



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

## Área de Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras

Coordinación de Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias

### PROGRAMA ACADÉMICO DE DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

#### 1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

##### NOMBRE Y CLAVE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Cultivos Hidropónicos

##### FECHA DE ELABORACIÓN

Dr. Rubén Bugarín Montoya  
Dra. Elia Cruz Crespo  
Dra. Cecilia R. Juárez Rosete  
Enero de 2011

##### FECHA DE ACTUALIZACIÓN

Dr. Rubén Bugarín Montoya  
Dr. Elia Cruz Crespo  
Dra. Cecilia R. Juárez Rosete  
Marzo de 2017

#### 2. PRESENTACIÓN

La unidad de aprendizaje de Cultivos Hidropónicos está dirigida a estudiantes del Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias que desean obtener conocimientos sobre las técnicas del cultivo sin suelo empleadas en la producción hortícola en condiciones protegidas. En México, la superficie total de agricultura protegida asciende a más de 40000 ha, en las cuales se incluyen sistemas de cultivo en suelo y sin suelo, utilizando estructuras de invernaderos, macro túneles y casa-sombra.

El cultivo sin suelo, consiste en el uso de sistemas de cultivo en solución nutritiva y en sustrato que permiten el desarrollo de cultivos de importancia hortícola. Dentro de los sistemas en solución nutritiva se tienen las modalidades de película nutritiva, flotantes y new growingsystem. En lo que se refiere al cultivo en sustrato, se puede hacer uso de diversos materiales tal como arena, roca volcánica, perlita, lana de roca, estopa de coco y turba, entre otros donde las plantas desarrollan su sistema radicular y se suministra de manera periódica la solución nutritiva.

Por lo tanto, la formulación y preparación de la solución nutritiva son determinantes en el crecimiento, rendimiento y calidad de los productos obtenidos. Otros factores como el manejo del cultivo, clima, genotipo y riego entre otros también interfieren en los aspectos señalados. La producción hidropónica exige conocer diversas áreas del conocimiento tales como química orgánica e inorgánica, fisiología vegetal, calidad del agua para uso agrícola, manejo de los sustratos, nutrición de cultivos, sistemas de riego, por lo que la presente unidad de aprendizaje guarda estrecha relación con las unidades de aprendizaje en las que se abordan estos temas. Hoy en día, dado los diversos problemas que se suscitan en la producción en suelo y la presión

constante de obtención de productos de alta calidad diversas empresas hortícolas mexicanas han visualizado su crecimiento hacia los sistemas de producción hidropónicos, los cuales permiten incrementar de manera importante el rendimiento y calidad de productos cosechados.

Esta unidad de aprendizaje se imparte con un total de 96 h divididas en 48 h teoría y 48 h de trabajo independiente; aporta 6 créditos a la formación del estudiante

### **3. OBJETIVO(S)**

Que el estudiante tenga la capacidad de analizar y operar sistemas de cultivos sin suelo en la producción hortícola, diagnosticando problemas nutrimentales y no nutrimentales, que le permitan la toma de decisiones en el diseño de soluciones nutritivas y manejo del cultivo sin suelo, con el objeto de incrementar el rendimiento y calidad de hortalizas, flores, frutillas y hierbas aromáticas, observando siempre la sustentabilidad del sistema.

### **4. RELACIÓN CON EL PERFIL DE EGRESO**

Los conocimientos y habilidades adquiridos por el estudiante en la unidad de Cultivos hidropónicos, podrá aplicarlos con productores hortícolas independientes, empresas privadas, centros de investigación y/o enseñanza, asesoría y consultoría, entre otros.

### **5. CONTENIDO**

#### **1. Generalidades del cultivo sin suelo (2 horas)**

- Conceptos básicos de hidroponía
- Historia de los cultivos hidropónicos
- Ventajas y desventajas
- Perspectivas futuras de los cultivos sin suelo

#### **2. Principios de nutrición mineral de plantas cultivadas (2 horas)**

- Elementos esenciales y sus funciones en las plantas
- Absorción y asimilación de nutrimentos
- Factores que afectan la absorción de nutrimentos en los cultivos sin suelo
- Sintomatología de deficiencias y excesos nutrimentales

#### **3. Sistemas de cultivos sin suelo y sus componentes (4 horas)**

- Tipos de cultivos sin suelo
- Circuito abierto
- Circuito cerrado
- Sistemas de cultivo sin sustrato
- Cultivo en solución nutritiva
- Sistemas de cultivo flotantes
- Técnica de la película nutritiva (NFT)
- Aeroponía
- Sistemas de cultivo en sustratos
- En camas de cultivo
- En contenedores
- En columnas

#### **4. Sustratos usados en los cultivos sin suelo (6 horas)**

- Sustratos
- Origen y composición de los sustratos
- Tipos de sustratos
- Propiedades físicas
- Propiedades químicas
- Propiedades biológicas

### **5. Calidad del agua para el cultivo sin suelo (3 horas)**

Muestreo del agua  
Determinaciones analíticas y su interpretación:  
Aniones y cationes  
Contenido total de sales  
Relación de adsorción de sodio (RAS)  
Carbonato sódico residual  
Normas Riverside  
Contenido de boro, cloruros  
Sólidos en suspensión  
Materia orgánica  
Microorganismos  
Manejo de agua de mala calidad para cultivos sin suelo

### **6. Solución nutritiva hidropónica (16 horas)**

Composición química de una solución nutritiva  
Unidades de concentración de los nutrimentos  
Fuentes fertilizantes de macronutrimentos y micronutrimentos  
Pesos moleculares y equivalentes de los fertilizantes  
Solución nutritiva ideal  
Ejemplos de soluciones nutritivas  
Cálculo de soluciones nutritivas considerando la composición química del agua  
Diseño de soluciones nutritivas  
Monitoreo del pH y CE  
Factores que afectan la composición de una solución nutritiva

### **7. Otras aplicaciones de la hidroponía (2 horas)**

Hidroponía popular  
Hidroponía urbana  
Hidroponía orgánica  
Acuaponía

### **8 Ejemplos de cultivos hortícolas en hidroponía (7 horas)**

Jitomate  
Pimiento  
Lechuga  
Fresa  
Rosal  
Gerbera  
Hierbas aromáticas  
Berries

### **PRÁCTICAS (20 horas)**

Preparación de solución nutritiva  
Monitoreo de solución nutritiva: pH y conductividad eléctrica  
Uso de ionómetros.  
Manejo de un cultivo hidropónico o en sustrato.  
Visita a invernaderos con producción de cultivos en sustrato.

## **6. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS Y DE APRENDIZAJE**

- Consultar de fuentes de información

- Lectura, análisis crítico y organización de la información de documentos sugeridos.
- Identificación física de problemas nutrimentales y no nutrimentales
- Discusión en el aula sobre temas requeridos.
- Identificar los diferentes sistemas hidropónicos y sus componentes,
- Prácticas sobre compatibilidad y solubilidad de fertilizantes, control de Ph y CE, e identificación y caracterización de sustratos
- Elaboración de resúmenes, mapas conceptuales
- Presentación con material audiovisual y discusión sobre temas específicos
- Ejercicios prácticos de cálculos para formular soluciones nutritivas
- Ejercicios prácticos para la preparación de soluciones nutritivas a diferentes concentraciones.

## 7. PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Aplicación de exámenes parciales, para valorar el aprendizaje y comprensión de los temas vistos en clase

Presentación de reportes de prácticas en las que integren los siguientes apartados: Introducción, objetivos, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía consultada.

Presentación oral y discusión de temas específicos, en la cual deberá expresar dominio del tema.

Entrega de tareas diversas que podrán consistir en la búsqueda de conceptos, ejercicios de cálculo, elaboración de resúmenes o mapas conceptuales de documentos sobre temas relacionados a la unidad de aprendizaje.

## 8. CRITERIOS DE ACREDITACIÓN

Obtener calificación mínima de 80 sumando todos los criterios de calificación.

## 9. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN Y ASPECTOS DE RUBRICA

Exámenes parciales	45 %
Reporte de Prácticas	30 %
Presentación y discusión de lecturas	15%

## 10. BIBLIOGRAFIA

Alejandro Cervantes-Santiago, Martha Patricia Hernández-Vergara, Carlos Iván Pérez-Rostro. 2016. Aprovechamiento de metabolitos nitrogenados del cultivo de tilapia en un sistema acuapónico. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 3(7):63-73.

Asao, T. 2012. Hydroponics: a standard methodology for plant biological researches. InTech. 190 p

Cadahía L. C. 2005. Fertirrigación cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 681 p.

Castellanos, Z. J. (ed.). 2010. Manual de Producción de Tomate en invernadero. INTAGRI. 458 p.

Cruz-Crespo E, M. Sandoval-Villa, V.H. Volk- Haller, A. Can-Chulimy J. Sánchez-Escudero. 2012. Efecto de mezclas de sustratos y concentración de la solución nutritiva en el crecimiento y rendimiento de tomate. Rev. Mex. de Cie. Agri 3(7): 1361-1373.

Cruz-Crespo E. and M. Sandoval-Villa. 2012. Effect of the nutrient solution concentration and substrates mixture on the quality of tomato. Acta Hort. 947: 197-202.

Cruz-Crespo E., A. Can-Chulim, M. Sandoval-Villa, R. Bugarín-Montoya, A. Robles-Bermúdez, P. Juárez-López. 2013. Sustratos en la horticultura. Revista Bio Ciencias. 2 (2): 17-26.

Cruz-Crespo E., A. Can-Chulim, R. Bugarín-Montoya, J. Pineda-Pineda, R. Flores-Canales, P. Juárez-López y G. Alejo-Santiago. Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 37 (3): 289 - 295, 2014.

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.

Jones, J. B. Jr. 2014. Complete Guide for growing plants hydroponically. CRC Press. Boca Raton, FL. U. S. 350 p

Juárez Rosete C. R., Aguilar-Castillo J. A., Juárez-Rosete M. E., Bugarín-montoya R., Juárez-López P. y Cruz-Crespo E. 2013. Hierbas aromáticas y medicinales en México: Tradición e innovación. *Revista Bio ciencias.* 2(3):119-129.

Juárez Rosete C. R., Aguilar-Castillo J. A., Rodríguez-Mendoza. 2014. Fertilizer source in biomass production and quality of essential oils of thyme (*Thymus vulgaris* L.) *European Journal of Medicinal Plants.* 4:865-871.

Juárez, R. C. R., Olivo, R. A., Aguilar, C. J. A., Bugarín, M. R. y Arrieta, R. B. G. 2014. Nutrition assessment of N-P-K in mint (*Menthaspicata* L.) cultivated in soilless system. *Annu. Res. Rev. Biol.* 4(15): 2462-2470.

Juárez-López P., H.J. Morales-Rodríguez, M. Sandoval-Villa, A.A. Gómez Danés, E. Cruz-Crespo, C.R. Juárez-Rosete, J. Aguirre-Ortega, G. Alejo-Santiago, M. Ortiz-Catón. 2013. Producción de forraje verde hidropónico. *Revista Fuente Nueva Época.* 4(13):16-26.

Juárez-López P., R. Medina-Torres, E. Cruz-Crespo, P. Ramírez-Vallejo, D.Wm. Reed, M. Kent, L. Cisneros-Zevallos and S. King. 2014. Effect of electrical conductivity of the nutrient solution on fruit quality of three native tomato Genotypes (*Lycopersiconesculentum* var. *cerasiforme*). *Acta Hort.* 1034: 505-508.

Juárez-López, P., E. Cruz-Crespo, R. Bugarín-Montoya, J.D. García-Paredes and L. Martínez-Cárdenas, P. Ramírez-Vallejo D. Reed and M. Kent. 2014. Effect of Electrical Conductivity of the Nutrient Solution on the Growth and Yield of Three Native Tomato Genotypes (*Lycopersiconesculentum* var. *cerasiforme*). *Acta Hort.* 1034: 501-504.

Raviv M. and J. H. Lieth. 2008. Soilless culture: theory and practice. Elsevier. U. S. A. 625 p.

Resh, H. M. 2004. Hydroponic Food Production. Sixth edition. Taylor & Francis Group. Mahwab, New Jersey, USA. 571 p.

Resh, H. M. 2016. Hydroponic food production. A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. Seventh edition. CRC Press. Boca Raton, FL. U. S.

Sonneveld C. and W. Voogt. Plant nutrition of greenhouse crops. 2009. Springer. Netherlands. 431 p.

Texier, W. 2013. Hidroponiaparatos. Editions Mama. París, Francia. 227 p.

Urrestarazu, G. M. 2015. Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía. Ediciones Mundi Prensa. España

## 11. PERFIL PROFESIOGRÁFICO

Los profesores que impartan la unidad de aprendizaje de Cultivos hidropónicos deberán contar con el grado mínimo de maestro, preferentemente de Doctor en Ciencias en Horticultura o Edafología, tener conocimiento y experiencia en el manejo de sustratos e invernadero, conocimiento de fisiología vegetal, nutrición vegetal y manejo del clima.