

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Soluciones Nutritivas e Hidroponía
<b>Clave de la asignatura:</b>	NUC - 2305
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2 – 2 - 4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>El presente programa de aprendizaje Soluciones Nutritivas e Hidroponía, está dirigido a estudiantes de licenciatura del Programa Académico de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, que cursan la especialidad en NUTRICIÓN VEGETAL, y que desean incorporarse en las técnicas innovadoras de producción del cultivo sin suelo.</p> <p>La técnica del cultivo sin suelo, cuando está implementada de forma adecuada, es exitosa, pero que exige tener un amplio conocimiento en la producción con sistemas protegidos. Los cultivos sin suelo, son aquellos donde se cultivan plantas en sustratos que no emplean propiamente el suelo fértil, e incluso sin el empleo de sustratos.</p> <p>La asignatura de Soluciones Nutritivas en Hidroponía, trata de abordar los inicios de los cultivos sin suelo, así mismo, proporcionar la información necesaria para el establecimiento y control de los sistemas hidropónicos más empleado en la actualidad. Presenta los diferentes sistemas hidropónicos, los sustratos empleados en este sistema de cultivo, las características de cada uno de ellos, propiedades físicas, químicas y biológicas; así como la calidad del agua empleada para aportar los nutrientes. De igual forma se afronta a las soluciones nutritivas, características, composición, cálculos y manejo, ideales para el establecimiento del sistema.</p>
<b>Intención didáctica</b>
<p>La asignatura está organizado en cinco unidades: en la primera unidad, se incluyen generalidades y aspectos históricos del cultivo sin suelo, las ventajas y desventajas y perspectiva del sistema; en la segunda unidad se desarrollan conceptos sobre los sistemas de cultivos sin suelo y sus componentes; en la tercera unidad se incluyen los</p>

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

sustratos empleados en la técnica hidropónica, composición y propiedades; una cuarta unidad se tocan conocimientos sobre la calidad del agua apropiada para los cultivos sin suelo; finalmente una quinta unidad sobre la formulación de soluciones nutritivas para la técnica de hidroponía.

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 los diferentes sistemas hidropónicos, así como el eficaz cálculo y programación de la solución nutritiva. 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.

Mediante las actividades de aprendizaje sugeridas, se busca, que el alumno tenga el primer contacto con el concepto y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización y la resolución de problemas.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Los Reyes, Michoacán. Septiembre de 2014.	Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes.	Reunión de academia del Programa Educativo de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.
Los Reyes, Michoacán. Octubre de 2018.	Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes.	Reunión de academia del Programa Educativo de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.
Los Reyes, Michoacán. Diciembre de 2022.	Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes.	Reunión de academia del Programa Educativo de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Adquirir la capacidad de analizar, establecer y operar sistemas hidropónicos en la producción agrícola, que tenga la capacidad de diagnosticar problemas nutrimentales y no nutrimentales, permitiendo realizar toma de decisiones en el diseño de soluciones nutritivas y el manejo de los cultivos sin suelo, con el objeto de incrementar la productividad, preservando la calidad del suelo y el agua.

### 5. Competencias previas

Conocer sobre:

1. Fertirriego, nutrición vegetal, fisiología vegetal y edafología.
2. Calculo de dosificación de fertilizantes y manejo adecuado de los mismo (BUMAS).
3. Cultivos sin suelo.
4. Análisis de nutrición del suelo y foliar.
5. Manejo de sistemas de fertirriego.
6. Manejo en cultivos protegidos.

### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Generalidades del cultivo sin suelo	1.1 Conceptos básicos de hidroponía. 1.2 Historia de los cultivos hidropónicos y estado actual. 1.3 Ventajas y desventajas. 1.4 Perspectivas futuras de los cultivos sin suelo. 1.5 Impacto ambiental de los cultivos sin suelo.
2	Sistemas de cultivo sin suelo y sus componentes	2.1 Tipos de cultivo sin suelo. 2.2 Circuito abierto. 2.3 Circuito cerrado. 2.4 Cultivo en solución nutritiva. 2.5 Técnica de la película nutritiva (NFT). 2.6 Técnica de la película nutritiva (NGS). 2.7 Técnica de la película nutritiva (DFT). 2.8 Aeroponía. 2.9 Sistemas de cultivo en sustratos. 2.10 En camas de cultivo. 2.11 En contenedores. 2.12 En columnas.
3	Sustratos usados en los cultivos sin suelo	3.1 Origen y composición de los sustratos. 3.2 Tipos de sustratos. 3.3 Propiedades físicas.

		3.4 Propiedades químicas. 3.5 Propiedades biológicas.
4	Calidad del agua para el cultivo sin suelo	4.1 Muestreo del agua. 4.2 Determinaciones analíticas y su interpretación: 4.2.1 Aniones y cationes. 4.2.2 Contenido total de sales. 4.2.3 Carbonato sódico residual. 4.2.4 Sólidos en suspensión. 4.2.5 Materia orgánica. 4.2.6 Microorganismos. 4.3 Manejo de agua de mala calidad para cultivos sin suelo
5	Solución nutritiva hidropónica	5.1 Composición química de una solución nutritiva. 5.2 Unidades de concentración de los nutrimentos. 5.3 Fuentes fertilizantes de macronutrimentos y micronutrimentos. 5.4 Pesos moleculares y equivalentes de los fertilizantes. 5.5 Solución nutritiva ideal. 5.6 Ejemplos de soluciones nutritivas. 5.7 Cálculo de soluciones nutritivas considerando la composición química del agua. 5.8 Diseño de soluciones nutritivas. 5.9 Monitoreo del pH y CE. 5.10 Factores que afectan la composición de una solución nutritiva

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Generalidades del cultivo sin suelo	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s):  Conocer las características, antecedentes, ventajas y desventajas del cultivo sin suelo. Así como la perspectiva a futuro del	Consulta en fuentes de información.  Organización de la información.  Análisis crítico de la información.

<p>sistema, así como su impacto ambiental.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</li> <li>• Habilidad para generar un ambiente laboral.</li> <li>• Compromiso ético.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Liderazgo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar</li> </ul>	<p>Discusión en el aula en grupos de trabajo.</p>
--	---

<p>proyectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	
<p>2. Sistemas de cultivo sin suelo y sus componentes</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Conocer y comparar los diferentes sistemas del cultivo sin suelo, para adquirir la capacidad de determinar el sistema más adecuado para diferentes cultivos.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</li> <li>• Habilidad para generar un ambiente laboral.</li> <li>• Compromiso ético.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas.</p>	<p>Búsqueda, lectura y análisis de la información.</p> <p>Discusión en el aula de las ventajas y desventajas comparativas de los sistemas de cultivo sin suelo.</p> <p>Establecimiento de tres sistemas hidropónicos para conocer su funcionamiento y principios.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Liderazgo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	
<p>3. Sustratos usados en los cultivos sin suelo</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Conocer los diferentes sustratos empleados en el cultivo sin suelo.</p> <p>Determinar el sustrato más adecuado para cierto cultivo, con base a sus propiedades físicas, químicas y biológicas.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Solución de problemas.</li> </ul>	<p>Búsqueda, lectura y análisis de la literatura sugerida.</p> <p>Resumen de las principales características físicas, química y biológicas de los sustratos.</p> <p>Se realizara una práctica de caracterización física, química y biológica de algunos sustratos.</p> <p>Exposición y discusión en el aula.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</li> <li>• Habilidad para generar un ambiente laboral.</li> <li>• Compromiso ético.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Liderazgo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	
<p>4. Calidad del agua para el cultivo sin suelo</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <p>Determinar la calidad del agua adecuada para el sistema hidropónico.</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p>	<p>Búsqueda, lectura y análisis de la información.</p> <p>Revisión de los principales parámetros a evaluar en la calidad del agua.</p> <p>Discusión y conclusiones en el aula.</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</li> <li>• Habilidad para generar un ambiente laboral.</li> <li>• Compromiso ético.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).</li> <li>• Liderazgo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	
<p>5. Solución nutritiva hidropónica</p>	

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <p>Formular y preparar soluciones nutritivas aplicables en el cultivo sin suelo para diferentes cultivos. .</p> <p>Genéricas:</p> <p>Competencias instrumentales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Capacidad de organizar y planificar.</li> <li>• Comunicación oral y escrita.</li> <li>• Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).</li> <li>• Solución de problemas.</li> <li>• Toma de decisiones.</li> </ul> <p>Competencias interpersonales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad crítica y autocrítica.</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario.</li> <li>• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas.</li> <li>• Habilidad para generar un ambiente laboral.</li> <li>• Compromiso ético.</li> </ul> <p>Competencias sistémicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades de investigación.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</li> <li>• Capacidad de aprender.</li> <li>• Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas</li> </ul>	<p>Búsqueda, lectura y análisis de la información sugerida.</p> <p>Resumen comparativo de soluciones nutritivas más empleadas.</p> <p>Ejercicios prácticos de cálculos para formular soluciones nutritivas.</p> <p>Ejercicios prácticos para la preparación de soluciones nutritivas a diferentes concentraciones.</p>

<p>(creatividad).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liderazgo.</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> <li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.</li> <li>• Iniciativa y espíritu emprendedor.</li> <li>• Preocupación por la calidad.</li> <li>• Búsqueda del logro.</li> </ul>	
--	--

## 8. Práctica(s)

Practica 1. Análisis fisicoquímico de los sustratos.

Práctica 2. Análisis de la calidad del agua.

Práctica 3. Formulación y preparación de soluciones nutritivas.

Práctica 4. Monitoreo de soluciones nutritivas.

Práctica 5. Manejo del cultivo hidropónico o en sustrato.

Práctica 6. Visita a invernaderos o predios con producción en hidropónica o en sustratos.

Practica 7. Visita a empresas dedicadas a la comercialización de sistemas hidropónicos o sustratos.

## 9. Proyecto de asignatura

Establecer y operar un sistema productivo donde apliquen los conocimientos adquiridos durante su carrera, y al mismo tiempo culmine con los adquiridos en el programa de Soluciones Nutritivas e Hidroponía, presentándolos de manera organizada y de forma grupal, donde se pretende reportar los resultados mediante reportes y en seminario.

El proyecto consiste en establecer un cultivo de zarzamora, donde se establezca en alguno o varios de los sistemas sin suelo, rescatando las características del mismo y el efecto en cada una de las etapas fenológicas del cultivo. Al mismo tiempo establecer un sistema de nutrición por medio de la formulación de soluciones nutritivas aptas para el cultivo, al final del curso entregarán un informe con todos los requisitos que el profesor solicite incluyendo:

- Fundamentación

- Planeación
- Ejecución
- Evaluación

## 10. Evaluación por competencias

La evaluación debe de ser continua y formativa por lo que se debe de considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Consultar y analizar información en internet y textos diversos.
- Utilizar técnicas de aprendizaje colaborativo, estudio de casos, aprendizaje basado en planteamientos y justificación de problemas.
- Realizar prácticas de campo, laboratorio e invernadero.
- Reportar prácticas e investigación diversas concernientes a la asignatura, usando la computadora y procesadores de texto.
- Sistematizar la información utilizada y recabada durante el curso.
- Presentar trabajos en seminarios.
- Participación en seminarios.
- Entrega de reporte de prácticas.
- Entrega de reporte de investigación.
- Examen escrito y oral.
- Revisión de material bibliográfico y artículos científicos para la discusión de diferentes temas.
- Participación en clase.

## 11. Fuentes de información

1. Alcantar, G. y L. Trejo. (2009). *Nutrición de cultivos*. Colegio de Posgraduados y

- Mundi-Prensa.
2. Alpízar, L. (2006). *Hidroponía*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
  3. Burés, S. (1997). *Sustratos*. Ediciones agrotécnicas. Madrid, España.
  4. Cadahía, L. C. (2005). *Fertirrigación cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*. 3ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 681 p.
  5. Castellanos, Z. J., J. X. Uvalle-Bueno y A. Aguilar-Santelises. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelos y plantas*. 2ª Edición. Instituto de capacitación para la productividad agrícola. Guadalajara, Jal. (México). 132 p.
  6. Castellanos, Z. J. (ed.). (2010). *Manual de Producción de Tomate en invernadero*. INTAGRI. 458 p.
  7. Favela, S. E., Preciado, R. P., Benavides, M. A. (2006). *Manual para la preparación de soluciones nutritivas*. Departamento de Horticultura. U.A.A.A.N. Torreón, Coahuila. México. 146 p.
  8. Hanan, Joe J. (1998). *Green Houses: Advanced Technology for Protected Horticulture*. CRC Press. Washington, D. C.
  9. Resh, H. M. (2004). *Hydroponic Food Production*. Sixth edition. Taylor & Francis Group. Mahwab, New Jersey, USA. 571 p.
  10. Rodríguez, D. A., M. Chang, R., M. Hoyos, R., F. Falcón G. (2002). *Manual práctico de hidroponía*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
  11. SAGARPA. *Hidroponía rústica*. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Hidroponia%20R%C3%Bastica.pdf>.
  12. Sánchez, G. P., L. I. Trejo, T., Y. L. Fernández, P. (2000). *Manual de prácticas EDA-651 Nutrición Vegetal*. Colegio de Postgraduados, Montecillo. Edo de México. México.
  13. Sonneveld, C. and W. Voogt. (2009). *Plant nutrition of greenhouse crops*. Springer. Netherlands. 431 p.
  14. Smart-Fertilizer. *Software para la Fertilización de cultivos*.
  15. <http://www.smart-fertilizer.com/es>.

16. Steiner, A. A. (1984). *The Universal nutrient solution*. Proceeding sixth international congress on soilless culture. Wageningen, The Netherlands. pp. 633-650.
17. Urrestarazu, M. (2004). *Tratado de cultivo sin suelo*. Editorial Mundi-Prensa.