



CORPORACIÓN
UNIVERSITARIA
REMINGTON

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

ELECTIVA V

ASIGNATURA: Tecnología en Acuicultura

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON

DIRECCIÓN PEDAGÓGICA

Este material es propiedad de la Corporación Universitaria Remington (CUR), para los estudiantes de la CUR en todo el país.

2012

CRÉDITOS



El módulo de estudio de la asignatura Electiva V Tecnología en Acuicultura del Programa Agroindustrial es propiedad de la Corporación Universitaria Remington. Las imágenes fueron tomadas de diferentes fuentes que se relacionan en los derechos de autor y las citas en la bibliografía. El contenido del módulo está protegido por las leyes de derechos de autor que rigen al país.

Este material tiene fines educativos y no puede usarse con propósitos económicos o comerciales.

AUTOR

Silvia Alejandra Pérez Montoya Zootecnista, Esp en Ingeniería Ambiental, Candidata a Magister en Ingeniería Área Ambiental, Docente de cátedra Gerencia Ambiental y Agroindustria de Sólidos I alejaperez1804@gmail.com

Nota: el autor certificó (de manera verbal o escrita) No haber incurrido en fraude científico, plagio o vicios de autoría; en caso contrario eximió de toda responsabilidad a la Corporación Universitaria Remington, y se declaró como el único responsable.

RESPONSABLES

Escuela de Ciencias de la Salud

Director Arcadio Maya Elejalde

Decano Dr. Ignacio Ramos Jaramillo

Vicedecana Dra. Diana Lucía Toro

Director Pedagógico

Octavio Toro Chica

dirpedagogica.director@remington.edu.co

Coordinadora de Medios y Mediaciones

Angélica Ricaurte Avendaño

mediaciones.coordinador01@remington.edu.co

GRUPO DE APOYO

Personal de la Unidad de Medios y Mediaciones

EDICIÓN Y MONTAJE

Primera versión. Febrero de 2011. Segunda versión Marzo 2012

Derechos Reservados

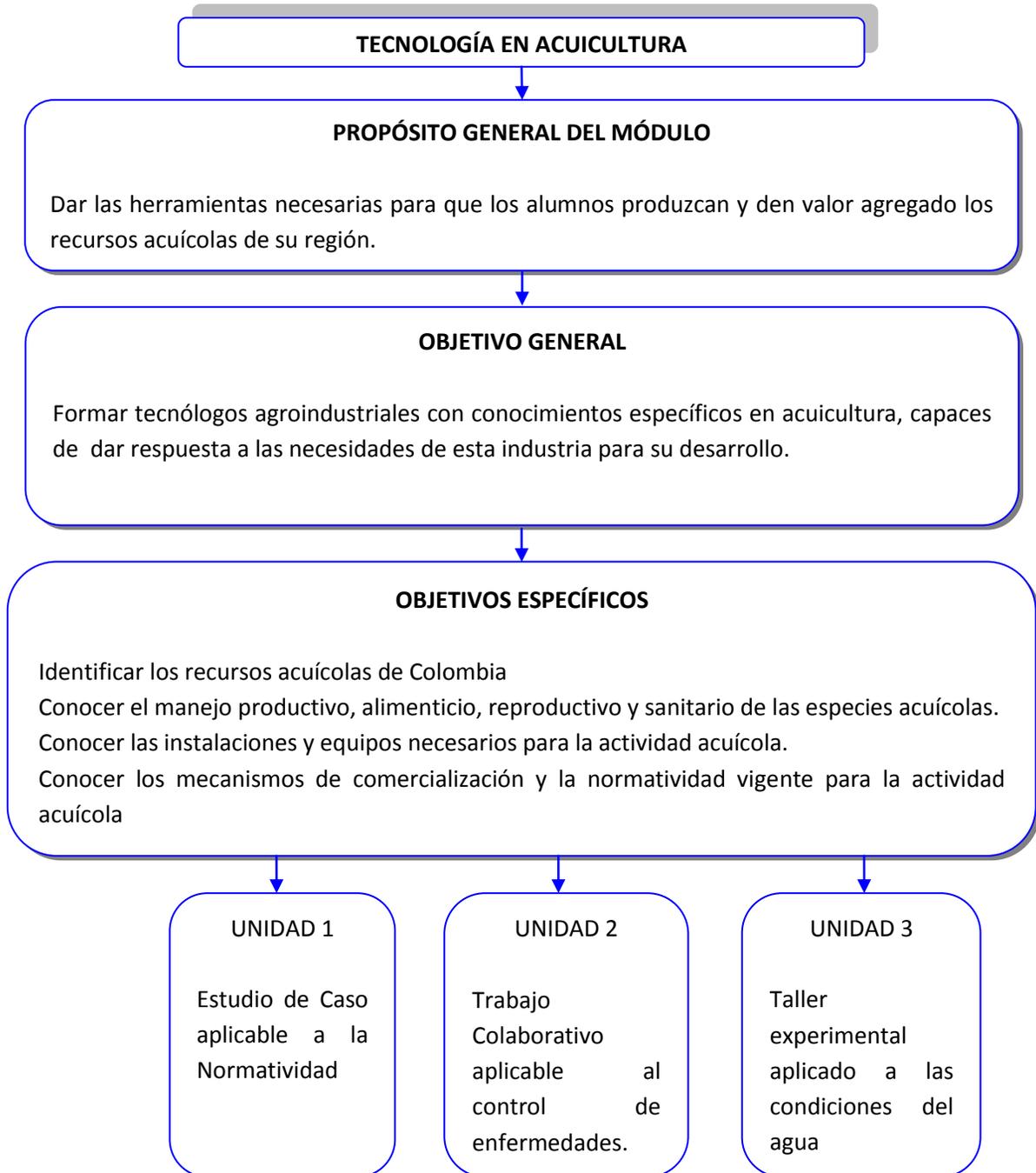


Esta obra es publicada bajo la licencia Creative Commons. Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 2.5 Colombia.

TABLA DE CONTENIDO

1. MAPA DE LA ASIGNATURA.....	7
2. LOS RECURSOS ACUÍCOLAS	8
2.1. Situación de la Actividad Acuícola en Colombia	9
2.1.1. Panorama General de La Acuicultura en Colombia	9
2.2. Mercado y Comercio	13
2.2.1. Sistemas de Producción	15
2.3. Descripción Anatómica y Fisiológica de Los Diferentes Recursos Acuícolas.....	16
2.3.1. Anatomía y Fisiología De Los Peces.....	16
2.4. Aparato Respiratorio	26
2.5. Anatomía y fisiología de los crustáceos y moluscos.....	32
2.6. Normatividad y Calidad en la Producción	37
3. NUTRICIÓN REPRODUCCIÓN COSECHA Y POSCOSECHA.....	39
3.1. Nutrición.....	40
3.2. Métodos de Alimentación.....	45
3.3. Anatomía y Fisiología Reproductiva	47
3.4. Sanidad	50
3.5. Cosecha y Pos Cosecha.....	54
4. INSTALACIONES Y EQUIPOS	57
4.1. Condiciones del Agua	58
4.2. Instalaciones y Equipos	64
4.3. Conservación de los Productos Acuícolas	72
4.4. Conservas y Semiconservas de Pescado	78
4.5. Pistas de Aprendizaje	80
4.6. Glosario	81
4.7. Bibliografía	81

1. MAPA DE LA ASIGNATURA



2. LOS RECURSOS ACUÍCOLAS

Colombia es rica en fuentes hídricas y cuenta con una gran variedad de especies susceptibles de explotar en beneficio de una comunidad, que manejada con principios técnicos es una actividad rentable.

A continuación se presenta un video que muestra el potencial de la acuicultura como actividad rentable.

<http://www.youtube.com/watch?v=XXxXIXUp8IE>

OBJETIVO GENERAL

- ▶ Identificar los Recursos acuícolas en Colombia

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ▶ Conocer la situación de los recursos acuícolas en y los sistemas de producción en Colombia.
- ▶ Comprender la fisiología y anatomía de las especies de importancia
- ▶ Comprender y aplicar la normatividad vigente al sector acuícola

Prueba Inicial

1. Es lo mismo acuicultura que piscicultura

a. Si

b. No

Por qué _____

2. Los peces son animales:

a. Vertebrados

b. Invertebrados

3. Los peces respiran por:

a. branquias

b. Pulmones

c. Piel

d. aletas

4. Los peces son de sangre:

- a. Fría
- b. Caliente

5. El cuerpo de los peces está cubierto por:

- a. Pelo
- b. Plumas
- c. Escamas

TEMAS

Situación actual de la actividad acuícola en Colombia.

Descripción anatómica y fisiológica de los diferentes recursos Acuícolas.

Normatividad y calidad en la producción

2.1. Situación de la Actividad Acuícola en Colombia

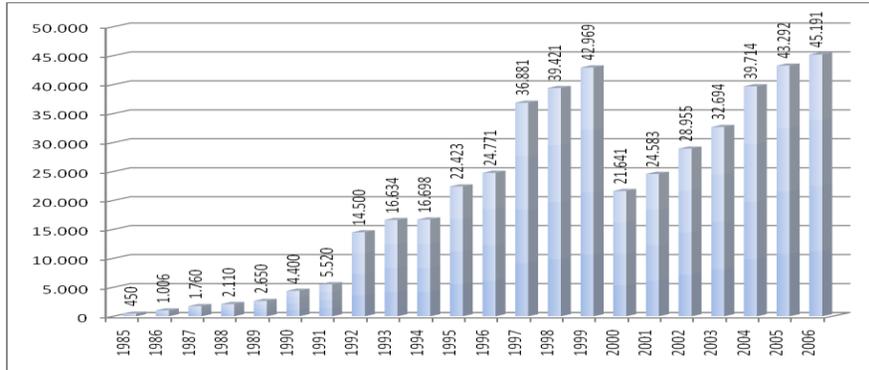
2.1.1. Panorama General de La Acuicultura en Colombia

La notable disminución de la pesca de captura en el mundo ha conducido a que la producción acuícola (acuicultura) se constituya en una fuente alternativa de proteína para la seguridad alimentaria mundial (FAO, 2010) y a su vez, como una actividad generadora de empleo e ingresos. De hecho, en los últimos 20 años la producción mundial de especies como la tilapia, trucha y cachama han crecido a ritmos del 12%, 6% y 29%, respectivamente.

En ese contexto, la producción acuícola colombiana se ha orientado en el mismo sentido que la producción mundial, esto es, al cultivo de camarón, tilapia, trucha y cachama. Estas tres últimas son las principales especies en materia de piscicultura desarrolladas en el país.

La producción nacional, está distribuida en: pesca marina 53%, 38% acuicultura (12% marina y 26% continental) y el 9% proviene de la pesca continental.

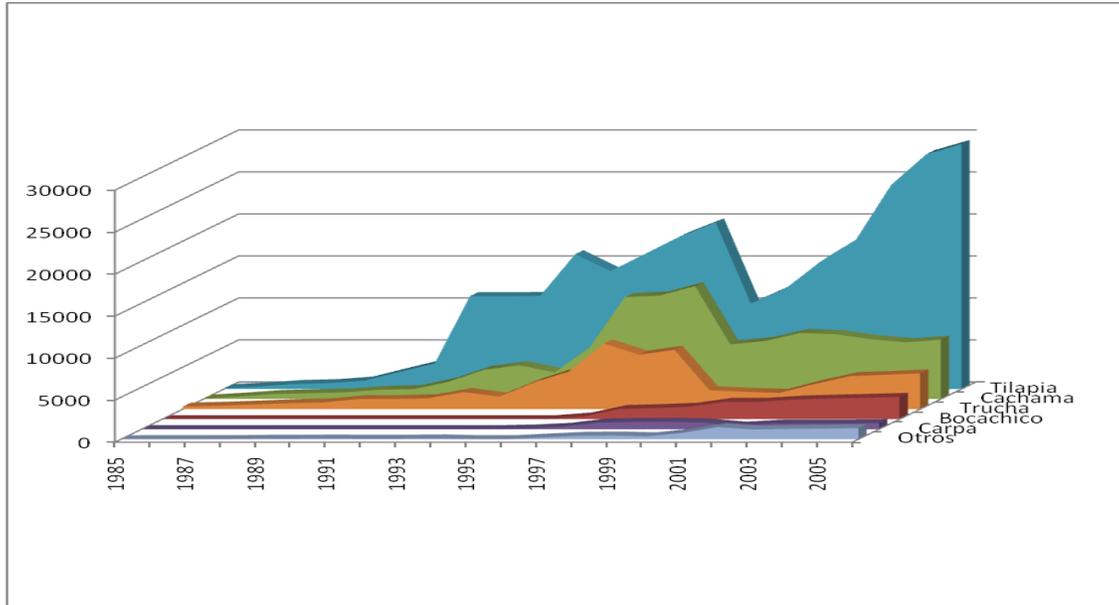
Grafica 1. Crecimiento Nacional de la producción de peces 1985- 2006



Fuente. La piscicultura en Colombia evolución Histórica 1985-2006. Disponible en < www.ensistemas.net/acuioriente/documentos/PisciculturaColombia.ppt>, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. [Consulta 12 de Julio de 2011]

Las actividades de pesca y acuicultura han registrado un crecimiento promedio anual del 2% desde el año 2000 al 2006, sin embargo, cada una de las actividades registró un comportamiento diferente. En el caso de la pesca, ésta disminuyó de 129.463 t en el 2000 (CCI, 2007) a 113.950 t en el 2006, lo que muestra un decrecimiento promedio anual del 2% mientras la acuicultura pasó de 31.658t en el 2000 a 69.832 t en el 2006 mostrando un crecimiento promedio anual del 13 % La producción total nacional de acuicultura continental de 48.532 t durante el año 2006, de las cuales el 48% corresponde a tilapia, el 36% a cachama, el 5% a trucha y el 11 % restante a otras especies. A nivel departamental, se destacan Huila, Meta y Valle del Cauca con participaciones del 27.9%, 22.6% y 11.9% respectivamente, seguidos por el núcleo productivo del Eje Cafetero, Tolima y Cundinamarca, el cual participa con el 10.7% de la producción nacional.

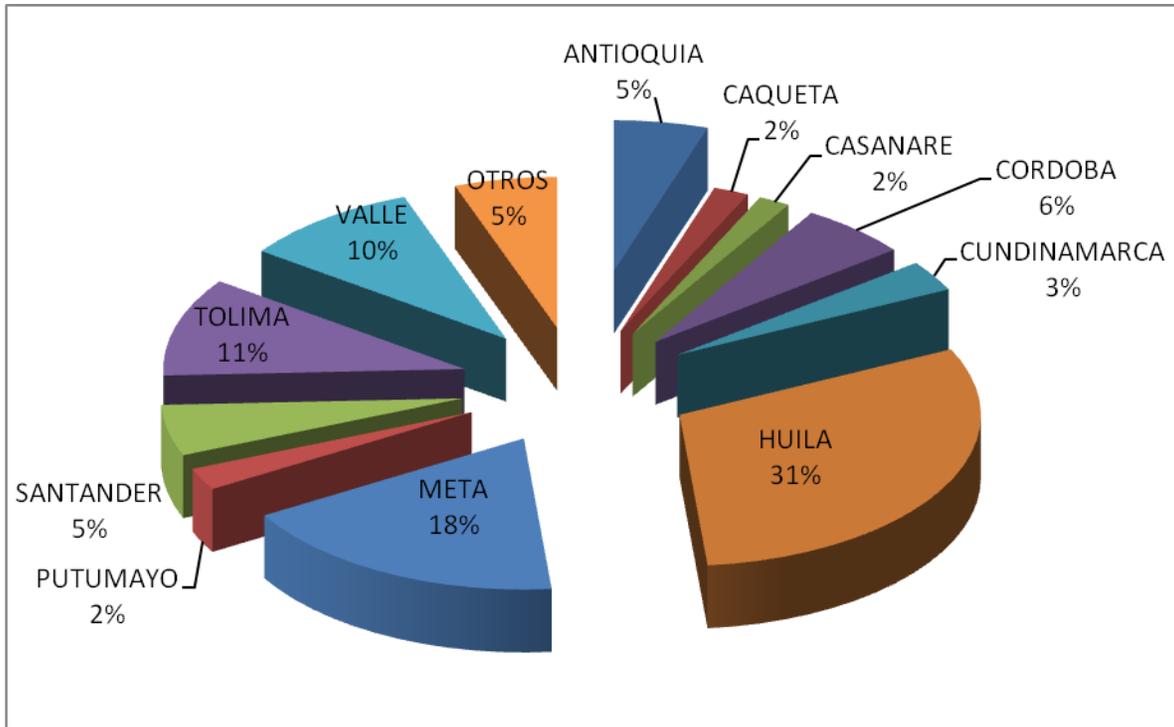
Grafica 2. Producción por especies en Colombia 1985-2005



	Bocachico	Cachama	Carpa	Tilapia	Trucha	Otros
Tasa de Crecimiento Anual	85,32%	25,24%	21,64%	29,43%	12,82%	29,26%

Fuente. La piscicultura en Colombia evolución Histórica 1985-2006. Disponible en < www.ensistemas.net/acuioriente/documentos/PisciculturaColombia.ppt > Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. [Consulta 12 de Julio de 2011]

Grafica 3. Distribución de la Producción por Departamentos



Fuente. La piscicultura en Colombia evolución Histórica 1985-2006. Disponible en < www.ensistemas.net/acuioriente/documentos/PisciculturaColombia.ppt> Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. [Consulta 12 de Julio de 2011]

Otra de las actividades acuícolas de gran importancia en el contexto nacional es la camaronicultura, destacándose que los departamentos de mayor relevancia en la producción de camarón de cultivo son en su orden, Sucre, Bolívar y Córdoba, los cuales participan en el total de la producción estimada con el 46,5%, 27,9% y 11,9%, respectivamente. El 13,7% restante corresponde a los departamentos de Atlántico, Guajira y Nariño con participaciones que oscilan entre 2,8% y 7,1%.

Colombia en la actualidad lidera la productividad de la industria en los sistemas de cultivo semi-intensivos, alcanzando productividades de 3.500 Kg./Ha/Año, y sobrevivencias del orden del 60%, porcentaje alto en comparación con el internacional, gracias a la utilización de la semilla producida bajo los sistemas de ciclo cerrado. En este sentido, se puede asegurar que esta actividad ya logró su madurez industrial y está preparada para estructurar su nuevo crecimiento.

En el país, la pesca se ha desarrollado principalmente en tres frentes de actividades específicas que son: marítima, continental y la acuicultura. En la actividad artesanal marítima y continental así

como en la piscicultura de pequeña escala, están vinculadas de manera directa cerca de 100.000 familias, lo que significa que más de 400.000 personas dependen exclusivamente de esta actividad productiva. En la industria pesquera y acuícola se generan más de 50.000 empleos directos dedicados a labores de acuicultura, captura y procesamiento en las plantas instaladas en tierra y cerca de 197.500 puestos de trabajos indirectos, que participan en el descargue, alistamiento de embarcaciones, transporte de productos, mantenimiento, reparaciones, así como en los servicios generales, anexos y complementarios requeridos por esta clase de actividades. En la comercialización de los productos pesqueros y acuícolas, tanto en el ámbito nacional como de exportación, están vinculadas cerca de 75.000 personas en esta actividad.

2.2. Mercado y Comercio

Las zonas en donde se presentan los mayores consumos son las costeras, asentadas en las riberas de los ríos, de vocación acuícola y en las principales ciudades (Bogotá, Cali, Medellín, Cartagena, Barranquilla, Bucaramanga y Villavicencio). En otras regiones, el consumo es bajo, debido a la inconstancia y/o insuficiencia de la oferta, el relativo alto precio de los productos pesqueros, en comparación con otros cárnicos (vacuno, porcino y avícola) y la falta de campañas de promoción del consumo, en el ámbito nacional.

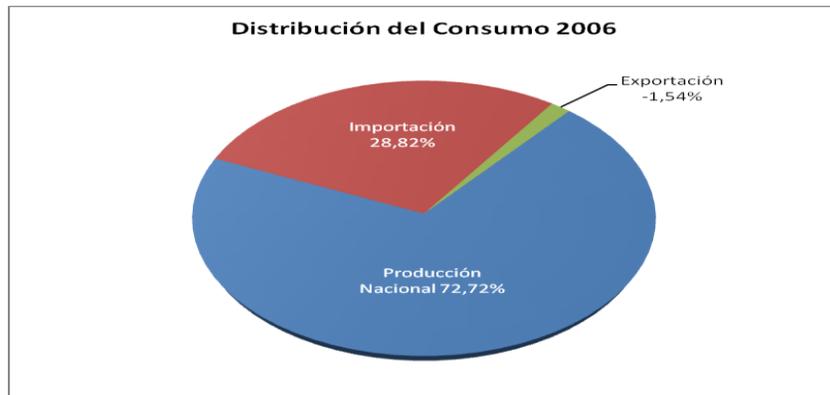
El consumo de productos pesqueros y acuícolas ha aumentado paulatinamente en los últimos años, debido a cambios en los hábitos del consumidor, quien reconoce sus altas cualidades nutricionales, así como al incremento y diversidad de la oferta, tanto de productos nacionales como importados.

El sector pesquero colombiano participa con el 3.32% del PIB agropecuario y con el 0,36 del PIB nacional (CCI, 2007).

Los principales destinos de las exportaciones según cálculos de CCI son la Zona Franca, España, Estados Unidos, Italia y Francia.

Las especies que se producen para enviar al exterior son el camarón marino, que tiene como destino los Estados Unidos, Europa y Japón; la trucha, que se exporta a Estados Unidos y Europa; y la tilapia, que se envía a Estados Unidos. Generalmente el producto se exporta fresco, como en el caso de camarones; entero o en corte mariposa, fresco o congelado, en el de las truchas; o en filete fresco o entero congelado, en el de tilapia.

Grafico 4. Distribución del consumo 2006



Fuente. La piscicultura en Colombia evolución Histórica 1985-2006. Disponible en < www.ensistemas.net/acuioriente/documentos/PisciculturaColombia.ppt> Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. [Consulta 12 de Julio de 2011]

Sin embargo en Colombia los costos financieros de la comercialización son muy altos. Desde el pago anticipado al pescador hasta el detallista pueden pasar 90 días, lo que puede considerarse Como una inmovilización del dinero invertido por ese periodo.

Los canales de comercialización son complejos e involucra una larga cadena de intermediarios que encarecen el producto, haciendo que llegue a precios muy elevados al consumidor final.

► **Canal de comercialización del Camarón**

1. Pescador propietario de embarcación
2. Mayorista acopiador que es un intermediario
3. Mayorista central que distribuye de los puertos a las ciudades
4. Minorista que vende el camarón a los detallistas: pescaderías, supermercados, plazas, entre otros.

► **Canal de comercialización de la trucha, tilapia y cachama**

1. Plaza de las flores y/o red de fríos de corabastos: Canal mayorista a través del cual se comercializa la mayoría del producto que se vende al detal.

2. Institucional: Comercializadores de pescado que dentro de su portafolio tienen a la tilapia roja, trucha y cachama.
3. Intermediarios: Comercializadores, que por lo general son personas naturales o sociedades de hecho, que intermedian entre el productor y el comercializador institucional en volúmenes importantes, encontrándose una especialización en la tilapia roja, trucha y cachama.
4. Cadenas de supermercados: Que por la calidad y oportunidad genera negociaciones con características específicas. La competencia entre ellos ha permitido que los productos se consuman no solo en los nichos de mercados tradicionales, como lo eran los estratos 1, 2 y 3, sino también en los de 4, 5 y 6, que anteriormente no los consumían, por no existir una oferta constante en los sitios en que estos estratos frecuentan realizar las compras de sus alimentos. Se estima que actualmente la comercialización de estos productos por los supermercados representa, sólo en la ciudad de Bogotá, cerca de un 35% del total de la oferta existente. Hasta hace tres años ésta no era superior al 20%.
5. Minoristas: Establecimientos de comercio como restaurantes y puntos de venta de carne o pollo que adicionan en la oferta de sus productos la tilapia roja, trucha y cachama.
6. Consumidor final. (Universidad de Cantabria, 2007)

2.2.1. Sistemas de Producción

Extensiva: Es aquella en donde la acción del hombre se limita exclusivamente a la siembra y cosecha de una o varias especies en un cuerpo de agua determinado. Este tipo de acuicultura se realiza para aprovechar cuerpos de agua como: jagüeyes, embalses y reservorios de agua que sean naturales o artificiales. Se inicia sembrando los organismos a una baja densidad y permitiendo que subsistan de la fuente alimenticia del lugar donde fueron sembrados. El aprovechamiento se realiza cuando se detectan organismos con talla comercial.

Para un mejor aprovechamiento de este tipo de acuicultura es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ▶ Mantener el cuerpo de agua en buenas condiciones de acuerdo al tamaño
- ▶ Realizar la siembras frecuente para garantizar una población estable
- ▶ Si se trata de reservorios pequeños como jagüeyes, se debe implementar un sistema de control de predadores.

Semi-Intensiva: En esta la intervención del hombre va más allá de sembrar y cosechar los organismos, ya que se construyen estanques y reservorios. Las técnicas de manejo que incluye este tipo de acuicultura son: siembra de peces, abonamiento, poca preparación y de vez en cuando del estanque, en ocasiones se suministra alimento.

Se emplean densidades de siembra más altas por lo tanto se obtiene mayor producción, es el sistema de producción usado por la gran mayoría de productores colombianos.

Intensiva: Se emplea mayores densidades de siembra, infraestructura adecuada (estanques o jaulas flotantes), depende específicamente del suministro de alimento concentrado apropiado para las especies de cultivo y requiere más alta tecnología, como manejo de flujos de agua, de sistemas de aireación, reutilización de agua, y biofiltros entre otros. Es un tipo de acuicultura de índole comercial (Rodríguez, Daza, Carrillo, 2001)

2.3. Descripción Anatómica y Fisiológica de Los Diferentes Recursos Acuícolas

2.3.1. Anatomía y Fisiología De Los Peces

Los peces tienen una forma ahusada, con el cuerpo moderadamente aplanado en los lados, más hacia la zona de la cola que en la cabeza.

Actividad 1

1. Cuáles son las principales causas que afectan la actividad acuícola en Colombia?
2. Explique la diferencia entre acuicultura y piscicultura?
3. Investigar las principales especies de explotación acuícola en Colombia, y definir algunas de sus características.

► Escamas

Son la piel de pez, envuelven el cuerpo y le brindan protección, constituyendo la primera barrera defensiva del organismo contra enfermedades y situaciones ambientales adversas. Cumplen también funciones respiratorias, excretoras y osmoreguladoras; así mismo, contienen los cromatóforos (responsables de la coloración del pez).

► Capas

Epidermis: Se encuentran células que segregan una mucosidad escurridiza que cubre la totalidad del cuerpo.

Dermis: Contiene vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas, órganos sensoriales cutáneos y tejido conectivo, se suelen encontrar también papilas gustativas y táctiles.

La dermis desempeña un papel importante en la formación de escamas y estructuras relacionadas con ellas. (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001).

En ocasiones, los peces se han clasificado de acuerdo a la forma y características de sus escamas. Los tipos más importantes de éstas son las escamas son:

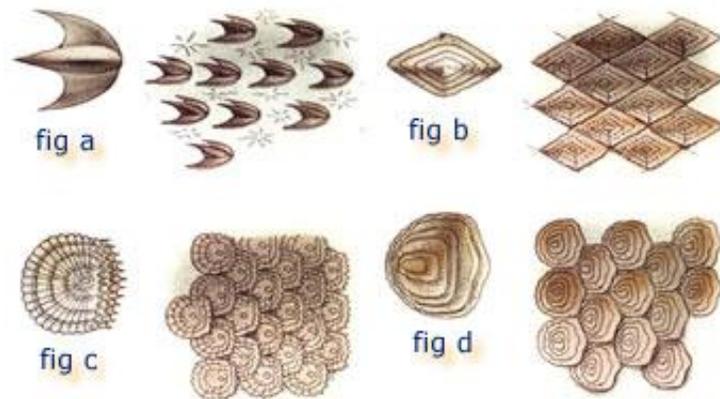
Ganoideas: con forma de rombo y cubiertas con una capa similar a un esmalte

Cicloideas: casi redondas con bordes lisos

Ctenoideas: redondeadas pero tienen los bordes expuestos y serrados

Placoideas: estructuras cónicas pequeñas, parecidas a los dientes y son características de los condricios (tiburón y la raya).

Figura 1. Escamas



a. escamas placoides; b.escama ganoide; c. escama ctenoideas d. escamas cicloideas

Fuente. Aprendamos biología. . Disponible en

< http://aprendemosbiologia.blogspot.com/2010_09_01_archive.html>, Patricia Casto. [Consulta 1 de Agosto de 2011]

► Aletas

Son estructuras formadas por membranas con una armadura de espinas, que actúan como medio de locomoción y orientación del movimiento.

Las tres funciones de las aletas son:

1. Estabilización
2. El frenado
3. La locomoción

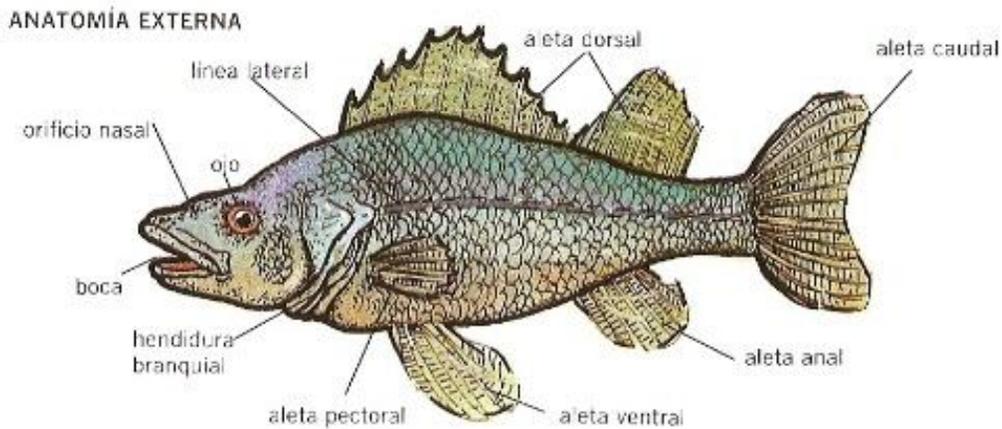
Aletas pectorales y ventrales: sirve para dar equilibrio, frenar, girar y tener una cierta propulsión.

Aleta caudal o cola: genera el empuje en la mayoría de los peces, igualmente sirve para girar y estabilizar.

Figura 2. Las aletas

Actividad 2

Da ejemplos de peces para cada tipo de escamas



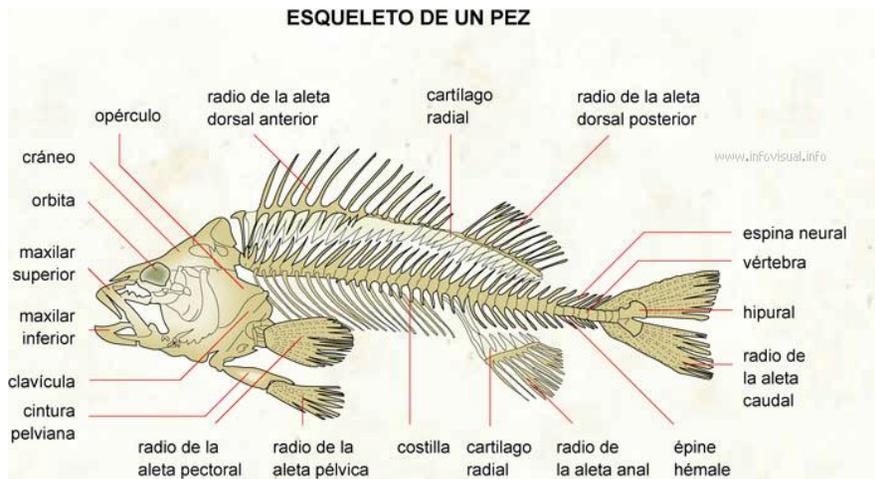
Fuente. Peces, anfibios y reptiles. Disponible en:

< <http://www.aplicaciones.info/naturales/natura12.htm> > [consulta 1 de agosto de 2011]

► EL ESQUELETO

Mientras que las escamas constituyen el esqueleto dérmico, el esqueleto interno óseo (endoesqueleto), de la mayor parte de los peces, se compone de un cráneo con mandíbulas equipadas con dientes, una columna vertebral, costillas, un arco pectoral y una serie de huesos interespinales que sostienen las aletas.

Figura 3. Esqueleto



Fuente. El diccionario visual. Disponible en
< http://www.infovisual.info/02/034_es.html >, [consulta 1 de Agosto de 2011]

► Partes del Esqueleto

Opérculo: placa córnea dura que cierra la apertura de las branquias.

Radio de la aleta dorsal anterior: cada pequeño hueso que forma la aleta anterior situado en el lomo del pez.

Cartílago radial: tejido elástico relativo al radio

Radio de la aleta dorsal posterior: cada pequeño hueso que forma la aleta posterior situado en el lomo del pez.

Espina neural: espina que contiene una parte del sistema nervioso.

Vértebra: cada uno de los huesos que forma espina neural del pez.

Hipural: articulación entre la aleta caudal y la última vértebra del pez

Radio de la aleta caudal: cada pequeño hueso que forma la aleta última del pez.

Radio de la aleta anal: cada pequeño hueso que forma la aleta situado al nivel del ano.

Cartílago radial: tejido elástico relativo al radio.

Costilla: cada uno de los huesos que forma la caja torácica.

Radio de la aleta pélvica: cada hueso que forma la aleta que está situado al nivel de la cintura pelviana.

Radio de la aleta pectoral: cada hueso que forma la aleta, situado al nivel de pecho.

Cintura pelviana: conjunto de los huesos que forma la pelvis

Clavícula: hueso del hombro.

Maxilar inferior: mandíbula

Maxilar superior: parte superior de la boca.

Orbita: cavidad del cráneo la que se aloja el ojo.

Cráneo: caja ósea que contiene el cerebro. (Diccionario Visual, 2011)

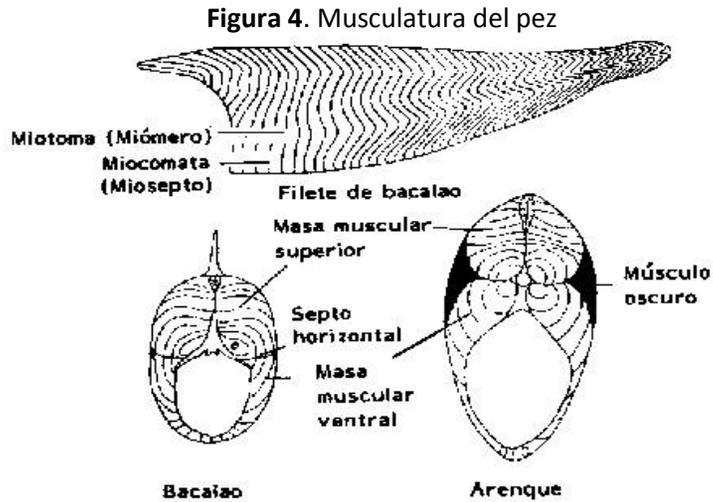
► LOS MUSCULOS

La anatomía del músculo del pez difiere de la anatomía de los animales terrestres, porque carece del sistema tendinoso (tejido conectivo) que conecta los paquetes musculares al esqueleto del animal. En cambio, los peces tienen células musculares que corren en paralelo, separadas perpendicularmente por tabiques de tejido conectivo (miocomata), ancladas al esqueleto y a la piel. Los segmentos musculares situados entre estos tabiques de tejido conectivo se denominan miotomas (FAO, 2000).

Todas las células musculares extienden su longitud total entre dos miocomatas, y corren paralelamente en el sentido longitudinal del pez. La masa muscular a cada lado del pez forma el filete. La parte superior del filete se denomina músculo dorsal y la parte inferior músculo ventral.

Los miocomatas corren en forma oblicua, formando un patrón de surcos perpendiculares al eje longitudinal del pez, desde la piel hasta la espina. Esta anatomía está idealmente adaptada para permitir la flexibilidad del músculo en los movimientos necesarios para propulsar el pez a través del agua.

El tejido muscular del pez, como el de los mamíferos, está compuesto por músculo estriado. La unidad funcional, es decir, la célula muscular, consta de sarcoplasma que contiene el núcleo, granos de glucógeno, mitocondria, etc. y un número (hasta 1.000) de miofibrillas. La célula está envuelta por una cubierta de tejido conectivo denominada sarcolema. Las miofibrillas contienen proteínas contráctiles, actina y miosina. Estas proteínas o filamentos están ordenados en forma alternada muy característica, haciendo que el músculo parezca estriado en una observación microscópica.



Fuente. El pescado fresco: su calidad y cambios en su calidad. Disponible en.
<<http://www.fao.org/DOCREP/V7180S/v7180s04.htm>>, FAO, [consulta 1 de agosto de 2011]

► APARATO DIGESTIVO

Está constituido generalmente por una boca, dotada de dientes afilados o en forma de cepillo, una faringe, un esófago, un estómago y un intestino que termina en un orificio anal.

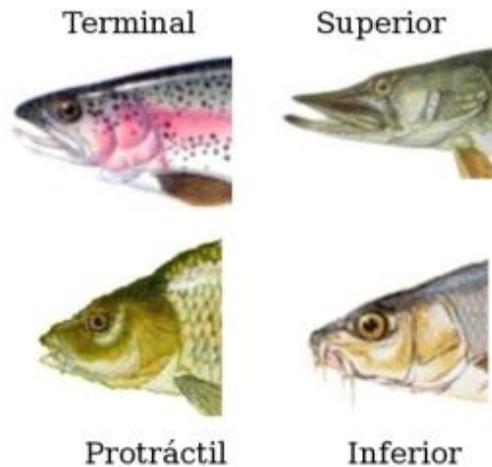
► Boca y dientes

Es el inicio del tubo digestivo, se encuentra en el extremo anterior de la cabeza y puede tener una posición terminal o inferior. La forma, posición y tamaño de la boca indican cual es el hábito alimenticio del pez; las especies que se alimentan de plancton, tienen la boca de menor tamaño que los carnívoros depredadores.

A continuación se presentan algunos ejemplos de tipos de bocas

- **Terminal:** posición centrada, como en la trucha y terminal protráctil, como en la carpa
- **Superior:** hacia arriba como en el lucio
- **Inferior:** como en el barbo
- **Ventral:** como en los seláceos (tiburones, rayas) (Tayrona, 2005)

Figura 5. Diferentes tipos de bocas



Fuente. Noción básica de los peces. Disponible en:
<http://www.tayrona.org/taganga_fauna_marina/peces_descripcion/peces_anatomia_descripcion.html>

► **Dientes**

Dependiendo del hábito alimenticio los dientes pueden estar presentes o ausentes, de igual manera puede variar su número, forma y tamaño; de acuerdo a su posición pueden ser mandibulares, bucales y faríngeos.

Según su forma pueden ser:

Cardiformes: Numerosos, cortos, finos y puntiagudos como los que presentan los bagres.

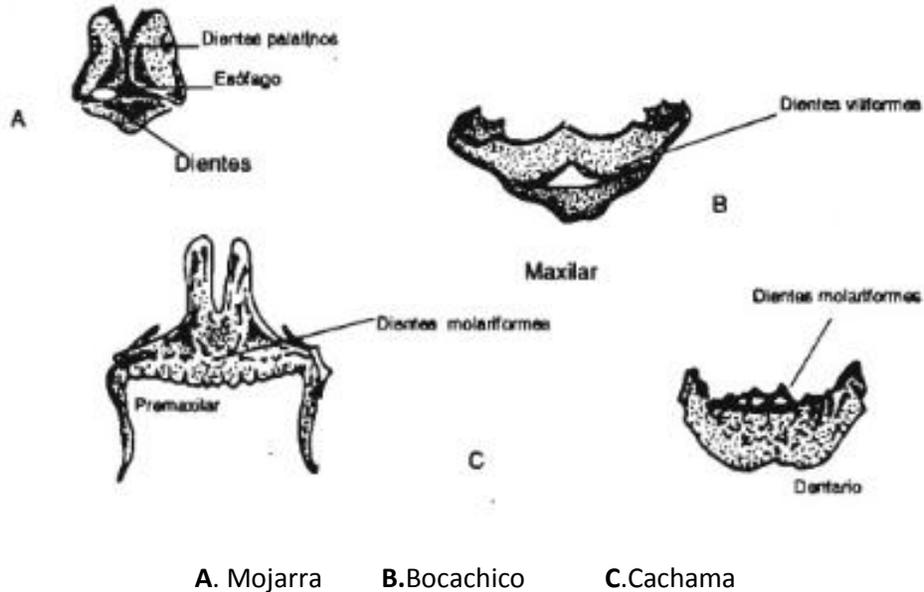
Viliformes: Mas alargados que los cardiformes.

Caninos: Alargados de forma subcónica, derechos o curvos y están adaptados para clavarse y sujetar.

Incisivos: Tienen los extremos cortados en bisel

Molariforme: algo aplanado en algunos con amplias superficies rellenas y sirven para machacar y moler. (Rodríguez, Daza, Carrillo, 2001)

Figura 6. Tipos de dientes.



Fuente. RODRIGUEZ GOMEZ, Horacio; DAZA, Piedad Victoria, CARRILLO AVILA, Mauricio (2001).
Nutrición y alimentación de peces. Fundamentos de acuicultura Continental. (p.p 125-145). Colombia. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA

► Branquiespinas

Están ubicadas sobre el arco branquial protegiendo los filamentos branquiales de la abrasión que producen los materiales con textura tosca que son ingeridos; en conjunto con las branquias actúan como filtros que dejan pasar el agua y retienen al mismo tiempo partículas de alimento, canalizándolo hacia el estómago.

Peces planctofagos: generalmente poseen numerosas branquiespinas, finas, largas, y muy próximas entre sí, permitiendo una eficiente filtración de partículas de alimento (fito y zooplancton).

Peces carnívoros y algunos herbívoros: se alimentan de organismos mayores tienen branquiespinas en bajo número, gruesas y cortas y bastante separadas entre sí.

▶ **Esófago**

Pasaje muscular cubierto de epitelio ciliado y rico en células secretoras de mucus que ayudan en el transporte de alimento ingerido. En peces carnívoros el esófago presenta paredes bastante elásticas que posibilitan el paso de las presas, generalmente ingeridas enteras.

▶ **Estómago**

El estómago varía de acuerdo a la dieta del pez, su tamaño depende de la frecuencia de alimentación y del volumen de la partícula ingerida.

Peces omnívoros: generalmente realizan varias ingestiones de pequeñas cantidades de alimento el día presentan un estómago de baja capacidad volumétrica, en estos la porción posterior del estómago presenta un epitelio en columnas con células secretoras de mucus, de ácido clorhídrico y de pepsina que mantiene el pH 2-5.

Peces carnívoros: estomago está bien diferenciado, es grande y musculoso con capacidad para alojar grandes presas y presentar gran número de ciegos pilóricos que segregan una serie de enzimas proteolíticas que actúan en la ingestión de espinas, huesos y escamas.

▶ **El intestino**

Es un tubo cilíndrico que continúa el estómago y cuya función principal es la absorción de las sustancias nutritivas, mediante vellosidades intestinales, hacia la sangre.

La absorción de los lípidos ocurre en el intestino anterior y la primera porción del intestino medio, mientras que la absorción de proteínas se realiza en la porción distal del intestino medio.

La longitud del intestino varía de acuerdo a la especie y los hábitos alimenticios. El intestino, comúnmente es mayor en los herbívoros que en los carnívoros; en los carnívoros es de uno 0.50 cm y en los herbívoros es de aproximadamente 2.00 m.

En el límite entre el estómago y el intestino, existen unas prolongaciones llamadas ciegos pilóricos, que varían tamaño y número de acuerdo a los hábitos alimenticios. La función primordial de los ciegos pilóricos es la de aumentar la función secretora y absorbente del tubo digestivo.

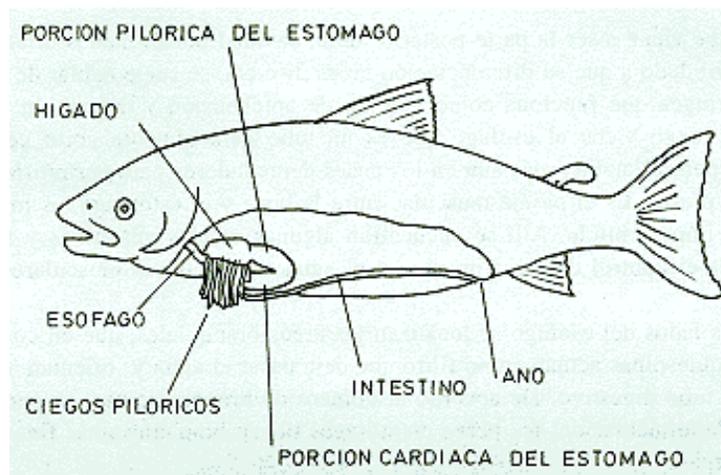
► **Glándulas**

Glándulas gástricas: Están presentes a nivel del estómago, especialmente en los peces predadores, secretan ácido clorhídrico y pepsinogeno, sustancias químicas que en combinación son efectivas para desdoblar las enormes moléculas proteínicas. No se ha establecido claramente que existen otras enzimas.

Páncreas: órgano responsable por el almacenamiento y secreción de diversas enzimas digestivas, como la tripsina, quimiotripsina, carboxipeptidasa, amilasa pancreática y lipasa pancreática. En los peces el páncreas no se presenta como un órgano compacto si no como pequeños globulos de tejido pancreático difusos en el mesentérico, cada glóbulo posee una arteria, una vena y conducto. Los conductos pancreáticos de cada glóbulo se van uniendo y posteriormente se comunican con el conducto biliar formando un conducto común, el cual descarga en la parte anterior del intestino. La vesícula biliar almacena ácidos biliares y álcalis que efectúan la emulsificación de los lípidos y la neutralización de la acidez producida en el estómago. Las sales biliares también colaboran en la digestión y absorción de los lípidos y de las vitaminas liposolubles.

Ciegos pilóricos: En el límite entre el estómago y el intestino, existen unas prolongaciones llamadas ciegos pilóricos, que varían tamaño y número de acuerdo a los hábitos alimenticios. La función primordial de los ciegos pilóricos es la de aumentar la función secretora y absorbente del tubo digestivo.

Figura 7. Aparato digestivo del Pez



Fuente. Los Peces. Disponible en

<http://www.siamazonia.org.pe/archivos/publicaciones/amazonia/libros/47/texto01.htm> [Consulta 1 de Agosto de 2011]

2.4. Aparato Respiratorio

En los peces, moluscos, crustáceos y anélidos la respiración se realiza a través de estructuras branquiales, que tienen forma de repliegues tegumentarios o estructuras muy finas que están muy irrigadas y envueltas por agua. Pueden ser branquias **externas**, poco evolucionadas, o **internas**, más evolucionadas, ya que al encontrarse en el interior están más protegidas. Sin embargo, necesitan un mecanismo para producir movimiento en el agua que las baña. Los **peces** sujetan y extienden las branquias mediante **arcos branquiales**. Una estructura ósea llamada **opérculo**, protege estos arcos branquiales. El agua circula desde la boca a las hendiduras branquiales, presionada por la lengua y creando una corriente que favorece el intercambio gaseoso entre la branquia y el agua (Alcaste, 2005)

► Como respiran los peces

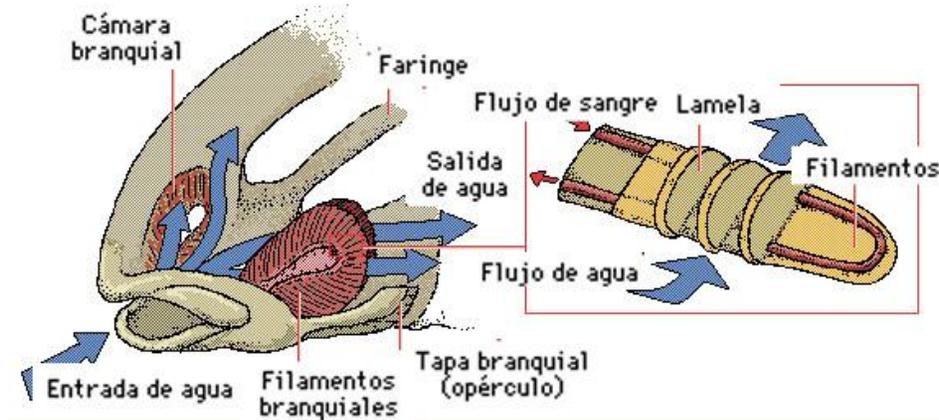
Los peces respiran tomando agua. Ésta, sometida a presión, pasa desde la boca al interior de las cámaras branquiales situadas a ambos lados de la cabeza. Las branquias, localizadas en las hendiduras branquiales dentro de las cámaras branquiales, son unos filamentos laminares carnosos con unas extensiones llamadas lamelas. Cuando el agua fluye por las branquias, el oxígeno que contiene se difunde a la sangre a través de los vasos sanguíneos de los filamentos y de las lamelas. De forma simultánea, el dióxido de carbono de la sangre del pez se difunde hacia el agua, que es expulsada del cuerpo. Un pez puede cerrar su opérculo, o solapa de tejido que cubre las aberturas branquiales, para evitar que el agua salga. (Gómez y Flores, 2005).

Figura 8. Apariencia externa de las branquias



Fuente. Aparato Respiratorio. Disponible en: <www.alcaste.com/departamentos/ciencias/.../Aparato_respiratorio.ppt>, Alcaste. [Consulta 1 de agosto de 2011]

Figura 9. Funcionamiento de las branquias



Fuente. Ciencias Naturales. Disponible en: <<http://www.galeon.com/home3/biologia/peces.html>>, Gómez, A, Flores, G,[Consulta 1 de agosto de 2011]

► Sistema Circulatorio

Está compuesto por un corazón con dos cámaras que impulsan la sangre hacia delante, en dirección a las branquias, continuando hacia la cabeza y desde esta, al resto de cuerpo a través de una arteria situada debajo de la espina dorsal; el ritmo circulatorio de los peces es inferior con relación a otros vertebrados (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001).

Los peces presentan circulación simple Posee una aurícula y un ventrículo, separados por válvulas para impedir el retroceso de la sangre. La aurícula recoge la sangre que llega del cuerpo y la bombea hacia el ventrículo que, al contraerse, la envía a la aorta ventral (también separada del ventrículo por válvulas), que se ramifica para llevar la sangre hasta las branquias. (ABC digital, 2009)

Figura 10. Aparato Circulatorio



Fuente. Sistema circulatorio peces. Disponible en: <
<http://elcirculatorio.blogspot.com/2010/08/sistema-circulatorio-en-peces.html>>. Riquelme Irma.
[Consulta 1 de agosto de 2011]

► Sistema excretor

Los peces enfrentan un problema particular en la eliminación, ya que sus branquias y membranas orales son permeables tanto para el agua como para las sales. La salinidad de agua en el océano es más concentrada que la de los fluidos corporales del pez y el agua es eliminada, pero las sales tienden a difundirse, concentrándose en el interior; por el contrario en los peces de agua dulce, estos pierden sales y absorben agua a través de las branquias porque su concentración salina interna es mucho mayor que la de las aguas circundantes. Muchos desperdicios nitrogenados de los peces pasan a través de los riñones, órganos que también participan en el equilibrio agua-sal (homeostasis) mediante la excreción o retención de ciertos minerales.

► Los riñones en los peces de agua dulce

Tienen glomérulos de mayor tamaño que los del riñón de los peces de agua marina, así como también el peso de éste es de tamaño mayor, en relación con el peso del cuerpo, que el de los peces marinos. La cantidad de glomérulos en un riñón de peces de agua dulce excede 10.000, estas características están relacionadas con el contenido de sal del medio ambiente y por consiguiente, con el volumen de orina excretado.

Su función consiste en la excreción del agua; ciertos compuestos nitrogenados que usualmente suman solamente una fracción de la totalidad del nitrógeno excretado, la otra parte es eliminada por medio de las branquias en forma de amoniaco, estas también eliminan otras sustancias como la urea y otros compuestos simples nitrogenados (Méndez, P , 2009)

► **Los riñones en los peces de agua salada**

Desde el momento en que los peces marinos son forzados por las condiciones osmóticas a conservar el agua, el volumen de la orina se ve muy reducida en comparación con los peces de agua dulce.

Más del 90% de los desperdicios nitrogenados de los peces marinos pueden ser eliminados a través de las branquias, principalmente en forma de amoniaco y pequeñas cantidades de urea, pero la orina también contiene cantidades traza de estos componentes.

► **Osmorregulación**

Peces de agua dulce: El agua dulce es extremadamente diluida y tiene una concentración de sal muy inferior a la de la sangre de peces de Agua dulce. De esta manera el agua por ósmosis tiende a ingresar al cuerpo del pez y las sales se pierden por difusión al exterior a través de las branquias (ver figura 11).

Sus mecanismos de regulación son:

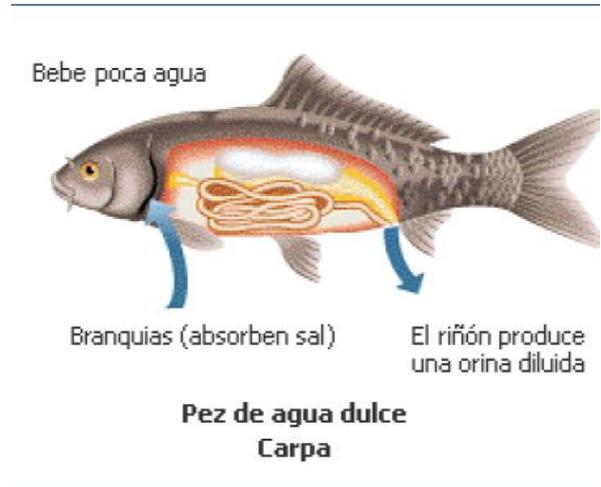
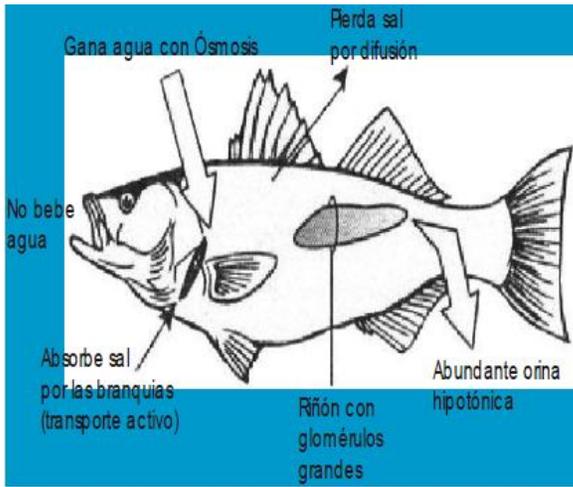
El exceso de agua es bombeado al exterior por los riñones que tienen muchos glomérulos, formando una abundante orina diluida. Las células absorbentes de sales localizadas en las branquias transportan activamente iones desde el agua a la sangre. También recuperan las sales de los alimentos.

Animales de agua salada

Peces óseos: Al tener una concentración salina más baja que el agua marina circundante, los peces marinos tienden a perder agua y ganar sales. Para compensar la pérdida de agua los peces óseos beben agua de mar, la sal es transportada por la sangre hasta las branquias donde son segregados al exterior por células secretoras de sales. Sus riñones presentan pocos glomérulos formando una orina concentrada y escasa (ver figura 12).

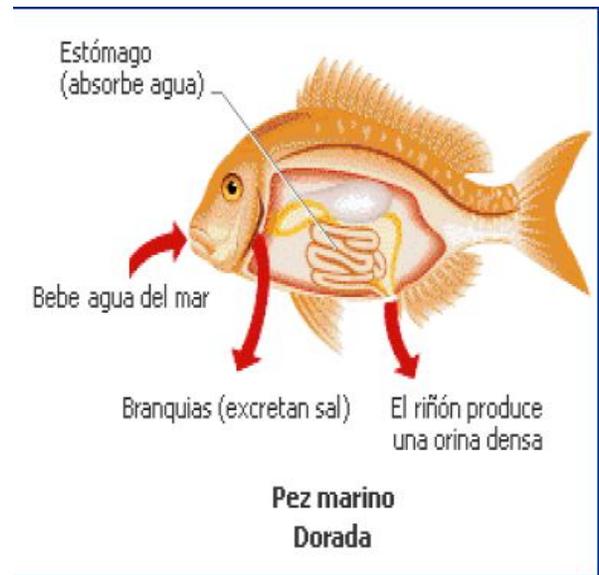
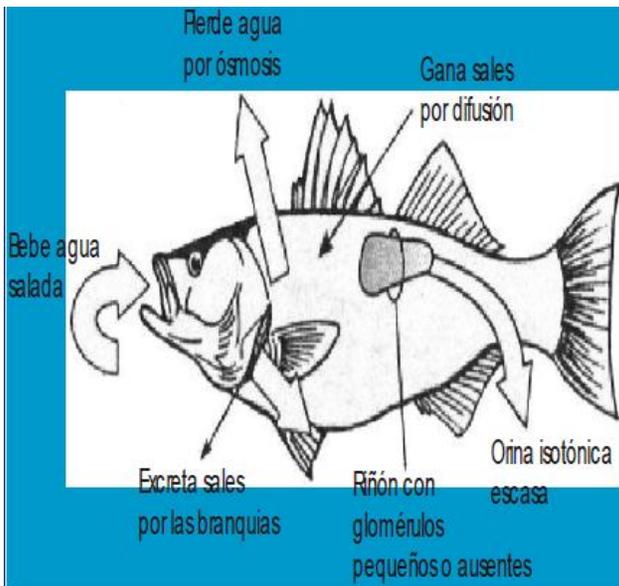
Peces cartilagosos: La composición de sales de la sangre de un pez cartilaginoso es similar a la de los peces óseos. La sangre también transporta urea que la mayoría de animales excretan en la orina. El riñón de los peces cartilagosos conserva urea y permiten que se acumule en la sangre. La urea sanguínea junto con las sales sanguíneas hace que la concentración interna supere ligeramente la del agua marina, solucionando de esta manera su problema de pérdida de agua.

Figura 11. Sistema excretor Peces de agua dulce



Fuente. Sistema Excretor de los peces. Disponible en:
<http://www.virreysolis.edu.co/espanol/SISTEMA%20EXCRETOR%20EN%20LOS%20PECES.pdf>
Colegio Virrey Solís, [consulta 1 de agosto de 2011]

Figura 12. Sistema Excretor Peces Agua Salada



Fuente. Sistema Excretor de los peces. Disponible en:
<<http://www.virreysolis.edu.co/espanol/SISTEMA%20EXCRETOR%20EN%20LOS%20PECES.pdf>>
Colegio Virrey Solís, [consulta 1 de agosto de 2011]

Sistema nervioso

Las estructuras básicas del sistema nervioso de los peces han sufrido modificaciones sustanciales respecto del resto de vertebrados.

El encéfalo carece de hemisferios cerebrales destinados a funciones voluntarias y a actividades intelectuales, por lo tanto los peces solo son capaces de reaccionar a estímulos de forma instintiva y no poseen una visión analítica del mundo en el que se desarrollan.

En cambio sí que cuentan con una estructura en su cerebro que registra los cambios en la presión del agua. Lóbulos ópticos y cerebelo ocupan la mayor parte del encéfalo. La médula espinal llega hasta la última de las vértebras caudales y está formada por fibras sensitivas, asociativas y motoras.

El sistema nervioso periférico está compuesto por los nervios espinales, por los nervios encefálicos y por el sistema nervioso simpático, cuyas funciones son semejantes al resto de vertebrados.

Órganos de los Sentidos

Oídos: No tienen oídos externos, por lo que oyen a través de vibraciones transmitidas por los huesos hasta el cráneo y un oído interno que contiene tres canales semicirculares, este último actúa como órgano del equilibrio.

Ojos: Los ojos de un pez son bastante similares a los de cualquier mamífero, aunque su globo ocular es más bien aplanado y su pupila no tiene la capacidad de contraerse. Poseen un músculo cuya función es desplazar hacia atrás el cristalino, adaptado para la visión a corta distancia. Carecen de párpados y de lagrimales.

En líneas generales los peces son capaces de distinguir los colores y las formas, dependiendo de la cantidad de luz, pero son especialmente capaces de captar el movimiento. Tienen una percepción mucho más nítida de los objetos situados al frente que en sus laterales pero también pueden captar y distinguir objetos situados más allá de la superficie del agua. Esta es una capacidad aprovechada por muchas especies que encuentran parte de su alimento fuera del medio acuático.

Olfato: El olfato está bien desarrollado y resulta primordial en la búsqueda de alimento y a la hora de la reproducción. Se localiza en las fosas nasales situadas en la cabeza y están dotadas de vías diferentes para la entrada y para la salida del agua (Biblioteca portalpez, 2007).

2.5. Anatomía y fisiología de los crustáceos y moluscos

► Crustáceos

Artrópodos (animales con patas articuladas) branquiales que se caracterizan por tener el cuerpo segmentado, apéndices articulados, un gran número de patas y un caparazón quitinoso y calcificado. Caparazón que puede ser objeto de “muda” cuando el animal aumenta de tamaño generando otro nuevo. Con cabeza, tórax y abdomen, a veces los dos primeras pueden estar soldados formando el cefalotórax. De la cabeza salen dos antenas donde se asientan los ojos, fijos o pedunculados, así como dos anténulas de función táctil. Las patas aparecen del tórax y son 2 masticadoras y 6 u 8 locomotoras (pereiópodos) agrupadas de forma simétrica.

Las patas o apéndices del abdomen a veces se presentan atrofiadas y se llaman pleópodos. En ocasiones, el abdomen puede terminar en un abanico caudal semejante a la cola de los peces.

En general, son marinos pero también existen especies de aguas dulces y hasta terrestres.

► Clasificación

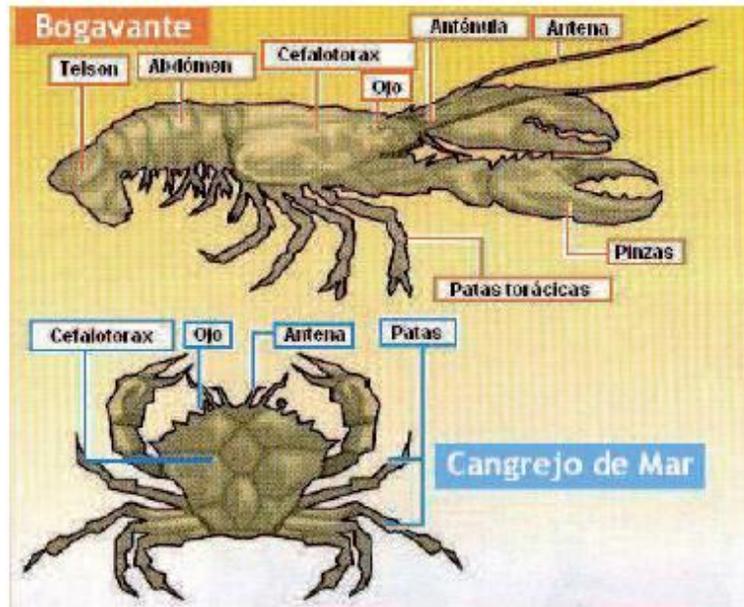
Cirrípedos: Tienen el cuerpo dividido en dos partes: la uña o cabeza, donde se hallan los órganos protegidos por un caparazón bivalvo formado por placas coriáceas, y el pedúnculo corporal, que está protegido por una epidermis o membrana quitinosa que segrega una especie de sustancia o cemento para fijarse a las rocas (vida sésil o sedentaria). El ejemplo más representativo de esta especie es el percebe, crustáceo que ha evolucionado hasta perder su movilidad.

► **Decápodos:** A este grupo pertenecen unas 10.000 especies, aproximadamente la cuarta parte del total de las especies. Es el grupo más grande de los crustáceos y el de mayor importancia a nivel comercial.

► Poseen cefalotórax (cabeza y tórax aparecen fusionados cubiertos por un caparazón que también protege las branquias), diez patas, en pares de cinco, y un caparazón calcáreo, a veces con pinchos y espinas.

Rodeando la boca poseen unos apéndices con función alimenticia, se denominan maxilípedos, mientras que los que desempeñan la labor locomotora (patas marchadoras) se conocen como pereiópodos que, dependiendo del par, acaban en uñas o quelas. El orden Natantia (gamba, langostino, etc.) se caracteriza por tener un abdomen bien desarrollado para facilitar la natación, mientras que el Reptantia (bogavante, langosta, etc.)

Figura 14. Anatomía Externa de los Crustáceos



Fuente. Mariscos, moluscos y crustáceos. Disponible en: www.mercadosmunicipales.es/uploads/pescados/Clasmariscos.pdf, [Consulta, 1 de agosto de 2011]

► **Moluscos**

Son el segundo grupo de animales más numerosos sobre la tierra, después de los artrópodos. Unos son diminutos y otros pueden alcanzar un gran tamaño y peso, como el calamar gigante. La gran mayoría son marinos, pero algunos son de agua dulce y otros se han adaptado a la vida terrestre, caso del caracol. Algunas características generales se resumen en:

- Son animales de cuerpo blando, a veces protegidos por una concha externa de naturaleza calcárea y en otras ocasiones tienen una espícula o pluma que les da consistencia a modo de esqueleto (caso de los cefalópodos).
- Poseen órganos y sistemas bien desarrollados, con un aparato digestivo completo formado por boca, faringe, esófago, estómago, intestino y ano.
- Tienen aparato circulatorio y respiración branquial en los acuáticos y pulmonar en los terrestres.
- La mayor parte tienen sexos separados, aunque algunos son hermafroditas.

- ▶ El cuerpo suele presentar tres partes bien diferenciadas: la cabeza, donde se sitúan los órganos sensoriales y el sistema nervioso, y la boca, que cuenta con una lengua dentada (rádula) que permite roer o triturar los alimentos. La masa visceral, que es donde se encuentran los órganos de sistemas como el digestivo o el reproductor y que está recubierta por el “manto”, donde se alojan branquias o pulmones dependiendo de los casos (acuáticos o terrestres). Y, por último, el pie musculoso, que utilizan para desplazarse.

▶ Clasificación

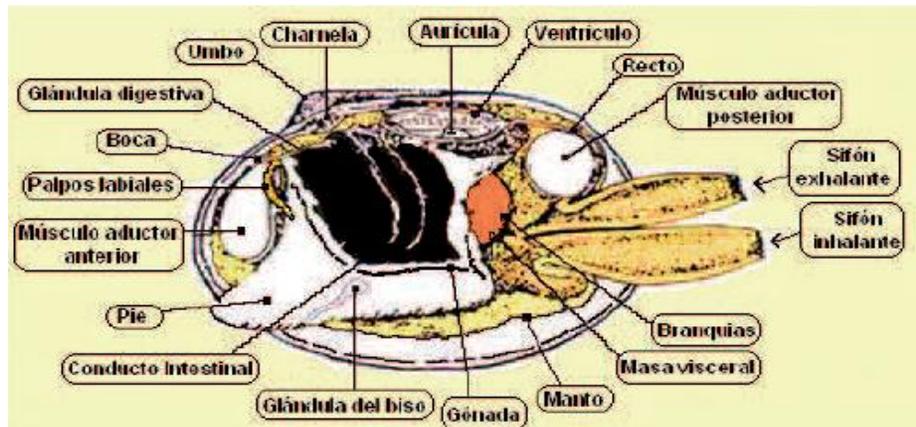
Pelecípodos, bivalvos o lamelibranquios: cuerpos comprimidos que habitan dentro de una concha, generalmente compuesta por dos valvas mitades (más de 50.000 especies), aunque pueden ser monovalvos. Algunos pelecípodos (pie en forma de hacha), como berberechos, coquinas, almejas o navajas, utilizan el pie para enterrarse en la arena. Otros se fijan a las rocas, cuerda, etc., mediante filamentos de colágeno, denominados byssus o biso, caso del mejillón, o mediante una especie de cemento, como las ostras. También reciben el nombre de lamelibranquios por tener dos pares de branquias alojadas en la cavidad del manto y que les sirven para respirar y alimentarse por filtración (Ver figura 15).

Gasterópodos: Por lo general tienen una sola concha (univalvos) en forma espiral. Se mueven reptando mediante su pie plano y musculoso. Los acuáticos, como el bígaro, respiran por branquias y los terrestres por pulmones, por ejemplo el caracol. Suelen ser hermafroditas y poseen un par de tentáculos o antenas táctiles y otro par donde se localizan los ojos (Ver figura 16).

Cefalópodos (cabeza con pies): Son moluscos marinos con un anillo o grupo de tentáculos alrededor de la boca que le ayudan a apresar peces, moluscos y crustáceos de los que se alimentan. Carnívoros y muy veloces. Cuerpo simétrico con cabeza bien diferenciada en la que se localizan los ojos y el embudo (sifón) por el que expulsan el agua absorbida. La retropropulsión del agua permite que se puedan desplazar en dirección contraria al chorro. Algunas especies también se pueden ayudar mediante las dos aletas natatorias que se forman en el manto. Tienen dos ojos de gran complejidad y parecidos al humano. Los cromatóforos de la piel les permiten cambiar de color y mimetizarse con el medio. También, para facilitar la huida de sus depredadores, algunas especies liberan o lanzan tinta a voluntad, líquido negro que impide la visibilidad (ver figura 17).

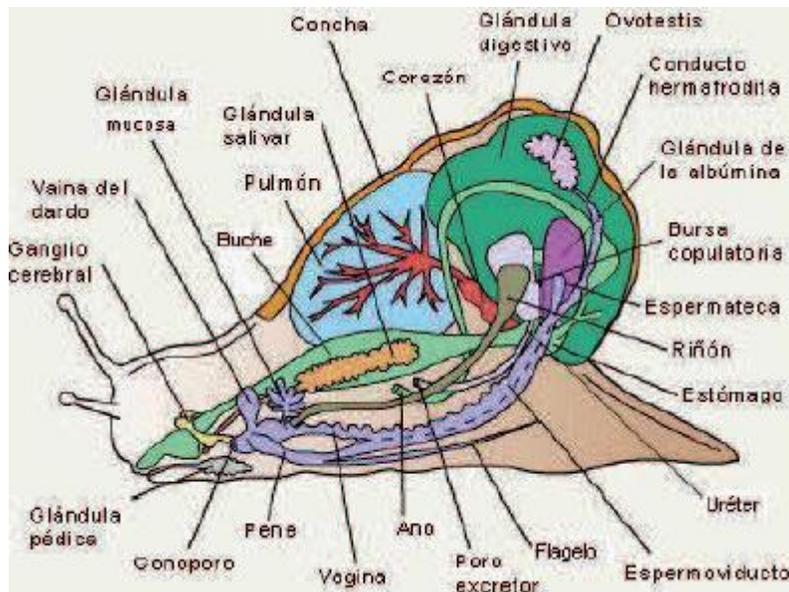
La reproducción se realiza por sexos separados y fecundación externa. Se distinguen dos subclases, tetrabranquial (4 branquias, por ejemplo: nautilus, fósil viviente y único del grupo que conserva una concha en espiral) y dibranquial (2 branquias, calamar, sepia, pulpo (Clasificación, características y peculiaridades de los principales mariscos, disponible en: <www.mercadosmunicipales.es/uploads/pescados/Clasmariscos.pdf>)

Figura 15. Anatomía de un bivalvo



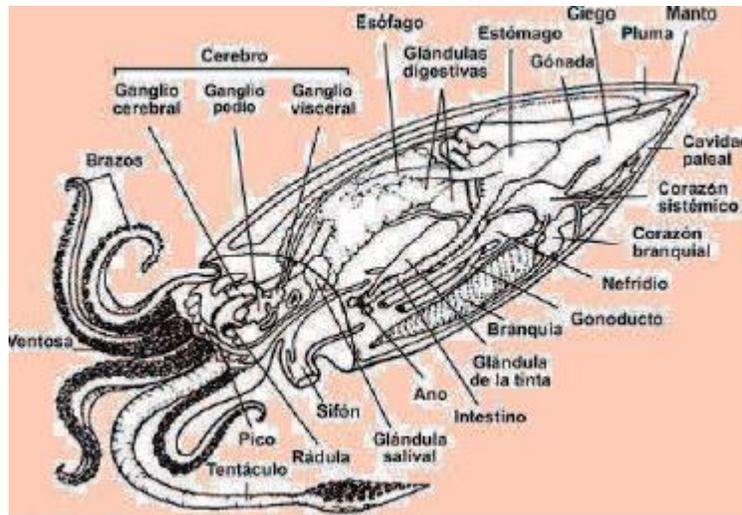
Fuente. Mariscos, moluscos y crustáceos. Disponible en:
<www.mercadosmunicipales.es/uploads/pescados/Clasmariscos.pdf>[Consulta, 1 de agosto de 2011]

Figura 16. Anatomía de un gasterópodo



Fuente. Mariscos, moluscos y crustáceos. Disponible en:
<www.mercadosmunicipales.es/uploads/pescados/Clasmariscos.pdf>,[Consulta, 1 de agosto de 2011]

Figura 17. Anatomía de un cefalópodo



Fuente. Mariscos, moluscos y crustáceos. Disponible en:

www.mercadosmunicipales.es/uploads/pescados/Clasmariscos.pdf [Consulta, 1 de agosto de 2011]

► Plancton

Conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en aguas saladas o dulces, más abundantes hasta los 200 metros de profundidad aproximadamente (Plancton, Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Plancton>).

► Clasificación

► **Zooplancton:** constituido por organismos heterótrofos que no pueden sintetizar su propio alimento, y lo obtienen del medio exterior principalmente por ingestión de fitoplancton. Muchos de ellos representan los consumidores primarios o herbívoros del océano. Sin embargo también se pueden encontrar consumidores secundarios o carnívoros como crustáceos y larvas de peces.

► **Fitoplancton:** Es capaz de sintetizar su propio alimento. Fijan carbono por medio del proceso de fotosíntesis, a partir del agua, gas carbónico y energía luminosa. El 95% de la productividad primaria en el mar se debe al fitoplancton. Constituye la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema marino. (Plancton: importancia y clasificación. Disponible en: www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r37351.PDF)

2.6. Normatividad y Calidad en la Producción

En la actividad pesquera es necesario conocer la normatividad que regula, preserva y establece las condiciones de comercialización de los recursos pesqueros de Colombia.

Tabla 1. Normatividad y descripción aplicable a la acuicultura

Normatividad	Descripción
Decreto no. 2256 del 4 de octubre de 1991	Asegura el manejo de la actividad pesquera y acuícola, fomento de la explotación racional de los recursos pesqueros
NTC 1433 Productos de la pesca y acuicultura. Pescado entero, medallones y trozos, refrigerados o congelados	Establece los requisitos para la producción y pesca entero, medallones y trozos, refrigerados o congelados aptos para consumo humano.
Acuerdo 005 de Agosto 20 de 2003 del INCODER	Establece el valor de las tasas y derechos para el ejercicio de la actividad pesquera y acuícola relacionado con el procesamiento y comercialización.
Acuerdo 009 de Octubre 2 de 2003 INCODER	Establece los requisitos y procedimientos para el otorgamiento de permisos y patentes en la actividad pesquera y acuícola.

Actividad 3

1. ¿Cuál es la función principal de las aletas en los peces?
2. ¿Cuál son las características de los músculos de los peces?
3. ¿Cuál es la función de las branquiespinas?
4. ¿Describa el proceso de respiración en los peces?
5. ¿Describa cómo se da el proceso de osmorregulación en los peces de agua dulce?
6. Dibuje y describa las principales partes de los crustáceos
7. Dibuje y describa las principales partes de los moluscos
8. Dibuje y describa las principales partes de plancton.

Acuerdo 035 de Diciembre 15 de 2004 del INCODER	Establece que los titulares de permisos de pesca la obligación de obtener la guía de transporte para la movilización de productos y/o recursos pesqueros y acuícolas para volúmenes superiores a los 50 kilos.
Decreto 1681 de 1978 por cual se reglamenta la parte X del libro II del Decreto Ley 2811 de 1974 que trata de los recursos hidrobiológicos	Relacionado con el manejo de recursos icticos; régimen de actividades pesqueras y recursos hidrobiológicos

y parcialmente la ley 23 y el Decreto Ley 376 de 1957	
Resolución 531 de 1995	Se establecen los requisitos para el repoblamiento íctico de las aguas Continentales en Colombia
Acuerdo 00005 de 2003	El instituto Colombiano Agropecuario ICA resume unas funciones delegados al INPA. Establece la expedición de documentos zosanitarios para la importación y exportación de peces, moluscos y crustáceos. Ante el ICA debe registrarse el predio piscícola.
Decreto 561 de 1984	Reglamenta el transporte de productos de pesca, estableciendo el requerimiento de Licencia Sanitaria para el transporte de estos productos, expedida por los respectivos servicios seccionales de salud.
Decreto 3075 de 1997	Regula las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos, y se aplica a todas las fábricas, establecimientos, equipos y demás donde procesan alimentos.
Resolución 730 de 1998	Se adopta el sistema de análisis de Riesgo y Puntos críticos de control (HACCP), en los productos pesqueros y acuícolas para consumo humano, de exportación e importación.
Resolución 2505 de 2004	Por cual se reglamentan las condiciones que deben cumplir los vehículos para transportar carne, pescado o alimentos perecederos.

Fuente. Estudio del sector Acuícola. Disponible en: <
mvz.unipaz.edu.co/textos/lecturas/peces/informe_colombia_def.pdf>Universidad de Cantabria,
[Consulta 3 de agosto de 2011]

3. NUTRICIÓN REPRODUCCIÓN COSECHA Y POSCOSECHA

El éxito de la actividad pesquera y acuícola depende del correcto manejo de factores: nutricionales, reproductivos, sanitarios y de métodos de cosecha y pos cosecha.

El presente video muestra cómo deben ser las condiciones para la alimentación de tilapias.

Actividad 4

Consultar como se puede aplicar el decreto 3075 a la actividad acuícola

<http://www.youtube.com/watch?v=gcb5XbNJFag&feature=related>

OBJETIVO GENERAL

- ▶ Conocer el manejo productivo, alimenticio, reproductivo y sanitario de las especies acuícolas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ▶ Conocer los requerimientos alimenticios de las especies acuícolas para aplicación de estrategias de alimentación
- ▶ Conocer las bases de fisiología y el manejo correcto de las técnicas de reproducción
- ▶ Identificar y prevenir las enfermedades que afectan las especies acuícolas
- ▶ Aplicar las diferentes técnicas de cosecha y poscosecha.

Prueba Inicial

1. Defina nutrición animal
2. Defina 3 mecanismos reproductivos de los peces
3. Que entiende usted por cosecha y poscosecha.

3.1. Nutrición

El objetivo de la producción acuícola es el aumento del peso de los animales en el menor tiempo y en condiciones económicamente ventajosas. El requisito básico para lograr esta meta es cubrir satisfactoriamente todas las necesidades metabólicas del organismo. En acuicultura es posible lograrlo a través de unas condiciones ambientales óptimas, una alimentación balanceada con alimentos naturales y artificiales que contengan los nutrientes requeridos por el pez en la proporciones adecuadas (Rodríguez, Daza, Carrillo, 2001).

▶ Alimentación y nutrición

Los requerimientos nutritivos de los peces se pueden verse afectado por algunos factores:

- ▶ Temperatura
- ▶ Tamaño del Pez
- ▶ Edad del pez
- ▶ Actividad productiva
- ▶ Densidad del estanque
- ▶ Nivel de estrés
- ▶ Acumulación de desechos en el estanque.

Los peces se pueden clasificar de acuerdo a sus hábitos alimenticios (conducta de búsqueda e ingestión de alimentos) de la siguiente manera:

Carnívoros: Su alimentación presenta preferencia por organismos vivos, que van desde pequeños organismos planctónicos hasta insectos, crustáceos, moluscos, peces, reptiles, anfibios y pequeños mamíferos. Tienen una excelente aceptación en el mercado por la calidad de su carne, a esta clasificación pertenecen: truchas, salmones, algunos bagres, etc. Requieren de altos contenidos de proteína de buena calidad en su dieta.

Herbívoros: Se alimenta de plantas (macrofitas) y de algas filamentosas, pueden ser utilizados como controladoras de malezas acuáticas. Algunos ejemplos de peces que pertenecen a esta clasificación son: La carpa herbívora (*Cteno pharyngodon idella*) y la tilapia herbívora *Tilapia rendalli*.

Omnívoros: Especies tropicales con tendencia a consumir frutas, semillas, y pequeños animales. Un ejemplo de este tipo es la cachama blanca y negra. Las cachamas tienen una tendencia a alimentarse de frutos, semillas, y hojas, abundantes durante las épocas de las inundaciones y en la época de aguas bajas, se alimentan de caracoles, cangrejos, insectos, cadáveres de animales

diversos y de plancton. Son especies que reciben y convierten muy bien los alimentos concentrados secos que se les suministran.

Planctofagos o filtradores: Se alimentan fitoplacton y zooplancton, aunque la mayoría de peces pasan por una fase de plantofaga en sus primeras etapas de desarrollo hasta alcanzar su hábitos alimenticios definitivos, sin embargo hay algunas especies que en su estado adulto aun son planctofagos como la tilapia, la carpa cabezona, la carpa plateada, la cachama negra. Estos peces usan sus rastrillos branquiales denominados branquiespinas para filtrar y concentrar el plancton presente en el agua que pasa a través de la cámara branquial, razón por la cual se les llama también filtradores. Son una alternativa rentable para producir ya que aprovechan la productividad primaria del estanque, que se produce por la fertilización orgánica e inorgánica de este, sin embargo se alcanza una producción muy baja porque se maneja en condiciones semi-intensiva, con bajas densidades.

Detritívoros: Se alimentan básicamente de residuos orgánicos que se acumulan en el fondo de los estanques, compuestos principalmente por: hongos, levaduras, larvas, huevos de insectos, de moluscos, crustáceos y otros organismos. Estos peces tienen baja conversión alimenticia, requieren mucho espacio para su crecimiento, se recomiendan en policultivo y en baja densidad de siembra. Algunos ejemplos de este tipo son: Los bocachicos, la sapuara, la lisa y el lebranche (Rodríguez, Daza, Carrillo, 2001).

► **Requerimientos Nutricionales**

► **Energía**

La energía es necesaria para el crecimiento, realizar funciones digestivas, la construcción y regeneración de tejidos.

Desde el punto de vista de uso de la energía, los peces son más eficientes que las aves y los mamíferos por varias razones:

- No gastan energía para mantener la temperatura corporal, pues son ectotermos
- Excretan los residuos nitrogenados en la forma de amonio, directamente por las branquias por un mecanismo de simple difusión, sin tener que recurrir a grandes gastos energéticos para transformarlos en ácido úrico o urea, en el caso y los mamíferos que además lo excretan por vía urinaria.
- La forma hidrodinámica les permite desplazarse con facilidad con mínimo gasto energético.

Los peces son más eficientes en el uso de la energía que los animales terrestres, ya que no gastan esta para regular la temperatura corporal, de esta forma gran parte de la energía es utilizada en el

crecimiento y esto es una de las razones que explica los mejores factores de conversión al alimentar peces (1- 1.8), cuando se comparan con aves (1.6- 1.9) y cerdos (2.5- 2.9) (Toledo, 2005).

Los peces obtienen su energía catabolizando carbohidratos, lípidos y aminoácidos obtenidos del alimento, es importante que las raciones contengan un nivel energético óptimo, ya que un exceso o falta puede ocasionar una reducción en el crecimiento. El exceso provocará una disminución en la ingestión del alimento y por otro lado, dará lugar a una disposición excesiva de grasas en el cuerpo del pez; una dieta con una densidad de energía baja, hará que el pez utilice los nutrientes obtenidos en la ración proteína para cubrir sus requerimientos de energía en lugar de utilizarlos para sintetizar tejido nuevo para logra un crecimiento adecuado.

Dado que los peces a semejanza de otros animales, comen para satisfacer primeramente sus requerimientos energéticos, es necesario que tengan un acceso no restringido al alimento, o bien que reciban una ración con una densidad energética adecuada, que les permita cubrir todos sus requerimientos energéticos.

Las exigencias energéticas de los peces son expresadas en términos de Energía Digestible (ED) que corresponde a la fracción de energía, del total del contenido en el alimento (Energía Bruta, EB), que es absorbida por el organismo, la energía restante es excretada en la materia fecal. Debido a la diferencia de eficiencia de digestión de los peces y a la diversidad de alimentos e ingredientes usados en la fabricación de raciones, los valores de energía digestible de los ingredientes, expresados en Kcal/kg varían de acuerdo con la especie del pez.

► **Proteínas y aminoácidos esenciales**

Las proteínas son nutrientes indispensables para la estructura y función de todos los organismos vivientes, y son usadas para el mantenimiento, crecimiento y la reproducción. y necesitan un buen balance de aminoácidos esenciales y no esenciales en la dieta (Toledo, 2005).

Los aminoácidos son unidades formadoras de proteínas, por lo tanto son fundamentales en la formación de tejido muscular (crecimiento). Como la mayoría de los animales, los peces también necesitan de 10 aminoácidos esenciales en su dieta.

Los aminoácidos esenciales son: Isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina, histidina, tirosina.

Tabla 2. Requerimiento de proteína de algunos peces

Especie	Nombre Científico	Requerimiento de proteína (%)
Carpa común	Cyprinus carpio	31-38%
Bagre del Canal	Ictalurus punctatus	32-36

Los peces se desarrollan en un ambiente proteico. En la siguiente tabla se muestran los niveles de proteínas y energía de algunas especies del zooplancton y fitoplancton.

Tabla 3. Nivele de proteína y energía de algunas especies de zooplancton y fitoplancton.

Alimento natural	PB (%)	EB (Kcal/kg)
Fitoplacton	18 a 31	2200 a 3700
Rotíferos	64	4866
Cladóferos	57	4800
Copépodos	52	5445
Quironomídos	59	5034

Fuente. I taller seminario de acuicultura continental-especies de aguas templadas o cálidas Los lípidos. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/6587812/Nutricion-de-Peces>. [Consulta 3 de agosto de 2011]

El requerimiento proteico de los animales acuáticos es de 30 a 60% del alimento; la mayoría de los peces tienen su máximo entre 40 a 45%. (Wedler, 1998).

Lípidos

Los lípidos tienen dos funciones principales:

- ▶ Como recurso de energía metabólica.
- ▶ Fuente de ácidos grasos esenciales

Los lípidos o grasos se clasifican como ácidos grasos insaturados o los saturados.

Los ácidos grasos esenciales para el pez son los insaturados: linoleico y linolenico, los cuales se pueden encontrar en la pasta de soya.

Los peces de agua salada requieren más ácidos insaturados en su dieta que los de agua dulce y los de agua fría más que los de agua cálida. Los peces de agua cálida (los cuales comienzan a crecer por encima de 18 OC), digieren en forma satisfactoria ácidos saturados por encima de 200C, mientras que los peces de agua fría no son capaces de digerirlo.

Los peces de agua dulce requieren más concentración de linolenico que de linoleico, sin embargo los peces tropicales crecen mejor cuando son alimentados con dietas que contienen una mezcla de ambos, en niveles por lo menos de 1% del alimento. Para lograr estos niveles se puede adicionar a la dieta 3 a 5% de aceite de pescado o 10% de aceite de soya.

Cuando la dieta contiene altos niveles de grasa, puede causar acumulación de grasas que altera el metabolismo e igualmente el mercado del pez porque se obtendría un pez gordo, además afecta la reproducción y las condiciones de almacenamiento de este porque es susceptible a presentar problemas de rancidez.

Una buena fuente de grasa para los peces es el aceite de pescado. Los peces son capaces de hacer un mejor uso de las grasas de origen animal que las de origen vegetal.

► **Carbohidratos**

Son fuente de energía, pero también juegan un papel importante en la síntesis de aminoácidos de no esenciales y en la formación de la grasa del cuerpo.

Los carbohidratos son generalmente de menor importancia para los peces como fuente de energía, sin embargo en pequeñas cantidades en la dieta ayuda al ahorro de proteína.

Los carbohidratos más importantes para los peces son el glucógeno, glucosa (en forma de almidón) y lactosa. Los carbohidratos son muy variados por lo tanto se requiere un complejo enzimático de acuerdo al tipo de carbohidratos, por lo tanto es necesario tener en cuenta los requerimientos de las diferentes especies y hábitos alimenticios. Por ejemplo un pez carnívoro como la trucha no debe recibir más de 10% de carbohidratos en su dieta, una carpa puede digerir entre 30 y 90% de los carbohidratos ingeridos puede recibir de 25 a 40 %.

Mientras los peces aprovechan más la energía de las proteínas (oxidando con mayor rendimiento los aminoácidos que la glucosa) y las grasas, los moluscos encuentran su mayor reserva de energía en el glucógeno. Los carbohidratos requeridos en la dieta de los moluscos varían de 30 a 50%.

Los crustáceos aprovechan también los carbohidratos como fuente de energía (almacenando glucógeno), en la síntesis de la quitina y en la formación de los ácidos grasos. Un 40% de los carbohidratos en el alimento en forma de almidón dan muy buenos resultados para su crecimiento.

► Vitaminas

Los peces necesitan de las mismas vitaminas exigidas por los otros animales: Estas son agrupadas en dos, las liposolubles como las vitaminas: A, D, E y K y las hidrosolubles, que comprenden las vitaminas C, D, B1, B2, B₆, B₁₂, ácido patogénico, niacina, ácido fólico, colina e inositol. Son compuestos esenciales, que actúan como componentes o cofactores enzimáticos en diferentes procesos metabólicos y presentan acciones fisiológicas específicas para el crecimiento, reproducción y salud de los peces. Las deficiencias vitamínicas generalmente se manifiestan en enfermedades irreversibles. Buena parte de las vitaminas se encuentra en la mayoría de los ingredientes que se emplean para elaborar las dietas alimenticias de los peces. Las tortas, aceites vegetales, granos y cereales y subproductos son muy buena fuente de vitamina (Rodríguez, Daza, Carrillo, 2001).

► Minerales

Los peces requieren minerales como factores esenciales para el metabolismo y el crecimiento. Los peces absorben parte de los minerales requeridos directamente del agua a través de las branquias o incluso mediante la superficie corporal. Este proceso es importante para osmorregulación en los peces de agua dulce, pero también para su nutrición. Sin embargo los minerales absorbidos del agua no satisfacen los requerimientos totales, por lo que es necesario adicionar minerales en la dieta.

Para que los minerales estén equilibra en la dieta la relación calcio/fosforo debe ser de 3 a 5 g. El sodio y el potasio también se han considerado importantes especialmente para los peces de agua dulce; se recomienda de 1 a 3 g/kg de dieta.

3.2. Métodos de Alimentación

► Alimentación natural.

En esta dieta los peces consiguen balancear sus dietas, escogiendo los diversos alimentos disponibles los que mejor satisfagan sus exigencias nutricionales, bajo estas condiciones raras veces se observan deficiencias nutricionales. Los alimentos naturales consumidos por los peces poseen altos valor energético, proteicos y se constituyen en fuentes de vitaminas y minerales. Esta se presenta por cuenta de las cadenas tróficas que se establecen en los cuerpos de agua o estanques.

La importancia del alimento natural en la producción de peces disminuye con el aumento de biomasa por unidad área; cuanto mayor sea la biomasa menor será la cantidad de alimento natural disponible para cada pez, aumentando la necesidad de alimento suplementario para el mantenimiento de la tasa de crecimiento deseada. En condiciones de cultivo en estanques con

baja renovación de agua y bajas densidades de biomasa, cerca de 30-40% de la ganancia de peso de las tilapias, 15 a 20% en la carpa común y la cerca de 10% del bagre de canal, pueden ser atribuidos al aprovechamiento del alimento natural.

► **Fertilización**

Incrementa la producción de alimento vivo, animales plantas en un cuerpo de agua se utilizan compuestos orgánicos e inorgánicos denominados fertilizantes, estos sirven como el primer recurso esencial de nutrientes para la cadena de alimentación del cuerpo de agua. Aumentando de esta manera la productividad y la capacidad de cultivo del sistema.

Los fertilizantes inorgánicos que se usan en acuicultura son los mismos que se usan en agricultura, contienen nitrógeno, fósforo, potasio en diferentes proporciones. Los fertilizantes orgánicos que principalmente se usan son los excrementos de animales, residuos verdes, subproductos de la agricultura. Fácilmente disponibles, son muy económicos y contienen nutrientes en buena cantidad.

Estos fertilizantes se aplican principalmente para estimular la cadena alimenticia heterotrófica de los cuerpos de aguas. La materia orgánica aplicada sirve principalmente como un sustrato para el crecimiento de bacterias y protozoarios, los cuales a su vez sirven como alimento para otros organismos mayores, incluyendo los peces. Esta estrategia de alimentación es propia de sistemas de producción extensivos y semi-intensivos.

► **Dietas suplementarias**

Cuando se quiere intensificar la producción del cuerpo de agua es necesario recurrir a dietas suplementarias, la cual es ofrecida en forma directa como un recurso suplementario de nutrientes para los animales en crecimiento, en este sistema los requerimientos nutricionales se cubren con una combinación de alimentos naturales y alimentos suplementarios. Favoreciendo la alta densidad de siembra de peces, crecimiento rápido y mayores rendimientos.

Estos son subproductos animales o vegetales de bajo costo. Pueden ser suministrados solos, frescos, procesados o en combinaciones con otros materiales alimenticios, en la forma de mezcla o manufacturados como gránulos y pellet (Rodríguez, Daza, Carrillo, 2001).

3.3. Anatomía y Fisiología Reproductiva

La reproducción es la función que asegura la supervivencia de las especies y multiplicación de los individuos.

► Anatomía

El hipotálamo: Sus células neurosecretoras responden a una señal eléctrica procedente del cerebro, liberando un mensajero químico en el extremo terminal del axón llamado hormona

Actividad 5

1. Hacer un cuadro resumen de los requerimientos nutricionales de los peces.
2. Consultar los requerimientos nutricionales más representativos de especies de importancia en Colombia.
3. Consultar como se realiza la formulación de una dieta alimenticia para peces.

liberadora. Este mensajero químico actúa sobre las células gonadotropicas de la adenohipofisis, de esta manera, el hipotálamo participa directamente en el control del proceso de reproducción, transformando la información nerviosa en hormonal.

La hipófisis: denominada también pituitaria es una glándula clave en el control hormonal de la reproducción y de muchos otros procesos fisiológicos. Está estrechamente relacionada con el hipotálamo a través de conexiones neuronales y de vasos sanguíneos. En la hipófisis se producen las gonadotropinas que son producidas como respuesta a la hormona liberadora del hipotálamo.

Las gonadotropinas son liberadas al torrente sanguíneo para actuar a nivel de las gónadas, estimulando la maduración de los gametos, acumulación de material de reserva y desencadenando el proceso de ovulación y desove.

► Ovario

Generalmente es par y en los peces óseos tiene forma de saco que se comunican con la papila genital a través del oviducto. En el caso de los peces que no presentan oviducto, el ovario se comunica con la papila a través de la cavidad abdominal, en la que se vierten los óvulos.

Por el ritmo de desarrollo de los oocitos intraovarios se distinguen tres tipos de ovarios:

a. Sincrónico total: En este tipo de ovario, todos los oocitos se encuentran en el mismo estadio de desarrollo, por lo que maduración se produce en forma simultánea. El desove es total y ocurre una sola vez en la vida del pez.

b. Sincrónico en grupos: El ovario contiene por los menos dos grupos en dos estadios diferentes de desarrollo, donde hay oocitos maduros más grandes y oocitos inmaduros de menor tamaño,

Actividad 6

1. Hacer un esquema con los órganos reproductivos femeninos y masculinos señalando sus partes
2. Investigar como es el proceso de fecundación en moluscos y crustáceos.

como reserva para un próximo desove.

c. Asincrónico: Existen oocitos en diferentes estados de desarrollo, que son muy susceptibles al estrés durante la maduración final, interrumpiendo su desarrollo, para finalmente ser reabsorbidos.

► Testículos

En los peces generalmente son órganos pares y alargados; tienen posición lateral o látero-superior en la cavidad abdominal a la cual están sujetos por tejido mesentérico.

El tamaño, color y la sección transversal varían según sea el estado de madurez sexual, observándose el color blanquecino o blanco lechoso en la maduración avanzada.

En la espermatogénesis, las células germinales poco diferenciadas o espermatogonias del testículo se transforman en células más elaboradas.

► Reproducción controlada

► Preparación de reproductores

La preparación de reproductores se efectúa en estanques de tierra, de superficie variable entre 600 y 2500 m², con profundidad de 0.6 a 1.2 m. La densidad de carga más frecuente es entre 200 a 300 g/m², aunque se ha empleado niveles de 1000 g/m².

La alimentación se realiza con un alimento artificial 30 a 35% de proteína total y 2800 Kcal/kg de energía, la ración se basa en formulas específicas con insumos como la torta de soya, trigo, maíz molido. La tasa de alimentación varía entre 3 a 5% del peso vivo, es decir una productora de 6 kg debe recibir de 180 a 300 g de alimento cada día.

Selección de los reproductores

Para la selección de la hembra para el tratamiento hormonal se puede partir de la observación de la posición del núcleo del oocito o por observación de los caracteres externos sexuales.

Por observación del oocito se determina cuando el núcleo se encuentra en la posición periférica que indica que ya es maduro. Para determinar cómo están los oocitos se realizan biopsias del ovario por vía intraperitoneal o genital, para extraer pequeñas muestras de oocitos. Después de obtenido los oocitos se observan con la ayuda de la lupa estereoscópica, con solución serra (60% alcohol, 30% de formol y 10% de ácido acético glacial), esta solución permite aclarar la membrana y el citoplasma del oocito, haciendo posible visualizar la posición del núcleo y consecuentemente, la definición de la inmadurez o madurez del oocito. Los peces que tienen el oocito en posición periférica reaccionan positivamente al tratamiento hormonal.

De acuerdo a los signos externos de madurez, se seleccionan hembras con vientre dilatado y suave al tacto cuando se ejerce una leve presión. Los machos son seleccionados son aquellos que presentan un esperma blanco lechoso denso.

► Inductores

Se usan como inductores extractos de hipófisis, gonadotropina corionica humana y hormona liberadora de gonadotropina.

Las dosis para inducir la ovulación y desove de de 5 a 6 mg/kg para ejemplares de 4 a 8 kg y de 6 a 7 mg/kg para hembras de 8 a 10 kg. No se recomienda para individuos mayores de 10 kg por la necesidad de altas concentraciones de extractos hormonales y por el manejo.

La dosis total en las hembras se administra en dosis parciales. Una estimulante, equivalente a 10% y una desencadenante, correspondiente al 90%.

Los machos requieren una dosis menor y responden bien al tratamiento con 1mg/kg. En los machos, la dosis total es administrada en dosis parciales de 50% cada una.

El intervalo de aplicación de ambas dosis varía entre 18 a 20 horas. En cada dosis se utiliza como vehículo de 0.5 a 1.0 ml de agua destilada estéril o suero fisiológico.

► **Ovulación y desove**

La ovulación y desove se realizan aproximadamente a las 11 horas, se recomienda la práctica de la sutura de la papila urogenital para lograr mayor eficiencia en la colección de óvulos. En el momento del desove, se retira la sutura o se captura con cuidado la hembra, cubriendo de inmediato con una mano la abertura urogenital para evitar la pérdida de óvulos.

Se toma la hembra se envuelve en una toalla para eliminar el agua, se presiona suavemente al costado para obtención de óvulos y se colectan en una bandeja.

► **Fecundación**

Finalizado el desove, se toma al macho y se envuelve también con una toalla suave, para obtener esperma, ejerciendo ligera presión en el vientre a la altura de los testículos. Una vez se logre el esperma, se vierte directamente sobre los óvulos. El esperma y los óvulos se mezclan en seco, por espacio de uno a dos minutos con una pluma de ave. En este tiempo los espermatozoides pierden la facultad de moverse que superen al añadir un poco de agua a la mezcla, al cabo de 3 o 4 horas empiezan a degenerarse y morir los óvulos no fecundados, tomando una apariencia blanquesina diferente a los huevos fecundados que toman una apariencia translúcida (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001)..

Actividad 7

- 1 Explique con sus palabras en qué consiste la reproducción inducida
2. Investigar cómo se puede realizar reproducción inducida en moluscos y crustáceos.

3.4. Sanidad

La presencia de enfermedades en los animales acuáticos está directamente relacionada con la calidad del agua y el estado nutricional del pez.

► **Animal sano**

Muestra un conjunto de características que pueden identificarse fácilmente, las más importantes son:

- **Reflejo de fuga:** que se presenta como respuesta a movimientos bruscos, luces, sombras y sacudidas.
- **Reflejo de los ojos:** cuando se saca del agua al animal, los ojos giran en la posición natural

- ▶ **Reflejo de la cola:** Que mantenga su posición vertical en especial si se saca del agua.
- ▶ Carencia de alteraciones externas.

- ▶ **Animal enfermo**

Presenta alteraciones en su comportamiento y morfología tanto interna como externa.

- ▶ **Alternaciones de comportamiento**

Nado: es lento, errático, con balanceo lateral del cuerpo, ascenso al a superficie, y aislados del resto de peces.

Frotación y rascado: Comportamiento propio de la presencia de una infestación de parásitos.

Inapetencia: Se presenta por una infestación de parásitos en la branquias, y en ocasiones puede estar acompañado de frotación y rascado.

Boqueo: Se puede observar este comportamiento en la superficie del cuerpo de agua, estanque, acuarios o recipientes, se presenta por la deficiencia de oxígeno en el agua, cambios bruscos de temperatura, variación pH, presencia de productos químicos en el agua o de cualquier factor que genere estrés.

- ▶ **Alteraciones externas**

- ▶ **Piel:** se presentan alteraciones por hongos y bacterias, que se pueden manifestar por puntos blancos, secreción de mucus, descamación, erosión. Estas infecciones se pueden presentar cuando los animales están en ambientes acuáticos pequeños y el agua no tiene unas condiciones adecuadas.

- ▶ **Ojos**

Ojos salientes o exoftalmia: originado por una infección o por un parásito.

Ojos hundidos: puede tener como causa enfermedades internas.

Ojos blancos: se presenta por quemaduras del sol por iones alcalinos provenientes de estanques de cemento.

- ▶ **Branquias**

Las branquias se pueden ver afectadas por hongos, parásitos y piojos que altera su función, (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001).

► **Principales enfermedades.**

En la tabla 4 se presentan las principales enfermedades que afectan a las especies acuícolas.

Tabla 4. Principales enfermedades que afectan los especies acuícolas

Enfermedad		Agente causante	Características
Columnaris		Flexibacter columnaris	<p>Infección externa a nivel de la piel, tejido muscular, aletas y branquias.</p> <p>La necrosis interna del tejido muscular produce pérdida de electrolitos y la muerte del pez</p>
Ictioftiriasis		Ictyophthirius multifilis	<p>Pintas blancas en las aletas, ojos y branquias, por eso también se llama enfermedad de los puntos blancos. Existe frotamiento contra las paredes y el fondo del estanque.</p>
Septicemia bacteriana	Hemorrágica	Aeromonas liquefaciens	<p>Se presenta cuando el animal está debilitado por mala nutrición, deficiente concentración de oxígeno, temperatura adversa, alta densidad.</p> <p>Se manifiesta en forma de lesiones hemorrágicas, zonas necrosadas a nivel de piel y tejido muscular; se producen también lesiones en órganos internos como corazón y riñón.</p>
Micosis		<p>Varios generos de hongos entre los que se destacan:</p> <p>Achlya, Aphanomyces</p> <p>Lagenidium</p> <p>Saprolegniales</p>	<p>Lesiones en la piel e infecciones.</p>
Branquiomicosis		Branchyomyces demigrans, B.sanguinis	<p>Produce lesiones en las estructuras branquiales.</p>

		Es frecuente en cultivo de carpas. Se observa la textura de papel de lija en las branquias y piel, debido a los quistes y granulomas.
Ictiosporidiosis	Icthyosporidium hoferi	Micosis intensa que produce el efecto de lija en toda la piel. El diagnostico se basa en la observación de esporas en frotis de la piel.
Lerniasis	Perulernae gamitanae	Parasito que afecta las fosas nasales y boca, visible a simple vista por su tamaño, alcanza un tamaño de hasta 2 cm.

Tratamiento de algunas enfermedades.

En la tabla 5 se presenta el tratamiento para algunas de la enfermedades que afectan las especies acuícolas.

Tabla 5. Tratamiento para algunas enfermedades que afectan las especies acuícolas.

Producto	Agente Etiológico	Forma de aplicación	Concentración	Duración
Formol (formaldehido 40%)	Protozoos Ectoparasitos: Costia, Trichodina Ictyiphthirius	Baño	167-250 mg/l	1 hora
Masoten, neguvon	Gyrodactylus	Baño	1%	2-3 minutos
Verde de malquita	Saprolegnia	Baño	67 mg/l	1 minuto
Oxitetraciclina	Bacterias:Vibriosis	Premezcla	7.5/100 kg peces	5 a 15 días.

Fuente. Piscicultura .Centro de estudios Agropecuarios, 2001.

3.5. Cosecha y Pos Cosecha

El momento de la cosecha lo determinan el ritmo de crecimiento del animal el mercado (tamaño comercial requerido, precio actual) y las necesidades de manejo de la granja. Normalmente se debe cosechar en el momento en que la tasa de crecimiento comienza a reducirse notablemente y el factor de conversión entra en un intervalo económico. En muchos casos es mejor planear su producción en cosechas parciales repartidas por todo el año.



Mira los videos del SENA sobre el proceso productivo

http://www.youtube.com/watch?v=n3WuJ_EYRXw&feature=related

<http://www.youtube.com/watch?v=g5-ovPs8pck&feature=related>

Técnicas de cosecha

Cosecha completa: Se retiran del estanque todos los animales para su procesamiento y se vacía el estanque.

Cosecha parcial: Se retira una parte de los animales por medio de una red barredera y muchas veces se suman más organismos tiernos y el ciclo de producción continúa.

Cosecha de cría de peces en jaulas y torrenteras: Se emplean para originar peces en lagos, bahías o mar abierto, y están hechas de redes flexibles suspendidas de una superestructura que flota en la superficie del agua, en este caso es necesario abastecer a los peces con una alimentación con

Actividad 8

1. Haz una visita a una explotación piscícola e indaga si han presentado algún tipo de enfermedad los peces, haz un informe reportando los síntomas y tratamiento, si es posible pide fotografías.

todos los nutrientes.

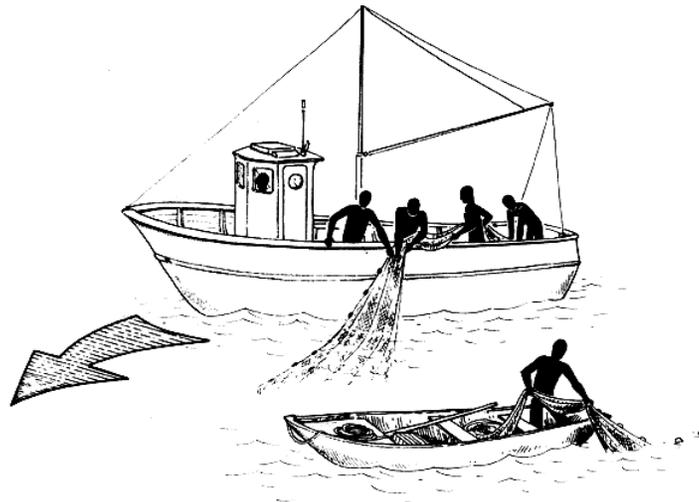
Cultivo suspendido: Incluyen la protección de los depredadores y el uso de un espacio tridimensional en vez de uno bidimensional, esta forma de cultivo se emplea para los moluscos y las algas marinas, esta última, en especial en Japón. (Ecured. Disponible en:<<http://www.ecured.cu/index.php/Acuicultura>>)

► **Extracción de los animales**

Se puede capturar con la ayuda de: redes de enmalle o agalleras, trampas fijas en afluentes (para reproductores) y en algunos casos redes de arrastre.

Redes de enmalle: Se colocan perpendiculares a la costa y desde la orilla hacia el área más profunda. La red trabaja durante la noche y en pocos casos durante el día. Este tipo de pesca es muy artesanal y se requiere del conocimiento de un pescador experimentado. El éxito de esta técnica depende de la extensión de la red y de la distancia entre nudos, dependiendo de estos factores se podrán capturar más animales y sin daños a las escamas.

Figura 18. Captura con malla



Fuente. La pesca con redes de enmalle caladas en el fondo. Rosman, I. Disponible en:<<http://www.fao.org/DOCREP/004/X6936S/X6936S00.HTM>> FAO, [Consulta 4 de agosto de 2011]

► **Procesado**

El momento de aparición del rigor mortis depende de muchos factores: especie, estado de salud del pez, el modo de captura, la temperatura de almacenamiento.

En peces activos, de movimientos rápidos y enérgicos, el rigor mortis aparece antes, en peces más sedentarios tarda un poco más. En peces sanos y bien nutridos el rigor mortis es más pronunciado que en peces enfermos o mal nutridos. Si el pez se extrae rápidamente del agua y se sacrifica de forma inmediata el rigor mortis tarda más tiempo en aparecer. Cuanto mayor sea la temperatura de almacenamiento más rápido aparece el rigor mortis y más tarda en resolverse.

Pescados frescos o refrigerados son aquellos conservados desde su captura en hielo, con o sin adición de sal y otros productos, con lo se garantizan temperaturas entre -1º y -6º C.

El pescado puede estibarse con hielo empleando distintos sistemas: granel, estantes, cajas. Es importante realizar una congelación rápida para evitar la formación de hielos grandes que causen daños en la fibra muscular. Sin embargo el pescado congelado puede sufrir varias alteraciones: Quemaduras por frío, oxidación lipídica enranciamiento, cambios en la textura. El efecto conservador de la salazón se debe a la disminución de la actividad de agua. De acuerdo a la cantidad de sal empleada hay tres tipos de salazón: fuerte + 25 kg de sal por 100 kg de pescado, media 15-17 kg, Ligera 8-10 kg. (Manejo post cosecha de pescados y mariscos. Disponible en: <http://189.210.14.166/cadenas/guias/guiasPDF/Manejo%20post-cosecha%20de%20pescados%20y%20mariscos_1224.pdf>)

► **Transporte**

Los crustáceos adultos hay que transportarlos en agua muy limpia y oxigenada o mejor húmedos envueltos en algas, hojas. Si el transporte dura mucho tiempo es recomendable bajar la temperatura y con ello, el metabolismo.

Las ostras y sus semillas se transportan también húmedas y con temperatura fresca por distancias largas.

A los peces adultos hay que llevarlos en contenedores especiales y con aireación.

Actividad 9

1 Investiga cual es la especie que más se explota en tu región y haz una descripción de cómo se realiza el proceso de cosecha y pos cosecha.

4. INSTALACIONES Y EQUIPOS

Conocer las instalaciones y equipos necesarios para realizar la labor acuícola, permite asegurar la estabilidad del cultivo, la rentabilidad y las condiciones sanitarias de los peces.

Te recomendamos mirar el siguiente video para que te des cuenta la importancia de las instalaciones.

http://www.youtube.com/watch?v=wa_AllcySEw&feature=related

Conocer las instalaciones y equipos necesarios para la actividad acuícola, los mecanismos de comercialización y la normatividad vigente para la actividad acuícola.

OBJETIVO GENERAL

- ▶ Conocer las instalaciones y equipos necesarios para la actividad acuícola, los mecanismos de comercialización y la normatividad vigente para la actividad acuícola

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ▶ Identificar las condiciones adecuadas del agua para iniciar o mantener un proyecto acuícola.
- ▶ Conocer las instalaciones y equipos necesarios para un proyecto acuícola
- ▶ Conocer las técnicas de conservación de los productos acuícolas.
- ▶ Aplicar las técnicas de conservación a los productos acuícolas y las diferentes alternativas de empaque para los productos acuícolas.

Prueba Inicial

1. Cuáles son los sistemas de producción
2. Qué factores consideras importantes en el agua para que sea adecuada para un proyecto piscícola.
- 3 Describe las formas de cultivos que conoces de organismos acuáticos de tu región

4.1. Condiciones del Agua

El agua debe ser de buena calidad, de manera que proporcione el ambiente apropiado para el desarrollo de los animales en condiciones que permitan incrementar la producción.

La calidad del agua es dada por ciertas propiedades físicas y químicas, que dependen del clima local, la naturaleza del suelo, así como de la actividad biológica de los organismos que la habitan (Centro de Estudios agropecuarios, 2001)

- ▶ **Factores a considerar en la elección de un cuerpo de agua para un proyecto acuícola**
- ▶ **Estado de la cuenca**

Para establecer un proyecto acuícola es necesario conocer el estado de la cuenca, que se puede ver afectado por:

- ▶ **Mal manejo de los suelos**
- ▶ Deforestación y quemas
- ▶ Cultivos en pendientes muy pronunciadas
- ▶ Sobre pastoreo de ganado.

- ▶ **Contaminación por:**
- ▶ La industria
- ▶ Actividades agropecuarias (agroquímicos y pesticidas)
- ▶ Vertimientos de aguas negras y residuos agropecuarios
- ▶ Deficiencia en la disposición y tratamiento de residuos líquidos y sólidos.

- ▶ **Explotación inadecuada de:**
- ▶ Yacimientos mineros
- ▶ Canteras
- ▶ Material de arrastre

- ▶ **Obras civiles mal diseñadas**
- ▶ Carreteras, caminos y puentes (botan la tierra y materiales sobrantes a los ríos y quebradas represándolos y causando sedimentación)
- ▶ Sedimentación en los embalses y represas.

Como consecuencia de los anteriores problemas la cuenca puede presentar los siguientes efectos:

- ▶ **Erosión y aporte de sedimento al agua**

- ▶ Disminución de caudales
- ▶ Deterioro de la calidad del agua
- ▶ Sequías
- ▶ Crecientes y avalanchas
- ▶ Disminución de productividad natural del agua
- ▶ Generación de plagas y enfermedades.

- ▶ **Parámetros físicos**
- ▶ **Temperatura**

La temperatura rige algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, como la evaporación y solubilidad de los gases. Dentro de los procesos biológicos están los procesos metabólicos como la respiración, nutrición, actividad de las bacterias en la descomposición de la materia orgánica, por lo tanto es necesario conocer y evaluar los cambios temperatura en el agua, ya que los peces no controlan la temperatura corporal si no que depende del medio ambiente.

- ▶ **Salinidad**

En aguas continentales la salinidad corresponde a la concentración de todos los iones disueltos en el agua. Cuando la composición relativa de las sales es más o menos constante, la concentración total puede ser estimada de acuerdo con la concentración del ión dominante. Lo más usual para referirse a la salinidad es el contenido de cloruros. La presión osmótica del agua se incrementa proporcionalmente con la salinidad y las diferentes especies de organismos acuáticos soportan la salinidad de acuerdo con sus requerimientos de presión osmótica.

Una de las formas más prácticas para determinar la concentración de todos los iones en el agua es evaluando la capacidad que tiene esta para producir corriente eléctrica, ya que a medida que aumenta la concentración de iones es mayor la conductividad.

La salinidad depende de la precipitación y del suelo que rodea los cuerpos de agua. Las áreas sometidas a altas precipitaciones donde los suelos son lavados constantemente, tienen una baja salinidad (150 a 250 mg/l). En zonas de poca lluvia donde la evaporación es mayor que la precipitación, la salinidad del agua está en un rango de 500 a 250 mg/l. El agua de pozos profundos tiene valores altos de salinidad que generalmente está dada por la concentración de iones sulfatos.

Tabla 6. Concentración máxima que soportan algunas especies

Especie	Salinidad (mg/l)
Carpa herbívora	12000
Carpa común	9000
Carpa plateada	8000
Bagre de canal	11000
Mojarra plateada	24000
Lisa, lebranche	14500

Fuente. Fundamentos de acuicultura continental .Rodríguez, Daza, Carrillo, 2001

► **Luz**

La luz que penetra al cuerpo de agua o estanque es importante porque de esta dependen los procesos fotosintéticos del plancton e igualmente tiene efecto sobre los procesos biológicos de los peces. Cuando el cuerpo de agua es sometido a una intensidad alta de luz se presenta una marcada disminución de la actividad de la fotosíntesis, debido a que la radiación ultravioleta afecta los cloroplastos.

En estanques de cultivo donde se efectúa abonamiento, la penetración de los rayos solares es menor que en lagos o aguas naturales, debido a que aquellos tienen mayor densidad de población de plancton y mayor turbidez, dada por la actividad de los organismos de cultivo que alcanzan a remover partículas del fondo o por actividades propias de su alimentación como es el caso de la carpa.

► **Evaporación**

La evaporación es una acción que aumenta la concentración de sales y actúa como regulador de la temperatura del agua y además con la filtración son las causantes de la disminución del volumen del agua de un estanque.

La pérdida de agua por evaporación varía considerablemente de una región a otra, de la época del año y de la presión barométrica. Además el viento ejerce un importante papel al causar turbulencia, aumentando de esta manera el área de evaporación y reduciendo la humedad relativa sobre la superficie del agua.

Con respecto a la composición química del agua, está relacionada la evaporación con la concentración. A mayor concentración de sales menor evaporación. El agua de mar se evapora de 2 a 3% veces menos que el agua dulce.

▶ **Turbidez**

La turbidez del agua está dada por el material en suspensión bien sea mineral u orgánica y el grado de turbidez varía dependiendo de la naturaleza, tamaño y cantidad de partículas suspendidas.

La turbidez causada por el plancton es considerada como benéfica, sin embargo la producida por partículas de arcilla en suspensión que actúa como filtro de los rayos solares y afecta la productividad primaria del estanque y por consiguiente disminuye la actividad fotosintética del fitoplancton y su producción de oxígeno.

La turbidez limita la habilidad de los peces para capturar el alimento concentrado y por consiguiente éste irá al fondo del estanque incrementando la cantidad de materia orgánica.

▶ **Color**

El color del agua está dado por la interacción entre la incidencia de la luz y la impureza del agua, las aguas incoloras en días soleados aparecen azules. El color del agua es alterado por los factores físicos, químicos y biológicos, por ejemplo, la mayoría de los florecimientos de fitoplancton tiende a dar una coloración verde. Agua con alto contenido de hierro tiende a ser rojizo. El color más común del agua está dado por el material vegetal en descomposición, el cual produce un color té o café claro muy característico del agua con alto contenido de humus. Estas aguas por lo general son acidas.

El color en si no afecta a los peces, pero si restringen la penetración del rayos solares y disminuye de esta manera la productividad del estanque.

▶ **Parámetros Químicos**

▶ **Oxígeno disuelto**

El nivel de oxígeno disuelto (OD) presente en un estanque de acuicultura es el parámetro más importante en la calidad del agua. Si no hay una buena concentración de oxígeno disuelto los organismos pueden ser vulnerables a enfermedades, parásitos, o morir por falta de este elemento. Si hay baja tasa de oxígeno en el cuerpo de agua o estanque los animales deprimen el consumo de alimento lo que afecta su crecimiento y conversión alimenticia. (Rodríguez, Daza, Carrillo, 2001)

▶ **pH**

Es el logaritmo negativo de la concentración de hidrogeniones; mide el grado de acidez y la alcalinidad del agua.

Se mide en una escala de 1 a 14; la mayoría de las aguas naturales tienen un pH que varía entre 5 y 10.

Durante el día, los vegetales acuáticos usan el dióxido de carbono para la fotosíntesis, las plantas, y animales liberan el agua dióxido de carbono producido por la respiración, que es usado rápidamente por las plantas acuáticas, incrementándose el pH. Pero el procedimiento se invierte en la noche, en que la fotosíntesis es nula en tanto que la respiración continúa produciendo dióxido de carbono lo que hace bajar el pH a su mínimo en las primeras horas de la mañana.

El mejor método para corregir los niveles de pH es el encalamiento del fondo del estanque o del agua.

Las branquias son altamente sensibles al pH alto, manifestándose en una hipertrofia del epitelio de las branquias.

A valores extremos de pH (4 y 11) se produce la muerte, en tanto que el rango deseable para los cultivos está en 6.5 a 9 (Centro de estudios agropecuarios, 2001)

► **Dióxido de carbono**

En el agua se presenta como función de la actividad biológica. La respiración es un proceso mucho más rápido que la fotosíntesis el dióxido de carbono se acumula. Por la madrugada, el agua está saturada de dióxido de carbono.

Concentraciones altas de dióxido de carbono tienen efectos narcóticos sobre los peces y pueden llegar a causarles la muerte, ya que el ingreso del CO₂ al organismo del pez se hace por difusión a través de las branquias.

La alta concentración de este gas en el agua baja la tasa de eliminación al medio, acumulándose en la sangre, con la consiguiente disminución del pH, lo que causa efectos nocivos.

En estanques de piscicultura intensiva, el dióxido de carbono libre fluctúa de 0 mg por litro en la tarde a 5 o 10 mg por litro al amanecer, con claros efectos sobre el pez.

► **Alcalinidad total y dureza total**

La alcalinidad es una medida de concentración de iones carbonato y bicarbonato en el agua y se expresa en mg/litro de calcio equivalente.

La presencia de los iones le confiere al agua una capacidad amortiguadora de pH y consecuencia a mayor concentración de carbonato y bicarbonato, el pH del agua se mantendrá en valores altos.

En piscicultura, la alcalinidad esta generalmente entre 30 y 200 mg/litro de CaCO_3 equivalente, aunque alcalinidades más altas o más bajas no perjudicarán en los cultivos.

► **Compuestos nitrogenados**

Son de importancia el amoníaco y nitritos, que tienen carácter tóxico. Estos compuestos se originan en los estanques como producto del metabolismo de los organismos bajo cultivo y son liberados durante la descomposición que hacen las bacterias sobre la materia orgánica animal o vegetal.

Los niveles tóxicos del amoníaco no ionizado para exposiciones de corta duración por lo general está entre 0.6 y 2 mg/litro (Rodríguez, Daza, Carrillo, 2001)

Tabla 7. Rangos óptimos para el cultivo de peces

PARAMETRO	RANGOS
Temperatura °C	Máx. 34-36, Optimo 28-32, Mín. 14
Oxígeno ppm (partes por millón)	Optimo 5, Mín. 2
mg / l	Menos de 5
pH	Optimo : 6.5 – 7.5
Transparencia cm	45
H – nh_3 (amonio) ppm	0.3

Fuente. Manual del participante acuicultura. Disponible en.<
www.aquahoy.com/index.php?option=com_docman&task> [Consulta 10 de agosto 2011]



Mira los videos del SENA sobre las condiciones del agua y construcción de estanques

http://www.youtube.com/watch?v=_ddgBVO3Ch4&feature=related

4.2. Instalaciones y Equipos

Actividad 10

- 1 Investiga los efectos que unas condiciones deficientes del agua, pueden causar en los peces.
2. Visita una fuente de agua cercana y realiza medición de pH y temperatura, y determina a partir de estas condiciones cuales son las especies aptas.

En este tema se describen las características de las instalaciones y equipos necesarios para la actividad acuícola.

- ▶ **Estanques**
- ▶ **Estanques en tierra o encierros**

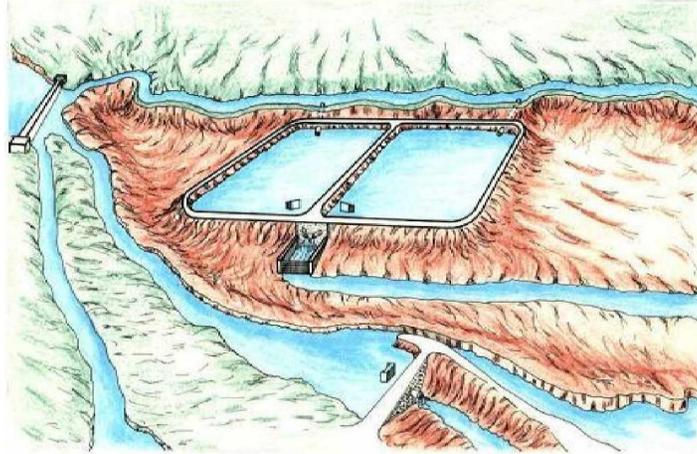
Un estanque en tierra o encierro es un recinto artificial de agua de poca profundidad, excavado en tierra de forma tal que pueda vaciarse totalmente. Este tipo de tecnología corresponde al sistema de producción extensivo.

Los encierros son instalaciones de cría y/o engorde situadas en tierra firme. Tanto el criadero como los estanques de engorde necesitan instalar sistemas de bombeo del agua de río, subterránea, o de mar, y también emisarios para el retorno de las aguas utilizadas a su lugar de origen.

Los encierros están diseñados para un confinamiento seguro de los peces en cuerpos de agua naturales contando con los parámetros fisicoquímicos requeridos en la calidad del agua y las condiciones climáticas favorables para su desarrollo. Por lo que es necesario garantizar que su ubicación cuente con las condiciones ambientales apropiadas.

Para el establecimiento y funcionamiento de los encierros se consideran las siguientes condiciones: contención, calidad fisicoquímica del agua, ubicación, resistencia y durabilidad. Las mallas plásticas son importantes para la construcción de encierros y sus ventajas en cuanto a resistencia y durabilidad demostrando ser un método de piscicultura con inversión de infraestructura más económica que las estanquerías.

Figura 19. Estanques en tierra o encierros



Fuente. Manual del participante acuicultura. Disponible en.
<<http://www.aquahoy.com>> [consulta 4 de agosto 2011]

► **Estanque rustico**

Un estanque rústico es un depósito cerrado de agua, sin corrientes, de un tamaño tal que puede ser utilizado para el cultivo controlado de peces. Los peces producidos en estanques son una fuente de proteína y pueden proveer ganancias para los productores. Este tipo de tecnología corresponde al sistema de producción semi-intensivo.

Los estanques rústicos están diseñados para la contención segura de agua suficiente (3500m³), para la construcción es importante considerar un estudio de suelo que garantice su impermeabilidad, recomendando suelos arcillosos. Es necesario garantizar el suministro de agua, con una fuente segura de abastecimiento ya sean: pozo profundo, manantial, río., y distribuirla por bombeo o por gravedad (fuentes de agua que estén sobre el nivel de los estanques). Garantizando un aforo suficiente para lograr un recambio diario de por lo menos el 10% del volumen total del estanque con el fin de eliminar excesos de amoníaco y materia orgánica evitando la demanda de oxígeno disuelto por reducción bacteriana.

Se consideran las siguientes condiciones necesarias para el establecimiento y funcionamiento de los estanques:

- ▶ Suministro de agua.
- ▶ Contención.
- ▶ Calidad fisicoquímica del agua
- ▶ Ubicación
- ▶ Resistencia y durabilidad.

▶ **Tanques Circulares**

Los estanques circulares de PVC están diseñados, para la contención segura de agua suficiente (63m³) y facilitan el control de los parámetros fisicoquímicos requeridos en su calidad para el desarrollo de los peces.

Otros aspectos considerados para el funcionamiento del estanque, además, de la cantidad y calidad del agua son: la resistencia y durabilidad, por lo que se tomará en cuenta además de los materiales utilizados en su construcción en este caso geomembrana de PVC de 1mm de espesor, la Ubicación de los mismos, evitando su afectación por inundación, deslaves y corrientes torrenciales.

Para el establecimiento y funcionamiento de los estanques se consideran las siguientes condiciones necesarias:

- ▶ Suministro de agua.
- ▶ Contención.
- ▶ Calidad fisicoquímica del agua
- ▶ Ubicación
- ▶ Resistencia y durabilidad

Los Estanques de Geomembrana son ideales, fácil instalación, bajo costo y una durabilidad de hasta 15 años.

Fotografía 1. Tanques en Geomembrana



Fuente. Manual del participante acuicultura. Disponible en.
<<http://www.aquahoy.com>>.[consulta 4 de agosto de 2011]

La piscicultura intensiva requiere de equipos y materiales adecuados para incrementar la producción por unidad de espacio. Se ha mencionado ya la importancia de las geomembranas de PVC, para la construcción de estanques y sus ventajas. Sin embargo deben considerarse también el uso de equipos que mantengan y propicien las condiciones adecuadas para el desarrollo de los peces como son: bombas de agua de gasolina y eléctricas, sopladores eléctricos de aire comprimido, filtros biológicos y físicos que a continuación se describen.

Consideraciones para el diseño de estanques

Para la instalación de un proyecto acuícola se deben considerar dos cosas, la capacidad de inversión del productor y la cantidad de terreno viable para el desarrollo del mismo.

► **Elementos de un estanque.**

Dique: es un terraplén compacto para retener el agua, su altura es igual a la profundidad del agua más una porción de borde libre para evitar el desbordamiento. A la parte superior del dique se le denomina Corona y el Talud es la parte lateral o parte inclinada de los estanques.

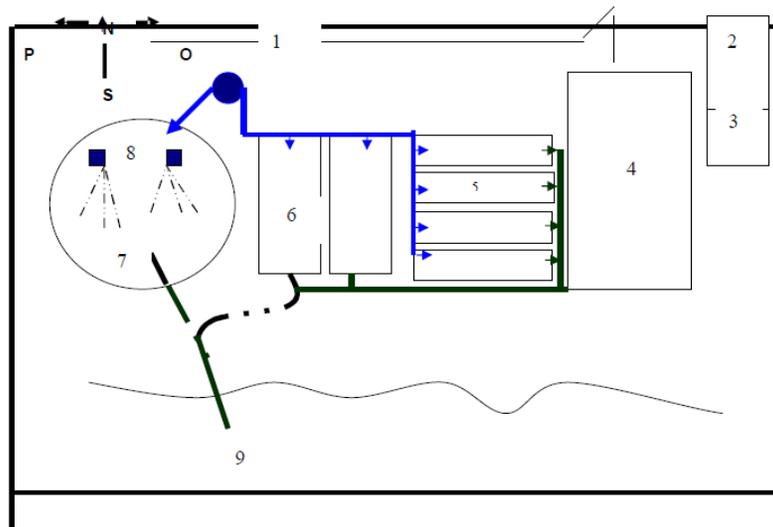
Entrada y salida de agua: deben ubicarse en extremos opuestos al estanque, esto permite una mejor circulación y adecuado recambio de la misma. El tubo de la salida del agua debe ser giratorio de tal manera que al querer desocupar el estanque tan solo se necesita acostarlo sobre el fondo.

Rebosadero: para evitar que el agua sobrante de lluvias o de exceso de caudal cause desbordamientos se construye un rebosadero unos 5 a 10 cm por encima del nivel del agua.

Forma: La forma ideal de un estanque es rectangular, sin embargo, muchas veces la forma depende del relieve y del tamaño del predio. Las ventajas del estanque rectangular son las siguientes: es más fácil y rápida la cosecha, mejor aprovechamiento del agua de recambio, puesto que recorre toda la totalidad del estanque.

Profundidad: La profundidad ideal es de un metro promedio, es decir de 0.8 metros en la parte más panda y 1.2 en la parte más profunda. Estanques con profundidad inferior a 0.5 metros son propicios para el fácil calentamiento del agua y proliferación de plantas acuáticas. Estanques con profundidades superiores a 2m son muy difíciles de manejar (pesca), son costosos y se pierde el espacio de 1.5 hacia abajo, puesto que la luz solar no llega hasta allá y por supuesto los peces tampoco.

Figura 21. Esquema granja acuícola



1. Estacionamiento para autos/entrada y salidas de vehículos de la granja
2. . . Casa habitación.
3. . . Cocina
4. . Área de Venta o restaurante.
5. Estanques para producto al mercado y/o semilleros.
6. . Estanques de pre-engorda.
7. . Estanque Circular de engorda
8. . Aireadores
9. . .Descargas de drenaje hacia el río.

Fuente. Manual del participante acuicultura. Disponible en.
<<http://www.aquahoy.com>> .[consulta 4 de agosto de 2011]

▶ **Jaulas**

El cultivo de peces en jaulas es un método alternativo que permite aprovechar los ríos, lagos, embalses y en general cualquier cuerpo de agua natural.

Las jaulas flotantes están diseñadas para un confinamiento seguro de los peces con agua suficiente (3m³) y con los parámetros fisicoquímicos requeridos en su calidad para el desarrollo de los peces.

▶ **Ventajas.**

- ▶ Sistema que permite desarrollar cultivos intensivos (100 a 200 peces por metro cúbico).
- ▶ Facilidad de manejo (Alimentación, limpieza, selección).
- ▶ Rápido crecimiento de los peces

▶ **Tipos de jaulas**

Los tipos de jaulas dependen del lugar y calidad del agua y de la especie que se pretende cultivar.

- ▶ **Jaulas tipo marino:** son jaulas de grandes dimensiones que son colocadas en lugares con agua marina y protegidas del: oleaje, corrientes, vientos huracanados. Las especies que se cultivan son marinas y la más comúnmente cultivada es el salmón.

Fotografía 2. Jaula Marina



Fuente. Manual del participante acuicultura. Disponible en. <http://www.aquahoy.com>. [consulta 4 de agosto de 2011]

Jaulas flotantes: En agua dulce las jaulas flotantes generalmente son de menores dimensiones. Existen de marco rectangular o cuadrado. O bien como marco circular.

Fotografía 3. Jaulas flotantes



Fuente. Manual del participante acuicultura. Disponible en.
<<http://www.aquahoy.com>> [consulta 4 de agosto de 2011]

► Componentes de las jaulas

Los sistemas de jaulas constan de cuatro componentes importantes que son:

- Marco estructura de sostén de la jaula.
- Sistemas de redes o bolsa de jaula.
- Sistema de flotación.
- Sistema de anclaje de la jaula.

Básicamente constan de un marco rígido hecho de metal o madera tratada, del que pende una bolsa hecha de red, con luz de malla en concordancia con el tamaño de los peces. Los flotadores que mantienen la jaula en la superficie del cuerpo de agua, se sujetan al marco rígido de la misma.

Para un fácil manejo se recomienda jaulas de forma cuadrada con un tamaño de 4m x 4 m x 3 m (profundidad). La estructura de las jaulas de forma cuadrada, puede estar flotando o anclada al suelo, generalmente las jaulas no se encuentran fijas, sino suspendidas por medio de flotadores.

► Partes de una jaula flotante

La jaula está constituida básicamente por 3 partes: Bolsa, Marco y Tapa.

Bolsa: Puede ser construida de paño pesquero de hilo de seda alquitranado del # 9 encabalgado a una cuerda de Nylon en cada punto de unión o bien construida con malla rígida de plástico, actualmente se usa la malla llamada “Tipo Arena”, esta no requiere de ser encabalgada.

Marco: Pueden ser cuadrados o rectangulares hechos de caña vaquera (*Guadua spp*) o bien de tubería de PVC. A este marco se le colocan flotadores que han sido de diferentes materiales como: Garrafrones de plástico, Tecomates (*Lagenaria spp*), bloques de unicele (espuma de poliestireno), etc.

La tecnología más avanzada en nuestra región usa manguera de poliducto negro de 2”, cedula 80. Esta manguera funge como marco para la malla y como flotador. Para dicho efecto se corta un tramo según el perímetro de la jaula y se une en forma de aro (circunferencia) con un cople, el cual se sella con silicón y se colocan 2 abrazaderas.

Tapa: Es de malla plástica o de paño pesquero. Su función es sellar la jaula evitando fugas. De esta forma la jaula puede resistir estar sumergida con todo y peces (Manual del participante acuicultura. Disponible en: <www.aquahoy.com/>)



Mira los videos del SENA sobre la construcción de estanques

<http://www.youtube.com/watch?v=SH5XP2LUndQ&feature=related>

4.3. Conservación de los Productos Acuícolas

Definir la vida útil de los productos pesqueros frescos implica tener en cuenta factores como la calidad microbiológica inicial, la estación, el área geográfica y la alimentación. Estos factores

Actividad 11

- 1 Haz un cuadro de resumen de las alternativas de instalaciones que existen.
2. Qué factores se deben tener en cuenta para ubicar la explotación acuícola.

explican que se produzcan variaciones entre una captura y otra, aunque también tienen una gran influencia las condiciones de almacenamiento (temperatura y tipo de atmósfera gaseosa).

En el pescado que se comercializa envasado, después de una manipulación, la actividad microbiana limita su vida útil, lo que indica que estas condiciones artificiales afectan a la composición y a la calidad de los microorganismos contaminantes, lo que puede permitir evaluar o estimar la contaminación y predecir la vida comercial. Este punto es importante si se tiene en cuenta que el pescado se mantiene fresco durante poco tiempo y que es necesario comercializarlo en períodos de tiempo cortos.

Por tanto, en la medida de lo posible, una adecuada evaluación de la contaminación del pescado, de su evolución y de los sistemas de detección, puede permitir conocer la expectativa comercial del producto y su seguridad, así como prever los sistemas más adecuados de conservación que deben aplicarse.

► **Influencia en el crecimiento microbiano**

Las variaciones de temperatura y la composición de la atmósfera influyen en la composición bioquímica del pescado. Recientemente se han publicado trabajos de investigación en los que se hace especial hincapié en la evaluación de la vida comercial del pescado. Para una mejor comprensión del efecto de las condiciones de almacenamiento (temperatura y atmósfera) en la calidad microbiológica del pescado envasado es necesaria la evaluación a diferentes temperaturas, entre las que hay que incluir las de refrigeración rigurosa y las que podemos considerar habituales cuando se produce una rotura de la cadena del frío.

Mientras que el crecimiento de la población microbiana, en una temperatura dada, sigue tres pasos principales (fase de latencia, fase exponencial y meseta), la ecuación de Gompertz (modelo matemático de crecimiento de microorganismos) describe correctamente esta evolución.

Según los datos actuales, es esperable que la composición bioquímica del pescado favorezca el crecimiento microbiano, pero también las variaciones de la temperatura y la composición de la atmósfera del producto. Normalmente, cuando el pescado se mantiene a una temperatura inferior a 4°C, se evidencia una fase de latencia prolongada, en la que parece que los microorganismos no se multiplican. Esta fase suele durar algo más de 24 horas, lo que indudablemente indica un período en el que las condiciones organolépticas del pescado son óptimas y los riesgos microbianos son mínimos.

Se podría considerar que el nivel de contaminación microbiana, a partir del cual el pescado va a empezar a notarse sensiblemente alterado, sería el de un recuento superior a 5×10^6 células por

gramo de músculo. Además, es importante considerar el nivel de contaminación de los microorganismos indicadores de contaminación fecal.

La carga en el pescado fresco suele ser baja, al menos en un principio, pero con el paso del tiempo es también evidente que se va a preciar una multiplicación. El problema es que si los niveles empiezan a ser elevados, nos dan una idea de que han podido multiplicarse otros microorganismos, entre los que pueden encontrarse multitud de patógenos.

Los criterios microbiológicos que se han considerado para los productos pesqueros crudos incluyen, como se ha señalado, la valoración de las enterobacterias y los coliformes. Estos parámetros bacteriológicos son útiles para evaluar prácticas de proceso y/o de manipulación, tales como insuficiente refrigeración y contaminación inadecuadas de ambientes, del equipo y de los trabajadores. Todo ello puede aumentar los riesgos de salud y conducir a la pérdida de la calidad.

Por estos motivos, y como medida de seguridad, se debería considerar una cifra de entre 100 y 1.000 células de coliformes o enterobacterias como límite para la aceptación de pescado.

► **Influencia de la Temperatura**

Además de la composición de la atmósfera, es fundamental la temperatura de conservación. En principio, si se consideran temperaturas de refrigeración estrictas, por debajo de 4°C, los resultados apreciados son óptimos. En estas condiciones, y como se ha señalado, es posible conseguir un incremento en la vida comercial, lo que indudablemente tiene ventajas comerciales, económicas e incluso nutricionales, puesto que facilita el acceso de este producto a gran parte de la población.

Si se incrementa la temperatura desde valores de refrigeración hasta los 10°C, se evidencia un rápido acortamiento de la vida comercial. En estas condiciones, en los productos envasados al vacío es donde se aprecia una menor disminución del tiempo de vida del producto, de forma que de 6 días disminuye hasta los 4. Para el resto, la disminución es más evidente, con períodos que pueden oscilar desde menos de un día hasta los 3 días.

Como puede apreciarse, estos datos indican que tanto la temperatura como el tipo de envasado influirán mucho en la vida comercial, pero no esconden un problema posterior. Si se procede al envasado masivo del pescado, se incrementará el coste del producto final, con los posibles problemas que esto puede generar.

En consecuencia, es probable que su aplicación se ponga de manifiesto en el futuro en pescado de alto valor comercial o de tamaños importantes, ya que su aplicación masiva a los de pequeño tamaño puede que lo hagan inviable desde un punto de vista comercial.

► **Vida Comercial del Pescado**

Cuando el pescado se mantiene a una temperatura de 4°C, la vida comercial se termina alrededor de los 2 días, si se mantiene al aire, sin ninguna protección. Sin embargo, cuando se realiza un envasado y se modifica la atmósfera del producto de forma que se sustituye el aire por otras mezclas de gases, se aprecia que este periodo comercial puede prolongarse considerablemente.

Así, si se sustituye por una mezcla de CO₂ y oxígeno, el tiempo de vida se alarga hasta los 2,5 días. Sin embargo, si en el gas se introduce una elevada concentración de nitrógeno, la alteración no se evidencia hasta los 5 días, mientras que si se realiza un envasado al vacío se prolongaba hasta los 6 días.

Estos valores coinciden con la máxima aceleración del crecimiento microbiano, sobre todo para las muestras de pescado caracterizados por una vida útil más corta (muestras envasadas con aire y con oxígeno y CO₂). (Rodríguez, 2005).

► **Métodos de conservación aplicados al pescado.**

► **Congelación**

El deterioro del pescado se debe al desarrollo de bacterias y a la alteración de sus proteínas y grasas. A temperaturas adecuadas de congelación, la multiplicación bacteriana se interrumpe y se retrasa o detiene el resto de procesos de alteración. La congelación sirve para conservar pescados y mariscos durante meses y preserva su calidad original, tanto higiénica como nutricional y organoléptica (características de textura, sabor, aroma), incluso después de su descongelación. La congelación se puede realizar en el propio barco o en tierra.

La calidad de los productos de la pesca congelados depende de diversos factores:

Calidad inicial del pescado. Hay que seleccionar pescados de gran frescura y controlar todas las operaciones previas a la congelación.

Velocidad y temperatura de congelación. La calidad del pescado es tanto mejor cuanto menor es el tiempo transcurrido entre su captura y su congelación. La ultracongelación es el mejor sistema y consiste en alcanzar una temperatura de 0 a -5°C en menos de 2 horas en el centro del alimento. A continuación se mantiene el pescado a temperaturas de -20°C hasta su completa congelación y, por último, se mantiene a -25°C. Si después se someten a una descongelación correcta, las características del pescado congelado son casi las mismas que las del fresco.

Envasado. Impide la pérdida de agua y el enranciamiento de la grasa gracias a que evita el contacto directo del pescado con el aire. Se suele recurrir a material impermeable o al glaseado. El glaseado consiste en sumergir en agua fría durante un instante al pescado recién congelado para que se forme a su alrededor una capa de hielo que le proteja durante su almacenamiento.

Almacenamiento. El pescado requiere una temperatura de conservación tan baja como sea posible y evitar oscilaciones. Tanto en los servicios de alimentación como en casa debe conservarse como mínimo a 18º C bajo cero.

► **Congelación Artesanal**

Para congelar el pescado en casa se debe proceder a las mismas tareas de limpieza que en la refrigeración, sólo que además conviene trocearlo en piezas del tamaño en que se vayan a cocinar tras su descongelación y no muy gruesas. Asimismo, es muy importante envolverlo y etiquetarlo de forma correcta, con la fecha de congelación incluida. La congelación artesanal sólo puede realizarse si se dispone de un frigorífico o arcón catalogado como congelador de cuatro estrellas porque los de tres estrellas sólo sirven para mantener los productos ya congelados. La congelación debe realizarse en el menor tiempo posible debido a que el tiempo de tránsito de temperaturas condiciona, entre otros, la formación de cristales de hielo de mayor o menor tamaño. Si la congelación es lenta, el número de cristales es mayor y también su tamaño, lo que contribuye a un mayor deterioro del producto. Para evitarlo se debe graduar el termostato del congelador hasta la posición más fría 3 ó 4 horas antes de proceder a la congelación. A continuación se ha de introducir el pescado en el congelador y dejar el termostato en la misma posición durante 24 horas. Transcurrido ese plazo, se pone de nuevo el termostato en posición de conservación, lo que permite mantener una temperatura mínima de -18 ºC.

► **Descongelación**

Es un proceso delicado que influye en el mantenimiento de las cualidades del pescado. No se debe realizar a temperatura ambiente ni sumergiéndolo en agua, método que provoca pérdidas nutritivas y riesgo de intoxicaciones por multiplicación bacteriana. Lo adecuado es descongelar el pescado en la parte menos fría de la nevera, en el microondas o bien cocinarlo de forma directa sin descongelar.

En este último caso se deberá incrementar el tiempo de cocinado para conseguir una correcta cocción y como medida de seguridad para evitar la supervivencia de gérmenes patógenos o parásitos vivos.

► **Pescados curados**

Este término engloba diferentes procesos: desecado, salazón y ahumado, utilizados solos o combinados.

Pescado desecado: Se reduce la cantidad de agua hasta tal punto que los gérmenes quedan inactivos o mueren. Este proceso puede realizarse al sol y al aire, sobre fuegos de madera o mediante técnicas modernas dirigidas por ordenador. La adición de sal acorta el tiempo de desecación. Los pescados grasos se desecan más lentamente que los magros porque la grasa dificulta la salida del agua. Las especies que más se someten a este tipo de tratamiento son el bacalao, abadejo, eglefino o liba y la aleta de tiburón.

Pescado salado: La sal se utiliza de forma conjunta con la desecación (bacalao seco), con el humo (ahumados) o con el vinagre (encurtidos). Además de la reducción del contenido de agua del alimento, impide el desarrollo de gérmenes patógenos. El proceso de salado se puede llevar a cabo en seco, con el alimento en contacto directo con sal, o introduciéndolo en una salmuera, lo que se conoce con el nombre de salado húmedo. Hay productos que se someten a un salado mixto, que combina el salado en seco y el húmedo. Los pescados más habituales que se someten a salado son: sardinas, arenques, bacalao, abadejo, eglefino o liba, faneca, boquerón y atún.

Pescado ahumado: El ahumado es un proceso que por lo general incluye las operaciones de salado y secado. La acción conservadora del ahumado se debe tanto a la pérdida de agua de la carne del pescado como a las sustancias presentes en el humo de acción bactericida y al añadido de sal. El contenido en sal de la mayoría de los ahumados oscila entre el 2 y el 4%. Para el ahumado se emplea el humo procedente de maderas no resinosas, a veces aromáticas, como el roble, el haya o el laurel, etc. El proceso de ahumado se puede llevar a cabo en frío o en caliente. Si el ahumado se realiza en frío y con poca sal, es necesaria la refrigeración.

Ahumado en frío. Los más conocidos son los de salmón, trucha y japuta o palometa. Algunos pescados ahumados en frío se pueden comer crudos, como el salmón, o pueden requerir una cocción posterior, como los arenques o el eglefino. En el ahumado en frío se añade mayor cantidad de sal que en el ahumado en caliente.

Ahumado en caliente. Los pescados ahumados en caliente se someten a temperaturas que rondan los 80°C, de forma que se cuecen y ahuman al mismo tiempo. Los pescados más empleados para este proceso son la caballa, la trucha y la anguila. El pescado modifica su textura y adquiere un color dorado y un aroma característico que se debe a la adición de sal, al calor y al humo

► **Escabeche**

El escabechado incluye el uso de sal y vinagre, lo que aumenta la acidez y reduce el contenido de agua del pescado incrementando su conservación. La acidez produce además una desnaturalización parcial de las proteínas del pescado, que contribuye a su textura y color característicos e inhibe la capacidad de reproducción de muchos gérmenes patógenos. Para su preparación, tras un tratamiento inicial con sal, vinagre y condimentos, el pescado se envasa al vacío y se somete a un tratamiento de calor que desarrolla las características propias del producto y asegura su conservación.

Precauciones en el escabeche en frío: El vinagre inhibe la capacidad de reproducción de muchos gérmenes patógenos, pero no de todos, por lo que existe riesgo de toxiiñfección. Respecto a la provocada por Anisakis, se ha demostrado que estos parásitos pueden soportar la acción del vinagre durante períodos de incluso meses. Por tanto, para evitar riesgos el pescado debería ser sometido, además del tratamiento con vinagre, a un tratamiento térmico. Si el calor da lugar a cambios en las características del producto que no son del agrado del consumidor, la otra opción es la congelación previa del pescado fresco a temperatura de -18°C durante 72 horas antes de someterlo al escabechado.

4.4. Conservas y Semiconservas de Pescado

► **Conservas**

Para su obtención, los alimentos se someten a un proceso de esterilización a temperatura superior a 100°C, que asegura que se destruyen todos los gérmenes patógenos capaces de causar daño a la persona y se inactivan las enzimas responsables de su alteración. Esto permite la conservación en buen estado por periodos largos de tiempo de los productos pesqueros. Cerrado el envase, no necesitan almacenarse en cámaras frigoríficas, si bien es aconsejable almacenarlas en lugares exentos de humedad y alejados de altas temperaturas. Las conservas que presenten cualquier signo de alteración, como abombamiento de los botes, óxido, deformaciones en el envase y olor, color o textura desagradable del pescado o marisco no deben consumirse en ningún caso. Asimismo, conviene respetar las fechas de consumo preferente, que oscilan en general entre los 3 y los 5 años.

► **Semiconservas**

Se aplica a algunos pescados enlatados, como las anchoas o las huevas de pescado. Son productos de duración limitada mantenidos en recipientes adecuados. Su duración puede prolongarse manteniéndoles siempre en refrigeración.

En la elaboración de las populares anchoillas, el pescado es descabezado, eviscerado, lavado e introducido en barriles separado por capas de sal. Para ayudar a la penetración de la sal, se pone un peso sobre los barriles. Esto hace que se produzca una salida de agua de la carne del pescado y

que se den una serie de transformaciones que hacen que la carne madure y se modifique su aroma, sabor y textura. A continuación, el pescado se lava, se elimina el agua sobrante y se le recortan los restos de espinas y piel. Con posterioridad se introduce en envases que se rellenan con aceite y se cierran. Necesitan conservarse en refrigeración.

Hay que tener en cuenta el tipo de conserva; si es "en aceite", "en escabeche" o "al natural", lo que afecta a su valor energético, a la cantidad y calidad de la grasa y también a su sabor.

► **Invasado en atmósferas modificadas**

El envasado en atmósferas modificadas consiste en cambiar la composición del aire en un determinado recipiente. La atmósfera que rodea al producto se sustituye en el momento del envasado por otra preparada para cada tipo de alimento, lo que permite controlar las reacciones químicas, enzimáticas y microbianas, además de evitar o minimizar las principales degradaciones que se producen durante el almacenamiento. Para ello se extrae el aire del envasado y se sustituye por una mezcla de dióxido de carbono y nitrógeno, lo que ayuda a prolongar el tiempo de conservación. En concreto, se puede conseguir que la vida útil de los productos pesqueros se multiplique por cinco si este sistema se combina con la refrigeración.

► **Refrigeración**

Los pescados y los mariscos son alimentos muy perecederos, es decir, se alteran con rapidez y facilidad salvo que se recurra a tratamientos de conservación adecuados. Uno de los más útiles es el de la refrigeración. Este sistema permite mantener la calidad comercial de los alimentos por un periodo de tiempo variable. El tiempo en que se mantienen en perfecto estado depende de la especie, el método de captura y la manipulación, en la que siempre que se aplican temperaturas de entre 0 y 4°C desde el mismo momento de la captura, y ésta debe mantenerse en todas las etapas de distribución hasta su llegada al consumidor. En los barcos y puntos de venta, la refrigeración se realiza con abundante hielo. Este hielo, que se fabrica con agua de mar, permite alcanzar temperaturas algo inferiores a 0°C sin que los pescados lleguen a congelarse, lo que favorece una conservación más larga. No obstante, en los barcos de pesca, la refrigeración en tanques con agua de mar a -1,5°C puede alterar algunas especies y hacer que pierdan color y escamas, además de aumentar su salinidad. (Métodos de conservación aplicados al pescado. Disponible en <http://pescadosymariscos.consumer.es/metodos-de-conservacion/refrigeracion/>)

4.5. Pistas de Aprendizaje

Tenga en Cuenta que

1. Que para iniciar un proyecto acuícola se debe tener cuenta el dinero que se tiene, las condiciones del terreno, la región.
2. Los peces respiran por las branquias de ahí la importancia de que las condiciones del agua sean óptimas
3. Cada especie tiene unos requerimientos alimenticios propios.
4. Conocer la normatividad aplicada a la actividad acuícola evita incurrir en multas y obtener un producto de calidad
5. Los productos de índole pesquero son altamente perecederos, por lo tanto deben refrigerados rápidamente.

Tenga en Cuenta que

6. Unas buenas condiciones del agua evitan problemas de salud en los peces.
7. La observación frecuente de los animales permitirá detectar enfermedades de manera temprana
8. El éxito de un proyecto acuícola está en tener buenas condiciones de agua, animales sanos, bien alimentados, y ser organizados con los registros contables.

Actividad 12

- 1 Haz un cuadro resumen de los métodos de conservación

4.6. Glosario

Acuicultura: se define como la reproducción y crecimiento controlado de animales y plantas acuáticas, bajo condiciones específicas

Piscicultura: Tiene por objeto el cultivo racional de los peces, control de su crecimiento y reproducción

4.7. Bibliografía

ABC digital. Aparato Circulatorio en animales. Recuperado 1 de agosto de 2011, en <http://archivo.abc.com.py/2009-06-12/articulos/530351/aparato-circulatorio-en-animales>

Acuicultura (s.f). Recuperado 4 de agosto de 2011, de <http://www.ecured.cu/index.php/Acuicultura>

Centro de Estudios Agropecuarios.(2001).Piscicultura. México: Iberoamérica.

Clasificación, características y peculiaridades de los principales mariscos (s.f). Recuperado 1 de agosto de 2011, de www.mercadosmunicipales.es/uploads/pescados/Clasmariscos.pdf

Colegio Alcaste. Aparato Respiratorio. Recuperado 1 de agosto de 2011 de www.alcaste.com/departamentos/ciencias/.../Aparato_respiratorio.ppt

Con los cinco sentidos (s.f). Biblioteca portalpez. Recuperado 1 de agosto de 2011, de <http://biblioteca.portalpez.com/con-los-cinco-sentidos-vt2859.html>

CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL (CCI). Pesca y acuicultura Colombia 2007. Recuperada 12 de Julio de 2011, de www.cci.org.co/cci/cci_x/.../BoletinesIncoder/.../InformeCompleto2007.pdf.

Diccionario Visual (2011). Biología. Esqueleto de un pez. Recuperado 1 de Agosto de 2011 de http://www.infovisual.info/02/034_es.html

FAO. El Estado Mundial de la pesca y Acuicultura 2010. Recuperada 12 de julio de 2011, de www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s01.pdf.

FAO. El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. Recuperado 1 de Agosto de 2011 de <http://www.fao.org/DOCREP/V7180S/v7180s04.htm>

Gómez, A, Flores, G. Los peces .Recuperado 1 de agosto de 2011 de <http://www.galeon.com/home3/biologia/peces.html>

Manejo post-cosecha de pescados y mariscos (s.f). Recuperado 4 de agosto de 2011, de [http://189.210.14.166/cadenas/guias/guiasPDF/Manejo%20post-cosecha%20de%20pescados%20y%20mariscos 1224.pdf](http://189.210.14.166/cadenas/guias/guiasPDF/Manejo%20post-cosecha%20de%20pescados%20y%20mariscos%201224.pdf)

Manual del participante acuicultura (s.f).Recuperado 4 de agosto de 2011, de <http://www.aquahoy.com>

Méndez, P. VII Semestre. Sistema Excretor de peces. Recuperado 1 de agosto de 2011. En: <http://industriasalimentarias7semestre.blogspot.com/2009/10/sistema-excretor-de-peces.html>.

Métodos de conservación aplicados al pescado (s.f).Recuperado 5 de agosto de 2011, de <http://pescadosymariscos.consumer.es/metodos-de-conservacion/refrigeracion/>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. La Piscicultura en Colombia Evolución Historica 1985-2006 .Recuperada 12 de julio de 2011, de www.ensistemas.net/acuioriente/documentos/PisciculturaColombia.ppt.

Plancton (2011, agosto).Recuperado 3 de agosto de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Plancton>

Plancton: Importancia y Clasificación (s.f). Recuperado 3 de agosto de 2011, de www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r37351.PDF

Rodríguez, H, Daza, P.V, Carrillo, M. (2001).Fundamentos de Acuicultura Continental. Bogotá. INPA. Se puede encontra en línea: <http://es.scribd.com/doc/21450865/Fundamentos-de-Acuicultura-Continental>

Rodríguez, J.J (2005, mayo). Conservación y envasado del pescado. Recuperado 5 de agosto de 2011, de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2005/05/24/18270.php>

TAYRONA. Nociones Básicas de los peces. Recuperada 1 de agosto de 2011 de http://www.tayrona.org/taganga_fauna_marina/peces_descripcion/peces_anatomia_descripcion.html

Toledo, J (2005). I Taller seminario de acuicultura continental-especies de aguas templado o cálido. Aspectos Generales de la Nutrición de los peces, Nuevas tendencias. Recuperado 3 de agosto de 2011, de <http://es.scribd.com/doc/6587812/Nutricion-de-Peces>

Universidad de Cantabria. Estudio del Sector Acuicola Colombia. Informe Preliminar. Recuperado 12 de Julio de mvz.unipaz.edu.co/textos/lecturas/peces/informe_colombia_def.pdf.

Wedler, E. (1998). Introducción en la Acuicultura, con énfasis en los neotropicos. (1 Ed.). Santa Marta.