



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



MANUAL DE LA ASIGNATURA

PRÁCTICA DE MEDICINA Y ZOOTECNIA ACUÍCOLA

Índice

	PÁG.
Directorio	3
Lineamientos	4
Introducción general	5
Objetivo general	6
Medición, evaluación y manejo de la calidad del agua en acuicultura	7
Morfofisiología de organismos acuáticos (peces teleósteos, crustáceos decápodos y moluscos bivalvos)	20
Manejo, biometrías y su aplicación en la producción de organismos acuáticos	46
Sistemas de producción, instalaciones y equipo	55
Cadena sistema producto acuícola	61
Bibliografía básica	67
Bibliografía complementaria	67
Publicaciones periódicas	67

Directorio

Lugar donde se imparte la asignatura práctica:

1. Centro de Educación Ambiental "Acuexcomatl"
2. UNAM – FMVZ – AC y OA. Organismos Acuáticos, Salón 3226
3. UNAM – FMVZ – AC y OA. Organismos Acuáticos, Laboratorio Húmedo
4. Granjas piscícolas "Cuautlita 1" y "Goshiki"

Ubicación de la Unidad de Investigación en Acuicultura:

1. Av. Año de Juárez ·1900 San Luis Tlaxiátemalco, San Gregorio, Xochimilco, D. F.
2. Salón 3226, 2do piso, 3er Edificio, ACyOA, FMVZ, UNAM. Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, CU, Coyoacán, Distrito Federal, CP 04510.
3. Laboratorio húmedo, Salón 3226, 2do piso, 3er Edificio, FMVZ, UNAM. Av. Universidad 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, CU, Coyoacán, Distrito Federal, CP 04510.
4. Calle 20 de noviembre s/n, Cuautlita, municipio de Tetecala, Edo de Morelos

Responsable

1. MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila y MVZ Luis Andrés Castro Fuentes
2. MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila
3. MVZ. Alma Rosa Naranjo Mercado
4. MVZ. Alhelí Tatiana Lugo García

Departamento al que pertenece la asignatura

Medicina y Zootecnia Acuícola de: Abejas, Conejos y Organismos Acuáticos (ACyOA)

Jefe de departamento

MVZ. Adriana Correa Benítez

Profesores que imparten la asignatura práctica

MVZ. Luis Andrés Castro Fuentes
MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Ávila
MVZ. Alhelí Tatiana Lugo García
MVZ. Nidia Elizabeth Mora Domínguez
MVZ. Alma Rosa Naranjo Mercado

Elaboró (diciembre 2008)	Revisó (enero, 2009)	Actualización (septiembre 2013)
MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila MVZ. Luís Andrés Castro Fuentes	MVZ. Adriana Correa Benítez	MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila MVZ. Luís Andrés Castro Fuentes

Lineamientos:

- El alumno entregará al profesor responsable de la práctica: carta compromiso firmada, copia de credencial vigente y recibo de pago por concepto de material de práctica.
- El alumno deberá asistir a las prácticas con puntualidad y cumplir con el horario establecido y con las actividades que constituyen el programa académico.
- El alumno deberá cumplir con las disposiciones internas de los lugares asignados para prácticas y las indicaciones de los profesores responsables de las prácticas, lo anterior con el fin de evitar accidentes que pongan en riesgo la salud y/o la vida de los asistentes. Asimismo, no se permitirá el acceso a estudiantes que se presenten en estado de ebriedad o bajo el influjo de drogas.
- La Facultad puede proveer algunos equipos, instrumental y material necesario para la práctica mediante una aportación de \$50.00 por estudiante por semana¹ y el alumno deberá llevar los materiales que le sean requisitados en la página de enseñanza práctica de la Facultad
- El alumno deberá demostrar cooperación y disposición para trabajar en equipo y en actividades de campo.
- El alumno llenará las hojas de actividades y su bitácora en presencia del profesor.

Observaciones:

- Los alumnos recibirán al inicio del curso una exposición de los objetivos, actividades y la forma de evaluación.
- Las prácticas se realizarán en función del calendario
- Es importante aclarar que aunque se tengan programadas actividades, si por alguna razón las condiciones climáticas son adversas, las prácticas se suspenderán.

¹ Esta cantidad cubre los gastos de adquisición, reposición y mantenimiento (lavado y reparación)

1. Introducción general

La acuicultura definida como las técnicas y procedimientos encaminados al cultivo racional de los organismos acuáticos con un beneficio para el hombre, que incluye el cultivo de animales y plantas en ambientes continentales, costeros y marítimos, desde estanques naturales en las zonas rurales hasta los sistemas cerrados de producción intensiva dentro de las ciudades, con una producción de alimentos por hectárea muy superior a la de la agricultura o a la de la ganadería, es actualmente uno de los sectores productivos de mayor crecimiento en el mundo.

En las últimas cinco décadas, el conocimiento y la tecnología en la acuicultura han progresado aceleradamente, esto se debe a las complejas relaciones entre el ambiente, los organismos acuáticos, su manejo, el uso eficiente de los piensos, y la reutilización de desechos permitiendo con ello la intensificación en los sistemas de producción, con la finalidad de obtener un producto libre de contaminación física, química y biológica, garantizando la sostenibilidad de la industria a largo plazo.

La asignatura Práctica de Medicina y Zootecnia Acuícola permitirá a los alumnos interesados en el sector acuícola integrar los conocimientos teóricos de la materia y adquirir la habilidad en la determinación de las variables físico-químicas del agua, la morfología de los organismos acuáticos de interés comercial, el manejo de las especies, la obtención de biometrías y su aplicación en acuicultura, los sistemas de producción y su manejo en base a los sistemas de producción de la cadena sistema producto acuícola, aspectos básicos para el cultivo de peces, crustáceos y moluscos bivalvos.

2. Objetivo General

Práctica de Medicina y Zootecnia Acuícola es una asignatura que tiene como finalidad aportar habilidades y destrezas en el manejo de organismos acuáticos, a partir de los conocimientos obtenidos en la asignatura Teoría de Medicina y Zootecnia Acuícola.

El alumno realizará los manejos básicos de las unidades de producción acuícola como la determinación y evaluación de las variables físico-químicas del agua, técnicas de inspección anatómica de peces, crustáceos y moluscos, captura, sujeción y manejo de los organismos acuáticos, obtención de biometrías y su aplicación en la densidad de siembra, y la cantidad de alimento a ofrecer en los sistemas de producción para la obtención de productos y subproductos inocuos.

3. Prácticas

3.1 Medición, evaluación y manejo de la calidad del agua en acuicultura.

3.1.1 Introducción

El agua es el líquido más común de la tierra ya que las tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas por ella. Seguramente sin su presencia no existiría vida en nuestro planeta.

En acuicultura el agua es el elemento indispensable para su óptimo desarrollo ya que constituye el medio en el cual se desarrollarán los organismos heterótrofos (bacterias y animales acuáticos), y para los cuales es necesario el mantenimiento de la estabilidad de las variables conocidas como parámetros físico - químicos del agua. Cada especie tiene un perfil idóneo de parámetros de calidad de agua, de manera que cuando los niveles de concentración estén fuera del rango tolerable sufrirán estrés y probablemente serán incapaces de sobrevivir.

Por lo tanto la valoración de los parámetros físico-químicos del agua es de gran importancia para evaluar el estado de salud de un sistema acuático.

Parámetros químicos

Oxígeno Disuelto

El oxígeno es el gas más abundante disuelto en el agua después del nitrógeno y a su vez es indispensable para cualquier organismo heterotrófico por más insignificante que parezca, pues requiere oxígeno para sobrevivir. Por tal motivo, en acuicultura el oxígeno disuelto en el agua es considerado como el principal parámetro a medir. Las principales fuentes de oxígeno disuelto son la fotosíntesis de las plantas y la difusión desde la atmósfera.

En acuicultura una disminución de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua provocará en los animales una deficiencia en la captación de este elemento tan importante, con lo cual observaremos en los peces el comportamiento conocido como boqueo, dicho comportamiento significa que los peces subirán a la superficie y comenzarán a abrir la boca con rapidez o bien notaremos el agrupamiento de los peces junto a la caída de agua, por otro lado un exceso en la cantidad de oxígeno disuelto provocará la enfermedad conocida como “De la burbuja”, la cual se caracteriza por la formación de burbujas en los vasos sanguíneos superficiales de los peces principalmente las aletas y branquias.

Este parámetro está correlacionado con la temperatura ya que a mayor temperatura menor cantidad de Oxígeno Disuelto (OD) habrá y viceversa.

pH

El pH por definición es conocido como el logaritmo negativo de la concentración de ion hidrógeno por virtud del cual se expresa el grado de acidez o alcalinidad. Esta acidez o alcalinidad se miden por medio de una escala universal graduada de 0 a 14, siendo 7 el valor dado a la neutralidad, mientras que los valores inferiores a 7 indican una acidez y los valores superiores a 7 indican alcalinidad. En acuicultura el pH puede ser origen o consecuencia de muchos fenómenos físicos y químicos, como por ejemplo: el pH alcalino es responsable de que un porcentaje de amonio no ionizado esté presente en el agua, a su

vez un pH alcalino puede ser resultante de la presencia abundante de fitoplancton, así como también la presencia de bicarbonatos quienes representan la mayor parte de la alcalinidad. En cambio un pH ácido está representado principalmente por el dióxido de carbono no combinado y en menor cantidad por ácidos minerales y ácidos orgánicos tales como tánicos, húmicos y urónicos.

Amoniaco

El amoniaco es el principal componente nitrogenado, producto de los desechos de los organismos acuáticos, resultante del catabolismo de las proteínas, así como por la descomposición de la materia orgánica.

El amoniaco en su forma no ionizada (NH_3), se considera la más tóxica para los organismos acuáticos ya que causa lesiones a nivel branquial ocasionando hiperplasia a este tejido y por consiguiente la reducción en la capacidad de captar el oxígeno disuelto en el agua. En el caso de encontrarse en concentraciones muy elevadas, el amoniaco puede causar cambios histológicos en los riñones, hígado, bazo y tejido tiroideo en muchas especies de peces.

Los niveles de amoniaco pueden variar dependiendo de los niveles de pH, a un pH más alcalino; la concentración de NH_3 aumentará, en el caso del oxígeno y la temperatura, si estos disminuyen por debajo de los niveles óptimos de la especie, la concentración de NH_3 aumentará.

Por lo tanto, el amoniaco es un compuesto no deseado en la acuicultura, por lo que de manera natural el amonio excretado por los organismos acuáticos es oxidado a nitritos y nitratos por acción de las bacterias quimioautótrofas *Nitrosomonas* sp. y *Nitrobacter* sp, respectivamente, las cuales actúan en el conocido Ciclo del Nitrógeno.

Nitritos

En sistemas de acuicultura los nitritos se consideran un compuesto intermediario del proceso de nitrificación, en el que el amonio es oxidado por bacterias *Nitrosomonas* sp.

Los nitritos se consideran altamente tóxicos ya que actúan a nivel de hemoglobina, convirtiéndola en metahemoglobina, la cual es incapaz de transportar el oxígeno a través de la sangre, ocasionando la muerte de los peces por hipoxia.

Nitratos

Los nitratos se consideran no tóxicos para los organismos acuáticos y es el producto final de la oxidación del amonio dada por la acción de las bacterias *Nitrobacter* sp. Sin embargo, hay que recordar que los nitratos son utilizados por las plantas (macroscópicas y microscópicas) como fuente de nutrientes, y que las plantas en el medio acuático son proveedoras de oxígeno por acción del proceso de fotosíntesis durante el día y por la noche son consumidoras del oxígeno disuelto.

Dureza

La dureza está relacionada con la alcalinidad pues mide la concentración de iones metálicos divalentes; ésta puede ser dividida en concentración general y se refiere a la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, sales de calcio y sales de magnesio presentes en el agua; y en concentración específica la cual nos indica la concentración de carbonatos.

La dureza es importante ya que tiende a afectar la toxicidad de ciertos metales pesados disueltos en el agua, además es de especial importancia para algunos organismos acuáticos, tales como los crustáceos los cuales requieren de la dureza para la generación de su exoesqueleto y con ello continuar su crecimiento, o bien, para algunas especies de peces como los cíclidos los cuales requieren de aguas duras.

En algunos países la dureza se expresa en mg/L, mientras que en otros se expresa en grados, lo cual no es una escala utilizada universalmente, por lo que se hace necesaria la transformación a una escala conocida como los son mg/L. Esta transformación se realiza mediante simples operaciones matemáticas las cuales se explicarán más adelante en este escrito.

Dióxido de Carbono

Este gas se da como resultado de la respiración de los peces, plantas y otros organismos, otros orígenes de este gas son por difusión de la atmósfera, descomposición de materia orgánica o bien por incorporación de aguas subterráneas, principalmente si el agua viene de pozos.

Los niveles elevados de CO₂ pueden provocar pH ácido, interferir en la captación de O₂ y nefrocalcinosis. Hay que recordar que los valores de CO₂ variarán dependiendo de la hora del día en que sean monitoreados.

Parámetros físicos

Temperatura

Los peces son organismos poiquiloterms lo cual significa que ellos no regulan la temperatura de su cuerpo, por lo que son totalmente dependientes de la temperatura presente en el agua. Si esta temperatura varía de manera brusca, ya sea que aumente o disminuya de los parámetros ideales por especie, los organismos sufrirán de estrés y en la mayoría de los casos morirán al no poder igualar rápidamente su temperatura con la del medio.

La estratificación de la columna de agua también influye en la temperatura pues influirá la presencia de fitoplancton o materia orgánica que permita el paso de rayos solares o del viento, lo cual puede modificar la temperatura de los estratos. La parte superficial es conocida como pelágica, la del fondo como bentónica y la intermedia entre ambas como abisal, esta última se considera como la que más fluctúa la temperatura.

Turbidez y transparencia

Ambos son importantes no sólo para medir la fotosíntesis sino también para medir la cantidad de partículas suspendidas tanto de origen orgánico e inorgánico. Para evaluarlas se utiliza el disco Secchi que es un instrumento cuantitativo simple.

La turbidez y la transparencia pueden afectar el consumo de alimento, ya que a mayor cantidad de materia orgánica e inorgánica en el agua, los peces serán incapaces de observar su alimento, por lo cual no comerán las cantidades necesarias para su óptimo crecimiento, encontrándose especies muy exigentes en cuanto a la transparencia del agua, como la trucha.

Cabe mencionar que existen otros parámetros a monitorear, sin embargo para este manual sólo se describen aquellos que serán monitoreados durante la práctica y que se consideran los más importantes y básicos para evaluar el sistema en el que se esté trabajando y que permitirán al alumno obtener los conocimientos básicos para poder determinar el estado de salud del sistema acuático.

3.1.2 Objetivo general

El alumno realizará mediciones físico-químicas del agua mediante el manejo de equipos e instrumentos básicos para monitorear la calidad del agua.

3.1.3 Objetivos específicos

1. El alumno conocerá los métodos para el muestreo y determinación de los parámetros físico químicos en el agua
2. El alumno analizará y evaluará los parámetros físico químicos del agua que fueron medidos con la finalidad de determinar si se encuentran dentro de los rangos óptimos
3. El alumno realizará el monitoreo de los parámetros físico químicos del agua

3.1.4 Actividades

1. Identificación de los sistemas de cultivo que se encuentran en la unidad de producción acuícola
2. Identificación del equipo para el monitoreo de las variables físico-químicas
3. Entrenamiento en el uso del equipo para el monitoreo de las variables fisicoquímicas del agua
4. Monitoreo de variables físico-químicas
5. Registro de datos obtenidos
6. Interpretación de los datos obtenidos con el profesor
7. Discusión de los resultados obtenidos
8. Sugerencias y recomendaciones

3.1.5 Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno desarrollará habilidades en el manejo del equipo que se utiliza para la determinación de las variables físico-químicas y la interpretación de los resultados que se obtienen de acuerdo al sistema de cultivo que trabaja la unidad de producción acuícola, y verificara que los datos obtenidos sean acordes a la especie que se cultive, en caso contrario será capaz de identificar si una variable esta fuera del rango tolerable para la especie con la cual se esté trabajando y por lo tanto identificará la posible causa del problema sugiriendo una alternativa para su solución.

3.1.6 Desarrollo de la práctica

Material general

- ❖ Medidor multiparamétrico digital
- ❖ Potenciómetro
- ❖ Disco Secchi
- ❖ Contenedores para residuos químicos peligrosos de 1 l de capacidad.

Material por alumno

- ❖ Kit colorimétrico

Procedimientos

Medición de oxígeno disuelto (OD), temperatura (T) y salinidad

Método de análisis: Medidor multiparamétrico con sonda de oxígeno disuelto luminiscente y sonda de conductividad.

1. Identifique en el medidor multiparamétrico la interfaz de usuario y navegación, como lo son:
 - 1.1 Botón de encendido y apagado
 - 1.2 Pantalla de medición
 - 1.3 Botón de medición (verde)
2. Conecte las sondas de oxígeno disuelto luminiscente y de conductividad al medidor multiparamétrico. Asegúrese que las tuercas de bloqueo del cable estén conectadas firmemente al medidor. Encienda el medidor
3. Enjuague la tapa de la sonda con agua desionizada. Séquelo con un trapo que no tenga pelusa
4. Coloque la sonda en la muestra y agite suavemente. No coloque la sonda en la parte inferior o a los lados del contenedor. Agite la sonda a una velocidad moderada o coloque la sonda en condiciones de flujo
5. Pulse **Medición**. En la pantalla aparecerá “estabilizando” y se mostrará una barra de progreso que indica el ritmo de estabilización de la sonda en la muestra. Cuando la lectura se estabilice, aparecerá el icono de candado.
6. Una vez finalizada las mediciones guarde las sondas y el medidor multiparamétrico en el kit de campo
7. Determine si el valor de concentración registrado se encuentra dentro de los rangos de tolerancia para la especie de interés

Evaluación de la concentración de oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto en el agua se ve afectada por factores como: altitud, concentración de sales, temperatura, y los procesos fisiológicos de plantas, bacterias y peces, sin embargo, la concentración de éste parámetro deberá mantenerse en los rangos de tolerancia para la especie de interés y en general se puede evaluar en base al sistema de producción y la dinámica del agua.

Sistema de Producción		
Semiintensivo	Intensivo	
	Aguas lenticas	Aguas loticas
3 – 5 mg/l	5 – 7 mg/l	10 – 12 mg/l

Medición de pH

Método de análisis: Método Colorimétrico

Los indicadores empleados: bromotimol azul, timol azul y metil rojo, hacen una reacción química en el agua, creando un valor distinto para cada nivel de pH.

1. Determine si el sistema acuícola contiene agua dulce o salada
2. Rotule la probeta o tubo de ensayo con las iniciales del parámetro para identificarlo
3. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensayo con agua del contenedor que pretende analizar. Utilice únicamente la jeringa o la pipeta para colectar el agua del contenedor y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
4. Obtenga una muestra de 5 ml de agua a 30 cm de las paredes del contenedor y colóquela en la probeta o tubo de ensayo previamente enjuagado
5. Añada **4 gotas** del reactivo a la probeta o tubo de ensayo, coloque la tapa y agite bien la muestra para mezclarla. Utilice siempre la tapa y evite el contacto con la muestra mezclada
6. Identifique inmediatamente con la tabla colorimétrica correspondiente el color que más se asemeje al color de la prueba y registre el resultado. Determine el valor de concentración colocando la probeta o tubo de ensayo contra la tarjeta lectora y léala con una fuente de luz detrás de usted. Deseche la muestra mezclada en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
7. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensayo con agua del contenedor analizado y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente.
8. Coloque el material de medición en su empaque
9. Determine si el valor de concentración registrado se encuentra dentro de los rangos de tolerancia para la especie de interés

Evaluación de pH

En acuicultura, el pH ejerce un efecto sobre el metabolismo de peces, crustáceos y moluscos y potencializa la toxicidad del amonio no ionizado (NH_3) en pH alcalino y del ácido sulfhídrico (H_2S) en pH ácido.

Se han reportado los rangos de tolerancia y letales para la producción de organismos acuáticos.

	Agua dulce	Agua marina
Valor óptimo	7.4	8.4
	Acidez	Alcalinidad
Rango de tolerancia	6.5	9.0
Valor letal	4	11

Medición de amoniaco

Método de análisis: Método de Nessler modificado

La intensidad de color de la reacción química producida en la muestra determina la concentración de gas de amoniaco (NH_3) y amonio (NH_4^+).

1. Determine si el sistema acuícola contiene agua dulce o salada
2. Rotule la probeta o tubo de ensayo con las iniciales del parámetro para identificarlo
3. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensayo con agua del contenedor que pretende analizar. Utilice únicamente la jeringa o la pipeta para colectar el agua del contenedor y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
4. Obtenga una muestra de 5 ml de agua a 30 cm de las paredes del contenedor y colóquela en la probeta o tubo de ensayo previamente enjuagado
5. Añada **6 gotas** del reactivo a la probeta o tubo de ensayo, coloque la tapa y agite bien la muestra para mezclarla. Utilice siempre la tapa y evite el contacto con la muestra mezclada
6. Identifique inmediatamente con la tabla colorimétrica correspondiente el color que más se asemeje al color de la prueba y registre el resultado. Determine el valor de concentración colocando la probeta o tubo de ensayo contra la tarjeta lectora y léala con una fuente de luz detrás de usted. Deseche la muestra mezclada en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
7. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensayo con agua del contenedor analizado y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente.
8. Coloque el material de medición en su empaque
9. Determine si el valor de concentración registrado se encuentra dentro de los rangos de tolerancia para la especie de interés

Evaluación de amoniaco

Los niveles óptimos de amoniaco deben estar en 0 mg/L y lo máximo tolerable para los organismos acuáticos son 0.25 mg/L, niveles más elevados son totalmente tóxicos para los organismos.

Medición de nitritos (NO_2)

Método de análisis: Método de disociación modificado

Los nitritos contenidos en la muestra de agua reaccionan con el ácido 4-aminobencensulfónico para crear una variedad de matices rojos. La intensidad es proporcional a la cantidad de nitritos presentes.

1. Determine si el sistema acuícola contiene agua dulce o salada
2. Rotule la probeta o tubo de ensayo con las iniciales del parámetro para identificarlo

3. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensaye con agua del contenedor que pretende analizar. Utilice únicamente la jeringa o la pipeta para coleccionar el agua del contenedor y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
4. Obtenga una muestra de 5 ml de agua a 30 cm de las paredes del contenedor y colóquela en la probeta o tubo de ensaye previamente enjuagado
5. Añada **5 gotas del reactivo #1** y **5 gotas del reactivo #2** a la probeta o tubo de ensayo, coloque la tapa y agite bien la muestra para mezclarla. Utilice siempre la tapa y evite el contacto con la muestra mezclada
6. Espere **2 minutos** para que se desarrolle el color e identifique en la tabla colorimétrica correspondiente el color que más se asemeje al color de la prueba y registre el resultado. Determine el valor de concentración colocando la probeta o tubo de ensaye contra la tarjeta lectora y léala con una fuente de luz detrás de usted. Deseche la muestra mezclada en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
7. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensaye con agua del contenedor analizado y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente.
8. Coloque el material de medición en su empaque
9. Determine si el valor de concentración registrado se encuentra dentro de los rangos de tolerancia para la especie de interés

Evaluación de NO₂

Los valores ideales de NO₂ deben de ser ≤ 0.3 mg/L y los máximos tolerables son de 0.8 mg/L

Medición de nitratos (NO₃)

Método de análisis: Método de reducción de Nitrato

Los nitratos se transforman con un agente reductor para producir una coloración proporcional a la cantidad presente.

1. Determine si el sistema acuícola contiene agua dulce o salada
2. Rotule la probeta o tubo de ensayo con las iniciales del parámetro para identificarlo
3. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensaye con agua del contenedor que pretende analizar. Utilice únicamente la jeringa o la pipeta para coleccionar el agua del contenedor y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
4. Obtenga una muestra de 5 ml de agua a 30 cm de las paredes del contenedor y colóquela en la probeta o tubo de ensaye previamente enjuagado
5. Añada **5 gotas del reactivo #1** y **5 gotas del reactivo #2** a la probeta o tubo de ensayo, coloque la tapa y agite bien la muestra para mezclarla. Utilice siempre la tapa y evite el contacto con la muestra mezclada
6. **Agite vigorosamente el reactivo #3 durante 30 s**, y añada, **a 45°, 3 gotas** a la probeta o tubo de ensayo, coloque la tapa y agite bien la muestra para mezclarla.

7. Espere **5 minutos** para que se desarrolle el color, **vuelva a agitar** la muestra mezclada e identifique en la tabla colorimétrica correspondiente el color que más se asemeje al color de la prueba y registre el resultado. Determine el valor de concentración colocando la probeta o tubo de ensaye contra la tarjeta lectora y léala con una fuente de luz detrás de usted. Deseche la muestra mezclada en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
8. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensaye con agua del contenedor analizado y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente.
9. Coloque el material de medición en su empaque
10. Determine si el valor de concentración registrado se encuentra dentro de los rangos de tolerancia para la especie de interés

Evaluación de NO₃

El nitrato es el producto final de la filtración biológica, resultado de la descomposición del nitrito. Favorece el crecimiento desorbitado de algas y las altas concentraciones pueden ser letales para los organismos acuáticos

	Agua dulce	Agua marina
Valor óptimo	<20 mg/l	<10 mg/l
Valor tolerable	50 mg/l	20 mg/l
Valor tóxico	>50 mg/l	<50 mg/l
Valor letal	100 mg/l	50 mg/l

Medición de dureza general (GH)

Método de análisis: Método EDTA titrimétrico modificado

El reactivo reacciona con el calcio y el magnesio en la muestra de agua. El indicador empleado cambia de color cuando el calcio y el magnesio forman un complejo.

1. Determine si el sistema acuícola contiene agua dulce o salada
2. Rotule la probeta o tubo de ensayo con las iniciales del parámetro para identificarlo
3. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensaye con agua del contenedor que pretende analizar. Utilice únicamente la jeringa o la pipeta para colectar el agua del contenedor y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
4. Obtenga una muestra de 5 ml de agua a 30 cm de las paredes del contenedor y colóquela en la probeta o tubo de ensaye previamente enjuagado
5. Añada una gota del reactivo a la probeta o tubo de ensayo, coloque la tapa y agite bien la muestra para mezclarla. Debería resultar un color rosa. Utilice siempre la tapa y evite el contacto con la muestra mezclada. Si el color de la mezcla cambia a azul después de agregar la gota, la medida de la dureza general está por debajo de 20 mg/l
6. Siga añadiendo **una gota cada vez y agite la muestra después de cada una de ellas**. Utilice siempre la tapa y evite el contacto con la muestra mezclada. Cuente las gotas y deje de agregar gotas cuando el color cambie de rosa a azul. Determine el color colocando la probeta o tubo de ensaye contra la tarjeta lectora y léala con

una fuente de luz detrás de usted. Registre el valor y deseche la muestra mezclada en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente

7. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensayo con agua del contenedor analizado y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente.
8. Coloque el material de medición en su empaque
9. Multiplique el número de gotas por 20 para determinar la dureza general en mg/l
10. Determine si el valor de concentración registrado se encuentra dentro de los rangos de tolerancia para la especie de interés

Evaluación de GH

La concentración de sales afecta los sistemas de regulación osmótica de los organismos acuáticos.

Clasificación de la dureza del agua en base a la concentración

Clasificación:	Valor de concentración
Agua químicamente pura	0 mg/l
Agua blanda	1 - 75 mg/l
Agua ligeramente dura	76 – 150 mg/l
Agua moderadamente dura	151 a 300 mg/l
Agua extremadamente dura	> 300 mg/l

Rangos de tolerancia

Agua dulce 0 a 150 mg/L	Agua marina 150 a 300 mg/L
-----------------------------------	--------------------------------------

Medición de dureza específica (KH)

Método de análisis: Método titrimétrico modificado

El reactivo ácido cambia de color cuando se neutraliza la alcalinidad.

1. Determine si el sistema acuícola contiene agua dulce o salada
2. Rotule la probeta o tubo de ensayo con las iniciales del parámetro para identificarlo
3. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensayo con agua del contenedor que pretende analizar. Utilice únicamente la jeringa o la pipeta para coleccionar el agua del contenedor y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente
4. Obtenga una muestra de 5 ml de agua a 30 cm de las paredes del contenedor y colóquela en la probeta o tubo de ensayo previamente enjuagado
5. Añada una gota del reactivo a la probeta o tubo de ensayo, coloque la tapa y agite bien la muestra para mezclarla. Debería resultar un color azul. Utilice siempre la tapa y evite el contacto con la muestra mezclada. Si el color de la mezcla cambia a amarillo después de agregar la gota, la medida de la dureza específica está por debajo de 10 mg/l
6. Siga añadiendo **una gota cada vez y agite la muestra después de cada una de ellas**. Utilice siempre la tapa y evite el contacto con la muestra mezclada. Cuente

las gotas y deje de agregar gotas cuando el color cambie de rosa a azul. Determine el color colocando la probeta o tubo de ensaye contra la tarjeta lectora y léala con una fuente de luz detrás de usted. Registre el valor y deseche la muestra mezclada en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente

7. Lave ligeramente la probeta o tubo de ensaye con agua del contenedor analizado y deseche el enjuague en el bote de residuos químicos peligrosos correspondiente.
8. Coloque el material de medición en su empaque
9. Multiplique el número de gotas por 20 para determinar la dureza general en mg/l
10. Determine si el valor de concentración registrado se encuentra dentro de los rangos de tolerancia para la especie de interés

Evaluación de KH

La dureza específica, también llamada dureza carbonatada, dureza temporal o alcalinidad permite conocer la capacidad buffer del agua del contenedor para neutralizar los ácidos. Si la dureza específica es menor que la dureza general se presenta el síndrome del estanque viejo.

Clasificación de la dureza del agua en base a la concentración

Clasificación:	Valor de concentración
Agua químicamente pura	0 mg/l
Agua blanda	1 - 75 mg/l
Agua ligeramente dura	76 – 150 mg/l
Agua moderadamente dura	151 a 300 mg/l
Agua extremadamente dura	> 300 mg/l

Rangos de tolerancia

Agua dulce 0 a 150 mg/L	Agua marina 150 a 300 mg/L
-----------------------------------	--------------------------------------

Medición de Dióxido de Carbono (CO₂)

Método de Análisis: Correlación entre pH y KH a 25°C

1. Determine los valores de concentración de pH y KH
2. Utilice la tabla de cálculo de dióxido de carbono
3. Encuentre el valor de concentración determinado de pH en el eje horizontal de la tabla
4. Encuentre el valor de concentración determinado de KH en el eje vertical de la tabla
5. Correlacione los valores de concentración previamente determinados de pH y KH para establecer el contenido de CO₂ presente en el agua analizada y registre el valor.
6. Determine si el valor de concentración registrado se encuentra dentro de los rangos de tolerancia para la especie de interés

Evaluación del CO₂

Los valores recomendados para CO₂ en el día deben encontrarse por debajo de 5 mg/l, y durante la noche ente 5 y 13 mg/l

Medición de la turbidez y la transparencia

Método de Análisis: Disco Secchi

1. Sumerja el disco Secchi hasta que el plato dividido en cuadrantes ya no sea visible
2. Contabilice el número de cm que fueron sumergidos y registre el valor
3. Sumerja el disco Secchi hasta el fondo del estanque que este evaluando
4. Emerja lentamente el disco Secchi hasta que logre ver el plato dividido en cuadrantes
5. Contabilice el número de cm que están sumergidos y registre el valor
6. Sume los valores y divídalos entre 2
7. Determine si el valor de concentración registrado se encuentra dentro de los rangos de tolerancia para la especie de interés

Evaluación de la turbidez y la transparencia

Especie	Cm
Bagre	35 a 45
Carpa	38 a 42
Tilapia	35 a 45
Trucha	45 a 80

HOJA DE REGISTRO DE PARÁMETROS

PARÁMETRO MEDIDO	RESULTADO OBTENIDO

3.1.7 Forma en que será evaluada la actividad

1. Asistencia y Puntualidad
2. Material individual completo
3. Participación y desempeño en la práctica
4. Integración del conocimiento teórico durante el desarrollo de la práctica
5. Reporte practico



Figura 3.1.1 Medición de oxígeno disuelto
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.1.2 Toma de muestra de agua
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.1.3 Adición de reactivo a la muestra de agua
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.1.4 Mezcla de reactivo con la muestra de agua
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.1.5 Lectura de la prueba colorimétrica
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.1.6 Eliminación de la mezcla en contenedores para residuos químicos
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila

3.2 Morfofisiología de organismos acuáticos (peces teleósteos, crustáceos decápodos y moluscos bivalvos)

3.2.1 Introducción

Anatomía de peces

En la medicina de los peces, como en cualquier otra especialidad clínica, un conocimiento básico de anatomía es importante. Desafortunadamente, la diversidad estructural de los peces, crustáceos y moluscos y la falta de información básica de anatomía de las especies relativamente comunes, hace difícil la obtención de este conocimiento. Este apartado se enfoca en los aspectos clínicos importantes de la anatomía de los peces y está pensado para servir como una referencia para la clínica sobre órganos específicos en la variedad de los peces. También se presentan algunos aspectos clínicos importantes de la anatomía vascular y de los órganos. No cabe duda que una imagen dice más que mil palabras, así que la anatomía topográfica de las especies de peces con las divergentes formas de cuerpo está ilustrada. La información presentada en este apartado por ningún medio representa los límites de diversidad encontradas en los peces, pero dentro de los confines de un apartado debe haber un camino para preparar al médico y reservar las sorpresas.

Forma del cuerpo

Casi todos los conceptos de un pez típico, es que es conocido como un pez fusiforme. Estos peces incluyen a la mayoría de las especies importantes para la pesca deportiva y comercial, como la trucha, el salmón, y la lobina. La razón para cubrir este tipo de peces con tan poco detalle es que la mayoría de los peces vistos dentro de la práctica clínica caen dentro de esta categoría. También es el tipo de pez que más conocemos sobre él. En particular, la trucha arcoiris es quizás la especie de pez extensivamente estudiada. Por supuesto, realmente no solo es el “típico” pez fusiforme, cada especie tiene ciertas adaptaciones que le permiten tener éxito en su nicho ambiental particular. Mientras se exploraba la anatomía de la trucha, se notaron algunas variaciones comunes en otros peces fusiformes. Además existen otras formas de cuerpo de los peces como son: comprimido, aplanado, anguiliforme, filiforme, taeniforme, sagitifforme y globiforme, dentro de las principales.

Anatomía externa de un pez teleósteo fusiforme

Los anatomistas, en una descripción general de la anatomía de un pez dividen el cuerpo en tres regiones: la cabeza, el tronco y la cola. La cabeza se extiende hasta el margen caudal de lo que cubre las branquias u opérculo. El tronco continúa desde la cabeza al punto más caudal de la cavidad peritoneal, el cual en muchos peces fusiformes está indicado externamente por las aberturas urogenital y anal. La cola comienza en este punto y se extiende caudalmente. El término fusiforme se refiere a la forma global en donde la cabeza es más pequeña que el tronco, con una disminución gradual de tamaño desde la boca hasta el punto detrás de las aletas pélvicas o ventrales que usualmente son el punto más bajo de los peces. Desde éste punto el cuerpo disminuye gradualmente otra vez hasta el final de pedúnculo caudal.

Escamas

La mayor diferencia entre la trucha arcoiris y la mayoría de los otros peces fusiformes es el ejemplo relativo de escama suave de la trucha. Las escamas son placas translúcidas de origen dérmico que protege la epidermis, formando una barrera de protección ambiental para el pez. La trucha tiene escamas cicloideas de forma ovalada con bordes lisos que son consideradas más primitivas que las escamas rígidas ctenoideas encontradas en muchos peces fusiformes.

Los tipos de escamas tienen alguna importancia clínica, dictando los procedimientos de manejo y tratamiento. Los peces de escama suave como la trucha, particularmente los peces con menos escamas como los peces gato, pueden ser mucho más sensibles a las drogas y las toxinas presentes en el agua. Esto afecta algunos protocolos de tratamiento. Los peces con escamas muy finas como los arenques, lucios y atunes son fácilmente lastimados, incluso en simples procedimientos, como la captura y el traslado. Éstos peces a menudo requieren anestesia para examinarlos y simples procedimientos, incluyendo las inyecciones. Por el otro extremo, los peces de escamas grandes como los esturiones, zorros blancos, y sábalos pueden ser muy difíciles para inyectar con dispositivos de inyección obsoletos como las jeringas con émbolo, y las grandes escamas pueden complicar las intervenciones quirúrgicas.

Aletas

Las aletas de los peces a menudo son usadas como límites clínicos o para localizar lesiones por lo que pueden ser monitoreadas todo el tiempo. Es útil el conocimiento básico de la nomenclatura de las aletas y como es que varían en los diferentes tipos de peces. La trucha justamente tiene un número completo de aletas. El par de aletas pectorales localizadas en la parte alta de los costados del tronco justo detrás de los opérculos. El cinturón músculo esquelético para estas aletas está ligado al cráneo. El otro juego pareado de aletas en la trucha son las aletas pélvicas, las cuales están tan consolidadamente juntas sobre la superficie ventral, craneal a las aberturas urogenital y anal. La trucha también tiene cuatro aletas impares encontradas en la mayoría de los teleósteos fusiformes. La aleta craneal o primera dorsal que comienza a extenderse caudalmente sobre la superficie dorsal de la trucha en comparación con otros peces fusiformes como las percas, los arenques, los cola de espada y los guppys. La aleta dorsal caudal o segunda dorsal en la trucha está localizada detrás de la primera dorsal y es algunas veces conocida como la aleta "adiposa". La aleta anal se encuentra justo detrás de las aberturas genital y anal de los peces sobre la superficie ventral. La aleta caudal es la aleta terminal y comúnmente es referida como la "cola".

Anatomía interna de un pez teleósteo fusiforme

Sistema Músculo - Esquelético

Para un clínico, la anatomía músculo-esquelética de los peces es quizás la más accesible fácilmente a través de una radiografía. Los peces teleósteos tienen un esqueleto axial y apendicular de hueso verdadero con los mismos componentes básicos del esqueleto de los mamíferos. Aunque los ejemplos de esqueletos varían considerablemente, la

evaluación clínica de un caso usualmente puede constar de la conservación de la simetría y su fin fisiológico.

Uno de los aspectos clínicos más importantes del sistema muscular está demostrado en la trucha, pero está aún más relacionado con muchos peces marinos pelágicos. Este es la diferencia entre los músculos oscuros y claros. Los oscuros o rojos, son músculos que en la trucha y en más de otro pez fusiforme se encuentran localizados justo bajo la piel. En la trucha es una media banda muscular, pero en los atunes y otros peces, esta puede ser mucho más extensa. Los músculos oscuros de los peces se piensa que están relacionados con la actividad de nado sostenido. Estos tienen un alto contenido de lípidos y es histológicamente distinto al músculo blanco. La importancia clínica de la localización de un músculo oscuro en los peces está en la distinta diferencia en las drogas cinéticas cuando las inyecciones se hacen dentro de un músculo oscuro. Los anestésicos, por ejemplo, tienden a distribuirse de manera diferente cuando las inyecciones se realizan dentro de un músculo oscuro comparado con la inyección dentro de un músculo blanco. Este aspecto anatómico y farmacológico garantiza considerablemente el estudio con otras drogas, pero debe mantenerse en mente cuando un clínico selecciona el sitio de inyección y los ángulos a lo largo del pez.

Sistema cardiovascular

El sistema circulatorio de los peces es relativamente simple. La sangre pobre en oxígeno circula cranealmente del corazón a las branquias, donde es oxigenada por un sistema contracorriente en la lamela branquial. Entonces, se continúa a través de la arteria dorsal proporcionándola a los órganos y tejidos, retorna al corazón por el sistema venoso. El corazón de cualquier teleosteo, incluyendo la trucha, es considerado un corazón de dos cámaras, aunque con cuatro distintas regiones fácilmente distinguibles. La delgada pared del seno venoso recibe sangre venosa de las venas hepáticas y de las venas cardiales comunes y se vacían dentro del atrio que es algo más grueso a través del par de valvas sinoatriales. El atrio, usualmente considerado como la primera cámara del corazón del pez, traslada sangre al músculo ventricular a través de la valva no muscular atrioventricular. El cuarto componente del corazón de la trucha es el bulbo arterioso el cual no contiene músculo cardiaco pero consiste enteramente de tejido conectivo elástico y músculo liso: el bulbo arterioso recibe sangre del ventrículo a través de la valva semilunar ventriculobulbar, vía retroceso elástico, empuja la sangre a través de la aorta ventral hacia las branquias. En los peces pulmonados y los coelacantidos, el atrio y el ventrículo están parcialmente divididos en dos cámaras simétricas y se parecen mucho a los corazones de los anfibios.

La fisiología resultante del modelo vascular de la cola y la región de los flancos es importante clínicamente. El sistema porta-renal puede tener efectos mayores en la farmacocinética de las drogas administradas intramuscularmente o en varios sitios intravenosos. Los anatomistas han identificado ocho modelos anatómicos del flujo de sangre en la región caudal de varios peces. Estos pueden ser clasificados clínicamente en cuatro grupos fisiológicos significantes.

Muchos peces tienen un sistema de retorno venoso, en el cual gran parte del retorno sanguíneo desde la cola y lados del cuerpo pasa a través del riñón antes de ir al corazón. Las venas caudales se dividen en venas portas renales izquierdas y derechas que pasan a

lo largo de la superficie dorsal de cada lado respectivo del riñón, mandando ramas dentro del parénquima renal. Las venas segmentadas desde los flancos también se vacían dentro de las venas porta renales y consecuentemente dentro del riñón. La sangre es acarreada desde el riñón hasta las venas cardiales caudales. Este completo sistema porta renal ocurre en lucios, todos los tiburones, rayas, peces pulmonados, pez blanco, mustelas, barbos tigre, cotos espinosos, puerco espín, peces globo, múgiles, rubias, anguilas picuda, peces piedra, percas, peces rojo, cobardes, cabrillas, caballas y lenguados.

Otros peces, particularmente los ciprínidos y los anguiliformes, tienen un sistema en el cual solamente una parte de la sangre pasa a través del sistema porta renal y otra porción pasa directamente al sistema porta hepático. En los ciprínidos, ocurre a través de una comunicación entre la vena caudal y la vena intestinal caudal. En las anguilas ocurre un arco venoso especial, entre la vena porta-renal y la vasculatura intestinal. Con este sistema, parte de la sangre de la cola va al sistema porta renal, y alguna otra va al sistema porta- hepático.

El segundo modelo venoso caudal más común en los peces se encuentra en la tenca, como en bacalao, granaderos, anguila malencarada, dactilares, timoneros, y algunos miembros de la familia de los ciprínidos. En éste sistema, parte de la sangre de la vena caudal es tomada directamente por el corazón, desviándola completamente de todos los sistemas portas. En la tenca, solamente la sangre de la porción ventral de la cola va al riñón. En otros peces, las ramas de la vena caudal dentro de la vena porta renal izquierda va al riñón del lado izquierdo y las ramas derechas van directamente al corazón.

El cuarto ejemplo de retorno venoso caudal, es en donde toda la sangre de la vena caudal es llevada directamente al corazón, y los riñones son suministrados únicamente de las venas segmentadas encontradas en los flancos musculares. Este ejemplo es encontrado en los salmónidos, percas, atunes, lumpo jibado, lumpo chupador. En estos peces no hay sangre que venga de la cola y que sea filtrada a través del sistema porta antes de circular por el corazón.

Los peces tienen un sistema linfático bien desarrollado, consiste en vasos linfáticos que comienzan como conductos ciegos cerca de la submucosa del tracto gastrointestinal, el vaso, hígado, y otros órganos parenquimatosos. Los vasos se juntan para formar largos conductos paralelos al sistema venoso y eventualmente son vaciados dentro de éste. Los peces no tienen nódulos linfáticos; sin embargo, el tejido linfoide se encuentra en varios lugares. Ese es probablemente el tejido linfoide mejor terminado, ya que es multipotencial. En las lampreas y tiburones, así como muchos otros peces, este tejido se encuentra en el riñón caudal. En los peces óseos, éste puede ser localizado en el mesenterio.

Sistema respiratorio

La faringe de la trucha y de muchos teleósteos puede ser dividida en tres cavidades, la cavidad bucal y dos cavidades operculares. Las entradas de las cavidades operculares desde la cavidad bucal están protegidas por las válvulas mandibular y maxilar. La presencia o ausencia de estas válvulas es clínicamente importante cuando es deseado ventilar un pez artificialmente. Muchos peces teleósteos tienen que mover la boca en orden para abrir las valvas y permitir la entrada de agua sobre las branquias.

La trucha tiene cuatro arcos branquiales con holobranquias y una con hemibranquias, llamada pseudobranquia. Estos arcos están sostenidos por varas cartilaginosas prolongadas desde el piso hasta el techo de las cavidades operculares de la faringe. El aspecto craneal de los arcos branquiales es modificado por las espinas branquiales, las cuales ayudan a evitar que el alimento y sus restos alcancen los componentes respiratorios de las branquias. La estructura de las espinas branquiales es bastante diferente entre las especies y ha sido empleada como herramienta taxonómica. Las espinas branquiales parecen equiparar los hábitos alimenticios de las especies.

La disposición y la forma de las branquias sobre el aspecto posterior de los arcos branquiales también se han utilizado como rasgos taxonómicos incluso para el nivel de diferenciación individual de las especies de trucha. Cada arco branquial tiene dos líneas de filamentos branquiales. Cada línea es llamada hemibranquia, y dos hemibranquias forman una holobranquia. Cada hemibranquia consiste en una línea de filamentos branquiales que se levantan como dientes sobre un peine. El músculo abductor y aductor permiten al pez extender y conjuntar las hemibranquias sobre un arco branquial individual.

Los filamentos branquiales, a menudo se les refieren como lamelas primarias, o como lamela en la vieja literatura, está formada sobre el borde caudal de los arcos branquiales. Cada filamento branquial tiene una lamela secundaria que corren perpendicularmente a los ejes de la lamela primaria. En algunos peces, hay solamente una hilera de lamelas secundarias en cada lado del filamento, mientras que en otros hay dos hileras por cada lado. Nuevas lamelas secundarias se están formando en la punta de los filamentos branquiales en los peces osificados, y las más viejas lamelas secundarias están, por lo tanto, localizados en la base de los filamentos branquiales.

Las branquias están irrigadas por un sistema de dos arterias, con una arteria se provee de oxígeno a la sangre por las branquias, y la otra irriga los arcos branquiales y las lamelas.

Muchos peces teleósteos, incluyendo la trucha, tienen una pseudobranquia. La pseudobranquia surge embriológicamente desde la hemibranquia caudal del arco branquial mandibular, esta irrigada con sangre oxigenada, y, por lo tanto no tiene una función respiratoria; por eso, el nombre de pseudobranquia. La pseudobranquia libre es esencial para identificar las branquias normales. Son verdaderas hemibranquias que pueden ser más cortas que una hemibranquia normal. Esta característica es encontrada en blenias, arenques y lenguados. La protección de la pseudobranquia tiene algún tejido conectivo en demasía. Este tipo de pseudobranquia es encontrada en especies individuales de un número de órdenes de peces. Las pseudobranquias incrustadas están cubiertas por una membrana mucosa de la cavidad opercular y están separadas de la cavidad por pliegues de tejido. Estos pueden ser localizados en los tejidos en la base del cráneo que sobre el opérculo. La pseudobranquias protegidas han sido graduadas dentro de cuatro tipos basadas en su grado de aislamiento de agua, pero la utilidad clínica de esta clasificación no es clara.

La pseudobranquia es distinta del laberinto carótido de algunos peces de respiración aérea. En la trucha, la pseudobranquia está localizada por debajo de cada opérculo. En las líneas bajas, por otra parte, esta fija al arco hioideo y se parece a una branquia. La pseudobranquia está colocada en la raíz de la cavidad opercular en las carpas.

La función de la pseudobranquia es desconocida. La sangre eferente de los órganos pasa al cerebro y los ojos, y una existe una conexión vascular directa al corion del ojo en los

salmónidos. Una variedad de funciones han sido propuestas basadas en la estructura histológica del órgano, incluyendo funciones primarias de osmoregulación. Las conexiones a la red vascular de la vejiga natatoria en algunas especies también conducen a la postulación de que puede ser implicada como un relleno de la vejiga natatoria.

Sistema Digestivo

La trucha arcoíris es un pez carnívoro, y por lo tanto, tiene relativamente un tracto digestivo simple y corto. Presenta dientes pero no son particularmente prominentes. Como en muchos peces, **la boca** está desprovista de distintas glándulas salivales consolidadas, aunque un moco considerable es producido por las glándulas bucales, el corto **esófago** entra a la forma J del **estómago** que tiene ambas regiones cardiaca y pilórica que puede ser distinguida en la superficie mucosa pero no en la superficie serosa. Los **intestinos** han sido asignados a una variedad de nombre por los investigadores, pero se hará lo posible por adoptar los términos de intestino delgado e intestino grueso. Términos alternativos pueden ser encontrados en la literatura incluyendo intestino y recto, intestino ascendente y descendente, e intestino anterior y posterior.

No es un problema real el identificar las estructuras como vísceras, pero algunos peces, como el goldfish y la carpa, no tienen definido el estómago. Esto ocurre en especies de diferentes órdenes. Si los peces no tienen estómago, esto es ambas rectas, como son encontrados en los lucios, o las formas U o J, como en los tiburones y en muchos peces con estómagos, o si tienen un divertículo gástrico que sin bolsas la forma U del estómago, como en los peces ángel de agua dulce.

La distinción entre estómago e intestino corto puede ser completamente carente, o el píloro puede ser marcado dramáticamente por numerosos divertículos pilóricos. Puede o no haber una diferencia entre el intestino corto y el intestino delgado. La víscera entera puede ser más que un tubo recto o un bucle en varios espirales. Las variaciones son muchas pero al final de todas ellas está el ano.

En la trucha, cuando el intestino corto se origina del píloro, surgen los divertículos pilóricos. Estos sacos ciegos están entre de tejido adiposo cerca al páncreas difuso de la trucha, el cual puede ser identificado histológicamente. Algunos **páncreas** que no son discretos puede ser encontrados en la exanimación sistémica, y los ductos múltiples pequeños del tejido pancreático que se vacían dentro del intestino corto es difícil, sino imposible, de apreciar a simple vista. En otros peces, el páncreas también está difusamente distribuido, usualmente a lo largo de la vena porta que emerge de la serosa del intestino. El tejido exocrino está más difusamente distribuido que el tejido endocrino, el cual comúnmente puede ser localizado cerca del hígado o embebido de tejido hepático. Los islotes no son numerosos. El páncreas está presente como un órgano discreto en tiburones, peces pulmonados y algunos peces gato.

El **hígado** de la trucha no está dividido en lóbulos. Esta localizado en la cavidad celómica craneal justo detrás del septo transversal que separa las cavidades peritoneal y pericárdica. Se localiza predominantemente sobre el lado derecho del abdomen y esta irrigado por el sistema porta hepático. El hígado está relacionado con la prominente vesícula biliar vía ducto hepático. La **vesícula biliar** desemboca en el píloro parte final del estómago a través del ducto biliar.

Los hígados de varios peces pueden estar bastante pigmentados. Esto es debido a presencia de los llamados centros melanomacrófagos, los cuales son algunas veces considerados indicadores de la respuesta inflamatoria. El otro extremo pueden ser claros, casi un hígado de blanca apariencia, particularmente en animales en cautiverio o encierro que son alimentados con alimentos balanceados. Esta condición puede ser observada en peces silvestres, pero es prevalente de los peces en cautiverio.

La **vejiga natatoria** (vejiga gaseosa, vejiga de aire, tracto neumático) es en realidad derivada del sistema digestivo. En algunos peces (fisóstomos), incluyendo la trucha, la vejiga natatoria mantiene una activa comunicación con el esófago a través del ducto neumático. A finales del desarrollo embrionario y en el desarrollo temprano post-embrionario, la vejiga natatoria forma como un divertículo del esófago. Las truchas jóvenes pueden tragar aire de la superficie y es llenar esta bolsa. El alimento puede entrar accidentalmente en la vejiga natatoria en truchas muy jóvenes, donde no será digerido, pero será la causa futura de la infección de la vejiga natatoria.

La vejiga natatoria es un órgano retroperitoneal. Este tipo de desarrollo varía en las diferentes especies de peces, resultando en una variedad de formas adultas finales. La forma más simple de vejiga natatoria por sí sola se encuentra en los esturiones y los salmónidos, incluyendo la trucha. En estos peces, la vejiga natatoria es ancha, un ducto corto con sólo una cámara. En el grupo de las carpas, la vejiga natatoria está dividida en compartimentos craneal y caudal con istmos vinculados. En el bacalao, la vejiga natatoria está dividida en tres cámaras.

En la trucha, la abertura al esófago es eventualmente cerrada por un esfínter muscular que controla el ducto neumático, permitiendo la salida o la dispersión rápida de gas. El ducto neumático en salmónidos y pez gato surge del lado derecho del esófago. En la carpa el ducto se desarrolla del lado izquierdo del esófago. En contraste los “pulmones” de los peces pulmonados y polipterusos se originan del lado ventral del intestino anterior.

Otros peces que no mantienen una comunicación entre el sistema digestivo y la vejiga natatoria (fisoclistos) desarrollaron una *retia mirabilia* asociada con la vejiga natatoria. Este complejo sistema capilar en contracorriente se encuentra comúnmente en la pared craneal de la vejiga y puede ser encontrada en la pared craneal de cada cámara de especies con multicámaras. La red está pensada para realzar la disposición de oxígeno y, para disminuir hasta cierto punto, otros gases en el epitelio de la vejiga natatoria se concentren en la vejiga por sí sola. La rete mirabilia de la vejiga natatoria puede ser asociada estructuralmente con una similar en el cuerpo del coroides del ojo. En suma, la rete mirabile, en muchos, pero no todos, los peces con una red capilar craneal prominente también tienen una red capilar anterodorsal llamada oval. La oval es derivada de la pre-vesícula del ducto neumático embrionario y se piensa que tiene una función de remover los gases de la vejiga natatoria. Algunos peces, incluyendo las carpas, y muchas anguilas, tienen ambos un ducto neumático y la rete mirabile asociada con su vejiga natatoria.

En algunos peces, como los mariposa de agua dulce, la vejiga natatoria es altamente complicada y penetra en el centro y ambos procesos transversos de muchas vertebras, creando vertebras neumáticas. Los mariposas de agua dulce flotan en la superficie y tragan aire constantemente y la vejiga natatoria puede participar en la respiración.

La vejiga natatoria se ha perdido por completo en muchos peces marinos pelágicos y bentónicos. El órgano puede ser localizado embriológicamente en caballas, atunes y

lenguados, pero los lenguados perdieron su vejiga natatoria cuando comenzaron a vivir en el fondo, y las caballas adultas y atunes no tienen vejiga natatoria. Por otro lado, sobre la mitad de los peces bentónicos tienen una muy larga vejiga natatoria. Algunas de estas especies marinas bentónicas tienen su vejiga natatoria llena de lípidos en lugar de gas. La función real de la vejiga natatoria queda un tanto especulativa. Ciertamente se ve implicado en el mantenimiento del equilibrio hidrostático. En algunos peces, puede ser implicada en la respiración, producción de sonidos, y posiblemente en la percepción de fluctuaciones de presión, incluyendo los sonidos de las olas.

Órganos hematopoyéticos

Los peces no tienen médula ósea que sirva como órgano hematopoyético. Su producción de eritrocitos está dada por los mismos tejidos que producen la respuesta linfóide, el tejido linfóide está localizado difusamente en el mesenterio. El principal sitio de hematopoyesis en la trucha es el riñón craneal. La anatomía del riñón se discutirá más tarde dentro del sistema urogenital. El vaso de la trucha es un órgano accesorio hematopoyético.

Gran parte del tejido linfóide de los peces se encuentra en el vaso. El **vaso** de la trucha está adyacente a la curvatura mayor del estómago. En otros peces, a menudo se le encuentra cerca de la curvatura menor de los peces, en los peces sin estómago, cerca de la parte del intestino que pasa donde el estómago pudiera encontrarse. La posición del vaso es similar a lo que se pudiera esperar en la anatomía de los mamíferos. Las lampreas no tienen vaso pero en su lugar tienen una vaina o cuerpo grasoso. En los peces pulmonados, el vaso y el páncreas están juntos pero bien delineados. En otros teleosteos, la cápsula del vaso a menudo contiene un considerable tejido pancreático. El vaso de los peces puede estar pigmentado. Los nódulos pigmentados resultan en una apariencia de lunares del vaso de algunos peces.

Las truchas, como en la mayoría de los peces, tienen un **timo** claro, que está altamente vascularizado, en par, órgano bilateral que se encuentra debajo del borde dorsal del opérculo, cerca de los arcos dorsales de las branquias. En contraste con el timo de los mamíferos, el timo de los peces es difícil de localizar en los peces jóvenes, pero puede ser observado en los peces de 5 meses de edad. En algunos peces, el timo se encuentra en la porción craneal del riñón. En los peces gatos de respiración aérea, el timo está caudal al órgano accesorio respiratorio, mucho más caudal que en la mayoría de los peces. En los tiburones, el timo es bastante claro y se localiza en los bordes interiores de las hendiduras branquiales.

Sistema endocrino

La **pituitaria** de la trucha está localizada ventral a el diencéfalo, similar a los mamíferos. Comparada con otros peces, la pituitaria en la trucha es corta craneocaudalmente y alargada dorsoventralmente, de otra manera es inobservable.

La glándula tiroidea de la trucha es difusa, una situación común para muchas especies de peces. No puede ser identificada como un órgano abstracto. Los folículos se encuentran a través del curso de la aorta ventral y las arterias branquiales. Los folículos pueden aun ser encontrados en los tejidos retro orbitales.

Los peces no tienen un órgano adrenal como tal. Los dos tipos de tejido adrenal están distribuidos en los riñones y a lo largo de los vasos sanguíneos.

Sistema urogenital

El sistema urinario se encuentra representado por el riñón el cual se encuentra localizado extra-peritonealmente por debajo de la columna vertebral a nivel torácico, posee forma de banda o listón y es una sola estructura, histológicamente está formado por dos porciones, una anterior (riñón hematopoyético), que posee también tejido renal de excreción, pero cuya principal función es la formación de eritrocitos y leucocitos de la serie granulocítica y otra posterior que tiene exclusivamente función excretora.

En el riñón posterior se encuentra una estructura histológica denominada Corpúsculo de Stannius, que es un cuerpo endócrino blanquecino, generalmente par, formado por células secretoras muy grandes, cuya función aún no está bien definida.

El riñón se comunica directamente con la uretra y del mismo mesonefro se forman las gónadas tanto masculinas como femeninas, que en ambos casos son dos. Anatómicamente están muy pegadas al riñón, tienen un mismo órgano excretor (uréter) y se continúa con el poro genital que está cerca del ano.

Órganos de los sentidos

Ojo

Los peces carecen de párpados, salvo en los selacios que poseen además de los dos normales, un tercer párpado denominado membrana nictitante. Los teleósteos tienen una visión monocular, el campo visual es muy amplio (estereoscópico), distinguen colores y su campo visual es de 180° y en otras especies puede llegar a ser de 360°. El ojo se encuentra deprimido antero-posteriormente mientras que el cristalino no es un lente biconvexo sino una esfera.

Oído

Los peces no son, por lo general, sordos, si bien carecen de oído externo y medio. El oído interno está constituido por un aparato de resonancia formado por el utrículo, el canal vertical posterior, el canal horizontal, la lagena y el sáculo.

Olfato

El sentido del olfato se encuentra ampliamente desarrollado en los peces ya que permite localizar a los alimentos y a los enemigos mejor que la vista. Consta de dos ventanas nasales colocadas en el nostrilo (parte anterior de la cabeza). Terminan en un fondo de saco mejor conocidas como narinas excepto en peces pulmonados.

Gusto

El sentido del gusto está muy desarrollado gracias a la presencia de células en forma de vaso, esparcidas en todo el cuerpo, en especial en los labios, la cavidad bucal y algunas barbillas.

Quimiorreceptores

Barbillas y bigotes

Los presentan aquellos peces que no requieren la vista para encontrar el alimento con facilidad, detectar presas o cuando sus hábitos de alimentación son bentónicos, lugar donde en muchas ocasiones la visibilidad es nula. En la punta de estas estructuras existen también terminaciones nerviosas que son conectadas al sistema nervioso central vía ramales del nervio olfatorio o del nervio hipogloso.

Mecanorreceptores

Línea lateral

Es un cordón nervioso, constituido por un paquete de fibras que, emergiendo de la médula ósea, finalizan en terminaciones nerviosas a nivel de la epidermis.

Se puede observar en algunos peces como una fina línea en ambos costados del cuerpo, en ocasiones de manera continua y otras veces interrumpida. La dirección puede ser recta, cóncava o convexa o bien mixta dependiendo de la especie. Su función consiste en situar al pez conforme a su alrededor.

Vejiga natatoria

Sus funciones ya fueron descritas en el apartado de sistema digestivo.

Sistema nervioso

No es muy desarrollado, está formado por un sistema nervioso central y un sistema nervioso periférico.

El sistema nervioso central se encuentra conformado por:

- **Prosencéfalo:** Presenta los centros olfatorios y regula ciertos aspectos de la visión de los colores, la memoria, la reproducción y el comportamiento alimentario del pez.
- **Telencéfalo:** El bulbo olfatorio en el nostrilo del pez se encuentra directamente conectado a través de esta parte del cerebro. El cerebelo o telencéfalo interviene en la recepción y coordinación de estímulos propioceptivos del equilibrio.
- **Diencefalo:** En él se encuentran el epítalamo, tálamo e hipotálamo. El primero está constituido por la glándula pineal y por el núcleo habenular que coordina los impulsos desde el telencéfalo hasta el tálamo. El tálamo funciona como centro coordinador de los estímulos sensoriales recibidos tales como la degustación y la olfacción. El hipotálamo coordina los estímulos del cerebro anterior e impulsos de la línea lateral.

Mesencéfalo: Se divide anatómicamente en el tectum óptico y el tegmentum. Su función consiste en recibir y coordinar los estímulos procedentes de los nervios ópticos.

Anatomía de crustáceos

Los crustáceos pertenecen al phylum artrópoda, los miembros de este phylum se caracterizan por presentar un exoesqueleto que protege el cuerpo del animal. Los crustáceos constituyen un grupo muy diverso de invertebrados, por lo que se describirán las características de los llamados crustáceos mayores pertenecientes a la clase

Malacostraca y al orden Decápoda. Dentro de este orden se distinguen los camarones, pertenecientes al infraorden Penaeidae y los langostinos, al suborden Caridae.

Características generales

Tanto para el infraorden Penaeidae como para el suborden Caridae se tiene características similares las cuales serán descritas a continuación.

El cuerpo del infraorden Penaeidae como para el suborden Caridae para su estudio se divide en tres: cabeza o cefalotórax, abdomen o pleón y telson. En cada una de estas regiones se encuentran distribuidos los aparatos y sistemas.

Exoesqueleto

Está formado por tres capas, la epicutícula, la procutícula y la capa membranosa. Estas capas proveen al exoesqueleto de proteínas, lípidos, sales cálcicas y quitina, elementos indispensables para endurecerlo y así poder cumplir su función protectora.

Los crustáceos para poder crecer necesitan llevar a cabo el proceso conocido como muda o ecdisis, en dicho proceso los restos del antiguo exoesqueleto se desprenden, mientras que la nueva cutícula formadora del siguiente exoesqueleto se expande por todo el cuerpo del crustáceo a través de la incorporación de calcio obtenido principalmente de la dieta o por absorción desde el agua.

Cabeza o cefalotórax

Ojo

Los ojos están colocados en la porción anterior del cefalotórax, a ambos lados del rostro sostenidos por un pedúnculo. En este pedúnculo se encuentra la glándula del seno, la cual tiene diferentes funciones, resaltando la producción de la hormona inhibidora de la muda. La extirpación de la glándula induce la reproducción y puesta de los crustáceos; a este proceso se le conoce como ablación del pedúnculo ocular.

Anténulas

En las anténulas, se encuentra el oído, formado por cavidades en las que flota una partícula sólida que al vibrar amplifica vibraciones de baja frecuencia transmitidas por el sustrato.

Antena

En ellas se encuentra la glándula antenal o maxilar o glándula verde, la cual será explicada en la parte de sistema excretor.

Rostrum

Estructura perteneciente al exoesqueleto en forma aserrada, localizada en el cefalotórax, cuya función es la de proteger el ojo de los crustáceos y en época de reproducción estimular a la hembra al apareamiento.

Sistema circulatorio

Los crustáceos poseen un aparato circulatorio simple y abierto, no poseen venas únicamente arterias y su grado de desarrollo dependerá de la especie, el corazón presenta forma poligonal y se encuentra ubicado en el cefalotórax, dorsal al hepatopáncreas.

Por el corazón solo circula hemolinfa no oxigenada, por esta razón se considera simple y abierto porque termina en senos que bañan directamente a los tejidos, actuando también como fluido intersticial.

Aparato respiratorio

El aparato respiratorio está constituido por branquias, las cuales están formadas por una lámina vascularizada y un epitelio. Las branquias se encuentran ubicadas en las cámaras branquiales una a cada lado del cefalotórax y tienen como función efectuar el intercambio gaseoso con la hemolinfa que circula por las venas branquiales, además de considerarse como los principales órganos osmoreguladores. El oxígeno es captado por difusión del agua que circula en la cámara branquial. El amoníaco es el principal producto de desecho que también puede ser excretado por las branquias.

Sistema excretor

Está constituido por la glándula antenal o maxilar o glándula verde, se encuentra ubicada en el cefalotórax en la base de las antenas. Los crustáceos son principalmente amoniotélicos, por lo que el amoníaco es el principal producto nitrogenado que se produce. Por lo tanto la función principal de la glándula verde es la de producir la orina y a su vez excretarla.

Aparato digestivo

El aparato digestivo está constituido por maxilípedos, boca, esófago, estómago, intestino y ano, el cual abre en la base del urópodo.

La comida es atrapada por los maxilípedos y triturada por ellos antes de ser introducida a la boca del organismo. El intestino se divide en tres porciones intestino anterior (estomodeo), intestino medio (mesenteron) e intestino posterior (proctodeo). El intestino anterior está formado por un corto esófago seguido por un estómago cardial y después por un estómago pilórico; ambos constituyen un estómago en donde se lleva cabo la digestión química de los alimentos, ayudado por las enzimas que son producidas por la glándula anexa al aparato digestivo conocida como hepatopáncreas. Esta glándula tiene como función producir proteasas, lipasas, y otras enzimas disociadoras de carbohidratos, también actúa como órgano de depósito de glucógeno, lípidos y calcio, por lo que es considerado como el principal órgano de absorción de nutrientes.

Pereiópodos o extremidades torácicas

Los tres primeros pares de extremidades torácicas, son denominadas como maxilípedos y sirven para llevar el alimento a la boca de los organismos, los otros cinco pares se emplean para caminar y son conocidos también como patas caminadoras o pereiópodos. Algunas presentan estructuras conocidas como quelas.

Abdomen o pleón

En él se encuentra la masa muscular de los organismos, cubierta por exoesqueleto dividido en seis estructuras conocidas como pleuras o somitas.

Pleópodos o extremidades abdominales

Las extremidades abdominales son cinco pares y carecen de quelas, su función es nadadora.

Sistema nervioso

Se encuentra constituido por dos cordones nerviosos formados por ganglios y sus conexiones axonales. El cerebro se encuentra dividido en tres regiones diferenciadas conocidas como ganglios supraesofágicos, subesofágicos y periesofágicos, seguidos de los ganglios segmentales en la base de cada pereiópodo y pleópodo. A esto se le conoce como cadena ganglionar, la cual permite el movimiento de los organismos.

Aparato reproductor

De acuerdo al sexo el aparato reproductor, testículos u ovarios, se encuentran localizados entre el tórax y el abdomen en la porción dorsal. El aparato reproductor masculino está conformado por los testículos, conducto espermático o seminal y los sacos espermáticos, y es conocido como Petasma, mientras que el aparato reproductor femenino está constituido por ovarios y conductos ováricos, se le conoce como Télico, el cual puede ser abierto o cerrado.

Ambos aparatos reproductores se encuentran entre la región del cefalotórax y el abdomen.

Telson

Se encuentra formado por los urópodos y la espina, ambos constituyen el abanico caudal, que sirve para impulsarse.

Se han descrito las principales características anatómicas generales tanto para el infraorden Penaeidae como para el suborden Caridae, a continuación con fines de esta práctica se describirán las diferencias que presentan entre ellos y que deberán ser observadas durante el desarrollo de la misma.

Diferencias anatómicas entre camarones y langostinos	
Penaeidae (Camarón)	Caridae (Langostino)
Los tres primeros pares de pereiópodos terminan en pinza o quela, y éstas son del mismo tamaño.	Los dos primeros pares de pereiópodos terminan en pinza o quela, siendo el segundo par de pereiópodos y sus quelas de mayor tamaño
La segunda somita abdominal se sobrepone a la tercera.	La segunda somita abdominal se sobrepone a la primera y a la tercera.
Las hembras presentan téglico abierto o cerrado	Las hembras presentan téglico cerrado
Las branquias son de tipo dendrobranquias (en forma de ramas de árbol)	Las branquias son de tipo filobranquias (en forma de hilos)

Anatomía de moluscos

La familia de moluscos comprende 7 clases: Aplacóforos, Monoplacóforos, Poliplacóforos, Escafópodos, Pelecípodos o Bivalvos, Gasterópodos y Cefalópodos. Siendo los bivalvos la clase a la cual se enfocará la práctica.

Los bivalvia son organismos que se caracterizan por tener un cuerpo blando encerrado en dos conchas o valvas calcáreas, las cuales sirven de protección al resto del cuerpo.

Su cuerpo se encuentra dividido en 3 partes o regiones que son: cefálica, pie y la masa visceral.

Región cefálica

En la región cefálica se encuentra la **boca** y algunos órganos sensoriales especializados, generalmente detrás de la boca se encuentra la región del pie.

Región del pie

El pie es una región extensible, plana y ventral que puede estar adaptado para la locomoción, para la fijación al sustrato o para una combinación de ambas funciones.

Masa visceral

Además de la protección de las valvas, la masa visceral se encuentra cubierta de una membrana que recibe el nombre de manto, la cual es la encargada de proteger a los órganos internos del molusco bivalvo, tales como boca, corazón, pie, músculos aductores (anterior y posterior,) músculos retractores del pie (anterior y posterior), canal exhalante, canal inhalante, branquias, estómago, riñón.

Valvas

Las valvas son segregadas por el manto y está limitada por él. Sirven de protección al cuerpo de los moluscos. La concha está formada principalmente de carbonato cálcico y normalmente se divide en tres capas: el periostraco externo, compuesto principalmente de materia orgánica, la capa prismática o intermedia de calcita y prismas de carbonato de calcio y una capa interna o nacarada compuesta de aragonito.

Manto

El manto es una lámina tisular que se encuentra en ambos lados de las valvas y tiene como función principal proteger a la masa visceral. El manto presenta repliegues en ambos lados, los cuales controlan el flujo de agua que entra en la cavidad que forma el manto. Se encuentra situado a lo largo de una línea semicircular, a corta distancia del margen de la concha forma una cicatriz llamada línea paleal. En algunos moluscos bivalvos los bordes del manto se fusionan originando los canales exhalantes e inhalantes.

Músculos aductores (anterior y posterior)

Los músculos aductores proveen la apertura y el cierre de las valvas. Estos músculos en algunas especies de moluscos pueden resistir una tracción de fuerza de hasta 10 kg antes de poder separar las valvas.

Un punto importante en estas estructuras es que la pérdida de la turgencia de los músculos es un signo clínico encontrado en moluscos bivalvos con problemas de salud.

Canales exhalantes e inhalantes (Sifones)

Se originan a partir del manto, el desarrollo de sifones alargados permite a muchos moluscos enterrarse en el fondo.

Branquias

Son cuatro láminas en forma de media luna que se extienden desde la boca hasta unos dos tercios de la distancia donde se fusionan los bordes del manto de ambos lados. Dan el aspecto de láminas, a lo cual se le debe el nombre de lamelibranquias. Las branquias sirven para la recolección de alimento por filtración así como para el intercambio gaseoso. Las branquias y el manto son los órganos primarios de la respiración, sin embargo cabe mencionar que estas estructuras también cumplen múltiples funciones dependiendo de la especie de bivalvo.

La mayoría de los moluscos son anaerobios facultativos dada su posición bentónica dentro de la columna de agua.

Umbo

Es la parte más vieja de la concha y el crecimiento tiene lugar en líneas concéntricas a su alrededor. El umbo es el punto fisiológico, del crecimiento de los moluscos bivalvos y se encuentra por encima de la bisagra.

La bisagra es la parte que permite que se abra y cierre la valva según los requerimientos del organismo (respirar, alimentarse, y/o excretar).

La masa visceral que contiene el estómago, el intestino, el corazón, el riñón y la gónada macroscópicamente es difícil de diferenciar, observándose únicamente una zona de color pardo, para todas las estructuras, sin embargo si se realiza una buena disección se pueden observar macroscópicamente.

Corazón

El corazón de los moluscos se encuentra compuesto por un ventrículo simple y dos atrios. Muchas especies poseen corazones accesorios que ayudan a circular a la hemolinfa a través del manto y el tejido renal.

La composición química de la hemolinfa varía entre los órdenes de bivalvos, sin embargo los componentes básicos que se pueden encontrar son: proteínas, células fagocíticas y productos bioquímicos originados por la función de los órganos, como por ejemplo enzimas.

Otras células importantes son los hemocitos, los cuales participan activamente como células de defensa contra patógenos y sustancias extrañas. Por lo tanto el análisis de la hemolinfa (número y distintas morfologías) en busca de ellos puede proveer una herramienta para conocer el estado de salud de los moluscos bivalvos.

Estómago

Es una estructura con una gran variedad de surcos, crestas y numerosos divertículos digestivos. Posee una estructura llamada estilo cristalino, el cual libera enzimas en el estómago ayudando a la digestión.

Glándula digestiva

Se encuentra cercana al estómago, también es conocida como hepatopáncreas, su función es la de favorecer la digestión y el tránsito de las partículas alimenticias que entran.

Intestino

Intestino, es recto y termina en el ano, en el intestino se forman las heces y pseudoheces, los restos no digeridos que son eliminados.

Riñón

Está constituido por dos nefridios localizados por arriba de la cavidad pericárdica y encima de las branquias, uno de los extremos desemboca en la cavidad pericárdica a través del nefrostoma y el otro en la cavidad del manto por medio del nefridioporo es probable que haya reabsorción selectiva y secreción en las secciones del nefridio con paredes plegadas.

Gónada

La gónada tiene una estructura sencilla, en la cual no hay diferencias aparentes entre ambos sexos, lo cual se encuentra relacionado con la capacidad que poseen algunos moluscos bivalvos de cambiar de sexo.

Sistema Nervioso

Los bivalvos carecen de sistema nervioso central y de órganos sensoriales cefálicos. El sistema nervioso por tanto está compuesto predominantemente por ganglios distribuidos y tentáculos o papilas distribuidas en el manto, por fotoreceptores, cilios y quimiosensores.

Todos ellos juegan un papel muy importante en la orientación y en la posición.

3.2.2 Objetivo general

El alumno identificará la Morfofisiología de peces, crustáceos decápodos y moluscos bivalvos de importancia económica en México a través de la realización de técnicas de inspección anatómicas, con la finalidad de comparar la anatomía entre los tres grupos de organismos acuáticos.

3.2.3 Objetivos específicos

1. El alumno identificará las técnicas de inspección anatómica para los tres grupos de organismos acuáticos
2. El alumno identificará la anatomía externa de un pescado
3. El alumno realizará la disección de un pescado
4. El alumno Identificará la anatomía interna de un pescado
5. El alumno identificará la anatomía externa de un camarón
6. El alumno realizará la disección de un camarón
7. El alumno identificará la anatomía interna de un camarón
8. El alumno identificará la anatomía externa de un langostino
9. El alumno realizará la disección de un langostino
10. El alumno identificará la anatomía interna de un langostino
11. El alumno identificará la anatomía externa de un molusco bivalvo
12. El alumno realizará la disección de un molusco bivalvo
13. El alumno identificará la anatomía interna de un molusco bivalvo
14. El alumno comparará la anatomía externa e interna entre los tres grupos de organismos acuáticos

3.2.4 Actividades

1. El alumno adquirirá un ejemplar de pescado, camarón, langostino y molusco bivalvo
2. Realizará la disección de un pescado e identificará sus estructuras anatómicas
3. Realizará la disección de un camarón e identificará sus estructuras anatómicas
4. Realizará la disección de un langostino e identificará sus estructuras anatómicas
5. Realizará la disección de un molusco bivalvo e identificará sus estructuras anatómicas
6. Discutirá y comparará con el profesor la morfofisiología de cada grupo de organismos acuáticos

3.2.5 Habilidades y destrezas a adquirir

El alumno adquirirá la habilidad de identificar, reconocer y seleccionar la técnica de inspección anatómica para las especies de peces, crustáceos decápodos y moluscos bivalvos que adquiera, y desarrollará la destreza de identificar las estructuras anatómicas externas e internas que conforman a las diferentes clases de organismos acuáticos. Instruido por el profesor podrá reconocer si alguna de las estructuras observadas presenta algún cambio aparente en su morfología.

3.2.6 Desarrollo de la práctica

Material general

- ❖ Periódico
- ❖ Sanitas

Material por alumno

- ❖ 1 pescado de 250g con vísceras
- ❖ 1 camarón de 60g con cabeza
- ❖ 1 langostino de 60 g con cabeza
- ❖ 1 molusco bivalvo (cerrado)
- ❖ 1 par de guantes
- ❖ 1 pinza de disección sin dientes
- ❖ 1 tijeras de punta roma
- ❖ 1 aguja de disección
- ❖ 1 charola

Procedimiento

Disección de un pescado

1. Colocar el pescado en la charola para disección
2. Examinar la anatomía externa del pescado
 - 2.1 Determinar la forma del cuerpo a la que pertenece el pescado
 - 2.2 Determinar las células cromatóforas que presenta el pescado y describir como se encuentran distribuidas a lo largo del cuerpo del pescado
 - 2.3 Determinar el tipo de escamas que presenta el pescado
 - 2.4 Determinar y describir el tipo de línea lateral que presenta el pescado
 - Reconocer e identificar la localización de:*
 - 2.5 Aleta dorsal
 - 2.6 Aletas pectorales
 - 2.7 Aletas ventrales
 - 2.8 Aleta anal
 - 2.9 Aleta caudal
 - 2.10 Reconocer e identificar la diferencia entre radios y espinas
 - Contar el número de radios y espinas presentes en:*
 - 2.10.1 Aleta dorsal
 - 2.10.2 Aletas pectorales
 - 2.10.3 Aletas ventrales
 - 2.10.4 Aletas anales
 - 2.10.5 Aleta caudal
 - 2.11 Determinar el tipo y la forma que presenta la aleta caudal
 - 2.12 Reconocer la ubicación del opérculo y su función
 - 2.13 Determinar el tipo de boca que presenta el pescado
 - 2.14 Identificar si el pescado presenta lengua
 - 2.15 Determinar el tipo de dientes que presenta el pescado
 - 2.16 Identificar el nostrilo u orificio nasal
 - 2.17 Reconocer la ubicación del poro genital y el ano

3. Examinar la anatomía interna del pescado
 - 3.1 Realizar la disección del pescado
 - 3.1.1 Realizar un corte recto por línea media desde el borde craneal del ano hasta el borde craneal de la membrana branquiostega del pez
 - 3.1.2 Realizar un corte ventro-dorsal desde el borde caudal del ano hasta el techo de la cavidad celómica continuando hacia craneal hasta el borde apical del operculo
 - 3.1.3 Realizar un corte dorso-ventral desde el corte del borde apical del opérculo hasta el corte de la membrana branquiostega recorriendo detrás del opérculo
 - 3.1.4 Retire el cuadro muscular sectado
 - 3.2 Identificar la posición de los órganos internos
 - 3.3 Reconocer si el pescado presenta estómago y que forma tiene
 - 3.4 Realizar la disección del estómago para revisar si existe contenido estomacal
 - 3.5 Identificar el intestino del pescado
 - 3.6 Separar el intestino del resto del cuerpo del pescado
 - 3.7 Medir la longitud del intestino con la cinta métrica
 - 3.8 Diseccionar el intestino en busca del contenido intestinal
 - 3.9 Identificar si el pescado presenta vesícula biliar
 - 3.10 Identificar la posición que ocupa la vesícula biliar
 - 3.11 Identificar la posición que ocupa el hígado y su función
 - 3.12 Identificar si el organismo presenta bazo
 - 3.13 Identificar la posición que ocupa la vejiga natatoria
 - 3.14 Reconocer la forma que presenta la vejiga natatoria
 - 3.15 Identificar la posición que ocupa el riñón
 - 3.16 Identificar la posición que ocupa la gónada
 - 3.17 Reconocer si la gónada está desarrollada
 - 3.18 Identificar si el organismo es macho o hembra
 - 3.19 Corte la inserción del opérculo
 - 3.20 Identificar la posición que ocupa el corazón
 - 3.21 Identificar la posición que ocupan las branquias
 - 3.22 Identificar los arcos branquiales
 - 3.23 Contar el número de arcos branquiales
 - 3.24 Reconocer las hemibranquias
 - 3.25 Contar el número de hemibranquias
 - 3.26 Reconocer las lamelas primarias
 - 3.27 Reconocer las branquiespinas

Dissección de un crustáceo

4. Examinar la anatomía externa de un crustáceo

4.1 Reconocer la cabeza (pereión o cefalotórax) y las estructuras que se encuentran en ella

4.1.1 Identificar la posición del ojo pedunculado

Identificar y medir:

4.1.2 Rostrum

4.1.3 Antena

4.1.4 Anténula

4.1.5 Identificar la máxila, maxílula y mandíbula

4.1.6 Identificar los maxilípedos

4.1.7 Identificar los pereiópodos

4.1.8 Contar el número de pereiópodos

4.1.9 Identificar si los pereiópodos presentan quelas, de ser así, contar el número de pereiópodos que las presentan y observe el tamaño.

4.2 Reconocer el abdomen y las estructuras que se encuentran en él

4.2.1 Identificar las somitas

4.2.2 Contar el número de somitas

4.2.3 Identificar las células cromatóforas presentes en la epicutícula

4.2.4 Identificar los pleópodos

4.2.5 Contar el número de pleópodos

4.2.6 Identificar si los pleópodos presentan quelas, de ser así, contar el número de pleópodos que las presentan

4.2.7 Identificar el petasma en caso de que el ejemplar sea macho

4.2.8 Identificar el télico en caso de que el ejemplar sea hembra

4.3 Reconocer el telson

4.3.1 Identificar los urópodos

4.3.2 Contar el número de urópodos

4.3.3 Identificar la posición de la espina

4.3.4 Contar el número de espinas que presenta

5. Examinar la anatomía interna de un crustáceo

5.1 Realizar la dissección del crustáceo

5.2 Retirar el exoesqueleto que cubre la cabeza, pereión o cefalotórax

5.3 Identificar la posición del hepatopáncreas

5.4 Identificar la posición de la boca

5.5 Identificar la posición de las branquias

5.6 Identificar el tipo de branquias que presenta el ejemplar

5.7 Realizar un corte longitudinal desde el telson hasta el inicio del cefalotórax

5.8 Identificar y medir el intestino

5.9 Identificar y medir la cadena ganglionar

Disección de un molusco bivalvo

6. Examinar la anatomía externa de un molusco

Identificar:

- 6.1 Valvas
- 6.2 Valva derecha
- 6.3 Valva izquierda
- 6.4 Umbo
- 6.5 Charnela

7. Examinar la anatomía interna de un molusco

Separar con las manos el cierre hermético que presenta el molusco bivalvo para poder separar las valvas

Identificar:

- 7.1 Regiones que conforman el cuerpo de un molusco bivalvo
- 7.2 Pie
- 7.3 Palpos labiales
- 7.4 Masa visceral
- 7.5 Manto
- 7.6 Músculos aductores (anterior y posterior)
- 7.7 Canal o sifón exhalante
- 7.8 Canal o sifón inhalante
- 7.9 Branquias
- 7.10 Tipo de branquias que presenta el ejemplar
- 7.11 Glándula digestiva
- 7.12 Cavidad pericárdica

3.2.7 Forma en que será evaluada la actividad

- 1. Asistencia y Puntualidad
- 2. Material individual completo
- 3. Participación y desempeño en la práctica
- 4. Integración del conocimiento teórico durante el desarrollo de la práctica
- 5. Reporte practico



Figura 3.2.1 Anatomía externa del pescado
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.2 Músculo estriado del pescado
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.3 Branquias del pescado
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.4 Anatomía interna del pescado
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.5 Anatomía externa del camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.6 Anatomía externa del langostino
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.7 Cefalotorax o Pereión del camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.8 Cefalotorax o Pereión del langostino
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.9 Abdomen o Pleón del camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.10 Abdomen o Pleón de langostino
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.11 Pereiópodos de camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila

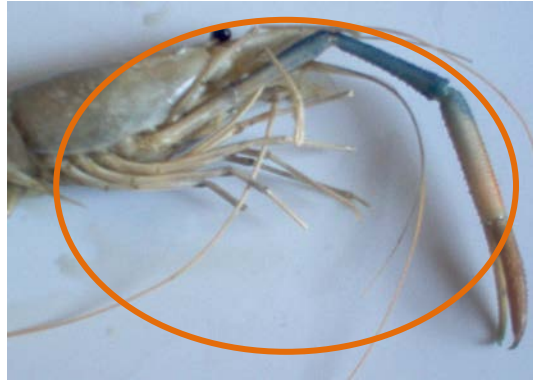


Figura 3.2.12 Pereiópodos de langostino
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.13 Pleópodos de camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.14 Pleópodos de langostino
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.15 Branquias de camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.16 Branquias de langostino
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.17 Hepatopancreas de camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.18 Gónada e intestino de camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.19 Intestino de camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.20 Cadena ganglionar de camarón
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figuras 3.2.21 y 2.2 Anatomía externa del molusco bivalvo
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.22 Umbo y visagra del molusco bivalvo

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.23 Manto y músculos aductores del molusco bivalvo

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.24 Branquias, pie, palpo labial y sifones del molusco bivalvo

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.25 Glándula digestiva, cavidad pericárdica y gónada del molusco bivalvo

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.2.26 Sifón exhalante y sifón inhalante del molusco bivalvo

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila

3.3 Manejo, biometrías y su aplicación en la producción de organismos acuáticos

3.3.1. Introducción

A lo largo del tiempo las culturas humanas han clasificado a los animales en base a la utilidad o perjuicio para la actividad del hombre. Actualmente, se reúnen a los animales en un sistema de grupos relacionados denominado sistema natural porque reflejan las relaciones existentes entre los animales en la naturaleza, independientemente de la actividad humana.

La clasificación de los organismos acuáticos ha estado y sigue estando sometida a cambios continuos debido a la dificultad para establecer la relación entre el número de especies vivas y el vasto número de fósiles de diferentes épocas.

Un taxón es un grupo de seres vivos considerado como una unidad de cualquier categoría en una clasificación. Los taxones están dotados de rango para incluir a unos dentro de otros: especie, género, familia, orden, clase, filo y reino, sin embargo, estos pueden subdividirse para indicar taxones intermedios con la finalidad de expresar distintos grados de divergencia evolutiva como en el caso de peces e insectos.

Un carácter es cualquier atributo observable en un taxón, y pueden ser clasificados como morfológicos, fisiológicos, químicos, etológicos, genéticos y geográficos.

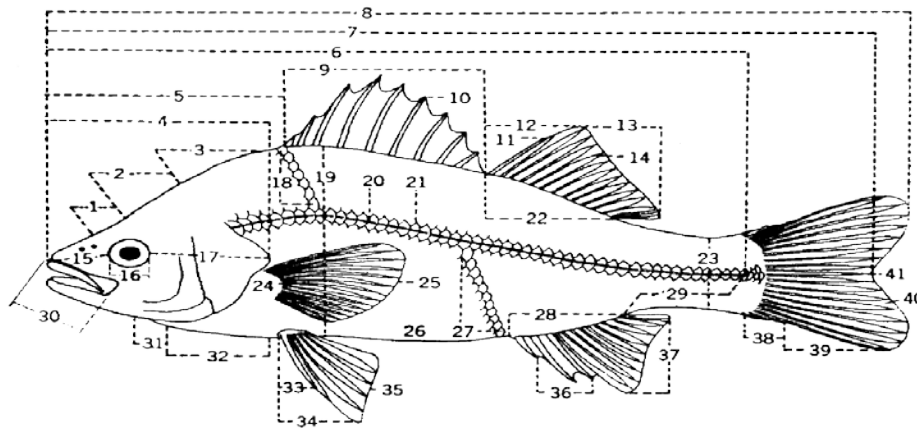
Los caracteres o rasgos morfológicos basados en las características fenotípicas medibles suelen denominarse como Biometría Animal. El objeto de su estudio consiste en determinar caracteres a través de medidas y las relaciones entre éstas. Se puede utilizar para reconocer y clasificar las especies, identificar a los individuos, detectar la aparición o la variación de un comportamiento en particular, así como para medir las características morfológicas y su variación interindividual o intraindividual a lo largo del tiempo.

La biometría en los organismos acuáticos es la medición de sus diferentes parámetros externos. Se distinguen en dos categorías: los caracteres merísticos, que son rasgos contables (número de escamas), y los caracteres morfométricos, que son rasgos medibles (tamaño de las escamas). Los caracteres merísticos y morfométricos son importantes en la clasificación sistemática.

Desde el enfoque zootécnico, es importante conocer la magnitud de los caracteres morfométricos, para tomar decisiones respecto al manejo del recurso. Las morfometrías pueden ser ampliamente definidas como un conjunto de técnicas utilizadas para describir la forma del cuerpo de los organismos, y determinarlas requiere un conocimiento previo de la anatomía externa. Desafortunadamente, la diversidad estructural de los organismos acuáticos y la falta de información anatómica inclusive de especies tan comunes, dificultan la obtención de este conocimiento.

Las diferentes clases de organismos acuáticos presentan formas, tamaños, patrones de pigmentación, disposición de apéndices, y otras características externas que ayudan reconocerlas, identificarlas y clasificarlas. No obstante, son los caracteres morfométricos los que cobran mayor interés e importancia en la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

No existe un protocolo universal que establezca los puntos de referencia para determinar las biometrías. En organismos bilateralmente simétricos como los peces se han referido hasta 41 biometrías elegidas por convención.



Biometrías elegidas por convención

Las biometrías morfométricas de importancia en la Medicina Veterinaria y Zootecnia aplicada a los peces son una serie de medidas de distancia lineal como: largo (longitud total y parcial), alto (altura máxima y altura mínima) y anchura (longitud del istmo), determinadas a partir de las mediciones entre dos puntos de referencia del organismo sobre un plano cartesiano

Longitud total

Es la distancia que existe desde el punto más craneal hasta el punto más caudal sobre la línea media. Los puntos de referencia son proyectados perpendicularmente con respecto al eje longitudinal del cuerpo del pez.

La distancia entre los puntos de referencia se puede determinar empleando un vernier o el ictiómetro.

La longitud total se utiliza para determinar la densidad de siembra en los estanques de cultivo. Ésta dependerá del grado de tecnificación presente en los sistemas de producción. Para producciones semi-intensivas se estima que por cada centímetro de longitud total promedio se requieren cuatro litros de agua; en sistemas de producción intensiva se maneja que por cada centímetro de longitud total promedio se requiere un litro de agua.

La longitud total no debe ser utilizada para evaluar el crecimiento de los peces debido a que depende de la integridad de la aleta caudal.

Longitud parcial, estándar o patrón

Es la distancia que existe desde el punto más craneal sobre la línea media proyectado perpendicularmente con respecto al eje longitudinal del cuerpo del pez hasta el límite caudal del pedúnculo.

La distancia entre los puntos de referencia se puede determinar empleando un vernier o el ictiómetro.

Es la morfometría que frecuentemente se utiliza para evaluar el crecimiento en talla debido a que no depende de la integridad de la aleta caudal, por ende, se puede utilizar para lotificar los organismos en base a la talla.

La longitud patrón puede ser utilizada como criterio de selección para la determinación del peso y rendimiento del filete.

Altura máxima

Es la distancia vertical del segmento más amplio del tronco del pez.

Altura mínima

Es la distancia vertical del segmento más estrecho del pedúnculo caudal.

La distancia entre los puntos de referencia se puede determinar empleando un vernier o el ictiómetro. La altura máxima y mínima, junto con la longitud parcial son utilizadas como criterios de selección para la determinación del peso y rendimiento del filete. Las relaciones entre éstas morfometrías se muestran importantes en la caracterización de la conformación del filete y se concluye que el aumento de esas relaciones contribuye para un formato del cuerpo más robusto.

Istmo

Es la distancia horizontal que existe entre las comisuras de la boca del pez.

La distancia entre los puntos de referencia se determina utilizando un vernier

Ésta morfometría es empleada para determinar la partícula de alimento por etapa del ciclo de vida, generalmente se maneja que los peces consumen una partícula que mida 1/3 del tamaño del istmo.

Peso

Atributo de un cuerpo que puede ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente. Para determinar la magnitud se utiliza una balanza analítica hasta una báscula, y dependerá del ciclo de vida del organismo.

El peso probablemente sea una de las biometrías con más utilidad en la producción de peces, a través de éste, se calcula la densidad de población en los sistemas de producción intensiva, clasificándolos en intensivos bajos 15 kg/m^3 , intensivos medios 40 kg/m^3 , e intensivos altos $> 40 \text{ kg/m}^3$.

Se utiliza para calcular la biomasa, definida como la suma de todos los pesos expresada en kilogramos dentro de un volumen determinado expresado en m^3 .

La biomasa presente en un estanque determinado permite calcular la cantidad de alimento/día que requerida para la densidad de población mantenida en el estanque.

El peso de los peces puede ser relacionado matemáticamente con su longitud usando un término llamado factor de condición (también llamado factor K o factor FC), mientras más grande el FC, más peso habrá por unidad de longitud. El valor del FC depende también de la edad, sexo, estación, estado de maduración, lleno del sistema digestivo, tipo de alimento consumido, cantidad de grasa almacenada y grado de desarrollo muscular.

El valor K es una buena herramienta para evaluar los protocolos de alimentación vigentes para un tanque de peces determinado. Un K demasiado alto significa que usted está sobrealimentando los peces y uno demasiado bajo significa que se están subalimentado.

Biomasa

La biomasa se define como la suma de todos los pesos expresada en kilogramos dentro de un volumen determinado expresado en m^3 . La biomasa presente en un estanque determinado permite calcular la cantidad de alimento/día requerida para la densidad de población que se mantiene en el estanque.

Cálculo de alimento

El cálculo de alimento es una actividad indispensable en acuicultura. El mayor costo de producción en la acuicultura es el alimento, por lo que es de gran importancia evitar su desperdicio.

Las ventajas de calcular la cantidad exacta de alimento son: los animales consumen lo necesario para obtener su ganancia diaria de peso, evita el canibalismo y la competencia por el alimento, se elimina el desperdicio de alimento. Además, una sobrealimentación puede conducir a la acumulación en el agua de materia orgánica en descomposición, provocando altos niveles de compuestos nitrogenados tóxicos para los peces.

Captura de peces

Anatómicamente los peces presentan glándulas mucosas, las cuales tienen glicoproteínas que protegen de organismos patógenos, irritaciones y a su vez sirven para desplazarse.

Por ello es importante que al realizar la captura de los peces esta se haga con instrumentos que permitan que el moco se mantenga en el cuerpo de los peces. Estos instrumentos pueden ser las llamadas “artes de pesca” de las cuales se encuentran:

- Red de cuchara
- Chinchorro
- Atarraya
- Cuchara
- Red agallera
- Red de arrastre

El tipo de arte de pesca que se utilice dependerá del número de organismos que se vayan a manipular y del tipo de estanque o acuario en el que se encuentren los organismos.

Sujeción de peces

Los peces sufren de estrés al momento de la captura y durante el manejo, sobre todo si este es prolongado. El ocasionar estrés en los organismos conllevará a la predisposición de enfermedades por agentes oportunistas.

Por lo tanto, la sujeción debe ser rápida y firme para evitar que el pez caiga al piso al intentar escapar de la manipulación ocasionándole traumatismos innecesarios, así como también sujetarlos con franelas húmedas, redes o bien con las manos impregnadas con grenetina para evitar desprender el moco protector.

La correcta sujeción se realiza colocando al pez en la palma de la mano, el dedo índice en la punta de la boca, el dedo pulgar sobre la aleta dorsal y los dedos medio, anular y meñique sujetando el resto del cuerpo del pez. Cabe mencionar que esta sujeción se realiza únicamente si la talla del pez así lo permite, sino el método de sujeción será diferente. En este caso se menciona este procedimiento pues será el utilizado durante esta práctica.

Técnica para la determinación del sexo de los peces

El ciclo de vida de los peces, y en especial la etapa reproductiva, está relacionada con factores como temperatura, fotoperiodo y la disponibilidad de alimento. Por lo tanto, lograr determinar el sexo de los peces está condicionado a su madurez sexual. Las técnicas para determinar el sexo de las especies van desde las más simples como el masaje

abdominal hasta las más complejas como la histoquímica y la técnica seleccionada dependerá de la especie por trabajar.

Para esta práctica se utilizan ejemplares de pez japonés *Carassius auratus* y de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*, por lo que se describirán las técnicas para determinar el sexo de ambas especies.

Sexado de japonés *Carassius auratus*

Durante el período de reproducción, la diferenciación entre machos y hembras resulta relativamente fácil en esta especie, ya que en muchos casos el macho presenta en la cabeza, los opérculos y las aletas pectorales unas pequeñas protuberancias de color blanco conocidas como “botones nupciales”, mientras que la hembra carece de ellos.

Otra técnica para determinar el sexo en esta especie es el masaje abdominal; en los machos se observará la salida de un líquido blanquecino a través del poro genital, correspondiente al semen, mientras que en las hembras se observará la salida de ovocitos.

Sexado de tilapia *Oreochromis niloticus*

La tilapia *O. niloticus* muestra un claro dimorfismo sexual desde los 7 cm de longitud; la hembra presenta tres orificios en el vientre (el anal, el genital y el urinario) situados muy próximos entre sí y en ese orden de craneal a caudal, mientras que el macho sólo cuenta con las aberturas anal y genital.

Otra técnica para determinar el sexo en esta especie es el masaje abdominal; en los machos se observará la salida de un líquido blanquecino a través del poro genital, correspondiente al semen, mientras que en las hembras se observará la salida de ovocitos.

3.3.2. Objetivo general

El alumno realizará diferentes manejos: captura, sujeción, determinación del sexo y las morfometrías de interés zootécnico mediante el uso de equipo e instrumentos específicos por especie para la lotificación y alimentación de los peces.

3.3.3. Objetivos específicos

- 3.1 El alumno identificará las artes de pesca
- 3.2 El alumno capturará y manipulará los peces
- 3.3 El alumno determinará el sexo de los peces y sus morfometrías
- 3.4 El alumno calculará la biomasa y la cantidad de alimento a suministrar por estanque

3.3.4. Actividades

1. Identificación del sistema de cultivo de la unidad de producción acuícola
2. Identificación de las especies presentes en la unidad de producción acuícola
3. Identificación del arte de pesca
4. Captura y sujeción de las especies
5. Determinación de morfometrías y el sexo de los ejemplares
6. Cálculo de la Biomasa y la cantidad de alimento por suministrar de acuerdo al sistema de cultivo identificado
7. Suministro de alimento en cada estanque

3.3.5. Habilidades y destrezas adquirir

El alumno adquirirá la habilidad en identificar el sistema de cultivo y las especies presentes en la unidad de producción acuícola

El alumno obtendrá la destreza en las técnicas de captura, sujeción, manejo y determinación del sexo de las especies

El alumno logrará obtener las morfometrías de interés zootécnico, para lotificar, calcular la biomasa y la cantidad de alimento por suministrar

3.3.6. Desarrollo de la práctica

Material general

- Báscula
- Estanques con peces
- Tinas de 300 l

Material por alumno

- Red de cuchara
- Tabla de plástico para anotar
- Cinta métrica
- Calculadora
- Lápiz
- Franela de 30 X 30 cm

Procedimientos

1. Bajar el nivel de agua del estanque en un 50%
2. Llenar las tinas de 300 l con agua del estanque
3. Colocar una piedra difusora conectada a la aireación dentro de la tina de 300 l
4. Tomar una red de cuchara por persona
5. Capturar el pez con de la red
6. Una vez capturado realizar un movimiento envolvente con la red para transportar al animal a la tina de 300 l
7. Colocar el pez dentro de la tina de 300 l
8. Sujetar al pez como se indicó en el apartado de sujeción de peces

9. Medir la longitud total
10. Medir la longitud parcial
11. Medir la altura máxima
12. Medir la altura mínima
13. Medir el istmo
14. Determinar el sexo del pez
15. Pesar al pez
16. Registrar los datos obtenidos en la hoja de registro
17. Calcular el alimento a administrar por estanque

HOJA DE REGISTRO DE BIOMETRIAS

Número	Longitud total	Longitud parcial	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro	Sexo	Peso

BIOMASA =	
------------------	--

Cálculo de alimento

Constantes a utilizar para el cálculo de alimento

1.5% para animales de mantenimiento

3% para animales de engorda

3.3.7. Forma en que será evaluada la actividad

1. Asistencia y Puntualidad
2. Material individual completo
3. Participación y desempeño en la práctica
4. Integración del conocimiento teórico durante el desarrollo de la práctica
5. Reporte practico



Figura 3.3.1 Captura de peces
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.3.2 Medición de Altura Máxima
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.3.3 Medición de Altura Mínima
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.3.4 Medición del Itsmo
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.3.5 Pesaje individual de organismos
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.3.6 Pesaje grupal de organismos
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.3.7 Contención de organismos
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.3.8 Sexado de tilapia macho
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila

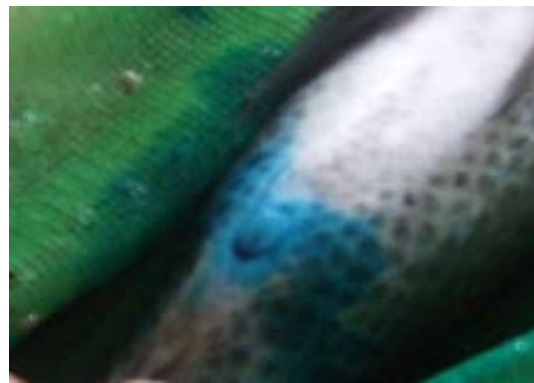


Figura 3.3.9 Sexado de tilapia hembra
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila

3.4 Sistemas de producción, instalaciones y equipo acuícolas

3.4.1 Introducción

En la planeación de una granja existen factores muy importantes a considerar tales como: las fuentes de agua que la abastecerán, las vías de comunicación que permitirán el acceso, traslado de huevos, alevines, crías y adultos a las instalaciones y salida del producto al mercado, el tipo y tamaño del terreno y sobre todo el factor monetario.

Otros aspectos sobresalientes a revisar son:

- La pendiente topográfica sea de 0.5 a 1% lo que permite un fácil drenaje del agua
- El mejor tipo de suelo se considera al arcilloso, en segundo lugar al limoso y finalmente se consideran los menos deseables al arenoso y al pedregoso
- La forma y tamaño de los estanques
- La profundidad de los estanques
- Toma de agua, que sea de fácil acceso y que permita la menor contaminación por medio de detergentes, heces, etc.
- Canales que distribuyan el agua a toda la granja, y que lo realicen de manera homogénea
- La presencia de diques o caminos que permitan el paso ya sea de personas o de carretillas en caso de llegar a necesitarlas
- Salida de agua de la granja

El tipo, tamaño y número de estanques dependerá del tipo y tamaño de terreno, del dinero con el que se cuente para su construcción, la finalidad de la granja y de la cantidad de agua disponible, principalmente.

El tipo de producción que presente la granja dependerá de la especie que se quiera producir principalmente, y de acuerdo su densidad se puede clasificar en Extensivo, Semiintensivo, Intensivo e Hiperintensivo.

Dependiendo de la finalidad de producción de la granja se pueden encontrar diversos tipos de instalaciones, o bien de acuerdo al ciclo de vida que se quiera manejar en la granja, ya que dependiendo de esto surgirán el tipo de instalaciones necesarias, por ejemplo si se trata de un cultivo total (se tienen todas las fases de vida de los organismos), si es un cultivo parcial (se tienen individuos durante cierto período de su vida), si es semicultivo (se atienden animales sólo un tiempo, días o semanas), si es sólo para engorda (se lleva a cabo en ciclos cortos, semanas o meses para la venta), por lo tanto, como se puede observar, no en todas se requiere tener todo tipo de instalaciones; sin embargo para fines de este manual se mencionarán las principales.

Dentro de las instalaciones con las que debe de contar una granja se encuentran:

- Área de cuarentena
- Área de reproducción (estanques de reproducción)
- Estanques de mantenimiento de reproductores
- Maternidades
- Incubadoras (el tipo dependerá de la especie con la que se trabaje)
- Canaletas de alevinaje

- Estanques para elevines
- Estanques para juveniles
- Estanques de engorda

Dentro del equipo básico con el que debe de contar toda granja acuícola se encuentra:

- Almacén de alimento
- Artes de pesca (chinchorro, atarraya, redes de cuchara, red agallera, red de arrastre, red de cuchara, etc)
- Kit de medición de parámetros físico-químicos del agua
- Filtros
- Aireadores
- Tinajas
- Botas
- Overoles
- Básculas
- Transportadores
- Alimentadores
- Planta de energía
- Medicamentos

Un aspecto importante a considerar dentro de las instalaciones es la densidad animal, ya que en muchas ocasiones la necesidad de producir grandes cantidades de peces origina un desbalance en el número ideal de organismos dentro de un determinado volumen de agua, ocasionando graves problemas en la homeostasis del individuo. Por tanto, la importancia de calcular la densidad poblacional y el volumen de agua del contenedor para los peces radica en mantener las condiciones óptimas para toda la población.

Al calcular la densidad animal se evitarán diversos aspectos como:

- Competencia por espacio
- Competencia por oxígeno
- Competencia por alimento
- Canibalismo
- Agresiones entre individuos

Y se mejorarán aspectos como:

- Mejor conversión alimenticia
- Ganancia diaria de peso
- Calidad del agua
- Lotificación de peces

3.4.2 Objetivos generales

El alumno distinguirá el tipo de instalaciones y sistema de cultivo utilizado en una granja acuícola a través del recorrido de la misma con la finalidad de reconocer el sistema de producción utilizado.

El alumno medirá estanques de diferentes formas y tamaños a través de instrumentos de medición para calcular el volumen de agua y estimar la densidad de población.

3.4.3 Objetivos específicos

- 4.1 El alumno determinará los factores que intervinieron en la planeación de la granja
- 4.2 El alumno identificará el tipo de producción con el que cuenta la granja
- 4.3 El alumno identificará el tipo de terreno, ubicación, pendiente, tipo de tierra, comunicaciones (vías de acceso)
- 4.4 El alumno reconocerá el tipo de instalaciones y equipo
- 4.5 El alumno reconocerá los elementos que conforman el sistema de reducción de riesgos de contaminación en la unidad de producción acuícola
- 4.6 El alumno realizará la medición de volumen de agua presentes en los estanques de la granja
- 4.7 El alumno realizará el cálculo de la densidad de población de los estanques de la granja
- 4.8 El alumno realizará actividades de la granja

3.4.4 Actividades

Identificación de:

1. Finalidad zootécnica de la unidad de producción acuícola
2. Sistema de cultivo con el que se trabaja en la unidad de producción acuícola
3. Instalaciones y equipo que conforman la unidad de producción acuícola
4. Organismos que produce la unidad de producción acuícola.

Cálculo de:

1. Volumen de agua de diversas formas de estanques
2. Densidad poblacional de acuerdo al volumen calculado y al sistema de cultivo

Otras: Actividades propias de la granja de acuerdo a la temporada

3.4.5 Habilidades y destrezas a adquirir

Se adquirirán habilidades en la identificación de diversos elementos que conforman la instalación de una granja acuícola como el terreno, fuente de agua, sistema de cultivo, tipo de instalaciones y materiales de construcción de los estanques.

El alumno podrá reconocer los elementos que conforman el sistema de reducción de riesgos de contaminación en la unidad de producción acuícola.

Calculará el volumen de agua de diferentes formas de los estanques aprendiendo a utilizar el flexómetro y lo aplicará para calcular la densidad poblacional máxima que se puede introducir de acuerdo a la longitud total de los organismos.

Desarrollará habilidades en diversas actividades de la unidad de producción acuícola (de acuerdo a la temporada).

3.4.6 Desarrollo de la práctica

Material general

- Chinchorro
- Estanques con peces

Material por alumno

- Flexómetro de 5 m
- Calculadora
- Lápiz
- Hojas
- Tabla para escribir

Procedimientos

1. Entrevistar al productor o encargado de la granja
2. Determinar los factores que contribuyeron a la construcción de la granja
3. Determinar el sistema de producción que tiene la granja
4. Recorrer la granja
5. Identificar el tipo de instalaciones con los que cuenta la granja
6. Identificar el equipo con el que cuenta la granja
7. Calcular el volumen de agua de los estanques de la granja (la fórmula será determinada por la forma geométrica que tenga el estanque)
8. Calcular la densidad poblacional de los estanques medidos (la fórmula será determinada por el tipo de sistema de producción en el que se esté trabajando)
9. Realizar actividades que disponga la granja
10. Realizar sugerencias al productor

Forma en que será evaluada la práctica

1. Asistencia y Puntualidad
2. Material individual completo
3. Participación y desempeño en la práctica
4. Integración del conocimiento teórico durante el desarrollo de la práctica
5. Reporte practico



Figura 3.4.1 Estanques al aire libre
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.4.2 Estanques de sistema intensivo
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.4.3 Área de artes de pesca
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.4.4 Tapete sanitario
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila

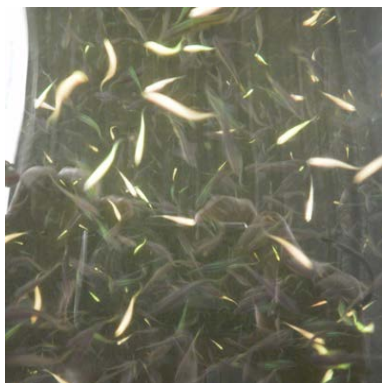


Figura 3.4.5 Organismos producidos en la unidad acuícola
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.4.6 Captura de organismos
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.4.7 Captura de organismos
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.4.8 Empaquetado de organismos
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.4.9 Empaquetado de organismos
FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila

3.5 Cadena sistema producto acuícola

3.5.1 Introducción

Los productos acuícolas representan un importante sector de la producción alimentaria mundial y constituye una importante fuente de proteínas, empleo e ingresos, siendo la base del sustento de una gran parte de la población mundial.

Las principales fuentes de obtención del producto acuícola son: la Pesca, que se refiere a la captura o extracción de los organismos acuáticos de su hábitat natural y la Acuicultura, la cual se refiere al cultivo de los organismos acuáticos en donde se proporciona a la especie de interés los requerimientos físicos, químicos y biológicos que requiera.

La acuicultura ha sido uno de los sistemas de producción de alimento de más rápido crecimiento en las últimas tres décadas y junto con ello la necesidad de generar un producto libre de contaminación química o biológica, es decir, que no causen enfermedades al ser humano y que permita a su vez un comercio nacional e internacional sin restricciones, cumpliendo con la normatividad de Instancias regulatorias como son las Normas Nacionales e Internacionales.

Por ende todos los manejos del producto que se hagan antes, durante y después deberán encaminarse en la reducción de riesgos de contaminación.

El valor nutritivo y comercial del pescado también es un factor importante a considerar y depende de la estructura de la carne y otras partes comestibles de su cuerpo, de la composición química y de factores referentes a los métodos de pesca, manipulación, conservación y transporte, así como de su presentación al mercado (entero, fileteado, deshidratado, salado, en polvo, empanizado, nuggets, etc.)

Composición química de la carne de pescado

Los principales componentes químicos de la carne de pescado son: agua, proteína bruta y lípidos que en conjunto forman hasta el 98% del peso total de la carne, mientras que el resto está dado por carbohidratos, vitaminas y minerales, todos estos componentes participan no sólo en el valor nutricional sino también en las características texturales, sensoriales, calidad organoléptica, capacidad de almacenamiento y en los cambios bioquímicos que tienen lugar en los tejidos *post-mortem*.

Evaluación de la frescura del pescado

Los cambios bioquímicos y microbianos que tienen lugar en los tejidos de los peces después de la captura dependen de los metabolitos presentes en los tejidos, de la actividad de las enzimas endógenas, la contaminación microbiana y las condiciones de captura, sin olvidar la temperatura actuante después de la captura la cual es de gran importancia.

La comprobación organoléptica de la frescura supone determinar el grado de desarrollo alcanzado por cambios *post-mortem* en el pescado haciendo uso de los sentidos del olfato, vista y tacto.

La evaluación rápida de la frescura del pescado puede estar dada por:

- Tanto el aspecto como el olor del pescado debe de ser agradable
- Si se compra entero, comprobar que tenga la piel brillante
- Las branquias deben presentar una coloración rojo sangre
- Los ojos deben de ser brillantes y no estar hundidos
- Al presionar con el dedo sobre la piel, la carne debe de ser blanda pero elástica

Partes comestibles del pescado

La principal parte comestible de los organismos acuáticos se encuentra constituida por los músculos corporales de mayor tamaño; sin embargo, también se aprovechan como alimento muchas otras partes del cuerpo del organismo tales como: la piel, las vísceras, el esqueleto, la hueva y las aletas, dentro de las más importantes.

Lavado

Tiene como objetivo principal disminuir la contaminación del pescado por bacterias, se puede utilizar agua de grifo para el lavado.

Descamado

El descamado puede realizarse por medio de máquinas o de manera manual. El descamado manual supone el 50% del tiempo empleado en el proceso inicial.

El descamado se realiza mediante el paso repetido de un rascador, el cual puede ser un cuchillo o un cepillo descamador, a lo largo de la superficie del pez, desde la aleta caudal hasta la cabeza.

Un buen descamado no debe de dañar la piel, ni debilitar la textura del tejido muscular.

Eviscerado

Se realiza haciendo un corte longitudinal, a partir, del ano hasta la inserción de los opérculos, una vez que se realiza este corte se procede a retirar de manera manual las vísceras. Dentro de sus usos se encuentra la elaboración de harina de pescado.

Descabezado

La cabeza de los peces representa un elevado porcentaje de su peso total, por consiguiente para disminuir el peso de la materia prima aprovechable, debe ser retirada. Dentro de sus usos se encuentra la elaboración de caldo de pescado o bien harina de pescado.

La cabeza puede ser retirada de manera manual o mecánicamente. El corte que se realiza para retirarla puede ser transversal u oblicuo.

Filetes

En el caso del pescado esta es la parte más comercializada es la formada por los grandes músculos laterales, abdominales y dorsales cuya coloración por lo general es blanquecina y se encuentran a ambos lados del cuerpo. Esta parte del cuerpo del pescado es una de las presentaciones más populares del pescado en el mercado.

El rendimiento alcanzado en la obtención de este producto está en función de la especie del pescado, su sexo, su tamaño, la alimentación que haya tenido y de la habilidad por parte de la persona que realice el corte.

El filete se obtiene realizando un corte longitudinal desde el ano hasta la inserción de los opérculos, después se realiza un corte oblicuo desde la inserción de los opérculos hasta la columna vertebral, posteriormente se realiza otro corte longitudinal a partir de la parte caudal de la cabeza hasta el pedúnculo caudal, y después un corte a nivel del pedúnculo. Por último se realiza un corte sobre las costillas del pescado y así obtener los filetes.

Raspa

En los últimos años se ha popularizado el pescado desmenuzado como materia prima. Esta se obtiene a partir de los residuos del fileteado, peces descabezados y porciones de la espina dorsal y las costillas raspando con un cuchillo para separar el músculo de la parte a la cual este adherido.

3.5.2 Objetivo general

El alumno obtendrá diferentes subproductos de pescados a través de cortes que realizará para su comercialización.

3.5.3 Objetivos específicos

- 5.1 El alumno conocerá las diferentes presentaciones al mercado de los pescados
- 5.2 El alumno conocerá los precios de acuerdo a la presentación que se le dé al pescado
- 5.3 El alumno conocerá los puntos a evaluar de la frescura de un pescado
- 5.4 El alumno realizará la limpieza de un pescado
- 5.5 El alumno obtendrá los pesos y rendimientos de un pescado
 - 5.5.1 El alumno realizará el descamado de un pescado
 - 5.5.2 El alumno realizará el eviscerado de un pescado
 - 5.5.3 El alumno realizará el fileteado de un pescado
 - 5.5.4 El alumno obtendrá el raspado de un pescado
 - 5.5.5 El alumno obtendrá otros subproductos

3.5.4 Actividades

1. Identificación de los métodos por los cuales se obtienen los productos acuícolas (pesca y acuicultura)
2. Identificación de los métodos de conservación de los productos acuícolas (pesca y acuicultura)
3. Reconocimiento de Buenas Prácticas de Producción para la obtención de productos inocuos (peces)
4. Reconocimiento de la frescura del pescado
5. Reconocimiento de Buenas Prácticas de Manufactura para la obtención de productos inocuos (peces)
6. Obtención de productos y subproductos del pescado
7. Evaluación del rendimiento y aprovechamiento de las partes que conforman el pescado
8. Limpieza de materiales

3.5.5 Habilidades y destrezas a adquirir

Se adquirirán habilidades en el reconocimiento de la influencia de:

- Proporcionar calidad de agua acorde a la especie de cultivo
- Morfología del cuerpo del organismo
- Sistema de cultivo
- Alimento suministrado
- Espacio vital calculado
- Experiencia en la obtención de subproductos
- Sexo
- Especie
- Fase de vida

En el tamaño, grosor y rendimiento de los productos y subproductos del pescado.

3.5.6 Desarrollo de la práctica

Material general

- Báscula
- Periódico
- Sanitas
- Jabón
- Fibra

Material por alumno

- 1 Pescado con escamas y vísceras de 250 g
- 1 Cepillo descamador
- 1 Cuchillo para filetear
- 1 Charola de disección
- 1 Tabla para filetear
- 1 Calculadora
- 1 Lápiz
- 2 Hojas blancas

Procedimientos

1. Visitar el mercado de su preferencia para observar las diferentes presentaciones de los productos acuícolas y pesqueros así como la variabilidad de precios
2. Evaluar el grado de frescura del pescado a comprar
3. Comprar su pescado
4. Lavar el pescado
5. Pesar el pescado
6. Registrar el peso
7. Descamar el pescado
8. Pesar el pescado
9. Registrar el peso
10. Eviscerar el pescado

11. Pesar el pescado
12. Registrar el peso
13. Filetear el pescado
14. Pesar los filetes
15. Registrar el peso
16. Quitar la piel a los filetes
17. Pesar los filetes sin piel
18. Registrar el peso
19. Cortar la cabeza del pescado
20. Pesar la cabeza
21. Registrar el peso
22. Sacar la raspa
23. Pesar la raspa
24. Registrar el peso
25. Pesar vísceras, piel, y esqueleto
26. Registrar el peso
27. Evaluar los resultados obtenidos

3.5.7. Forma en que será evaluada la práctica

1. Asistencia y Puntualidad
2. Material individual completo
3. Participación y desempeño en la práctica
4. Integración del conocimiento teórico durante el desarrollo de la práctica
5. Reporte practico



Figura 3.5.1 Lavado con agua potable de pescado

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.5.2 Descamado de pescado

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.5.3 Eviscerado del pescado

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.5.4 Fileteado de pescado

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.5.5 Raspa de pescado

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila



Figura 3.5.6 Carcaza de pescado

FUENTE: MVZ. Ma. de la Luz Chavacán Avila

Bibliografía básica:

1. ARREDONDO FJL, LOZANO GSD. La acuicultura en México. D.F.: UAM-I, 2003.
2. BROWN L. Acuicultura para veterinarios: producción y clínica de peces. Zaragoza: Acribia, 2000.
3. VINATEA AL. Principios químicos de calidad de agua en acuicultura: una revisión para peces y camarones, UAM. 2002.

Bibliografía complementaria:

1. EVANS DH, CLAIRBONE JB. The physiology of fishes. 3^a ed. USA: McGraw Hill, 2006.
2. FOWLER ME, MILLER RE. Zoo and wild animal medicine: current therapy 6th ed. St. Louis, MO: Saunders-Elsevier, 2008.
3. MARTÍNEZ CLR. Camaronicultura. Avances y tendencias. D.F.: AGT editor, 2002.
4. NOGA E. Fish Disease. 2^a ed. USA: Wiley-Blackwell, 2010
5. STOSKOPF MK. Fish Medicine. Philadelphia, USA, 1993.

Referencias en línea:

1. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. [Página principal de Internet]. c2011-2013 [Actualizada 2013; citada 28 Ene 2013]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727s/i2727s00.htm>
2. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL [Página de Internet] Código Sanitario para los Animales Acuáticos c2011-2013. [Actualizado 2012; citado enero 24 del 2013]. OIE Código Sanitario para los Animales Acuáticos. Disponible en: <http://www.oie.int/es/normas-internacionales/codigo-acuatico/acceso-en-linea>.
3. SAGARPA. [Página de Internet]. México: Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca c2011-2013 [Actualizado 2012; citado enero 28 del 2013]. Disponible en: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_inicio
4. SAGARPA. [Página de Internet]. México: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [Actualizado 2012; citado enero 28 del 2013]. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?id=4328>

PUBLICACIONES PERIÓDICAS

- Aquaculture
- Aquaculture Magazine
- Aquaculture Nutrition
- Aquatic Toxicology
- Developments in aquaculture and fisheries science