



**UAEM**

Universidad Autónoma  
del Estado de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Reestructuración, 2015



**Universidad Autónoma del Estado de México**  
**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**  
**Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia**



**Manual de Prácticas**  
**PISCICULTURA**

**Elaboró**

Dr. César Ortega Santana

M. en C. Luis Fernando Vega  
Castillo

Dra. Celene Salgado Miranda

**Fecha de  
aprobación**

Julio 2019  
H. Consejo  
Académico

Julio 2019  
H. Consejo de  
Gobierno



**UAEM**

Universidad Autónoma  
del Estado de México

**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**  
**Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**Reestructuración, 2015**



**Universidad Autónoma del Estado de México**  
**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**  
**Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia**



**ULTIMA REVISIÓN**

**Revisores:** Dr. César Ortega Santana  
Dra. Celene Salgado Miranda  
M. en C. Luis Fernando Vega Castillo

|                    |                             |                               |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| <b>Fecha de</b>    | 28/01/2025                  | 28/01/2025                    |
| <b>aprobación:</b> | <b>H. Consejo Académico</b> | <b>H. Consejo de Gobierno</b> |



## Índice

|                                                                                                                                                      | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| I. Datos de identificación                                                                                                                           | 3    |
| II. Introducción                                                                                                                                     | 4    |
| III. Lineamientos                                                                                                                                    | 4    |
| IV. Organización y desarrollo de las prácticas                                                                                                       | 4    |
| <b>Práctica 1.-</b> Técnica de necropsia en peces                                                                                                    | 4    |
| <b>Práctica 2.-</b> Determinación de parámetros físicos y químicos del agua por medio de colorimetría y con uso de equipo electrónico especializado. | 7    |
| <b>Práctica 3.-</b> Visita a granjas productoras de peces.                                                                                           | 8    |
| <b>Práctica 4.-</b> Toma de muestras de peces para análisis en el laboratorio.                                                                       | 9    |
| <b>Práctica 5.-</b> Visita a granja piscícola que cuente con reconocimiento de SENASICA en buenas prácticas de producción acuícola.                  | 10   |
| V. Bibliografía                                                                                                                                      | 12   |

**UAEM**Universidad Autónoma  
del Estado de México**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**  
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Reestructuración, 2015**I. Datos de identificación**

Espacio educativo donde se imparte

**Facultad de Medicina Veterinaria y  
Zootecnia**

Licenciatura

**Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Unidad de aprendizaje

**Piscicultura**

Clave

**L43862**

Carga académica

**2****2****4****6**

Horas teóricas

Horas prácticas

Total de horas

Créditos

Período escolar en que se ubica

**1****2****3****4****5****6****7****8****9**

Seriación

Ninguna

Ninguna

UA Antecedente

UA Consecuente

**Tipo de Unidad de Aprendizaje**

Curso

☐

Curso taller

☒

Seminario

☐

Taller

☐

Laboratorio

☐

Práctica profesional

☐

Otro tipo (especificar)

**Modalidad educativa**

Escolarizada. Sistema rígido

☐

No escolarizada. Sistema virtual

☐

Escolarizada. Sistema flexible

**X**

No escolarizada. Sistema a distancia

☐

No escolarizada. Sistema abierto

☐

Mixta (especificar)

**Formación común**☐☐

N/A

☐☐☐**Formación equivalente****Unidad de aprendizaje**

N/A



## II. Introducción

En este manual de prácticas de la Unidad de aprendizaje de “Piscicultura” se incluyen sesiones que podrán realizarse tanto en el laboratorio multidisciplinario como a nivel de campo en Unidades de Producción Piscícola para que el estudiante pueda complementar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, en la bibliografía y en otros materiales de consulta.

Las prácticas consideradas en este manual cubren los aspectos mínimos necesarios que complementan la formación del estudiante; sin embargo, las prácticas incluidas en este documento únicamente cubren una parte de la basta información que el estudiante debe conocer sobre la Piscicultura.

De acuerdo con recomendaciones internacionales, la piscicultura es una disciplina que debe ser ampliamente dominada por los estudiantes de la Medicina Veterinaria y Zootecnia, ya que, a nivel mundial, y considerando que los peces son animales, el MVZ. es el profesional mejor preparado académicamente para favorecer la producción, el bienestar y la salud de estos animales. Sin embargo, en México este sector ha sido poco abordado por la medicina veterinaria, por lo que es necesario retomar esta oportunidad y responsabilidad para favorecer el desarrollo alimentario y económico del país.

Mediante la conjugación del programa de estudios, la guía pedagógica y el manual de prácticas de Piscicultura se pretende brindar al estudiante los conocimientos de las características morfofisiológicas de los peces y sus diferencias con respecto a los animales terrestres, así mismo conocer las etapas de desarrollo y los sistemas de producción de diferentes especies, con el propósito de resolver situaciones de improductividad asociados al manejo o enfermedades.

## III. Lineamientos

Los lineamientos de los Laboratorios Multidisciplinarios de Docencia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, así como el reglamento para realizar prácticas fuera de instalaciones de la Universidad.

Los lineamientos y políticas de las unidades de producción.

## IV. Organización y desarrollo de las prácticas

| Unidad                                          | Número de la práctica |
|-------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Unidad 2. Técnica de necropsia en peces.</b> | <b>1</b>              |

Objetivo o competencia de la práctica:  
Identificar y describir las características morfológicas de los peces; establecer diferencias entre especies de peces y con animales terrestres.



**Materiales, reactivos y/o equipo:**

- Peces vivos o muertos debidamente conservados
- Microscopio de campo claro
- Porta y cubreobjetos
- Laminillas con cortes histológicos
- Estuche de disección
- Bata u overol
- Botas de hule
- Solución salina fisiológica 0.9%
- Guantes de hule látex

**Desarrollo:**

Los estudiantes se integrarán en equipos para realizar la disección y durante la misma analizan y comentan las partes anatómicas de los peces, en el siguiente orden: sistema tegumentario, sistema respiratorio, osmorregulación, sistema digestivo acotando diferencias entre peces carnívoros, herbívoros y omnívoros; sistema excretor, sistema reproductor, sistema inmune y hematopoyesis. Realizarán observaciones de preparaciones húmedas al microscopio.

**Secuencia de la técnica de observación.**

Antes de iniciar la disección se revisa minuciosamente la superficie externa de los peces. En caso de estar vivos se registra su forma de movimiento opercular y de boqueo, condición de escamas, aletas, ojos, boca y ano.

Se realizará la eutanasia al pez por sobredosis de anestesia (250 mg de metasulfonato de tricaina (MS-222) por litro de agua) o por contusión de acuerdo con la normatividad correspondiente (Capítulo 7.3 Código OIE). Consultar el Manual de Procedimientos del Bioterio de Organismos Acuáticos – Peces, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México (Ortega-Santana *et al.*, 2018).

Se realizará la necropsia, anotando sus observaciones.

Se realizará un raspado de piel y corte de filamentos branquiales para observación directa en microscopio, con objetivos 4X y 10X.

Se anotan las diferencias entre las distintas especies de trabajo en la práctica.

Al finalizar, se colectan los restos de los peces y se depositan adecuadamente en donde indique el profesor.

Limpiar la mesa de trabajo e instrumental utilizado.

El profesor podrá solicitar detalles de los procedimientos realizados a cada estudiante, quien deberá responder de todo lo realizado y analizado.

**Precauciones**

Al trabajar con muestras biológicas se deberán observar las medidas de bioseguridad básica como el uso de guantes de látex. Evitar causar lesiones por el uso del instrumental cortante y de vidrio.

Navajas, cubre y portaobjetos deberán disponerse en contenedor de objetos punzocortantes.



**Resultados:**

Un reporte escrito de la práctica individual indicando los detalles de la práctica.

**Cuestionario:**

Realiza una tabla en la cual escribirás cinco diferencias morfológicas entre las especies de peces que se utilizaron como muestras de trabajo en la práctica

¿Indicar cuáles son tres características del sistema digestivo de la tilapia con respecto a la trucha arcoíris?

¿Cuál es la diferencia entre las aletas de la tilapia y la trucha arcoíris?

¿Qué te reveló la utilización del microscopio para la observación de las preparaciones de las branquias?

**Investigación complementaria:**

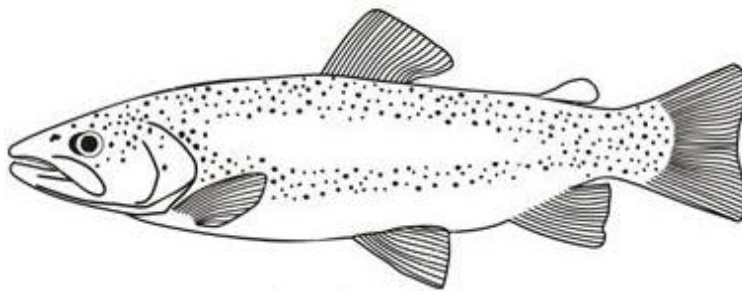
Diferencia morfo-fisiológica entre sistema respiratorio de peces y mamíferos.

Características del sistema digestivo de peces herbívoros.

El sistema acústico lateral de los peces.

Cómo regulan su temperatura los peces.

En el siguiente esquema coloca el nombre de cada una de las partes anatómicas externas:







| Unidad                                                                                                                                            | Número de la práctica |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Unidad 3.</b> Determinación de los parámetros físicos y químicos del agua mediante colorimetría y con uso de equipo electrónico especializado. | <b>2</b>              |

**Objetivo o competencia de la práctica:**

En una unidad de producción o muestra indistinta de agua se hará la demostración de la determinación de los parámetros físico-químicos del agua, para interpretar su calidad y proponer su posible uso para mantener peces.

Identificar la probable influencia de los parámetros físico químicos analizados sobre la salud de los peces y su influencia sobre todo el sistema acuático.

Determinar si los parámetros obtenidos son aptos para acuicultura, y para que especies se recomiendan.

**Materiales, reactivos y/o equipo:**

Kit para determinar calidad de agua por colorimetría.

Lector electrónico de temperatura, pH, Oxígeno, CO<sub>2</sub>.

**Desarrollo:**

Personal técnico del Comité de Sanidad Acuicola del Estado de México realizará una demostración del proceso de determinación de los parámetros de calidad del agua para el grupo. Durante este proceso, el técnico hará comentarios y podrá responder preguntas a los alumnos, relacionadas a las características del agua y sus probables efectos en la salud de los peces.

**Resultados:**

Reporte individual escrito de la práctica, donde se describa el desarrollo de la práctica y los resultados de esta. Así mismo interpretará la calidad del agua analizada y explicará para que especie de pez es adecuada. En caso de que se traté de agua de mala calidad, indicará sus efectos sobre los peces.

**Cuestionario:**

Con relación a acuicultura, ¿qué significa calidad de agua?

Mencione tres factores físicos y 5 factores químicos relacionados con la calidad del agua.

Indica, ¿qué parámetro de la calidad de agua puede influir sobre el valor de otros parámetros?

Con relación a la pregunta anterior, explica ¿cómo ese parámetro influye sobre otros tres parámetros?

¿Cómo se le conoce al método de determinación de oxígeno que no es electrónico?

¿Cuál es el efecto de los elementos nitrogenados cuando están en exceso en el agua donde habitan peces?





| Unidad                                                  | Número de la práctica |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Unidad 4. Visita a granjas productoras de peces.</b> | <b>3</b>              |

**Objetivo o competencia de la práctica:**

Que el estudiante conozca e identifique diferentes sistemas de producción de peces.  
Que el estudiante conozca las características de infraestructura, manejos, instalaciones de diferentes sistemas de producción de peces.  
Que el estudiante identifique qué tipo de sistema de producción es el más idóneo para cultivar las diferentes especies de peces.

**Materiales, reactivos y/o equipo:**

Bata u overol.  
Botas de hule.

**Desarrollo:**

En común acuerdo con personal técnico del Comité de Sanidad Acuícola del Estado de México, se realizará una visita a una unidad de producción de carpa con características de sistema extensivo y a una granja de trucha arcoíris que trabaja bajo un sistema intensivo.

Se realizará una visita guiada por los responsables de cada Unidad de Producción, en donde explicarán los antecedentes de la granja, las especies de trabajo, los manejos, infraestructura con que cuentan, datos de producción, condición sanitaria.

Se explicarán los sistemas de producción utilizados en cada granja, y durante el trayecto los alumnos deberán responder preguntar del anfitrión y del profesor responsable del grupo.

**Resultados:**

El estudiante entrega un reporte escrito de la práctica en forma individual, donde deberá detallar el desarrollo de la práctica y explicar lo que aprendió durante la misma. Así mismo interpretará el tipo de unidad de producción visitada, analizará los datos de producción y hará una crítica de lo bueno y malo de la granja, y justificará posibles modificaciones o incursiones.

Durante el desarrollo de las visitas se evaluará el aprovechamiento y desempeño del estudiante mediante preguntas relacionadas con el sistema de producción y sobre aspectos de calidad de agua y del ambiente de la granja en general.

**Cuestionario:**

Escribe el nombre científico de la Carpa herbívora:

¿Cuál es la edad de madures sexual de la carpa?

¿Cuál es el rango de temperatura óptimo para la engorda de la carpa?

¿Cuál es el periodo de incubación de la carpa común?



| Unidad                                                                              | Número de la práctica |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Unidad 5.</b><br>Toma de muestras para análisis de diagnóstico en el laboratorio | 4                     |

**Objetivo o competencia de la práctica:**

Identificar lesiones causadas por agentes parasitológicos, bacteriológicos y virológicos.

Obtener muestras adecuadas para realizar análisis parasitológicos, bacteriológicos, virológicos e histopatológico en peces sanos o enfermos.

**Materiales, reactivos y/o equipo:**

Estuche de disección.

Bata u overol

Botas de hule

Formalina buferada 10%

Placas de Petri de Agar de Soya Trypticaseína

Placas de Petri de Agar sangre con 5% de sangre de ovino

Medio de cultivo Mínimo Esencial (MEM)

Portaobjetos

Cubreobjetos

Microscopio compuesto

Mechero

Hisopos

Asa bacteriológica

Colorantes para tinción de Gram

Solución salina fisiológica 0.8%

**Desarrollo:**

Se realiza el análisis de la superficie externa de los peces, registrando lesiones de piel, aletas, ojos.

Se realizará la necropsia teniendo cuidado de no causar daño a los órganos internos al momento de hacer el corte a nivel de la línea media y costal.

En caso de sospecha de lesiones causadas por bacterias se realiza el aislamiento bacteriológico sembrando en placas de Petri conteniendo el medio de cultivo indicado para el tipo de bacteria que podría estar involucrado. En caso de sospecha de infección por virus se tomarán pequeños trozos de riñón y bazo que se depositarán en medio de cultivo Mínimo Esencial. Así mismo, de los órganos afectados se toman trozos que se depositarán en formalina buferada al 10% para posterior análisis histopatológico.

Precauciones.

- Debido a que se trabaja con muestras biológicas se deberá tener cuidados para no sufrir laceraciones.

Las navajas de bisturí, porta y cubreobjetos se deben disponer en contenedor para punzocortantes.



Para el caso de aislamiento bacteriano y/o viral se deberá trabajar en área estéril provista de mecheros para evitar contaminación secundaria.

**Resultados:**

El desempeño del estudiante se evaluará considerando la forma en que se conduce al realizar la necropsia y como obtiene las muestras para llegar al diagnóstico.  
Asimismo, la forma en que propone el tipo de muestras que se deben obtener y su conservación e inoculación, dependiendo de los agentes infecciosos sospechosos.  
Reporte individual por escrito de la práctica.

**Cuestionario:**

¿Cuál es un signo general que presentan peces afectados por parásitos externos?  
Indica tres signos clínicos que presentarían peces afectados por una enfermedad septicémica de tipo bacteriano.  
En el caso de enfermedad septicémica en tilapias, ¿qué indica la presencia de nódulos de distinto tamaño, principalmente en el bazo?  
Describe, como diferenciarías durante la necropsia, si la presencia de lesiones nodulares en riñón de trucha, corresponden a BKD o nefrocalcinosis.  
¿Cómo diferenciarías, si tilapias enfermas padecen de Estreptococosis o Francisellosis?; (cuatro criterios).

| Unidad                                                                                                                  | Número de la práctica |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Unidad 6.</b><br>Visita a granja piscícola que cuenta con reconocimiento en buenas prácticas de producción acuícola. | <b>5</b>              |

**Objetivo o competencia de la práctica:**

Conocer una granja piscícola con reconocimiento de SENASICA en buenas prácticas de producción acuícola.

Conocer, analizar y llenar el formato de evaluación de verificación de buenas prácticas de producción acuícola.

**Materiales, reactivos y/o equipo:**

Formato de evaluación de verificación de buenas prácticas de producción acuícola.

**Desarrollo:**

1.-Con base en una visita guiada en la unidad de producción, llenar el formato de evaluación de verificación de buenas prácticas de producción acuícola.



**Resultados:**

Formato de evaluación de verificación de buenas prácticas de producción acuícola, debidamente llenado.

**Cuestionario:**

¿La unidad de producción visitada cumple con las buenas prácticas de producción acuícola?

Nota: La pregunta anterior, deberá discutirse entre los alumnos y el profesor.

## VII. Acervo bibliográfico

### Básico:

1. Bardach J. (1972). Aquaculture: The farming and husbandry of fresh water and marine organisms. J. Wiley & Sons. New York, USA. ISNB: 0-471-04826-7. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 135 B37.
2. Barnabé C. (1991). Acuicultura, Vol 1 y 2. OMEGA, Barcelona, España. ISNB: 84-282-0822-0 (Arreglado). Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 151 A68.
3. Beveridge M. (2004). Cage Aquaculture. Blackwell Publishing. Iowa USA. ISBN 1-4051-0842-8. Clasificación Biblioteca El Cerrillo: SH 137.3.B48 2004.
4. WOAH (World Organisation Animal Health). 2024. Código Sanitario para los Animales Acuáticos. <https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-acuatico/> (09 diciembre de 2024).
5. WOAH (World Organisation Animal Health). Manual de las Pruebas de Diagnóstico para los Animales Acuático, undécima edición 2024 <https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-manual-acuatico/> (09 diciembre de 2024).

### Complementario:

1. Blanco Cachafeiro MC. (1995). La Trucha, cría industrial. Neografis S.L. Madrid España. ISBN 84-7114-504-9. Clasificación Biblioteca El Cerrillo: SH 167 T86/B63.
2. Brown L. (2000). Acuicultura para veterinarios: producción y clínica de peces. Acribia, Zaragoza, España. ISNB: 8420009245. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 171 A6818 2000.
3. De Kinkelin, Michel Ch, Ghittino. (1991). Tratado de las Enfermedades de los peces. Acribia. Zaragoza España. ISBN 84-200-06-86-6. Clasificación Biblioteca El Cerrillo SH 171 K55 1991.
4. Evans DH. (1997). The Physiology of Fishes. CRC Press LLC. Florida USA. ISBN 0-84-93-8427-3. Clasificación Biblioteca El Cerrillo: QL 639.1.P49 1997.
5. Hepher B, Pruginin Y. (1985). Cultivo de peces comerciales: Basado en las experiencias de las granjas **piscícolas** en Israel. Limusa, México. ISBN: 968-18-1891-1. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 151 H45.



6. Huet M. (1998). Tratado de Piscicultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. ISBN 84-71-14-738-6. Clasificación Biblioteca El Cerrillo: SH 151 H83 1983.
7. Huntingford F, Jobling M, Kadri S. (2012). Aquaculture and Behavior. Willey-Blackwell. Iowa USA. 978-1-4051-3089-9. Clasificación biblioteca El Cerrillo: QL 639.3.A68 2012
8. Inglis V, Roberts JR. Bromage NR. (1993). Bacterial diseases of fish, Halted New York, U.S.A. ISBN: 0-470-22120-8. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 177 B3 B33.
9. Morales DA. (1991). La tilapia en México, biología, cultivo y pesquerías, AGT, México. ISBN: 968-463-057-3. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 167 T54 M67.
10. Noga EJ. (2010). Fish Diseases Diagnosis and Treatment. Wiley-Blackwell. Iowa USA. ISBN 978-0-8138-0697-6. Clasificación Biblioteca El Cerrillo: SH 171.N64. 2010.
11. Roberts RJ. (2012). Fish Pathology. Wiley-Blackwell, Iowa, USA. ISBN: 978-1-4443-3282-7. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 171.F58. 2012. (SE ELIMINA VERSION 2001).
12. Roberts RJ. (1981). Patología de los peces. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. ISBN 84-7114-104-3. Clasificación Biblioteca El Cerrillo: SH171 R62.
13. Wheaton FW. (1977). Acuicultura: Diseño y construcción de sistemas, AGT Editor S.A., México. ISBN: 968-463-004-2. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 135 W49.
14. Woo PTK. (1999). Fish Diseases and Disorders Vol 1 y 3. CABI Publishing. New York USA. ISBN 0-85198-823-7. Clasificación Biblioteca El Cerrillo: SH 171/562.
15. Amlacher E. (1970). Textbook of fish diseases, TFH Publications New Jersey USA. ISBN SIN ISBN Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 117 A56.
16. Arrignon J. (1995). Ecología y piscicultura de las aguas dulces, Mundi Prensa, Madrid, España. ISBN: 84-7114-071-3. Clasificación biblioteca El Cerrillo: QH541 A761.
17. Ferguson HW. (1989). Systemic pathology of fish a text and atlas of comparative tissue responses, University Press. U.S.A. ISBN: 0-8138-0147-8. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 171 F42.
18. Jensen GL. (1988). Construcción de Estanques, FONDOPESCA, México. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 155 J46.
19. Ocampo L, Auro A. (1996). Terapéutica de las enfermedades de los peces, UNAM. México. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 171 T37.
20. Wolf K. (1988). Fish viruses and fish viral diseases, C. University Press. U.S.A. ISBN: 0-8014-1259-5. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 177 V57 W65.
21. Historia de la Acuicultura en México. Peces, crustáceos y moluscos. (2015). AGT Editor. ISBN: 978-607-7551-41-6. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 39 .M67 2015.
22. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación](#). (09 diciembre de 2024).
23. Jakobsen T, Fogarty M, Megrey B, Moksiness. (2009). Fish Reproductive Biology. Willey-Blackwell. ISBN 978-1-4051-2126-2. Clasificación biblioteca El Cerrillo: SH 329 F56 F57 2009.