

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Hidroponía.
Clave de la asignatura:	
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería en Innovación Agrícola sustentable

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del egresado de la carrera del Ingeniero en Innovación Agrícola Sustentable, los conocimientos básicos para entender los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en el suelo, sustrato o solución nutritiva que anteceden a los procesos biológicos que ocurren en la planta que se encargan de la incorporación de los nutrientes.

El estudiante requiere entender la importancia de los procesos físicos químicos que ocurren en la solución del suelo o solución nutritiva en función de los materiales químicos fertilizantes que requiere incorporar.

El estudiante requiere conocer el aspecto físico de los fertilizantes y sobre todo la solubilidad de cada uno de ellos, así como la compatibilidad en la disolución.

Así mismo, se proporcionan conocimientos al estudiante que le permiten realizar un uso racional de recursos con criterios de sustentabilidad e inocuidad en los sistemas de producción agrícola intensivos en ambientes controlados de agricultura protegida.

Para integrarla se ha hecho un análisis de los aspectos más relevantes del campo de la nutrición de la planta, así como de los diferentes sustratos a usar ya que estos conocimientos son fundamentales en la vida profesional del ingeniero en formación.

El estudiante podrá identificar, generar y transferir tecnologías innovadoras con una actitud propositiva y con mínima dependencia de insumos externos, promoviendo el desarrollo sostenible. En este sentido podrá manejar los recursos naturales y económicos disponibles que inciden en el desarrollo del agro mexicano.

Intención didáctica

La asignatura se organiza en ocho temas. En el tema uno se resalta la importancia de la hidroponía, sus ventajas y desventajas, así como los principios en que se basa y los componentes de un sistema hidropónico. En el tema dos se puntualizan en los requerimientos climáticos del cultivo como son la temperatura, humedad relativa, luminosidad principalmente.

En el tema tres se abordan los conceptos relacionados con los sistemas de cultivo en solución nutritiva con y recirculación. El tema cuatro aborda la conceptualización relacionada con la

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos
©TecNM mayo 2020

nutrición de la planta, especialmente a lo que se refiere a los elementos esenciales, su absorción y transporte en su interior, así como los factores que intervienen en ese proceso; también se abordan aspectos relacionados con su función en la planta resaltando sintomatología de deficiencia y toxicidad.

En el tema cinco se hacen énfasis en los conocimientos químicos básicos que se requieren para calcular la solución nutritiva, como también se aborda a los fertilizantes comerciales y los cuidados que se tiene para la preparación de la solución.

En el tema seis se abordan los conceptos relacionados con los contenedores como medios de cultivo y sus características. También se identifican las características de los diferentes sustratos tanto orgánicos e inorgánicos, así como sus ventajas y desventajas.

En el tema siete se abordan los diferentes métodos de riego y sus características para su aplicación en función de las condiciones y sistemas de producción. También se hace énfasis en el manejo del riego y drenaje para la obtención de lixiviados de soluciones nutritivas desde el punto de vista ecológico.

En el tema ocho se abordan los temas relacionados con el manejo agronómico de cultivos hidropónicos, también se hace énfasis en la rentabilidad económica y el acceso a los mercados con productos hortícolas hidropónicos.

El enfoque que se sugiere para la materia son actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; asimismo que propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Roque. Enero –junio de 2020	Academia del Departamento de Ciencias Agropecuarias.	Reunión de reestructuración de especialidades.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura

- Explica la importancia del sistema hidropónico, principios básicos y sus componentes para discutir en el grupo.
- Describe la influencia que tiene la temperatura, humedad relativa y la luminosidad para el establecimiento y desarrollo de las plantas hortícolas bajo hidroponía.
- Conoce y maneja los diferentes métodos de cultivo de los sistemas hidropónicos, en agregado y en soluciones nutritivas, con y sin recirculación de la solución (Lixiviados).
- Identifica a elementos esenciales requeridos en la nutrición de las plantas, su función que desempeña en la misma para poder precisar la sintomatología de deficiencias y toxicidad de la planta.
- Describe los procesos de absorción de nutrimental de la planta para comprender la variación de rendimiento en los diferentes medios de producción
- Conoce los diferentes fertilizantes comerciales para elaborar soluciones nutritivas base para la producción de especies hortícolas en hidroponía.

- Aplica los conceptos básicos de química en el cálculo de soluciones nutritivas en función del tipo de fertilizante disponible.
- Conoce ya aplica los diferentes métodos de cálculos de soluciones nutritivas hidropónicas.
- Conoce los diferentes sustratos y medios de cultivo, utilizados en la producción de agrícola, bajo condiciones hidropónicas.
- Maneja la operación de contenedores de soluciones nutritivas basadas en sus características químicas y físicas.
- Conoce el manejo y programación del riego en cultivos hidropónicos en función de las características y propiedades de los sustratos.
- Conoce los componentes de los sistemas de riego presurizados y sus características utilizados en hidroponía en función del cultivo.
- Aplica los conocimientos de los diferentes sistemas de riego presurizados (localizados) para adaptarlos a diferentes condiciones de estructuras para producción agrícola protegida.
- Identifica especies hortícolas bajo hidroponía y su relación con la producción con agricultura protegida, así como su manejo en las diferentes etapas fenológicas.
- Analiza escenarios económicos para definir la rentabilidad de un sistema de producción hidropónica en función de los mercados nacionales e internacionales.

5. Competencias previas

- Conocimiento de los aspectos básicos de química, estequiometría, formas de expresar las concentraciones químicas, compuestos químicos y preparación de soluciones.
- Manejar adecuadamente las unidades básicas del sistema internacional de unidades.
- Deberá tener los conocimientos de otras asignaturas relacionadas, tales como fisiología vegetal, nutrición vegetal donde Identifica las propiedades del suelo y sustratos para su uso con fines agronómicos, conoce la relación de elementos minerales y factores climáticos para realizar estimaciones del comportamiento productivo de las plantas de interés económico.
- Deberá tener conocimientos de los sistemas de riego y fertirriego, para hacer un uso eficiente del agua y fertilizantes, conocer el funcionamiento de los ambientes controlados como lo es agricultura protegida y manejo de invernaderos, donde se apliquen los diferentes sistemas de producción.
- Conceptualiza el sistema hidropónico integral debido a que la las actividades de esta técnica termina relacionándose con todo el manejo agronómico del cultivo y todos los componentes; conoce el comportamiento de los elementos nutricionales, excesos y deficiencias y la relación que existe con los problemas de plagas y enfermedades que afectan la producción.
- Posee destrezas tecnológicas relacionadas con el uso de las TIC; así como la capacidad de análisis y síntesis de información y la habilidad para trabajar en equipo. Además de diseñar software para calcular soluciones nutritivas hidropónica, programar necesidades de riego, en base a las necesidades del cultivo.

6. Temario

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Introducción a la Hidroponía.	1.1 Definición de la hidroponía. 1.2 . Antecedentes. 1.3 . Importancia de la hidroponía. 1.4 Ventajas y desventajas de la hidroponía.

		1.5 Justificación. 1.6 Principios de la hidroponía. 1.7 Situación de la hidroponía en México y en el mundo. 1.8 Componentes de un sistema hidropónico.
2.	Factores Ambientales.	2.1. Requerimientos climáticos del cultivo. 2.1.1 Temperatura. 2.1.2 Humedad Relativa. 2.1.3 Luz. 2.1.4 Oxigenación.
3.	Métodos de cultivo hidropónicos.	3.1. Por el manejo de la solución nutritiva. 3.2. Por el tipo de medio de cultivo 3.2.1. Cultivo en solución nutritiva. 3.2.2. Cultivo agregado.
4.	Nutrición de las plantas.	4.1. Elementos esenciales. 4.2. Función de los elementos. 4.3. Síntomas de deficiencia y toxicidad. 4.4. Absorción y transporte de nutrientes. 4.5. Factores que determinan la absorción y el transporte de agua y nutrientes.
5.	La solución nutritiva para los cultivos.	5.1. Fertilizantes comerciales. 5.2. Compatibilidad de fertilizantes. 5.3. Fuentes y concentraciones. 5.4. Soluciones nutritivas. 5.4.1 Métodos para cálculo de solución nutritiva. 5.4.2. Ajuste de la solución nutritiva. 5.4.3. Cálculo de la Solución madre. 5.4.4. Cálculo de solución nutritiva. 5.4.5. Preparación de la solución nutritiva. 5.5. Factores que influyen la formulación de soluciones nutritivas. 5.5.1. Relación entre Iones. 5.5.2. La conductividad eléctrica en la solución nutritiva. 5.5.3. El pH en la solución nutritiva. 5.5.4. C. I. C.
6.	Los sustratos como medios de cultivo en los sistemas de hidropónicos.	6.1. Los sustratos. 6.2. Clasificación de los sustratos 6.1.1. Sustratos orgánicos 6.1.2. Sustratos inorgánicos 6.3. Características físicas, químicas y biológicas de los sustratos 6.4. ventajas y desventajas de los sustratos 6.4.1. Fibra de coco 6.4.2. Tezontle 6.4.3. Lana de roca 6.4.4. Perlita 6.4.5. Arena.

		6.4.6. Vermiculita. 6.4.7. Peat Moss. 6.4.8. Mezclas de sustratos. 6.4.9. Otros sustratos. 6.5. Tipos de contenedores y sus características. 6.8. Canaletas hidropónicas.
7	El riego.	7.1. Métodos de riego. 7.1.1. Riego por aspersión superficial. 7.1.2. Riego por goteo. 7.1.3. Riego por Subirrigación. 7.1.4. Riego por Capilaridad. 7.2. Manejo del riego y drenaje con y sin recirculación de la solución nutritiva.
8	Cultivos hidropónicos.	8.1. Especies hortícolas cultivadas bajo hidroponía. 8.2. Manejo de cultivos en hidroponía. 8.1.1. Desarrollo del cultivo. 8.1.2. Manejo del riego. 8.1.3. Manejo de la fertilización. 8.1.4. Manejo de los sustratos. 8.1.5. Manejo de plagas y enfermedades. 8.4. Forraje verde hidropónico. 8.4.1. Ventajas y desventajas. 8.5. Cultivos hidropónicos verticales. 8.6. Otros sistemas hidropónicos. 8.3. Mercados para los productos hidropónicos. 8.4. Análisis simple de rentabilidad económica y sensibilidad en una empresa hidropónica. 8.5. El problema del acceso a los mercados. 8.6. Limitaciones por el tamaño de la instalación.

7. Actividades de aprendizaje de los temas.

1. Introducción a la Hidroponía.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Explica la importancia del sistema hidropónico, principios básicos y sus componentes para discutir en el grupo. Genéricas: - Habilidades de gestión de información. - Capacidad de trabajar en equipo. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	- Realizar investigación documental de distintas fuentes sobre sistemas de producción hortícola hidropónica y analizarla en el grupo. - Identificar los componentes de un sistema hidropónico.

2. Factores Ambientales.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Describe la influencia que tiene la temperatura, humedad relativa y la luminosidad para el establecimiento y	Investiga documentalmente la influencia de las factoras climáticas en los cultivos de producción hortícola con hidroponía.

desarrollo de las plantas hortícolas bajo hidroponía. Genéricas: - Habilidades de gestión de información. - Capacidad de trabajar en equipo. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Establece trabajos experimentales para evaluar factores climáticos que intervienen en el desarrollo de la planta en sistema de hidroponía con el fin de identificar los problemas de producción hortícola.
--	--

3. Métodos de cultivo hidropónicos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce y maneja los diferentes métodos de cultivo de los sistemas hidropónicos, en agregado y en soluciones nutritivas, con y sin recirculación de la solución (Lixiviados). Genéricas: - Habilidades de gestión de información. - Capacidad de trabajar en equipo. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	- Analiza artículos técnico-científicos vinculados con los objetivos de aprendizaje de la producción de hortalizas bajo hidroponía. - Asiste y participa en congresos, simposium de los sectores productivo y social sobre temas de horticultura bajo el sistema hidropónico de cultivos. - Realiza investigación de diferentes sistemas de producción en el que se aplica la hidroponía. - Visita empresas de producción en donde apliquen la técnica de hidroponía. .

4. Nutrición de las plantas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Identifica a elementos esenciales requeridos en la nutrición de las plantas, su función que desempeña en la misma para poder precisar la sintomatología de deficiencias y toxicidad de la planta. Describe los procesos de absorción de nutrimental de la planta para comprender la variación de rendimiento en los diferentes medios de producción. Genéricas: - Habilidades de gestión de información. - Capacidad de trabajar en equipo. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	- Realiza investigación documental sobre la sintomatología de desórdenes fisiológicos causados por elementos nutricionales. - Visitas instalaciones de producción diversa para recolectar partes vegetativas, identificarlas y relacionarla con investigación documental.

5. La solución nutritiva para los cultivos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce los diferentes fertilizantes comerciales para elaborar soluciones	Investigar sobre las características de los diferentes fertilizantes comerciales, para

nutritivas base para la producción de especies hortícolas en hidroponía. Aplica los conceptos básicos de química en el cálculo de soluciones nutritivas en función del tipo de fertilizante disponible. Conoce ya aplica los diferentes métodos de cálculos de soluciones nutritivas hidropónicas. Genéricas: - Habilidades de gestión de información. - Capacidad de trabajar en equipo. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	identificar e interpretar su nomenclatura y composición química. - Realizar cálculos y elabora soluciones nutritivas utilizadas en fertirriego e hidroponía. - Preparar y aplicar soluciones nutritivas a cultivos hidropónicos. - Realiza visitas a empresas de producción hortícola bajo condiciones hidropónicas para conocer los procesos de fertilización.
---	--

6. Los sustratos como medios de cultivo en los sistemas de hidropónicos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce los diferentes sustratos y medios de cultivo, utilizados en la producción de agrícola, bajo condiciones hidropónicas. Maneja la operación de contenedores de soluciones nutritivas basadas en sus características químicas y físicas. Conoce el manejo y programación del riego en cultivos hidropónicos en función de las características y propiedades de los sustratos. Genéricas: - Habilidades de gestión de información. - Capacidad de trabajar en equipo. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	- Conocer y manejar los diferentes contenedores utilizados en la producción cultivos hortícolas. - Hacer un análisis de los diferentes medios de cultivo y sustratos para determinar el ideal para cada sistema de producción. - Establecer cultivo hidropónico experimental para manejar diferentes sustratos y medios de cultivo. - Visitar empresas de producción agrícola en el que se aplique la técnica de la hidroponía para conocer los diferentes sustratos utilizados.

7. El riego.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Conoce los componentes de los sistemas de riego presurizados y sus características utilizados en hidroponía en función del cultivo. Aplica los conocimientos de los diferentes sistemas de riego presurizados (localizados) para adaptarlos a diferentes condiciones de estructuras para producción agrícola protegida. Genéricas: - Habilidades de gestión de información. - Capacidad de trabajar en equipo.	- Realiza investigación documental sobre los diferentes métodos de riego utilizados en la producción agrícola bajo condiciones de hidroponía. - Visita empresas dedicadas a la venta de sistemas de riego para conocer el funcionamiento de estos. - Realiza visitas a empresas de producción agrícola para familiarizarse con los sistemas de riego en funcionamiento.

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	
--	--

8. Cultivos hidropónicos.

Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Identifica especies hortícolas bajo hidroponía y su relación con la producción con agricultura protegida, así como su manejo en las diferentes etapas fenológicas. Analiza escenarios económicos para definir la rentabilidad de un sistema de producción hidropónica en función de los mercados nacionales e internacionales. Genéricas: - Habilidades de gestión de información. - Capacidad de trabajar en equipo. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	- Establecer un cultivo hidropónico a nivel experimental para manejar diferentes sustratos y medios de cultivo. - Calcular a y aplicar soluciones nutritivas a cultivos hidropónicos en base a sus necesidades nutricionales. - Visitar empresas de producción agrícola en el que se emplee la técnica hidropónica para conocer el comportamiento de los cultivos. - Visita diferentes mercados de productos hidropónicos y realizar un análisis comparativo de costos de producción.

8. Práctica(s).

- Visita a diferentes Centros de Investigación, invernaderos y otras empresas para conocer los aspectos técnicos y prácticos utilizados en la producción agrícola bajo el sistema de hidroponía. - Asistencia en eventos técnicos del sector productivo para conocer los diferentes sustratos y materiales empleados en hidroponía. - Realizar prácticas de solubilidad y compatibilidad de fertilizantes. determinar parámetros de pH y conductividad eléctrica. - Realizar prácticas de retención de humedad de sustratos y determinar parámetros de pH y conductividad eléctrica de lixiviados. - Calcular en gabinete, y Preparar soluciones nutritivas básicas y modificarlas según necesidad de cultivo. - Establecer, por equipos un cultivo en condiciones hidropónicas, y elaborar bitácora de control y manejo del sistema de producción. - Determinar gasto de goteros y programar riegos en función de las necesidades de los cultivos.

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

- Son las técnicas, instrumentos y herramientas sugeridas para constatar los desempeños académicos de las actividades de aprendizaje.
- 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. Cadahia C. 2000. Fertirrigación, cultivos hortícolas y ornamentales. 2ª edición. Ed. Mundi-Prensa. 475 p.
2. Díaz S. T. 2001. Los filmes plásticos en la producción agrícola. Ed Mundi-Prensa, 320 p.
3. Maroto J. V. 2000. Elementos de horticultura general. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 424 p.
4. Matallana G. A. 1995. Invernaderos Diseño, construcción y climatización. Ed- Mundi-Prensa, 209 p.
5. Miranda V. I y Hernández O. J. 2002. Hidroponía. Universidad Autónoma de Chapingo. 73p.
6. Neufert. 1982. Arte de proyectar en arquitectura. Ed G.G. 537 p.
7. Samperio R. G. 1999. Hidroponía comercial. 1ª edición. Ed. Diana. México. 172 p.
8. Samperio R. G. 2004. Hidroponía básica. 1ª edición. Ed. Diana. México. 153 p.
9. Serrano C. Z. 2002. Construcción de invernaderos. Ed- Mundi-Prensa, 497 p.
10. Robledo de P. F. y Martin V. L. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. 573 p.
11. 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.
12. 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.
13. Hilje, I., Saunders J.L. 2008. Manejo integrado de plagas en Mesoamérica: aportes conceptuales. Editorial tecnológica de Costa Rica. San José Costa Rica. 689p.
14. Jaramillo, J.; Rodríguez, V. P.; Guzmán, M.; Zapata. M. y T. Rengifo. 2007.

15. Lemaire, F., Dartigués, A., Riviere, L.M., Champertier, S., Morel, P. 2005. Cultivos en macetas y contenedores: principios agronómicos y aplicaciones. Mundi-Prensa. Distrito Federal México. 209p.
16. López, B. O., Ramírez G. S., Ramírez G. M., Moreno B. G., Alvarado G. A. E., 2006. Agroecología y agricultura orgánica en el trópico. Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Boyacá Colombia.
17. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo
18. Marshall, R. 2006. How to build your own greenhouse: designs and plans to meet your growing needs. Storey publications. 255p
19. Martínez, A., Lee, R., Chaparro, D., Paramo S. 2003 Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible. CIAA, Colombia.
20. Mateo, B. J.M. 2001. Medios de protección para la hortoflorofruticultura y el viverismo. Editorial Mundiprensa. Distrito Federal México. 287 p.
21. Miranda V., I. 2004. Manejo de cultivos hidropónicos bajo invernadero. Serie de publicaciones Agribot. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
22. Morales P. Juan T. et al. 2008. Introducción a la Hidroponía. Universidad Autónoma Chapingo. México.
23. Morales P., J. T. 2004. Introducción a la hidroponía. Serie de publicaciones Agribot. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
24. Resh, M. H. 2001. Cultivos hidropónicos. Mundi-Prensa. Caracas, Venezuela. 558p.
25. Sánchez del Castillo F., Escalante R. Edgardo R. 1983. Hidroponía. Universidad Autónoma Chapingo. México.
26. Sánchez del C., F. 2007. Diseño agronómico de invernadero. Memorias del 1er Simposio Internacional de invernaderos y de riego. México.
27. Sánchez del Castillo F. 2007. Problemática Agrícola de México y Perspectivas de la Agricultura Protegida.