



Universidad Autónoma Chapingo

*Departamento de Enseñanza, Investigación  
y Servicio en Zootecnia*



Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

Programa de la Asignatura Optativa

# Acuaponía y Piscicultura Orgánica en Invernadero

5° y 6° Año

Primer Semestre

## I. DATOS GENERALES

---

Unidad Académica	Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Agroecología
Programa Educativo	Ingeniero en Agroecología
Nivel Educativo	Licenciatura
Sección Disciplinar	Tecnológica
Asignatura	<b>Acuaponia y Piscicultura Orgánica en Invernadero</b>
Carácter	Optativa
Tipo	Teórico-práctico
Prerrequisitos	Microbiología, Fisiología Animal y Vegetal
Profesores	M.C. Ma. del Socorro Salazar Bustos
Ciclo Escolar	2022-2023
Año	5° y 6°
Semestre	Primero
Horas Teoría/semana	3.0
Horas Práctica/semana	3.0
Horas Totales/semestre	96.0

---

## II. INTRODUCCIÓN

Acuaponia y Piscicultura Orgánica en Invernadero es un curso-taller que se ubica en el quinto sexto año de la carrera de Agroecología. Es un curso integrador de las disciplinas Hidroponía y Piscicultura Orgánica y tiene relación estrecha con materias que se imparten en el Primer semestre de 4° año como son: Introducción a la Agroecología, Prácticas de Producción, entre otras.

El curso en la mitad de su tiempo se aborda con teoría en salón, para ello hace falta la comprensión perfecta de aspectos como Climatología, Fenología, Fisiología, Nutrición y Ecología, esto con el propósito de poder comprender el comportamiento de los cultivos y la piscicultura para diseñar estrategias que permitan la expresión de su máximo potencial productivo. En la parte práctica, que es la otra mitad del tiempo se abordan actividades en laboratorio, campo o invernaderos, con el objetivo de materializar y afianzar los conocimientos que se abordan en el aula. La evaluación se realiza a través de exámenes, tareas, reportes de prácticas y formular una propuesta de proyecto productivo.

## III. PRESENTACIÓN

El estudio de Acuaponia y Piscicultura orgánica en Invernadero por parte de los estudiantes del programa educativo de Ingeniería en Agroecología, se considera importante de acuerdo a los argumentos:

La producción piscícola del país es una actividad económica que se ha visto afectada en cantidad y calidad por diferentes causas como: mareas rojas, derrame de petróleo, contaminación con basura, etc., que hace difícil su venta y comercialización de los productos obtenidos.

La productividad de la piscicultura en estanques no sólo se ha visto afectada por falta de espacio sino en el tiempo, pues aunque las temperaturas medias mensuales parecen apropiadas para el desarrollo de especies hortícolas y piscícolas durante casi todo el año, existe un régimen muy extendido de lluvias tardías combinado con heladas que, en general, inician temprano (octubre) y desaparecen muy tarde (abril). Esto afecta muy seriamente a los piscicultores ya que se restringe el tiempo de producción y la pesca se concentra en una pequeña parte del año, creando generalmente sobre-oferta, situación que ocasiona que les paguen muy bajos precios por su producto, haciendo poco rentable su inversión igualmente el número de ciclos de cultivo que pueden obtener por año; se ve limitado por la presencia de fenómenos meteorológicos, afectando la productividad económica de los productores.

Existe un intervalo de tiempo donde la oferta está por debajo de la demanda y la ganancia para el piscicultor que se arriesga a producir fuera de época en ese intervalo, puede ser mayor; pero el riesgo de fracaso es muy alto, debido a la mayor probabilidad de ocurrencia de los fenómenos meteorológicos ya señalados.

Considerando lo anteriormente expuesto, queda claro que un futuro desarrollo de la piscicultura en estanques, descansará en el uso intensivo de la superficie con la que cuenta el piscicultor, usando técnicas apropiadas para predios pequeños que disminuyan riesgos ocasionados por fenómenos meteorológicos y climatológicos y que en vez de desplazar, ocupen de manera productiva la mano de obra.

Los invernaderos, por ejemplo, no sólo son una herramienta para controlar las heladas o las bajas temperaturas, pues cuando se diseñan adecuadamente, se obtienen ventajas como el control de varios factores ambientales (vientos fuertes, insolación humedad relativa, alta o baja, excesos de humedad) y de plagas y enfermedades (Barrera física contra plagas y vectores). Cuando a la producción en invernadero se asocia el control nutricional del sistema acuapónico y la piscicultura orgánica, además de que ocupa permanentemente mano de obra, de pequeñas áreas se pueden lograr el incremento de la productividad y mejorar los ingresos económicos del productor. Esto deriva de los siguientes aspectos:

- En una misma superficie producir especies hortícolas y piscícolas de valor económico con mayor seguridad.
- Mayor rendimiento y calidad por unidad de superficie y de tiempo.
- Varios ciclos de producción al año.
- Producir para fechas en el que el mercado ofrece los mejores precios.

Uno de los principales impedimentos para la implantación de la producción de peces y hortalizas en un sistema acuapónico en invernadero en el país es la falta de información y divulgación sobre el manejo de las técnicas de sus modalidades y sus alcances.

El curso de Acuaponia y Piscicultura Orgánica en Invernadero pretende proporcionar a los estudiantes las bases teóricas y el entrenamiento práctico para el manejo y evaluación de las técnicas de producción de peces y hortalizas en acuaponia en invernadero, a fin de que, en su práctica profesional, estén en posibilidad de investigar sobre ellas, valorarlas, adaptarlas, difundirlas y dirigir o asesorar empresas en el aspecto de producción. Todo ello considerando las adecuaciones que implican las diferentes condiciones ecológicas y socioeconómicas de las distintas regiones del país.

#### **IV. OBEJTIVO GENERAL**

Proporcionar los conocimientos teóricos y el entrenamiento práctico necesario, así como manejar ciertas técnicas especiales de producción de hortalizas y peces en invernadero, a fin de valorar estas bajo diferentes contextos ecológicos y socioeconómicos y con diferentes especies de plantas y peces de agua dulce en pequeña, mediana y gran escala.

#### **V. CONTENIDO TEMÁTICO**

##### **UNIDAD 1. LA PROBLEMÁTICA AGRÍCOLA Y PISCÍCOLA DEL PAÍS (3hrs.)**

Objetivo: Valorar el potencial de los sistemas de producción de hortalizas y peces, así como plantear la resolución de problemas de la agricultura y piscicultura actual para formular propuestas de solución a sistemas de producción hortícola y piscícola.

##### **Contenido**

- 1.1. Capital, productividad y ganancia.
- 1.2. Problemas de la piscicultura y agricultura del país.
- 1.3. Alternativas para el desarrollo piscícola y agrícola del país.
- 1.4. Importancia de las especies animal y vegetal de alto valor.
- 1.5. Sistemas especiales de producción y su rentabilidad.
- 1.6. Ventajas y desventajas de la producción con sistemas especiales.

##### **UNIDAD 2. COMPONENTES Y GENERALIDADES DE LA PISCICULTURA ORGÁNICA Y ACUAPONIA (3 hrs.)**

Objetivo: Describir los conceptos de la piscicultura y la acuaponia orgánica para definir los componentes que los integran como sistemas especiales de producción.

##### **Contenido**

- 2.1. Definición y generalidades de acuaponia.
- 2.2. Definición y generalidades de la piscicultura orgánica.
- 2.3. Concepto de sistema y sistema de producción.
- 2.4. Componentes de la piscicultura y acuaponia orgánica.

### **UNIDAD 3. FUNDAMENTOS PARA LA PRODUCCIÓN EN ACUAPONIA Y PISCICULTURA ORGÁNICA (7 hrs.)**

Objetivo: Integrar los principios relacionados con la estructura y el funcionamiento de los peces y plantas en una teoría coherente, a fin de apreciar los conocimientos científicos y técnicos, así como señalar las estrategias del manejo de la piscicultura orgánica y la acuaponia.

#### **Contenido**

- 3.1. Consideraciones generales.
- 3.2. El proceso biológico de los peces.
- 3.3. El proceso biológico de las plantas.
- 3.4. Análisis del rendimiento (componentes del rendimiento y factores que afectan el crecimiento).
- 3.5. Efecto de los factores ambientales.
- 3.6. El valor nutritivo de peces y hortalizas.
- 3.7. Energía y metabolismo.
- 3.8. Predicciones del crecimiento: Modelo de Lubwing von Bertalanffy, Modelos estadísticos.

### **UNIDAD 4. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ACUAPONIA-PISCICULTURA ORGÁNICA (20 hrs.)**

Objetivo: Identificar las características de unidades de producción de peces y hortalizas para diseñar un sistema integral que permita la asociación acuaponia-piscicultura orgánica, así como, proponer actividades de manejo y producción.

#### **Contenido**

- 4.1. Acuaponia.
  - 4.1.1. Generalidades.
  - 4.1.2. Conceptos básicos de nutrición.
  - 4.1.3. Factores que afectan la absorción de agua y nutrimentos en las plantas.
  - 4.1.4. Solución nutritiva y su preparación.
  - 4.1.5. Ventajas, desventajas y posibilidades en México.
  - 4.1.6. Cultivos (fresa, lechuga, espinaca, berros, pepino, jitomate, etc.).
- 4.2. Piscicultura orgánica.
  - 4.2.1. Generalidades (Estanquería, ubicación de la unidad de producción y determinación de puntos críticos).
  - 4.2.2. Calidad del agua.
  - 4.2.3. Cuerpos de agua utilizados en la piscicultura.
    - 4.2.3.1. Naturales.
    - 4.2.3.2. Artificiales.
  - 4.2.4. Sistemas de producción intensiva y extensiva.
    - 4.2.4.1. Monocultivo.
    - 4.2.4.2. Policultivo.
    - 4.2.4.3. Sistemas integrados.
- 4.3. Producción en aguas templadas y tropicales.
  - 4.3.1. Ciprínidos.
  - 4.3.2. Cíclidos.
  - 4.3.3. Peces de ornato.
- 4.4. Nutrición de peces.

- 4.4.1. Proteínas, carbohidratos, lípidos, relación proteína/energía.
- 4.4.2. Alimentación (natural y artificial).
- 4.4.3. Productos y subproductos utilizados en la alimentación de peces.

#### **UNIDAD 5. PRODUCCIÓN EN INVERNADEROS (6 hrs.)**

Objetivo: Identificar las características de una unidad de producción que asocie la acuaponía y la piscicultura orgánica para diseñar y construir un invernadero; así como, definir las técnicas y procedimientos en su manejo.

##### **Contenido**

- 5.1. Diseño de invernaderos.
  - 5.1.1. Concepto de invernadero.
  - 5.1.2. Tipos de invernaderos.
  - 5.1.3. Componentes.
  - 5.1.4. Criterios básicos de diseño.
- 5.2. Construcción de invernaderos.
  - 5.2.1. Características de la estructura.
  - 5.2.2. Características de la cubierta.
  - 5.2.3. Análisis de cargas y resistencias.
  - 5.2.4. Detalle de construcción.
  - 5.2.5. Prototipo de invernadero.
- 5.3. Manejo del clima en el invernadero.
  - 5.3.1. Manejo de la luz.
  - 5.3.2. Aplicación y manejo del CO<sub>2</sub>.
  - 5.3.3. Calefacción y conservación del calor.
  - 5.3.4. Técnicas para bajar la temperatura.
  - 5.3.5. Efectos de la humedad relativa y el viento sobre las plantas y su manejo.
- 5.4. Manejo de los factores bióticos en el invernadero.
  - 5.4.1. Plagas y enfermedades más comunes en el invernadero y su control.
  - 5.4.2. Esterilización de sustratos.
  - 5.4.3. Uso de reguladores de crecimiento.

#### **UNIDAD 6. ANÁLISIS ECONÓMICO Y SOCIAL DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ACUAPONIA-PISCICULTURA ORGÁNICA EN INVERNADERO (4.5 hrs)**

Objetivo: Analizar los factores y elementos en la comercialización adecuada de los productos obtenidos, para evaluar objetivamente la rentabilidad económica y social de la unidad de producción.

##### **Contenido**

- 6.1. Mercado y mercadotecnia.
- 6.2. Canales de comercialización.
- 6.3. Costos de producción.
- 6.4. Evaluación económica de proyectos.
- 6.5. Indicadores económicos (TIR, VAN, B/C, N/K, PUNTO DE EQUILIBRIO).
- 6.6. Evaluación ambiental y social (impacto).
- 6.7. Dictamen.

## **UNIDAD 7. PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y LA NORMATIVIDAD NACIONAL (4.5 hrs.)**

Objetivo: Interpretar las diferentes Normas Oficiales Mexicanas (NOM), nacionales e internacionales que rigen la producción orgánica de peces y hortalizas, así como, analizar los requisitos que se deben de cumplir para obtener la certificación de calidad de los productos obtenidos.

### **Contenido**

- 7.1. Inocuidad alimentaria.
  - 7.1.1. Buenas Prácticas Agrícolas y Piscícolas.
  - 7.1.2. Buenas Prácticas de Manufactura (vegetal y animal).
  - 7.1.3. Buenas Prácticas de Empaque (vegetal y animal).
- 7.2. Normas de Producción Orgánica, Inspección y Certificación Orgánica.
  - 7.2.1. Normas de IFOAM.
  - 7.2.2. Normas Internacionales.
  - 7.2.3. Normas nacionales y Calidad suprema.
- 7.3. Inspección y certificación orgánica.
  - 7.3.1. Agencia certificadora.
  - 7.3.2. Inspector de fincas, de procesos industriales y de comercializadores.
  - 7.3.3. El proceso de certificación orgánica.

## **PRÁCTICAS**

### **PRÁCTICA 1: CALIDAD DEL AGUA (6 hrs.)**

Objetivo: Examinar e interpretar un análisis químico del agua para cumplir los resultados en el manejo de sistemas de acuaponía y piscicultura orgánica en invernadero.

### **PRÁCTICA 2: SOLUCIÓN NUTRITIVA (8 hrs.)**

Objetivo: Familiarizarse con el cálculo y preparación de soluciones nutritivas para formular las dietas en acuaponía y piscicultura orgánica en invernadero.

### **PRÁCTICA 3: PRODUCCIÓN DE PLÁNTULA DE HORTALIZAS (10 hrs.)**

Objetivo: Producir plántulas de diferentes especies de hortalizas para generar una producción en acuaponía y piscicultura orgánica en invernadero.

### **PRÁCTICA 4: DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y CICLOS DE VIDA DE TILAPIA, TRUCHA Y CARPA (8 hrs.)**

Objetivo: Identificar el ciclo de vida; así como, describir la morfología de tilapia, trucha y carpa, a fin de planear su manejo adecuado.

### **PRÁCTICA 5: TRABAJO PRÁCTICO EN INSTALACIONES PILOTO DE PRODUCCIÓN DE PECES Y HORTALIZAS EN ACUAPONIA DEL PARQUE JURÁSICO (16 hrs)**

Objetivo: Desarrollar diversas actividades de la producción y analizar las condiciones prácticas para construir, instalar, manejar y operar sistemas acuapónicos y piscicultura orgánica en invernadero.

NOTA: ESTA PRÁCTICA INCLUYE UNA SERIE DE ACTIVIDADES COMO SON:

- DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN.
- CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE INVERNADEROS.

- MANEJO DE CULTIVOS HORTÍCOLAS.
- MANEJO DE ESPECIES DE PECES COMERCIALES
- MANEJO DE ESTANQUES PISCÍCOLAS: LIMPIEZA, OXIGENACIÓN Y APLICACIÓN DEL DISCO SECHII.
- COSECHA Y PESCA (CADENA DE FRÍO, TANQUE DE OXÍGENO Y DESINFECCIÓN EN HIELO SALADO, ETC.)

## VI. METODOLOGÍA

En la parte práctica se desarrollarán actividades en el laboratorio, en la unidad piloto y con guía de estudio: Esto con afán de afianzar y clasificar todas las actividades que se tienen contempladas en el presente programa.

## VII. NECESIDADES PARA IMPLEMENTAR EL CURSO

- |  |   |
|--|---|
| 1. Los estanques del jurásico.               | 7. Oxímetro.  |
| 2. Invernadero                               | 8. Semillas de hortalizas                                       |
| 3. Alevines                                  | 9. Material para cultivo de hortalizas (hojas de poliestireno). |
| 4. Alimento para peces                       | 10. Viáticos para profesores del curso.                         |
| 5. Redes para cosecha de peces (chinchorro). | 11. Fotocopias de apuntes                                       |
| 6. Potenciómetro                             |   |

## VIII. VIAJES DE ESTUDIO PROGRAMADOS

1. **La Paz, Villa Guerrero, Estado de México.** Visita a un centro de producción comercial de Carpa, tilapia y rana toro.
2. **Texcalitlán y Malinalco, Estado de México.** Manejo de reproductores para la producción de alevines de trucha, evaluando su infraestructura, materiales y equipo utilizados, así como conocer el mantenimiento de dicho sistema de producción.
3. **Atlimeyaya, Atlixco, Puebla.** Proyecto eco-turístico cuyo eje central es la producción piscícola de trucha con servicio de restaurante para su consumo

## IX. EVALUACIÓN

### TEORIA

3 exámenes teóricos de conocimiento	45 %
Trabajos extra clase y asistencia	5 %

### PRÁCTICA

Trabajo práctico y reportes de prácticas	40 %
Presentación del proyecto de inversión	10 %



## X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, H. P. y P. Noriega C. 1985. ¿Qué es la acuicultura? Secretaría de Pesca. México.
- Aguilera, H. P. y P. Noriega C. 1988. La tilapia y su cultivo. Secretaria de Pesca. México.
- Arredondo, F. J. L. Y J. T. Ponce P. 1998. Calidad del agua en la acuicultura: conceptos y aplicaciones. A.G.T. Editor, S. A.. México. Pp. 222.
- Bard, J., Lemasson J. y P. Lessent. 1970. Manual de piscicultura destinado a América tropical. Centre Technique Foriester Tropical France.
- Castro, M. G. y Cols. 2001. Técnicas de cultivo de especies planctónicas e invertebrados útiles para la acuicultura. Ed. UAM-X. México. Pp. 65.
- Contreras, E. F. 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. Ed. UAM-X. México. Pp. 415.
- De la Lanza, E. G. y J: L. García. Calderón. 2000. Lagos y Presas de México. Plaza y Valdés, S. A. de C. V. México. Pp. 633.
- FAO. 1997. Capacitación 20/1. Métodos sencillos para la Acuicultura. Construcción de estanques para la Piscicultura en agua dulce construcción de estanques de tierra. Pp. 350.
- Gutiérrez S. J. L. y F. Sánchez G. 1998. Matemáticas para las Ciencias Naturales. Ed. Sociedad Matemática Mexicana. México. Págs. 590.
- Halver, J. E. 1989. Fish nutrition. Academic Press. 2da de. San Diego, California. USA.
- Hepher, B., y Y. Pruginin. 1985. Cultivo de peces comerciales: Basado en las experiencias de las granjas piscícolas en Israel. Ed. Limusa. Primera Edición. México.
- Huet, Marcel. 1991. Tratado de piscicultura. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. Madrid, España.
- Morales, D. A. 1991. La tilapia en México: Biología, cultivo y pesquerías. AGT Editores, S. A. México.
- Morales, D. A. 2003. Biología, Cultivo y Comercialización de la Tilapia. AGT Editores, S. A. México.
- Oriol, M. 2000. Recirculación en cultivo sin suelo. Edit. Horto. España
- Pillay, T. R. V. 1990. Aquaculture: Principles and Practices. Fishing News Books. Great Britain.
- Ray, M. M. 1983. La planta viviente. Edit. CECSA. México.
- Urrestarazu, G. M. 2000. Manual de cultivo sin suelo. Mundi-Prensa. México.