

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Introducción a la Agricultura Protegida</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>ASF-1014</b>
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	<b>3-2-5</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable</b>

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Innovación Agrícola Sustentable la capacidad para el diseño, operación, mantenimiento y producción de sistemas agrícolas en condiciones protegidas.

Este curso, al igual que los subsecuentes, consta de dos componentes; uno propio y otro integrador. El carácter propio está determinado por los temas y conocimientos que se aportaran mediante el contenido temático del mismo.

El carácter integrador consiste en la aplicación y uso de conocimientos aportados por otras asignaturas, para entender mejor el objeto de estudio, por ello se recurrirá a utilizar los conocimientos adquiridos en asignaturas con los componentes Suelo y Agua: Edafología en temas como identificación de propiedades del suelo para la producción hortícola, Topografía y Sistemas de Riego con el manejo de equipo topográfico para el uso eficiente de recursos hídricos y edáficos, Agroclimatología al conocer la relación de elementos y factores climáticos para realizar estimaciones del comportamiento productivo de las plantas de interés económico.

Con el componente biológico se relaciona con Fisiología vegetal, Nutrición vegetal al explicar fenómenos involucrados en los procesos fisiológicos de las plantas en interacción con los factores climáticos, edáficos y biológicos; así como su repercusión en la producción agrícola.

Entomología para conocer el comportamiento de los insectos plaga a través de su biología, hábitos y daños, a efecto de enfocar las acciones de control oportuna y eficazmente y por ende incrementar la producción alimentaria.

Fitopatología con conocimientos relacionados con los principales organismos patógenos que afectan a los cultivos, la relación que guardan con las plantas (hospedero) y el medio ambiente. Esto le permitirá desarrollar e implementar estrategias de manejo integrado de enfermedades con un enfoque sustentable.

Sistemas de producción agrícola con conocimientos técnicos, científicos y tecnológicos para proponer soluciones alternativas en el uso racional de los recursos e incrementar el desarrollo sustentable de los

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

## sistemas de producción agrícola y forestal

En el componente tecnológico, esta asignatura se relaciona con otras como: Diseño agrícola asistido por computadora ya que le provee el manejo básico de las herramientas del CAD, para elaborar diseños de infraestructura agrícola (naves agroindustriales, bioespacios, sistemas de riego, entre otros), con Fertirrigación al integrar a los sistemas de producción elementos tecnológicos que permiten aplicar eficientemente el agua de riego y los fertilizantes de acuerdo a las necesidades del cultivo.

### **Intención didáctica**

Esta asignatura consta de seis temas; en el primer tema se aborda el panorama de la agricultura protegida en el contexto nacional e internacional, sus ventajas y desventajas, se distinguen sus componentes y la importancia socioeconómica de la producción agrícola en ambientes protegidos; el segundo tema describe la importancia del manejo e interpretación de variables climáticas y su relación con el comportamiento productivo de las plantas cultivadas; el tercero se avoca a la descripción de los diferentes componentes estructurales de los ambientes controlados para el diseño y construcción de bioespacios; en el cuarto tema se analizan y describen los diferentes sustratos utilizados en la producción bajo ambientes protegidos en cuanto a tipos y características de estos; en el quinto tema se analizan los diferentes modalidades de cultivos sin suelo, sus características, la solución nutritiva y su utilización de acuerdo al desarrollo del cultivo; en el sexto tema se caracterizan los principales componentes del manejo de un cultivo en ambiente protegido desde la preparación del bioespacio, establecimiento, labores culturales, cosecha, manejo postcosecha, empaque y comercialización, con enfoque de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manejo.

El enfoque sugerido para esta asignatura requiere que las actividades prácticas del estudiante promuevan el desarrollo de competencias genéricas y específicas y desarrollar con especial énfasis los temas referentes a la caracterización, los componentes y sus interrelaciones para determinar la eficiencia del diseño de bioespacios y al realizar visitas de campo relacionadas con la familiarización de los diferentes componentes de un sistema de cultivo en ambientes protegidos, propiciar que el estudiante identifique los componentes y sus interrelaciones.

Con el tratamiento de los contenidos en la asignatura, el alumno desarrollará las siguientes competencias genéricas:

Destrezas tecnológicas relacionadas con el uso de las TICs; así como la capacidad de análisis y síntesis de información y el trabajo en equipo.

La capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica y la de generar nuevas perspectivas de aplicación a los sistemas de producción agrícola en ambientes protegidos.

Para el desempeño de la asignatura; el docente deberá dar importancia al desarrollo de las actividades de aprendizaje donde el estudiante potencialice sus competencias genéricas y conforme las competencias específicas de la asignatura.

### 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 Zongolica.	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

Explica los conceptos básicos de la agricultura protegida

Comprende la importancia de las variables ambientales como base para el buen funcionamiento del sistema protegido.

Reconoce los principales materiales utilizados para generar un ambiente controlado necesario en la agricultura protegida.

Identifica y maneja los sustratos utilizados en sistemas de producción con ambiente controlado.

Clasifica los principales sistemas de cultivo sin suelo en función de sus características

Conoce y aplica el manejo adecuado del cultivo para el incremento de la producción y calidad de los productos.

#### 5. Competencias previas

Identifica las propiedades del suelo para su uso con fines agronómicos, maneja equipo topográfico para crear condiciones que permitan el uso eficiente de recursos hídricos y edáficos, conoce la relación de elementos y factores climáticos para realizar estimaciones del comportamiento productivo de las plantas de interés económico.

Conceptualiza al ambiente como un sistema integrado por un conjunto dinámico de elementos interrelacionados; conoce la clasificación de las plantas cultivadas y sus adaptaciones, para determinar su capacidad de respuesta al manejo, comprende la importancia de los microorganismos en los sistemas de producción agrícola, conoce el tipo, comportamiento y daño de insectos plaga y benéficos e identifica los daños causados por hongos, virus, bacterias y nemátodos, para comprender su interacción con las plantas cultivadas.

Posee destrezas tecnológicas relacionadas con el uso de las TICs; así como la capacidad de análisis y síntesis de información y la habilidad para trabajar en equipo.

Maneja herramientas básicas del CAD, para el diseño de infraestructura agrícola (naves agroindustriales, bioespacios, sistemas de riego, entre otros), aplica eficientemente los conceptos fisiológicos de la fotosíntesis y la respiración para relacionarlos con la disponibilidad del agua de riego y los nutrimentos de acuerdo a las necesidades de los cultivos.

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a la Agricultura Protegida	1.1 Agricultura protegida en México y el mundo 1.2 Ventajas y desventajas 1.3 Importancia socioeconómica y tecnológica 1.4 Componentes de la agricultura protegida 1.5 Elementos a considerar en el diseño y construcción de ambientes controlados
2	Manejo Climático en ambientes protegidos	2.1 Manejo e Interpretación de variables 2.1.1 Radiación 2.1.2 Temperatura 2.1.3 Humedad 2.1.4 CO <sub>2</sub> 2.1.5 Viento 2.1.6 Equipos de medición 2.1.7 Control climático y manejo de variables
3	Estructuras de Ambientes Controlados	3.1 Bioespacios de producción en ambientes protegidos 3.1.1 Ventajas y desventajas de los diferentes bioespacios 3.2 Acolchado 3.2.1 Ventajas y desventajas 3.2.2 Elementos del diseño 3.2.3 Materiales para acolchado 3.2.4 Instalación (manual o mecánicos) 3.3 Tuneles 3.3.1 Ventajas y desventajas 3.3.2 Elementos del diseño 3.3.3 Materiales para el tunel 3.3.4 Instalación (manual o mecánicos) 3.4 Casa sombra 3.4.1 Ventajas y desventajas 3.4.2 Elementos del diseño 3.4.3 Materiales para casa sombra 3.4.4 Instalación (manual o mecánicos) 3.5 Invernaderos 3.5.1 Ventajas y desventajas 3.5.2 Elementos del diseño 3.5.3 Diseño y construcción: Estructura, instalación, ventilación, calefacción, cubiertas, sistema de riego y drenaje, instalación eléctrica, instalación de

		sensores
4	Sustratos	4.1 El suelo como sustrato 4.1.1 Caracterización del suelo 4.2 Características físicas y químicas de los sustratos 4.3 Parámetros para la caracterización de los sustratos 4.3 Tipos de sustratos 4.3.1 Suelo 4.3.2 Tezontle y su manejo 4.3.3 Perlita y Vermiculita y su manejo 4.3.4 Fibra de coco y su manejo 4.3.5 Turba o Peat moss y su manejo 4.6.6 Lana de roca y su manejo 4.6.7 Mezclas 4.4 Contenedores de sustratos, y su influencia sobre el desarrollo de la planta.
5	Hidroponía	5.1. Principales sistemas de cultivos sin suelo y su clasificación. 5.2. Acuaponía. 5.2.1 Sistemas flotantes. 5.4 Aeroponía 5.4.1 Columnas de cultivo. 5.5. Cultivos en sustrato 5.5.1 Sistemas de cultivo que ocupan toda la superficie. 5.5.2 Sistemas de cultivo en banda. 5.5.3 Sistemas de cultivo en sacos o contenedores continuos 5.5.4 Cultivo en sacos 5.5.5 Cultivo en canaleta 5.5.6 Cultivo en canal de cultivo continuo 5.6 Sistemas de cultivo en unidades individualizadas. 5.7 Cálculo de frecuencias y tiempos de riego y nutrición 5.7.1 Soluciones nutritivas 5.7.2 Solución de Steiner y sus modificaciones 5.8 Manejo de la Conductividad del agua y del sustrato 5.9 Recirculación y reciclado de la solución nutritiva
6	Componentes de Manejo del Cultivo en Ambientes Controlados.	6.1 Producción de plántula 6.1.1 Preparación del sustrato 6.1.2 Injertos

		6.1.3 Trasplante 6.1.4 Fertirriego (plántula) 6.2 Prácticas de manejo 6.2.1 Tutorado 6.2.2 Desbrote 6.2.3 Deshoje 6.3 Manejo integrado de: plagas, enfermedades y malezas 6.4 Buenas practicas agrícolas 6.5 Cosecha y empaque 6.6 Manejo postcosecha y comercialización
--	--	---

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a la Agricultura Protegida	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Competencia específica:</b></p> <p>Explica los conceptos básicos sobre agricultura protegida</p> <p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p>Habilidades de gestión de información.</p> <p>Capacidad de trabajar en equipo.</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Realizar consulta, análisis y síntesis de literatura referente al estatus actual de la agricultura protegida en el país y en el mundo.</p> <p>Relacionar las ventajas socioeconómicas y tecnológicas de la agricultura protegida vs la agricultura convencional</p> <p>identificar los componentes de los sistemas de producción en ambientes controlados</p>
2. Manejo climático en ambientes protegidos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Competencia específica:</b></p> <p>Comprende la importancia de las variables ambientales como base para el buen funcionamiento del sistema protegido.</p>	<p>Llevar a cabo revisión bibliográfica sobre los elementos climáticos y su influencia en el desarrollo de cultivos hortícolas de importancia económica</p> <p>Visitar invernadero y casa sombra para la identificación de los elementos de manejo del clima en condiciones controladas</p>

<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p>Habilidades de gestión de información.</p> <p>Capacidad de trabajar en equipo.</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Entender estrategias del manejo climático en forma manual y electrónica y su influencia en las plantas cultivadas en ambientes protegidos</p>
<p><b>3. Estructuras de Ambientes Controlados</b></p>	
<p><b>Competencias</b></p>	<p><b>Actividades de aprendizaje</b></p>
<p><b>Competencia específica:</b></p> <p>Reconoce los principales materiales, utilizados para generar un ambiente controlado necesario en la agricultura protegida.</p> <p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p>Habilidades de gestión de información.</p> <p>Capacidad de trabajar en equipo.</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Analizar artículos técnico-científicos vinculados con el conocimiento de los materiales utilizados para crear ambientes controlados para producción de cultivos hortícolas</p> <p>Visita a empresas agrícolas que cuenten con invernaderos, casas sombra y acolchados, para conocer y comparar las diferentes materiales y estructuras utilizadas</p> <p>Elaborar por equipos prototipos de producción en ambientes controlados describiendo componentes, ventajas y desventajas.</p>
<p><b>4. Sustratos</b></p>	
<p><b>Competencias</b></p>	<p><b>Actividades de aprendizaje</b></p>
<p><b>Competencia específica:</b></p> <p>Identifica y maneja los sustratos utilizados en sistemas de producción con ambiente controlado.</p> <p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p>Habilidades de gestión de información.</p> <p>Capacidad de trabajar en equipo.</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Analizar artículos técnico-científicos vinculados con la caracterización de los diferentes sustratos utilizados en explotaciones comerciales en ambientes controlados.</p> <p>Asistir y participar en eventos técnicos del sector productivo sobre la utilidad de los diferentes sustratos empleados en la agricultura protegida</p> <p>Utilizar diferentes sustratos en siembras en ambientes controlados por parte de estudiantes, darle seguimiento y comparar resultados</p>
<p><b>5. Hidroponía</b></p>	

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Competencia específica:</b></p> <p>Clasifica los principales sistemas de cultivo sin suelo en función de sus características y nivel tecnológico</p> <p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p>Habilidades de gestión de información.</p> <p>Capacidad de trabajar en equipo.</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Visitar diferentes sistemas de producción en agricultura protegida de alta tecnología e identificar los elementos del sistema</p> <p>Preparar soluciones nutritivas básicas y modificarlas según necesidad de cultivo, observar su efecto</p> <p>Establecer sistema de producción hortícola sin suelo</p> <p>Revisar, analizar y resumir literatura del tema de hidroponía</p>
<p><b>6. Componentes de Manejo del Cultivo en Ambientes Controlados</b></p>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Competencia específica:</b></p> <p>Conoce y aplica el manejo adecuado del cultivo en condiciones controladas para el incremento de la producción y calidad de los productos.</p> <p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p>Habilidades de gestión de información.</p> <p>Capacidad de trabajar en equipo.</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Visitar empresas de producción en ambientes controlados, para conocer las tecnologías empleadas.</p> <p>Establecer un cultivo en condiciones de agricultura protegida, en parcela didáctica integrando la mayor cantidad de elementos que integran el sistema y elaborar bitácora de producción, por equipos.</p>

## 8. Práctica(s)

1. Realizar visitas de campo para identificar los diferentes subsistemas de un agroecosistema.
2. Realizar visitas de campo a áreas de producción agrícola y/o forestal para analizar las técnicas de producción tradicional y especializadas
3. Implementar en la parcela didáctica la aplicación de un sistema de producción agrícola tradicional o especializado.

## 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

Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar mapas conceptuales, reportes de prácticas, ensayos, reportes de visitas, portafolio de evidencias y cuestionarios.

Para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: rubrica, lista de cotejo, lista de verificación, matriz de valoración, guías de observación, coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación.

## 11. Fuentes de información

1. Barbado, J.L. 2005. Hidroponía. Albatros. Buenos Aires Argentina. 192p.
2. Bastida T., A. 2006. Manejo y operación de invernaderos agrícolas. Serie de publicaciones Agribot. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.
3. Bastida-Tapia A, J.A. Ramírez-Arias. 2008. *Los Invernaderos en México*. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 123 p.
4. Baudoin, W.O. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. FAO. 318 p.
5. Castilla Prados, N. 2004. Invernaderos de Plástico: Tecnología y Manejo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España.
6. Castilla, P.N. 2007. Invernaderos de plástico: tecnología y manejo. Mundiprensa. Almería España. 462p.
7. Comité de Sanidad Vegetal. 2004. *Manual de Buenas Prácticas Agrícolas*
8. Díaz Serrano, T.; Espí Guzmán, E.; Fontecha Recio, A.; Jiménez García J. C.; López Gálvez, J. y Salmerón Cano, A. 2001. Los Filmes Plásticos en la Producción Agrícola. RepsolYPF y Mundi-Prensa. Madrid, España.
9. Guantes R., J. 2006. El mercado de los invernaderos en México. Instituto Español de Comercio Exterior. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México. Notas sectoriales.
10. Hilje, I., Saunders J.L. 2008. Manejo integrado de plagas en Mesoamérica: aportes conceptuales. Editorial tecnológica de Costa Rica. San José Costa Rica. 689p.
11. Lemaire, F., Dartigués, A., Riviere, L.M., Champertier, S., Morel, P. 2005. Cultivos en macetas y contenedores: principios agronómicos y aplicaciones. Mundiprensa. Distrito Federal México. 209p.
12. López, B. O., Ramírez G. S., Ramírez G. M., Moreno B. G., Alvarado G. A. E., 2006. Agroecología y agricultura orgánica en el tropico. Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Boyacá Colombia.
13. Marshall, R. 2006. How to build your own greenhouse: designs and plans to meet your growing needs. Storey publications. 255p
14. Martínez, A., Lee, R., Chaparro, D., Paramo S. 2003 Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible. CIAA, Colombia.
15. Mateo, B. J.M. 2001. Medios de protección para la hortoflorofruticultura y el viverismo. Editorial Mundiprensa. Distrito Federal México. 287 p.
16. Miranda V., I. 2004. Manejo de cultivos hidropónicos bajo invernadero. Serie de publicaciones Agribot. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
17. Morales P., J. T. 2004. Introducción a la hidroponía. Serie de publicaciones Agribot. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
18. Resh, M. H. 2001. Cultivos hidropónicos. Mundiprensa. Caracas, Venezuela. 558p.
19. Sánchez del C., F. 2007. Diseño agronómico de invernadero. Memorias del 1er Simposio Internacional de invernaderos y de riego. México.

20. Sánchez del Castillo F. 2007. Problemática Agrícola de México y Perspectivas de la Agricultura Protegida.
21. Sánchez Del Castillo, F. 2004. Invernaderos e Hidroponía en el Contexto de la Agricultura Mexicana: Dos alternativas tecnológicas viables. En Salazar, R.; Ojeda, W. y Rojano, A.(editores). III Curso Internacional de Invernaderos: Volumen I:C1-37.Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.
22. Serrano Cermeño, Z. 2002. Construcción de Invernaderos. Mundi-Prensa.Madrid, España.
23. Sonneveld, C., Voogt, W. 2009. Plant nutrition of greenhouse crops. Springer. Netherlands. 423p.
24. Tiwari G.N. 2003. Greenhouse technology for controlled environment. Alpha science. New Delhi, India. 539p.