



5 créditos

Ciclo escolar  
2023 - 2023

Área de Recursos Naturales

Turno Vespertino

Máximo 15 estudiantes

8º semestre



SEMESTRAL

ACUICULTURA

Dr. Jorge Fonseca Madrigal

HORARIO

TEORIA: Jueves 4 a 7 pm

LUGAR: Edificio R

PRÁCTICA: Lunes 4 a 6 pm

LUGAR:

CAMPO ACUMULATIVAS: Acumulativas

LUGAR: Granjas acuícolas de Michoacán y Jalisco.

**OBJETIVO:** El alumno conocerá y aprenderá los conceptos básicos de la acuicultura; a través de esos conceptos, el alumno entenderá que en la acuicultura existe una herramienta de trabajo para su futuro desarrollo profesional.

**REQUISITOS:** ninguno.

La acuicultura es la actividad con mayor crecimiento dentro de la industria productora de alimentos. La sobrepesca y la enorme demanda de alimentos acuícolas (en los últimos 5 años, el consumo *per cápita* de pescados y mariscos aumentó 4.3 kg en México llegando a ser de casi 14 kg por año), hacen de la acuicultura una actividad necesaria y con un potencial enorme en México. En este curso se hablará de la importancia de esta actividad y se ofrecerán las bases necesarias para la generación de una empresa acuícola, ya sea de autoconsumo o a nivel comercial.

# ***Curriculum brevis***

Dr. Jorge Fonseca Madrigal



Especialista en acuicultura y nutrición de peces.  
Cuerpo académico (consolidado): Biotecnología acuícola y acuicultura.

Líneas de Investigación:

Nutrición de peces  
Metabolismo de lípidos en organismos acuáticos  
Acuicultura de especies nativas

Cursos impartidos:

Producción Acuícola, 2006 a 2021 (FMVZ-UMSNH)  
Acuicultura, Fac. de Biología-UMSNH y en  
Programas de posgrado con PNPC, CONACYT.

Proyectos de Investigación: Responsable de 15 proyectos de investigación financiados por  
CONACYT, COECYT, PROMEP y la UMSNH, todos ellos enfocados al estudio  
nutricional de organismos acuáticos.

Publicaciones:

20 publicaciones en revistas indizadas y 35 congresos  
nacionales e internacionales.

# PROGRAMA DE LA MATERIA



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS  
DE HIDALGO

FACULTAD DE BIOLOGÍA



**NOMBRE DEL CURSO:** Acuicultura

**CARGA HORARIA:** 5 h (3 h de teoría y 2 de practica acumulativas)

**CRÉDITOS:** 5

**ÁREA ACADÉMICA:** Recursos naturales.

**FECHA DE ELABORACIÓN:** Septiembre 2011.

**FECHA DE REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA:** Septiembre 2018.

**PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN:**

Dra. Rebeca Aneli Rueda Jasso

Dr. Antonio Campos Mendoza

**PARTICIPANTES EN LA REVISIÓN:**

Dra. Rebeca Aneli Rueda Jasso

Dr. Antonio Campos Mendoza

Dr. Jorge Fonseca Madrigal

**PARTICIPANTES EN EL DESARROLLO:**

Dra. Rebeca Aneli Rueda Jasso

Dr. Antonio Campos Mendoza

Dr. Jorge Fonseca Madrigal

**PERFIL PROFESIONAL DEL PROFESOR:**

Para el desarrollo de este curso se recomienda un profesor con formación y experiencia en el área de acuicultura, con mínimo de maestría e idealmente con doctorado en esta área. Se requiere de un profesional que haya desarrollado investigación básica y aplicada en acuicultura en sus modalidades de producción y/o de conservación.

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una floreciente industria que ha mostrado contribuir en la producción de alimentos en forma significativa, actualmente dos terceras partes de los pescados y mariscos provienen de la acuicultura. Esta actividad productiva presenta el mayor crecimiento comparado con aquellos obtenidos por la agricultura, ganadería y pesca. Además, de generar alimentos, la acuicultura también puede utilizarse para la obtención de productos secundarios, ornamentales, farmacéuticos e incluso su aplicación puede ser de gran valía en la conservación de especies acuáticas en peligro de extinción. Debido al éxito que esta actividad ha mostrado, gran número de personas se han involucrado en la producción acuicultural. No obstante, no todos cuentan con una preparación adecuada que les permita lograr una producción razonada y sustentable.

La formación del profesional en Biología debe de incluir áreas aplicadas específicas del conocimiento biológico, que el estudiante puede seleccionar en función de sus intereses presentes y futuros. La acuicultura es una actividad que incluye tanto a la investigación como la parte técnica-práctica. Además es una actividad en continuo crecimiento (8 al 12% anual) y evoluciona rápidamente. Por lo anterior es necesario preparar al estudiante de Biología en la línea de la acuicultura, la cual incluye diversos conocimientos que habilitan al estudiante para su integración y desarrollo al amplio espectro de oportunidades de esta actividad productiva. El curso de Acuicultura es un curso básico que da un panorama general de la acuicultura desde sus orígenes, pasando por su situación nacional e internacional actual y detalla los aspectos fundamentales de esta actividad.

El curso tiene una relación directa con la mayoría de las materias que se cursan en la carrera de Biología, pues la acuicultura es una

actividad multidisciplinaria que requiere de conocimientos básicos de matemáticas, química, genética, fisiología animal, biología del desarrollo, geología, edafología entre otros.

## **I. OBJETIVOS**

El alumno conocerá y aprenderá los conceptos básicos de la acuicultura, los aspectos fundamentales de esta actividad, asimismo se formará un panorama general de la acuicultura a nivel internacional y nacional.

## **II. CONTENIDO PROGRAMÁTICO:**

Teoría: 64 horas.

Prácticas de laboratorio y campo: 32 horas.

### **Unidad 1: INTRODUCCIÓN A LA ACUICULTURA.** (10 horas).

Objetivo: El alumno tendrá un primer acercamiento con la acuicultura conociendo brevemente los aspectos más relevantes de la historia de esta actividad, así como la situación nacional e internacional de la misma.

1.1 Definición de acuicultura.

1.2 Aspectos históricos del surgimiento de la acuicultura.

1.3 Contribución de la acuicultura en la producción mundial de alimentos.

1.4 Situación actual nacional e internacional a nivel producción.

### **Unidad 2. TIPOS Y SISTEMAS DE CULTIVO (conceptos)** (12 horas).

Objetivo: El alumno conocerá los aspectos generales de los sistemas de cultivo (características y formas de uso).

2.1 Cultivos extensivos (estanques rústicos, tapos).

2.2 Cultivos semiintensivos e intensivos (tanques, race ways, doble D).

2.3 Jaulas flotantes y encierros.

2.4 Jaulas costeras y oceánicas.

- 2.5 Cultivos abiertos, cerrados y semicerrados.
- 2.6 Monocultivos y policultivos.
- 2.7 Cultivos multitróficos integrados.

### **Unidad 3. EL AGUA, ELEMENTO ESENCIAL DE LA ACUICULTURA** (12 horas).

Objetivo: El alumno comprenderá que la calidad del agua es esencial para el desarrollo de la acuicultura y aprenderá los parámetros más relevantes y los intervalos recomendables de los mismos.

- 3.1 Características físicas y químicas del agua.
- 3.2 Parámetros necesarios de la calidad del agua.
  - 3.2.1 Temperatura.
  - 3.2.2 Alcalinidad, dureza y salinidad.
  - 3.2.3 Oxígeno disuelto.
  - 3.2.4 Calidad microbiológica.
- 3.3 Las fuentes de obtención de agua para la acuicultura.
  - 3.3.1 Características del agua en función del tipo de fuente.

### **Unidad 4. LOS SISTEMAS DE FILTRACION** (6 horas).

Objetivo: El alumno aprenderá la importancia de la calidad del agua y los sistemas más comunes de filtración en la acuicultura.

- 4.1 La importancia de la calidad del agua para la acuicultura.
- 4.2 Sistemas de filtración.
  - 4.2.1 Mecánicos.
  - 4.2.2 Químicos.
  - 4.2.3 Biológicos.
- 4.3 Sistemas de filtración pre y post-utilización del agua.

### **Unidad 5. ASPECTOS BASICOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE UN PROYECTO ACUICULTURAL** (12 horas).

Objetivo: El alumno comprenderá los elementos mínimos necesarios que deben cubrirse para el diseño de un proyecto acuícola.

5.1 Selección de la especie.

5.1.1 Estudio de la especie (aspectos biológicos, ecológicos y acuiculturales).

5.1.2 Estudio del mercado.

5.1.2 Estudio de la norma oficial y controles sanitarios.

5.2 Selección del área de cultivo

5.3 Principales especies cultivadas en el mundo.

## **Unidad 6. BUENAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA (12 horas).**

Objetivo: El alumno reconocerá la importancia de las buenas practicas de producción acuicultura y su aplicación como método preventivo y forma de garantizar la inocuidad del producto.

6.1 Introducción

6.2 Responsabilidad social

6.3 Selección del sitio

6.4 Bioseguridad

6.5 Enfermedades de peces

6.6 Plan de saneamiento

6.7 Uso de medicamentos veterinarios, productos químicos y biológicos.

6.8 Trazabilidad

### **III. PRÁCTICAS DE LABORATORIO Y CAMPO**

La primera práctica se llevará a cabo en la Posta Veterinaria, donde se conocerán los estanques rústicos y sus componentes principales. A partir de algunos datos de medición de los estanques, se llevará a cabo un ejercicio para conocer el potencial de producción de

estanques de tierra o semi-rústicos para tener una aproximación a lo que la acuicultura representa como negocio.

Se visitará en un mismo día, dos unidades de producción, una semi-intensiva y una intensiva, de tilapia y bagre, respectivamente. Ambas granjas son modelos interesantes de negocio y contaremos con la presencia de los inversionistas para dar una explicación de lo que ambos negocios representan como oportunidad en la formación en la licenciatura como Biólogo.

Se llevará a cabo una visita a las instalaciones de producción de pez blanco de Pátzcuaro que se encuentran en el IIAF – UMSNH. Este es un proyecto en donde los estudiantes podrán incorporarse voluntariamente de forma continua durante el semestre para conocer actividades básicas de mantenimiento y alimentación de tan importante especie para el estado de Michoacán y será un ejemplo de lo que la investigación en acuicultura representa como un área de oportunidad para los biólogos.

Otra práctica de campo se realizará en la Granja Acuícola Nemi Natura, que cuenta con certificaciones internacionales de producción sustentable, lo que la ha convertido en una de las más importantes granjas de producción de trucha del estado. En esa misma granja se podrá conocer la producción de rana toro, una actividad de continuo crecimiento en el estado de Michoacán.

Además, se visitará en la ciudad de Morelia, las instalaciones del acuario del Zoológico, donde se podrán conocer los diferentes sistemas de filtración comúnmente usados en acuicultura.

#### **IV. METODOLOGÍA Y DESARROLLO GENERAL DEL CURSO.**

El curso consta de tres horas de teoría en los que se abordan conceptos e ideas útiles para entender las aplicaciones de la acuicultura, ya sea como negocio, como tema de investigación o incluso como parte del desarrollo socioeconómico de una población o región. Como parte de los requisitos del curso, desde un inicio se asignará un tema a cada alumno, relativo al cultivo de una especie en particular para ser expuesto como trabajo final. El curso requiere de horas de trabajo individual extra-clase por parte del estudiante para desarrollar la investigación sobre ese tema.

#### **V. SISTEMA GENERAL DE EVALUACIÓN.**

##### **EVALUACIÓN DE LA PARTE TEÓRICA**

Participaciones diarias	10%
Tareas semanales	10%
Trabajo de investigación	30%

Numero de exámenes parciales:

1ro (unidades 1 a la 3)	25%
2do. (Unidades 4 a la 6).	25%
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>100%</b>

##### **EVALUACIÓN DE LA PARTE PRÁCTICA.**

Prácticas de Campo que comprenden asistencia, entrega de reportes y presentación de material preparado.

Práctica de campo, comprende asistencia y entrega de reporte

Al final del curso solo se obtendrá una calificación, para que el promedio pueda realizarse es necesario que ambas partes (teoría y práctica) sean aprobatorias.

#### **VI. SALIDA A CAMPO**

Lugar: Granja de cultivo de tilapia en La Barca, Jalisco y Granja de Bagre en Ixtlán de los Hervores, Michoacán. Granja de cultivo trucha y rana en Zitácuaro, Michoacán. Acuario del Zoológico

de Morelia. Planta de producción de pez blanco de Pátzcuaro, IIAF-UMSNH. Opcional: Visita a granja de Acuaponia en Guadalajara, Jalisco.

Fecha: Por definir con el grupo.

## **VII. CORRELACIÓN CON OTRAS MATERIAS.**

El estudiante de Biología se debe de habilitar a través de una formación científica y técnica para que tenga los elementos que le permitan participar en la acuicultura. Se pretende que el estudiante en un primer curso de Acuicultura conozca de manera general el panorama de esta actividad multidisciplinaria y si lo considera conveniente continúe su formación en el área.

Este curso se relaciona como las materias disciplinarias generales y básicas para la formación del biólogo, tales como Matemáticas I, II y III, Química, Física, Físicoquímica, Animalia, Edafología, Climatología entre otras, por lo que se considera recomendable que el aspirante haya cubierto ya estos cursos. Se ofrece a partir del quinto semestre, debido a que requiere como antecedente de las materias obligatorias que son la base para la comprensión y aprendizaje de conocimientos de mayor complejidad. Asimismo, está relacionada con todas aquellas materias que orientan al estudiante de la licenciatura en Biología tanto como investigador científico como en la aplicación práctica del conocimiento.

## **VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

### **Actividades en aula (Teoría)**

Unidad 1. semana 1 a la 3.

Unidad 2. semana 4 a la 8.

Unidad 3. semana 9 y 10.

Unidad 4. semana 11 a la 13.

Unidad 5. semana 14 y 15.

Unidad 6. semana 16.

## Actividades en laboratorio y campo (Prácticas).

Unidad 4. (Práctica de campo) semana 13

Unidad 5. semana 14.

Unidad 6. semana 15.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J. L. y Ruíz, W. (2015). Manual de construcción y manejo de jaulas flotantes para la maricultura del Ecuador. Instituto Nacional de la Pesca Ecuador. 70 pp. ISBN 978-1-326-30053-1.
- Asche, F., Cojocarú, A. L., y Roth, B. (2016). The development of large scale aquaculture production: A comparison of the supply chains for chicken and salmon. *Aquaculture*. 463, 4-31.
- Cabello, F. C., Godfrey, H. P., Tomova, A., Ivanova, L., Dölz, H., Millanao, A., y Buschmann, A. H. (2013). Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health. *Environmental microbiology*, 15(7), 1917-1942.
- Chen, H., Liu, S., Xu, X. R., Liu, S. S., Zhou, G. J., Sun, K. F., Zhao, J.L., Ying, G. G. (2015). Antibiotics in typical marine aquaculture farms surrounding Hailing Island, South China: occurrence, bioaccumulation and human dietary exposure. *Marine pollution bulletin*, 90(1-2), 181-187.
- Chopin, T. (2012). Aquaculture, Integrated Multi-trophic (IMTA) aquaculture integrated multi-trophic (IMTA). En: *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology* (pp. 542-564). Springer New York.
- Curra, F. N. (2017). "*Ulva ohnoi*" (Ulvales, Chlorophyta) como biofiltro en sistemas AMTI-RAS: Influencia en su desarrollo de las concentraciones de nitrógeno y fósforo del medio de cultivo. Tesis de Maestría en Acuicultura, Centro de Investigaciones Científicas Avanzadas, Universidad de la Coruña. 24 pp.
- Done, H. Y., Venkatesan, A. K., y Halden, R. U. (2015). Does the recent growth of aquaculture create antibiotic resistance threats different from those associated with land animal production in agriculture?. *The AAPS journal*, 17(3), 513-524.
- Edwards, P. (2015). Aquaculture environment interactions: past, present and likely future trends. *Aquaculture*, 447, 2-14.
- FAO Fisheries and Aquaculture Department. (2013). Global Aquaculture Production Statistics for the year 2011. Appendix F [online].  
<ftp://ftp.fao.org/FI/news/GlobalAquacultureProductionStatistics2011.pdf>
- Ferreira, J. G. y Bricker, S. B. (2016). Goods and services of extensive aquaculture: shellfish culture and nutrient trading. *Aquaculture International*, 24(3), 803-825.
- Granada, L., Sousa, N., Lopes, S., y Lemos, M. F. (2016). Is integrated multitrophic aquaculture the solution to the sectors' major challenges?– A review. *Reviews in Aquaculture*, 8(3), 283-300.

- Gentry, R. R., Froehlich, H. E., Grimm, D., Kareiva, P., Parke, M., Rust, M., Gaines, S.D. y Halpern, B. S. (2017). Mapping the global potential for marine aquaculture. *Nature Ecology & Evolution*, 1(9), 1317-1324.
- Irisarri, J., Fernández-Reiriz, M. J., Labarta, U., Cranford, P. J., y Robinson, S. M. (2014). Availability and utilization of waste fish feed by mussels *Mytilus edulis* in a commercial integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) system: a multi-indicator assessment approach. *Ecological indicators*, 48, 673-686.
- Miranda, C. D., Godoy, F. A., y Lee, M. (2018). Current Status of the Use of Antibiotics and their Antimicrobial Resistance in the Chilean Salmon Farms. *Frontiers in microbiology*, 9, 1284.
- Oyinlola, M. A., Reygondeau, G., Wabnitz, C. C., Troell, M., y Cheung, W. W. (2018). Global estimation of areas with suitable environmental conditions for mariculture species. *PloS One*, 13(1), e0191086.
- Price, C., Black, K. D., Hargrave, B. T. y Morris Jr, J. A. (2015). Marine cage culture and the environment: effects on water quality and primary production. *Aquaculture Environment Interactions*, 6(2), 151-174.
- Rico, A., Phu, T. M., Satapornvanit, K., Min, J., Shahabuddin, A. M., Henriksson, P. J., Murray, F.J., Litle, D.C., Dasgaard, A. y Van den Brink, P. J. (2013). Use of veterinary medicines, feed additives and probiotics in four major internationally traded aquaculture species farmed in Asia. *Aquaculture*, 412, 231-243.
- Roca, I., Akova, M., Baquero, F., Carlet, J., Cavaleri, M., Coenen, S., J. Cohen, Samocha, T. M., Fricker, J., Ali, A. M., Shpigel, M., y Neori, A. (2015). Growth and nutrient uptake of the macroalga *Gracilaria tikvahiae* cultured with the shrimp *Litopenaeus vannamei* in an Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) system. *Aquaculture*, 446, 263-271.
- Shpigel, M., Shauli, L., Odintsov, V., Ben-Ezra, D., Neori, A., y Guttman, L. (2018). The sea urchin, *Paracentrotus lividus*, in an Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) system with fish (*Sparus aurata*) and seaweed (*Ulva lactuca*): Nitrogen partitioning and proportional configurations. *Aquaculture*, 490, 260-269.
- Troell, M., Naylor, R. L., Metian, M., Beveridge, M., Tyedmers, P. H., Folke, C., y Gren, Å. (2014). Does aquaculture add resilience to the global food system? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(37), 13257-13263.
- World Bank. (2013). *Fish to 2030: prospects for fisheries and aquaculture (English)*. Agriculture and environmental services discussion paper; no. 3. Washington DC ; World Bank Group.  
<http://documents.worldbank.org/curated/en/458631468152376668/Fish-to-2030-prospects-for-fisheries-and-aquaculture>
- Zhang, Y., Bleeker, A., y Liu, J. (2015). Nutrient discharge from China's aquaculture industry and associated environmental impacts. *Environmental Research Letters*. 10(4), 045002.