

Unidad 4: Diagnóstico nutrimental.

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|--|--|
| <p>Determinar los síntomas de deficiencia en cultivos.</p> <p>Interpretar los análisis de laboratorio para aplicar alternativas de solución.</p> | <ul style="list-style-type: none">• Recopilar información bibliográfica sobre las necesidades nutrimentales de los principales cultivos de la región.• Identificar los síntomas de deficiencia de elementos nutritivos en cultivos.• Realizar análisis de laboratorio de tejido vegetal, interpretar los resultados y discutir en grupo.• Utilizar y aplicar los rangos óptimos de nutrimentos.• Utilizar los instrumentos portátiles para medir contenido de nutrimentos en planta. |

Unidad 5: Soluciones nutritivas

| Competencia específica a desarrollar | Actividades de Aprendizaje |
|---|---|
| <p>Formular y preparar soluciones nutritivas para elaborar programas de fertirrigación de los principales cultivos del entorno.</p> | <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. |

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

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

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Analizar la calidad del agua
- Determinar la solubilidad y la reacción con el agua de los fertilizantes líquidos y granulados
- Evaluar el 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.
- Utilización de métodos o de las técnicas modernas para el diagnóstico nutrimental en cultivos.
- Visitas a predios o invernaderos donde utilicen sistemas de fertirrigación.
- Visita a empresas que comercialicen equipos de fertirrigación.