



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN  
CAMPUS PUEBLA

# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

PROGRAMA DE POSTGRADO: **ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL**

CURSO: **AGRICULTURA PROTEGIDA**

PROFESOR TITULAR: **DR. MARIO ALBERTO TORNERO CAMPANTE**

COLABORADOR (ES):

CORREO ELECTRÓNICO: **mtornero@colpos.mx**

TELÉFONO: **012222851442 Ext. 2051**

EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO: **CAMPUS PUEBLA**

CLAVE DEL CURSO: **CEI-647A**

PRE-REQUISITOS: **CEI-609 Y CEI-646**

TIPO DE CURSO:

- Teórico  
 Práctico  
 Teórico-Práctico

PERIODO:

- Primavera  
 Verano  
 Otoño  
 No aplica

SE IMPARTE A:

- Maestría en Ciencias  
 Doctorado en Ciencias  
 Maestría Tecnológica

MODALIDAD:

- Presencial  
 No presencial  
 Mixto

HORAS CLASE:

Presenciales **90**  
Extra clase **102**  
Total **192**

CRÉDITOS: **3**

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)



## OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

- Formar profesionistas para atender las necesidades de asistencia técnica especializada que demandan los productores (o autoemplearse) en los procesos de producción de cultivos hortícolas en agricultura protegida (hidroponía y fertirrigación), valorando el uso eficiente del agua y conscientes para contribuir a evitar la contaminación ambiental.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
2	<b>1. Introducción</b> 1.1 Presentación del contenido temático y objetivos 1.2 Presentación del sistema de evaluación del curso 1.3 Definición en conjunto de las reglas del curso	Explicar a los estudiantes los temas a abordar y la forma de evaluación del curso, y se establecen entre todos las reglas del mismo.
7	<b>2. Conceptos básicos, características principales e importancia del agua.</b>  2.1 El agua como elemento en la naturaleza 2.2 Ciclo hidrológico en la naturaleza 2.3 Características principales 2.4 Distribución del agua en la tierra 2.5 Distribución del agua en México 2.6 Disponibilidad del agua en México	Los alumnos se familiarizarán con las teorías sobre características del agua y el aprovechamiento de estas y su disponibilidad en el país.
8	<b>3. Marco legal del agua y suelo, situación actual y Programa Nacional Hídrico.</b>  3.1 Programa Nacional Hídrico 2014-2018 3.2 Ley de Aguas Nacionales 3.3 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 3.4 NOM's de agua y suelo	Los alumnos revisarán las NOM's y las leyes que norman el aprovechamiento, usufructo y cuidado del agua y suelo con énfasis en pequeñas obras de riego en México.



8	<p><b>4. Importancia del agua en la agricultura.</b></p> <p>4.1 El agua y el desarrollo agrícola sustentable 4.2 El agua en el suelo 4.2 Funciones del agua en las plantas</p>	<p>Los estudiantes conocerán las teorías sobre el movimiento del agua en el suelo y en la planta y la contribución de esta en la producción en invernadero y en el desarrollo sustentable.</p>
10	<p><b>5. El invernadero como estructura básica en la agricultura protegida.</b></p> <p>5.1 El enfoque Almería 5.2 La adaptación del enfoque Almería en México 5.3 El enfoque Holandés (Clúster) 5.3 Los plásticos en la agricultura 5.4 Tipos de invernaderos</p>	<p>Los alumnos analizarán el origen, el desarrollo y el éxito de las experiencias de la agricultura protegida y sus características casos Almería en España y Holanda.</p>
15	<p><b>6. El proyecto para la consecución de financiamiento.</b></p> <p>6.1 Consecución y análisis de diversos formatos 6.2 Instituciones públicas y privadas que financian 6.3. Elaboración de un proyecto para obtener financiamiento para producir jitomate bajo invernadero.</p>	<p>Los alumnos investigarán y revisarán las normas y apoyos de financiamiento por parte de las instituciones y trabajarán un ensayo de proyecto para obtenerlo.</p>
25	<p><b>7. Agricultura protegida, conceptos teóricos y aplicaciones (Producción de hortalizas en invernadero en condiciones de fertirrigación e hidroponia).</b></p> <p>7.1 Antecedentes y su importancia mundial 7.2 Situación actual en México</p>	<p>Los estudiantes aprenderán los conceptos teóricos que dan sustento a la producción de cultivos hortícolas bajo condiciones de</p>





SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN  
CAMPUS PUEBLA

# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

---

## LISTA DE PRÁCTICAS

60 horas

1. Instalación de un almácigo
2. Preparación de los sustratos y siembra
3. Obtención de plántulas y transplante
4. Instalación del sistema de riego dentro del invernadero
5. Seguimiento del cultivo
6. Cálculo y preparación de soluciones nutritivas
7. Fumigaciones para prevenir enfermedades
8. Riego y toma de datos a lo largo del ciclo
9. Cosecha y revisión de la calidad de frutos
10. Informe final

Salidas a campo (42 horas)

1. Visita a la cortina de la presa “Manuel Ávila Camacho” y a la red de distribución del agua del Distrito de Riego 030 Valsequillo, realizando muestreos de agua para determinación de algunas características de calidad.
2. Visita a los sistemas de Galerías filtrantes y museo del agua, ambos ubicados en la región de Tehuacán, Puebla.
3. Visita a invernaderos propiedad de productores pequeños, medianos y grandes que producen jitomate, lechuga, y pimiento de manera semi-intensiva o intensiva, para el mercado, en hidroponía y fertirrigación, ubicados en los municipios de Aquixtla, Tecamachalco, Cholula y Tehuacán en el estado de Puebla y un invernadero de alta tecnología, que forma parte de un Clúster en Querétaro.



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN  
CAMPUS PUEBLA

# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

---

## RECURSOS DIDÁCTICOS

---

1 Video-Proyector

1 Computadora Lap Top

5 Marcadores para pizarrón

1 Vehículo para salidas al campo con 200 L de gasolina

100 g de semilla de cada uno de las siguientes especies: jitomate, chile, calabacita, col, coliflor, lechuga, cilantro, brócoli, rábano y medio kg de pepino.

20 Charolas de unicel de 200 cavidades

1 m<sup>3</sup> de sustrato peet most

3 m<sup>3</sup> de arena de tezontle

5 kg de plástico negro grueso

5 kg de bolsa de vivero 40 x 40

3 kg de rafia negra

5 lt de cloro

5 L de insecticida

2 kg de fungicida

30 kg de fertilizantes químicos diversos de alta solubilidad

---

---

### NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

#### Normas de evaluación

1. La calificación mínima aprobatoria es de 8.0.
2. Se realizarán lecturas individuales por parte de los alumnos para su análisis, con resumen.
3. Discusión y análisis de lecturas de manera reflexiva, crítica y propositiva por parte del grupo.
4. Las tareas, prácticas o ejercicios, requieren de un reporte, el cual se deberá entregar en un plazo no mayor de una semana, a partir del momento en que se realicen o se asignen.
5. Elaboración y entrega de un trabajo final, en algún tema libre o asignado afín con el curso.
6. Elaboración y entrega de un proyecto grupal para financiamiento de un invernadero.
7. Elaboración y entrega de un ensayo de impacto ambiental de un cultivo de jitomate en invernadero.

El curso CEI-647 tiene un valor de tres créditos, para todos los alumnos que cumplan con el programa previamente establecido. Un crédito equivale a 16 horas clase, y 48 horas de estudio, dedicadas por parte del estudiante, salidas de campo, prácticas en invernadero, etc., con un total de 64 horas por crédito (Artículo 16 del reglamento vigente de actividades académicas del Colegio de Postgraduados, 2005).

#### Procedimiento de evaluación

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Dos exámenes escritos                         | 40% |
| 2. Prácticas en el invernadero                   | 10% |
| 3. Resúmenes de lecturas y exposiciones          | 20% |
| 4. Informes oportunos de salidas al campo        | 10% |
| 5. Trabajo final, proyecto grupal y ensayo de IA | 20% |



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN  
CAMPUS PUEBLA

# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

---

## BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)

- Aceves N, E. 1990. Los científicos menospreciaron el agua. Centro de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. 67 p.
- Álvarez M. 2011. Hidroponía. Una guía esencial para el cultivo de frutas, hortalizas y plantas florales. Primera Edición. Editorial Albatros. Argentina. 111 p.
- Aparicio del M. J. O. 2013. Producción de chile de agua (*Capsicum annuum* L.) en hidroponía bajo invernadero: Una opción productiva para los espacios periurbanos. Tesis de Maestría en Ciencias. PROEDAR-Campus-Puebla. Colegio de Postgraduados. 130 p.
- Ayers, R.S. and D. W. Westcot. 1985. Water quality for agriculture. FAO. Irrigation and drainage. Paper 29 Rev. 1. Roma
- Bahena, D. G. 2006. Identificación de variables limitantes de la modernización agrícola en la cuenca del Río Yautepec en el Estado de Morelos. Tesis de Dr. en C. PROEDAR. Campus Puebla - Colegio de Postgraduados. Puebla, Puebla. 223 p.
- Bastida T. 2009. Diseño Agronómico y manejo de invernaderos. Panorama general de la horticultura protegida en México y su tendencia futura. Curso de especialización en Horticultura protegida. Departamento de Fitotécnica. UACh. Chapingo, Mex.
- Berner K.E. and R.A. Berner. 1987. The global water cycle geochemistry and environment. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey. pp 1-46.
- Cadahía, C. 2004. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. 2ª Edición. Ediciones. Mundi-Prensa. Madrid. 475 p.
- Chavez-Aguilera, R., Romantchik-Kriuchkova, E., García-López, C., Acosta-Ramos, M. y López-Romero, E. 2010. Diseño, construcción y evaluación de un equipo tipo baúl para desinfección de sustratos agrícolas con calor. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 1. Núm. 1. p. 17-26.
- Comisión Nacional del Agua. 1992 y 2004. Ley de Aguas Nacionales. México, D.F.
- Comisión Nacional del Agua. 2014. Programa Nacional Hídrico 2014-2018. México, D. F.
- De la Rosa P., P. 2004. Transferencia de tecnología hidropónica: El caso de Nativitas Tlaxcala y la Mixteca Poblana. Tesis de Dr. en C. PROEDAR. Campus Puebla. Colegio de Postgraduados. Puebla, Pue. 302 p.
- Elings A., Speetjes B. y Garcia V. N. 2014. Greenhouse desings for Mexico. Aguascalientes, Queretaro y Sinaloa. Report GTB-1295. Ministerie van Economische Zaken. Wageningen, Holanda. 68 p.
- Enciso, A. 2005. Agua y seguridad nacional. *En: Agua*. Edición especial de La Jornada. México. pp. 36 – 40.
- Espinosa L. O., Nolasco Q. A., Bauer M. J. R., Del Valle P. D E., Palacios V. E. y Marín A. M. 2011. Prototipo para automatizar un sistema de riego multicultivo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2 (5): 659-672.
- FIRA. 2010. Oportunidades de negocio en la agricultura protegida. Boletín informativo. Nueva época N. 7. México, D.F.
- FIRA. 2011. Consejos prácticos para invertir en invernaderos. Boletín Informativo. Nueva
-





SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN  
CAMPUS PUEBLA

# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

- 
- Época. No 14. Morelia Michoacán, México. 49 p.
- Flores E., G. 2003. Cultivo en sustrato con sistema abierto y sistema cerrado. *En: Manejo de cultivos hidropónicos bajo invernadero*. UACH. Chapingo, México.
- Fundación Produce Sinaloa-SAGARPA-Gobierno del Estado de Sinaloa. 2011. Curso de Agricultura Protegida, Memoria de Capacitación. Sinaloa, México. 81 p.
- García C., A. H. 2000. Producción de semilla de jitomate en altas densidades de plantación bajo condiciones de invernadero e hidroponía. Tesis de M. en C. Producción de semillas. IREGEP. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mpio. de Texcoco, Estado de México. 101 p.
- García C., Eymar E., Contreras J., Segura M. 2012. Effects of fertigation with purified urban wastewater on soil and pepper plant (*Capsicum annum* L.) production, fruit quality and pollutant contents. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 10(1): 209-221.
- Gordillo M. A. J., Cabrera C. E.B.E., Hernández M.M., Galindo E., Otazo E. y Prieto F. 2010. Evaluación regional del impacto sobre aire, agua y suelo. Caso Huasteca Hidalguense, México. *Rev. Int. Contam. Ambien.* 26 83) 229-251.
- Hernández M. A., Hernández L. P. y Gordillo M. A. J. 2006. Manual para la evaluación de impactos ambientales. Editorial INNIBCE. Madrid, España. 770 p.
- Hernández C., Ordaz V., Sánchez P., Colinas M, Borges L. 2012. Tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) quality produced in hydroponics with different particle sizes of tezontle. *Agrociencia* 46: 243-254.
- Hochmuth, G.J. (Ed) (s/a). Nitrogen management in vegetable production for groundwater and health protection. Florida Cooperative Extension. Special Series Report. SS-VEC-940. IFAS. UF. USA. 35 p.
- Ocampo M. J., Caballero M. R. y Tornero C. M. A. 2005. Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales. *En: Agricultura, Ganadería, Ambiente y Desarrollo Sustentable*. Tornero C. M., Silva G. S. E., Pérez A. R. y Bonilla y F. N. (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. pp. 55-73.
- Ojeda-Bustamante W, Sifuentes-Ibarra E., Íñiguez-Covarrubias M, Montero-Martínez M.J. 2011. Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos. *Agrociencia* 45: 1-11.
- Mijangos J., González M., España E., Domínguez J., Alzate L. 2014. Fertigation of sweet sorghum (*sorghum bicolor* L. Moench.) in laboratory and nursery assays with treated vinasses of hydrated ethanol of uasb reactor. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 13 (3): 713-722.
- Petrazzini L., Souza G., Rodas C., Emrich E., Carvalho J., Souza R. 2014. Nutritional deficiency in crisphead lettuce grown in hydroponics. *Horticultura Brasileira* 32: 310-313.
- Resh H. M. 2001. Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. 5ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 558 p.
- Rivera E., Sandoval M., Rodríguez M., Trejo C., Gasga R. 2014. Fertilización de tomate con nitrato y amonio en raíces separadas en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 20(1): 57-70.
-



SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN  
CAMPUS PUEBLA

# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

- 
- SEMARNAT. 1993. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México, D.F.
- SEMARNAT. 2009. Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. México. ISBN 978-968-817-925-3.
- Serrano C. Z. 2005. Construcción de invernaderos. 3ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 504 p.
- Steiner, A.A. 1961. An universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil*. 15:134-164.
- Steiner, A.A. 1968. Soilles Culture. Proceedings of 6<sup>th</sup> Colloquium of the International Potash Institute. pp 324-341.
- Tornero C. M. A., E. Sandoval C., A. Bustamante G. y N. Bonilla F. 2004. La hidroponia: alternativa de producción de cultivos hortícolas ante una inminente escasez de agua. *En: Ciencias Ambientales y Agricultura*. Tornero C. M., J. F. López-Olguín y A. Aragón G. (Eds.). Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. ISBN: 968 863 814 5. Puebla, México. pp 77 - 90.
- Vela C. M de los A. 2015. Caracterización físico-química de biofertilizantes líquidos y su efecto en el rendimiento de maíz y haba. Tesis de Maestría en Ciencias. PROEDAR-Campus Puebla. Colegio de Postgraduados. Puebla, Pue. 88 p.
-