



Universidad Autónoma Chapingo

*Departamento de Enseñanza, Investigación
y Servicio en Zootecnia*



Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

Programa de la Asignatura Optativa

Piscicultura

5° y 6° Año

Segundo Semestre

I. DATOS GENERALES

Unidad Académica	Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia
Programa Educativo	Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia
Nivel Educativo	Licenciatura
Sección Disciplinar	Fisiología
Asignatura	Piscicultura
Carácter	Optativa
Tipo	Teórico-práctico
Prerrequisitos	Microbiología, Fisiología Animal y Microeconomía
Profesores	M.C. Ma. del Socorro Salazar Bustos
Ciclo Escolar	2022-2023
Año	5° y 6°
Semestre	Segundo
Horas Teoría/semana	3.0
Horas Práctica/semana	2.0
Horas Visitas	3 salidas (8 hrs. c/u)
Horas Totales/semestre	96.0

II. INTRODUCCIÓN

La asignatura de Piscicultura, se imparte a los alumnos de sexto año de la Carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia. Requiere de los conocimientos previos adquiridos de las asignaturas de Microbiología, Fisiología y Microeconomía. Esta asignatura tiene un carácter terminal y orientada a los Agronegocios es de aplicación al término de su especialidad.

La fase técnica de este curso se imparte en el aula con dos clases a la semana y la fase práctica se imparte en el Laboratorio y en los estanques ubicados en el Campo Agrícola de la UACH. Se reforzarán sus conocimientos en el área de la Piscicultura con visitas guiadas a diferentes granjas piscícolas que son exitosas para el cultivo de trucha en Texcaltitlán y Manilalco en el Edo. de México. Para el cultivo de tilapia en: La Paz Villa Guerrero en el Edo. de México y Zacatepec Mor., y en Playa de Vacas en Paso del Toro del Edo. de Veracruz, carpa en los estanques del Lago de Texcoco, bagre en Hidalgo, pescado blanco en Pátzcuaro, Mich., y langostino aunque es un crustáceo se asocia en cultivos con tilapia, en el Carrizal Edo. de Guerrero y Salinacruz Oaxaca.

El objetivo principal de este curso es introducir al estudiante en otras posibilidades de producción animal acuática asociados a sistemas agronómicos integrados con el máximo aprovechamiento del agua de riego agrícola. El uso, origen, abundancia y circulación del agua sobre la tierra, elementos de la limnología. Explicación sobre las propiedades físicas del agua y sus implicaciones biológicas de interés en la Piscicultura moderna: Agrícola Industrial, De repoblación y Ornamental. La anatomía, fisiología de las

diferentes especies piscícolas de agua dulce de interés comercial, principios de nutrición, formulación de dietas y tablas de alimentación para acuicultura intensiva, endocrinología, reproducción y mejora genética en acuicultura, manejo sanitario en instalaciones en producción animal, acuática e inocuidad en los diferentes sistemas de cultivo; en el manejo del producto desde su cosecha, su transporte y comercialización del producto (trucha, tilapia, carpa, bagre, lobina). Legislación sobre producción animal acuícola.

III. PRESENTACIÓN

A los alumnos se les dará un panorama de la producción acuícola mundial en comparación con la producción nacional, la demanda de los productos piscícolas en los mercados, las estrategias de producción según la oferta y la demanda, precio y calidad del producto. Aspectos económicos. La comercialización de productos acuícolas y Fuentes de Financiamiento gubernamentales y privadas, que permitan al pequeño productor en las áreas rurales y que cuenten con el recurso agua la instalación de granjas acuícolas, que les generen alimentos de calidad, empleos y arraigo en sus comunidades.

IV. OBEJTIVO GENERAL

Identificar y manejar cualquier especie dulceacuícola de importancia comercial utilizada en la alimentación humana para obtener los conocimientos básicos de sus ciclos biológicos, sistemas de reproducción, nutrición, sanidad e inocuidad, que garantice el cultivo de especies de peces comerciales, cuidando su ecología y sustentabilidad.

V. CONTENIDO TEMÁTICO

UNIDAD 1. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA PISCICULTURA

Objetivos:

- Describir el campo de estudio de la Piscicultura, explicando los antecedentes, historia, definiciones, conceptos y tipos de sistemas de producción animal acuática.
- Introducir al estudiante en el campo de estudio de la Piscicultura y su relación con la Zootecnia; así como, conocer su importancia social, ecológica y económica.

Contenido

- 1.1. Historia, definiciones y campo de estudio de la Acuicultura intensiva y Piscicultura. Sistemas de producción integrada. Especies cultivables.
- 1.2. Importancia y relación de la Piscicultura con la Zootecnia.
- 1.3. Aspectos comparativos de la producción acuícola de México y otros países.
 - 1.3.1. Producción acuícola mundial

1.3.2. Producción acuícola nacional

UNIDAD 2. EL AGUA Y LA PISCICULTURA. ELEMENTOS DE HIDROBIOLOGÍA E ICTIOLOGÍA

Objetivos:

- Conocer los cuerpos de agua naturales y artificiales utilizados en la Piscicultura.
- Aportar las bases técnicas necesarias para el diseño y construcción de estanques.

Contenido

2.1. Posibilidades de cultivo y explotación acuícola en aguas epicontinentales de México.

2.1.1. Origen abundancia y circulación del agua sobre la tierra.

2.1.2. Elementos de limnología

2.1.3. Elementos de Ictiología

2.2. Localización y calidad del agua.

2.3. Cuerpos de agua naturales utilizados en la Piscicultura.

2.3.1. Lagos.

2.3.2. Lagunas.

2.3.3. Ríos.

2.3.4. Arroyos.

2.3.5. Esteros.

2.4. Cuerpos de agua artificiales utilizados en la Piscicultura.

2.4.1. Presas.

2.4.2. Bordos.

2.4.3. Lagos artificiales.

2.4.4. Estanques.

2.5. Estanquería.

2.5.1. Clasificación.

2.5.1.1. Tipo de alimentación del agua.

2.5.1.2. Tamaño.

2.5.1.3. Tipo de material.

2.5.1.4. Diversos tipos.

2.5.2. Características topográficas.

2.5.3. Diseño y construcción.

2.5.4. Cantidad y calidad del agua.

UNIDAD 3. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA

Objetivo: Conocer la anatomía y fisiología de las especies comerciales de peces, como un principio para entender los procesos digestivos y reproductivos de interés zootécnico.

Sistema de Conocimientos:

Analizar el funcionamiento de un molino de martillos, triturador, mezcladora horizontal, mezcladora vertical, carro mezclador distribuidor, transportador helicoidal y con banda, elevador con cangilones, silos y tolvas.

Contenido

3.1. Anatomía general de los peces: Tilapia, Carpa, Trucha y Bagre.

3.2. Fisiología digestiva y reproductiva de especies comerciales.

3.3. Valor nutritivo de los peces.

UNIDAD 4. TECNOLOGÍAS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Objetivos:

- Analizar y describir las principales características de los sistemas de producción piscícola.
- Conocer y analizar cada uno de los factores condicionantes en el cultivo de especies de importancia comercial y de alimentación humana; así como, sus parámetros productivos, reproductivos y nutricionales.

Contenido

- 4.1. Sistemas de Producción en Piscicultura Intensiva.
 - 4.1.1. Monocultivo.
 - 4.1.2. Policultivo.
 - 4.1.3. Sistemas integrales.
- 4.2. Sistemas de Producción en Piscicultura Extensiva.
- 4.3. Tecnología de la Producción en Aguas Frías: Salmónidos.
 - 4.3.1. Trucicultura: Trucha.
- 4.4. Tecnología de la Producción en Aguas Templadas y Tropicales: Ciprínidos, Cíclidos, Centrárquidos, etc.
 - 4.4.1. Carpicultura: Carpa.
 - 4.4.2. Ictaluricultura: Pez gato, bagre o cuatete.
 - 4.4.3. Otros peces de explotación comercial:
 - Cíclidos: Tilapia.
 - Centrárquidos: Perca, Lobina.
 - Aterínidos: Pez blanco de Pátzcuaro.
 - Mugílidos: Lisa.
 - Esócidos: Lucio.
 - Lepisósteidos: Pejes lagarto.

UNIDAD 5. ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN DE LOS PECES

Objetivo: Proporcionar la información teórico - práctica que aporte las bases científicas para identificar los ingredientes alimentarios idóneos para la formulación y elaboración de dietas para peces.

Contenido

- 5.1. Energética y metabolismo.
- 5.2. Necesidades nutricionales (Proteína, Carbohidratos, Lípidos, Relación Proteína/Energía).
- 5.3. Nutrición larvaria y de reproductores.
- 5.4. Digestión y digestibilidad.
- 5.5. Nutrición de peces.
- 5.6. Tipos de alimentos empleados en acuicultura.
 - 5.6.1. Natural.
 - 5.6.2. Artificial.
- 5.7. Productos y subproductos usados en la alimentación de los peces.
- 5.8. Índices de eficacia de la utilización del alimento.
- 5.9. Manejo de la alimentación. Tasa de alimentación. Sistemas de distribución del

- alimento.
- 5.10. Formulación y elaboración de dietas.
 - 5.11. Tipo de presentación del alimento.
 - 5.11.1. Harina. Migaja. Hojuelas. Pellet's.

UNIDAD 6. EVALUACIÓN Y PREDICCIÓN DEL CRECIMIENTO EN PECES

Objetivo: Aportar las bases científicas para evaluar y predecir el crecimiento y producción piscícola existente en cualquier sistema de confinamiento.

Contenido

- 6.1. Predicción del crecimiento.
 - 6.1.1. Modelo de Lubwing Von Bertalanffy.

UNIDAD 7. MANEJO SANITARIO

Objetivo: Identificar los principales agentes infecciosos que ocasionan las enfermedades en los peces; así como, su prevención y control. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana: NOM-000-Pesc. 2003.

Contenido

- 7.1. Principales agentes infecciosos causales de enfermedades.
 - 7.1.1. Hongos.
 - 7.1.2. Bacterias.
 - 7.1.3. Virus.
 - 7.1.4. Otros Agentes.
- 7.2. Prevención y control de enfermedades.
- 7.3. Calidad e inocuidad en los sistemas de producción.
- 7.4. Calidad e inocuidad alimentaria.

UNIDAD 8. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS ACUÍCOLAS

Objetivos

- Disponer de un guión para la elaboración de estudios de proyectos económicos acuícolas.
- Unificar criterios y políticas sobre proyectos productivos acuícolas, que les permitan gestionar, apoyos financieros desde las instituciones públicas y privadas, para la instalación de una granja acuícola, que genere empleos.

Contenido

- 8.1. Resumen Ejecutivo (Técnico, Financiero y Organizacional).
- 8.2. Objetivos y Metas.
- 8.3. Análisis y diagnóstico de la situación actual y previsiones sin el proyecto.
- 8.4. Aspectos Organizativos.
- 8.5. Análisis de Mercados.
- 8.6. Ingeniería del Proyecto.
- 8.7. Análisis Financiero.
- 8.8. Descripción y análisis de los impactos.
- 8.9. Conclusiones y Recomendaciones.

PROGRAMA DE PRÁCTICAS DE PISCICULTURA

PRÁCTICA NO. 1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS UNIDADES PISCÍCOLAS.

Objetivo: Conocer los parámetros químicos del agua desde la fuente de abastecimiento como estanques: conductividad eléctrica d, iones: sodio, potasio, calcio, magnesio carbonatos, cloruros, sulfatos, bicarbonatos, etc., y cómo estos factores afectan el buen desarrollo de las especies acuícolas.

PRÁCTICA NO. 2. DETERMINACIÓN DEL PH, TEMPERATURA Y OXÍGENO DEL AGUA DE LOS ESTANQUES PARA CULTIVO DE PECES.

Objetivo: Conocer y comparar los parámetros fisicoquímicos del agua: pH, temperatura y concentración de oxígeno y como sus variaciones afectan el crecimiento de las diferentes especies piscícolas.

PRÁCTICA NO. 3. COMPOSICIÓN BIOLÓGICA: FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON PRESENTE EN LA COLUMNA DE AGUA DE LOS ESTANQUES.

Objetivo: Identificación del fitoplancton más común: Clorofitas, Cianofitas y Crisofitas. Zooplancton como: Limnocalanus, Nauplios, Daphnia, Cyclops, Macrothix, Diatomeas, Rotíferos, etc.

PRÁCTICA NO. 4. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DE PECES DE AGUA DULCE DE INTERÉS COMERCIAL.

Objetivo: Determinará las diferencias anatómicas y fisiológicas de cinco especies de peces comerciales: trucha, carpa, tilapia, bagre y lobina.

PRÁCTICA NO. 5. TÉCNICAS DE CAPTURA Y MANEJO DE PECES.

Objetivo: Captura, Identificación y Manejo de peces de importancia alimenticia. Determinando las características morfológicas y anatómicas de: Salmónidos. Ciprínidos, Cíclidos, Ictalúridos, Centrárquidos, etc.

PRÁCTICA NO. 6. TÉCNICAS DE SIEMBRA DE PECES COMERCIALES DE AGUA DULCE.

Objetivo: Traslado de alevines en bolsas de polietileno con agua y oxígeno a los estanques de siembra, indicando la densidad requerida y los cuidados necesarios para una siembra exitosa.

PRÁCTICA NO. 7. MUESTREO Y REGISTRO DE BIOMETRÍAS.

Objetivo: Realizará muestreos dos veces por mes del 3 % de la población, para registro de talla y peso, hasta el final del ciclo de engorda.

PRÁCTICA NO. 8. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE DIETAS PARA PECES DE IMPORTANCIA COMERCIAL.

Objetivo: Elaboración de dietas y programas de alimentación en especies como tilapia, trucha, carpa, bagre y lobina.

PRÁCTICA NO.9. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO EN PECES.

Objetivo: Aplicará varios métodos estadísticos para la obtención de las curvas de crecimiento en peces.

PRÁCTICA NO. 10. RENTABILIDAD DEL CULTIVO EN PECES COMERCIALES PARA ALIMENTACIÓN HUMANA.

Objetivo: Analizará la rentabilidad económica del cultivo de peces considerando: fuentes de financiamiento (subsidio, inversiones, créditos, dentro de los costos totales, capacidad de pago, punto de equilibrio, análisis de rentabilidad, TIR, VAN, Análisis de sensibilidad. Evaluar costos y volúmenes de producción.

PRÁCTICA NO. 11. MANEJO SANITARIO DE ESPECIES PISCÍCOLAS DE IMPORTANCIA COMERCIAL.

Objetivo: Determinación de organismos indicadores de contaminación en especies acuáticas, como: E. coli, Streptococcus faecalis y Clostridium perfringens como organismos indicadores y que puedan significar un riesgo sanitario.

PRÁCTICA 12. VISITA A EMPRESAS PISCÍCOLAS COMERCIALES DE TRUCHA, TILAPIA, CARPA, BAGRE, ETC.

Objetivo: Observará diferentes sistemas de cultivo, reproducción y producción de especies comerciales, realizando un reporte final de sus instalaciones, equipo, área de sacrificio y empaque.

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

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

VIII. EVALUACIÓN

1. Se aplicarán dos exámenes parciales del curso teórico
2. Se evaluará el trabajo realizado (por equipo) de cada práctica y se aplicará un examen global del trabajo de campo.
3. Cada equipo de trabajo elaborará un proyecto de factibilidad técnico- económico, eligiendo una de las especies comerciales viables de implementar en su comunidad, cuyos resultados en “power point” los presentará en el “primer foro de trabajos de especies acuícolas de interés comercial, 2008”.
4. Se evaluará la asistencia y participación a los cuatro centros acuícolas, especializados en: carpa, tilapia, trucha y bagre.
5. Se aplicará la norma de asistencia, vigente en el departamento de zootecnia, UACH.
6. La calificación final será el resultado de la suma de las evaluaciones y se promediará entre cada una de las actividades realizadas (puntos 1, 2, 3 y 4).

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 %

IX. 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.
- FAO. 1981. Cría de peces de agua dulce: como mejorar el estanque. Serie mejores cultivos. FAO, Roma.

- 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.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 1986. Instructivos Técnicos de Apoyo para la Formulación de Proyectos de Financiamiento y Asistencia Técnica: Serie Acuicultura. Subdirección Técnica de Evaluación de Proyectos y Asistencia. México.
- Friedrich, N. K. 2001. Camarón Gigante de Malasia. Serie de Agronegocios. Grupo Editorial Iberoamericana, S. A. de C. V. México. Págs. 69.
- Gutiérrez S. J. L. y F. Sánchez G. 1998. Matemáticas para las Ciencias Naturales. Ed. Sociedad Matemática Mexicana. México. Págs. 590.
- Guiltinan, P. J. y Cols. 2003. Gerencia de Marketing, Estrategias y programas. Ed. Mc. Graw Hill, México. Págs. 470.
- 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.
- National Research Council (USA). 1989. Nutrient Requirements of poultry. National Academy Press. Washington, D. C.
- Negrete, R. P. y J. Romero, J. 1995. Manual: Métodos en microbiología acuática. UAM-X. México. Pp.108.
- Pillay, T. R. V. 1990. Aquaculture: Principles and Practices. Fishing News Books. Great Britain.
- Rubin, R. R. 1979. La piscifactoria: Cría industrial de los peces de agua dulce. Editorial Continental. Tercera impresión. México
- Ruiter, A. 1995. El pescado y los productos derivados de la pesca: Comparación propiedades nutritivas y estabilidad. Ed. Acribia. España. Pp. 415.