



UTPL

La Universidad Católica de Loja

Modalidad Abierta y a Distancia

Sistemas de Producción Acuícola

Guía didáctica

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas



Departamento de Ciencias Biológicas

Sección Departamental de Biotecnología y Producción

Sistemas de Producción Acuícola

Guía didáctica

Autor:

Naranjo Franco Carlos James



Asesoría virtual
www.utpl.edu.ec

Índice

**Primer
bimestre**

**Segundo
bimestre**

Solucionario

**Referencias
bibliográficas**

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario


Referencias
bibliográficas

Sistemas de Producción Acuícola

Guía didáctica

Naranjo Franco Carlos James

Universidad Técnica Particular de Loja

 4.0, CC BY-NY-SA

Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

www.ediloja.com.ec

edilojainfo@ediloja.com.ec

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-25-625-6



La versión digital ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite: copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

21 de abril, 2020

Índice

1. Datos de información.....	9
1.1. Presentación de la asignatura	9
1.2. Competencias genéricas de la UTPL	9
1.3. Competencias específicas de la carrera.....	9
1.4. Problemática que aborda la asignatura	10
2. Metodología de aprendizaje.....	11
3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje.....	12
Primer bimestre	12
Resultados de aprendizaje 1	12
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	12
Semana 1	12
Unidad 1. Sistemas y tecnología de la producción acuícola	13
1.1. Los sistemas acuícolas	16
1.2. Estructura física del medio acuático.....	17
1.3. Tipos de sistemas acuícolas	19
Actividad de aprendizaje recomendada	20
Semana 2	21
1.4. Los estanques de cultivo	22
1.5. Variables a medir frecuentemente	24
Actividad de aprendizaje recomendada	27
Autoevaluación 1	28
Semana 3	31
Unidad 2. Sistemas de baja intensidad y tecnología.....	31
2.1. Densidad de siembra.....	31

2.2. Sistema extensivo	32
2.3. Sistema semi-intensivo	33
Actividad de aprendizaje recomendada	34
Semana 4	35
Unidad 3. Sistema intensivo	35
3.1. Características del sistema	35
3.2. Especies de alto valor comercial	39
Actividad de aprendizaje recomendada	41
Resultados de aprendizaje 2	42
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	42
Semana 5	42
Unidad 4. Cultivo de algas; nutrición y alimentación: Aspectos básicos y aplicados.....	42
4.1. Aspectos básicos y aplicados	42
4.2. Tipos de algas en acuicultura	43
4.3. Etapas del cultivo de algas	44
4.4. Nutrición y alimentación	46
4.5. Aspectos básicos y aplicados	47
Actividad de aprendizaje recomendada	50
Autoevaluación 2	50
Semana 6	53
Unidad 5. Reproducción de peces: endocrinología de la reproducción.....	53
5.1. Peces y su fisiología.....	53
5.2. Métodos de reproducción de peces; natural, semi natural y artificial.....	55
5.3. Endocrinología de la reproducción en peces; Gonadotropinas	57

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

5.4. Obtención y selección de peces reproductores	59
Actividad de aprendizaje recomendada	62
Semana 7	62
Unidad 6. Acuicultura de moluscos bivalvos	62
6.1. Bivalvos y su fisiología.....	62
6.2. Importancia.....	64
6.3. Selección de especies.....	64
6.4. Principios ambientales y biológicos	66
6.5. Técnicas de cultivo para algunos bivalvos	68
6.6. Enfermedades más comunes.....	68
Actividad de aprendizaje recomendada	69
Autoevaluación 3	69
Actividades finales del bimestre.....	72
Semana 8	72
Segundo bimestre	74
Resultados de aprendizaje 2	74
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	74
Semana 9	74
Unidad 7. Acuicultura tropical de agua dulce	75
7.1. Introducción	75
7.2. Principales especies cultivadas	75
7.3. Propiedades físicas y necesidades de cultivo.....	77
Actividad de aprendizaje recomendada	79
Semana 10	80
Unidad 8. Carpicultura	80
8.1. Introducción	80

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

8.2. Principales especies de Ciprínidos	80
8.3. Morfología de las carpas	82
8.4. Características del cultivo de carpas	83
Actividad de aprendizaje recomendada	84
Semana 11	85
Unidad 9. Acuicultura marina.....	85
9.1. Características principales	85
9.2. Especies promisorias y de interés.....	86
Actividad de aprendizaje recomendada	88
Autoevaluación 4	88
Semana 12	91
Unidad 10. Camaronicultura	91
10.1. Introducción	91
10.2. Especies comerciales	91
10.3. Las piscinas camaroneras	93
10.4. Ciclo de vida del camarón.....	95
Actividad de aprendizaje recomendada	96
Semana 13	97
Unidad 11. Gestión sanitaria de las explotaciones acuícolas.....	97
11.1. Marco legal	97
11.2. Enfermedades más comunes en acuicultura	98
11.3. Bioseguridad	101
Actividad de aprendizaje recomendada	105
Autoevaluación 5	105
Semana 14	108
Unidad 12. Cultivos auxiliares.....	108
12.1. Cultivo de artemia salina	109

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

12.2. Cultivo de otros microorganismos	111
12.3. Cultivo de peces ornamentales	112
Actividad de aprendizaje recomendada	113
Semana 15	114
Unidad 13. Cosecha y transporte	114
13.1. Sistemas de cosecha:	114
13.2. Transporte en vivo	116
13.3. Preservación y procesamiento	118
Actividad de aprendizaje recomendada	118
Autoevaluación 6	119
Actividades finales del bimestre	122
Semana 16	122
4. Solucionario	124
5. Referencias bibliográficas	134

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

1. Datos de información

1.1. Presentación de la asignatura



1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Orientación a la innovación y a la investigación
- Pensamiento crítico y reflexivo

1.3. Competencias específicas de la carrera

- Articula los componentes del sector agroproductivo a través de la innovación para la búsqueda de nuevas cadenas de valor.

- Gestiona los recursos agropecuarios y procesos productivos acorde a la normativa comercial nacional e internacional vigente.

1.4. Problemática que aborda la asignatura

Bases científicas de los sistemas de producción acuícola: esta primera parte tiene el objetivo desarrollar la capacidad en el profesional de analizar e interpretar los diferentes factores y la interrelación en un sistema de producción acuícola, estableciendo el sustento técnico – científico necesario. Con lo cual se busca la generación de competencias que conduzcan a un mejor manejo de los elementos biológicos y físicos que estructuran un sistema acuícola y que son objeto de observación.

Alternativas de producción acuícola: este núcleo implica diferentes alternativas de producción acuícola, sistemas específicos y de interés comercial, así como componentes auxiliares a considerar y ejecutar en cualquier sistema de producción acuícola. El objetivo de este núcleo es: Dar a conocer a los estudiantes algunos sistemas de cultivo de diferentes organismos acuáticos (peces, crustáceos, moluscos) y cultivos auxiliares necesarios para el establecimiento de dichos sistemas de producción.

Partiendo de un paradigma de desarrollo sostenible que se enfoca en proponer modelos alternativos al desarrollo (ODS Territorio Ecuador, 2018) y la oportunidad de que los profesionales incluyan la adquisición de competencias: que promuevan el desarrollo económico de forma compatible con el cuidado del ambiente. Que aseguren el aprovisionamiento de alimentos a las poblaciones humanas. Que planifiquen y ejecuten la producción de manera sostenible.

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas



2. Metodología de aprendizaje

Estimado estudiante: en el componente de Sistemas de Producción Acuícola se utilizará principalmente el aprendizaje basado en problemas (ABP) y gamificación, que se puede desarrollar en una variedad de escenarios y permite utilizar diversas estrategias para el aprendizaje, una de las características del ABP es que el estudiante se sitúa en un contexto real de su profesión y desarrolla el pensamiento crítico y la toma de decisiones para la resolución de un problema de la profesión, estos problemas aparecen como foros, prácticas o cuestionarios en el desarrollo de la asignatura.

La Gamificación actualmente está reconocida como una técnica de aprendizaje que lleva los juegos al ámbito educativo lo cual permite al estudiante desarrollar competencias como: pensamiento creativo e independencia en el aprendizaje. En este contexto usted tendrá que realizar actividades como sopas de letra, crucigramas e infografías que le permitan fijar conocimientos de forma divertida.

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)



3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



Primer bimestre

Resultados de aprendizaje 1

Analiza e interpreta los diferentes factores y su interrelación en un sistema de producción acuícola

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Estimado estudiante, bienvenido a la asignatura de Sistemas de producción Acuícola, a lo largo del desarrollo de la materia se pretende que usted al finalizar pueda alcanzar el aprendizaje 1, se ha seleccionado una serie de contenidos que los iremos viendo en cada bimestre.



Semana 1

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)



Unidad 1. Sistemas y tecnología de la producción acuícola

Antes de iniciar con el curso es importante mencionar lo que nos dice la FAO sobre la acuicultura (FAO, 2020)

Desarrollo de la acuicultura

Existen cerca de 580 [especies acuáticas](#) que se cultivan actualmente en todo el mundo, lo que representa una enorme riqueza de diversidad genética dentro y entre las especies.

La acuicultura la practican tanto los agricultores pobres de los países en desarrollo como las empresas multinacionales.

Agricultura

Comer pescado forma parte de la tradición cultural de muchas personas y, en términos de beneficios para la salud, tiene un excelente perfil nutricional. Es una buena fuente de proteínas, ácidos grasos, vitaminas, minerales y micronutrientes esenciales.

Las plantas acuáticas —como las algas— son también un recurso importante para la acuicultura, ya que aportan nutrición, medios de subsistencia y otros usos industriales importantes.

El 80 por ciento de la producción acuícola actual deriva de animales que se encuentra en la parte inferior en la cadena alimentaria, como peces omnívoros y herbívoros y moluscos.

Teniendo en cuenta su comportamiento dinámico en los últimos 30 años y la disminución de la pesca de captura, es probable que el crecimiento futuro del sector pesquero derive principalmente de la acuicultura.

Una estrategia sostenible para la acuicultura necesita:

- Reconocer el hecho de que los acuicultores obtengan una recompensa justa de su actividad.
- Garantizar una distribución equitativa de los beneficios y los costes.
- Promover la creación de riqueza y empleo.
- Asegurarse de que hay suficientes alimentos disponibles para todos.
- Gestionar el medio ambiente en beneficio de las generaciones futuras.
- Asegurar un desarrollo ordenado de la acuicultura, así como una buena organización por parte de las autoridades y la industria.

La máxima aspiración de la acuicultura es desarrollar todo su potencial de forma que:

- Las comunidades prosperen y las personas estén más sanas.
- Haya más oportunidades para mejorar los medios de vida, con un aumento de los ingresos y una mejor nutrición.
- Los agricultores y las mujeres se vean empoderados.

La acuicultura y la FAO

La FAO reconoce el rápido crecimiento de la contribución de la acuicultura a la seguridad alimentaria, aportando asistencia técnica a través de la implementación del [Código de Conducta para la Pesca Responsable](#), el cual:

- Promueve el desarrollo sostenible de la acuicultura, especialmente en los países en desarrollo, a través de un mejor desempeño ambiental del sector, la gestión sanitaria y la bioseguridad.
- Proporciona análisis e informes periódicos sobre el estado del desarrollo de la acuicultura y las tendencias a nivel mundial y regional, compartiendo conocimientos e información.
- Desarrolla e implementa políticas y marcos jurídicos eficaces que promuevan el desarrollo sostenible y equitativo de la acuicultura con mejores beneficios socioeconómicos.

El [Subcomité de acuicultura](#) supone un foro para la consulta y el debate sobre la acuicultura.

También asiste al [Comité de Pesca \(COFI\)](#) sobre cuestiones técnicas y de políticas relacionadas con la acuicultura y el trabajo que debe desempeñar la Organización.

La FAO proporciona una enorme cantidad de información y herramientas sobre el [desarrollo de la acuicultura](#), cuestiones relacionadas con ella y las oportunidades existentes en todo el mundo.

Referirse a los sistemas y tecnologías de la producción acuícola implica mencionar los fundamentos científicos de un sistema acuícola, para progresivamente adentrarnos en el conocimiento de las tecnologías desarrolladas para la producción de alimento o fuentes de proteínas de organismos acuáticos (tomado de <http://www.fao.org/aquaculture/es/>).

Ahora bien, iniciemos con el curso.

1.1. Los sistemas acuícolas

Los organismos como peces, crustáceos, moluscos, plantas o microorganismos cuyo hábitat principalmente es el agua son reconocidos como **organismos acuáticos**. El ecosistema en el que viven estos organismos acuáticos que incluye las características físicas del medio y las relaciones biológicas con otros organismos constituyen un **sistema acuícola**.

Cuando se ha logrado controlar las condiciones de crecimiento de estos organismos acuáticos y se manipulan dichas condiciones en sistemas creados por los humanos esta integración constituye lo que se conoce como un **sistema de producción acuícola**. Un sinónimo de la definición de sistema de producción acuícola es la **acuicultura** definido como (...) cultivo de organismos acuáticos bajo condiciones controladas o semicontroladas, y que puede simplificarse diciendo que la acuicultura es la agricultura bajo el agua (...) (Stickney, 2009).

La producción en sistemas de cultivos se adoptó por la necesidad de generar mecanismos más productivos para alimentar grandes y crecientes poblaciones humanas (Pillay, 1997). En cuyo caso se habla de **seguridad alimentaria** que es definida como el acceso seguro a suficiente comida en todo momento para todos (Food and Agriculture Organization (FAO), 2000). La acuicultura en la actualidad está desempeñando un rol vital en el desarrollo económico de países en vías de desarrollo y en el abastecimiento global de alimentos y ha sido declarada por la FAO como un continuo potencial para generar desarrollo a la economía de un país y mejor bienestar humano (Pradeepkiran, 2019).

Los sistemas acuícolas y los animales o plantas que los usan como hábitats, son considerados como una fuente de alimento altamente nutritiva y más barata, sirviendo como un suplemento valioso en

la dieta de las personas en riesgos de inseguridad alimentaria (Pradeepkiran, 2019). En contraste y seguros que el desarrollo de sistemas de producción acuícola es una forma muy importante para combatir la desnutrición, se debe asumir el compromiso para la estabilidad y conservación de los ecosistemas naturales. El planteamiento de alternativas sustentables en el desarrollo de sistemas de producción acuícolas será un objetivo a tomar en cuenta en cada momento en el desarrollo de esta guía.

1.2. Estructura física del medio acuático

Los sistemas acuáticos se pueden localizar tanto en los mares como en los continentes y la interacción entre estos dos grandes sistemas que conforman el planeta tierra. El mayor sistema acuático conocido es el océano.

Cuando hablamos de sistemas acuáticos hacemos referencia inevitablemente al agua (H₂O), este compuesto en la naturaleza tiene propiedades físicas únicas, entre las cuales tenemos:

Puede almacenar gran cantidad de calor con un pequeño aumento de la temperatura gracias a su **elevado calor específico** (cantidad de calorías necesarias para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua).

El manejo del agua en las piscicultura

La lámina superficial de agua en un medio acuático se comporta diferente que la capa de agua bajo la superficie, esta propiedad se da gracias a la fuerza de **cohesión** entre las moléculas de H₂O, que hace que en la superficie la fuerza de cohesión sea débil y que se parezca a un globo inflado este fenómeno se llama **tensión superficial** que es muy importante para los organismos acuáticos (como las chinches patinadoras que pueden moverse en la lámina

superficial de agua). Otra propiedad que deriva de la cohesión de las moléculas de agua es la **viscosidad** que mide la fuerza necesaria para que las moléculas de agua se separen y permitan el paso de un objeto (u organismo) a través del cuerpo de agua.

Los valores de las propiedades del agua cambian de acuerdo a los cambios físicos del sistema acuático. A continuación, se detallan las propiedades físicas más importantes.

Luz: en sistemas acuáticos parte de la luz que choca con la superficie es reflejada a la atmósfera, la cantidad de luz varía de acuerdo a la profundidad de la columna de agua, y la cantidad de luz que traspasa la superficie es reducida por dos razones. La primera es **la cantidad de partículas suspendidas** vivas o no vivas que otorga la turbidez al agua, estas partículas interceptan la luz, la dispersan o la absorben. La segunda es la misma **propiedad del agua de absorber** casi todo el espectro de la luz principalmente luz roja, infrarroja, amarilla, verde y violeta. Solamente la luz azul logra ingresar hasta aguas profundas y aun parte de esta se pierde a medida que aumenta la profundidad, estos cambios son importantes porque influyen sobre la cantidad y la distribución de la productividad en sistemas acuáticos si no también cambian la temperatura del agua (Smith & Smith, 2007).

Temperatura: varía según la profundidad, a mayor profundidad es menor la temperatura (Figura 1.). De acuerdo a lo mencionado antes cuando se comentó acerca de la luz y su disminución a medida que aumentaba la profundidad en la columna de agua lo que ocasiona que se forme una zonación térmica que varía según la profundidad. Así la capa más superficial generalmente más cálida que recibe la radiación solar esta capa es menos densa y se la denomina **epilimnio**, seguida de esta, se encuentra una capa que marca rápidamente el descenso de la temperatura que se llama **termoclina**, seguida se encuentra una capa menos densa y más profunda donde la temperatura es mucho más baja que las anteriores que se

denomina **hipolimnio**. Debido que existen estaciones la variación de la temperatura superficial influirá a la zonación térmica. En las zonas tropicales la termoclina es permanente y en las zonas templadas tiende a ser estacional.



Figura 1. Perfil de temperatura de acuerdo al descenso en la profundidad de la columna de agua en un sistema acuático.

1.3. Tipos de sistemas acuícolas

Los sistemas acuícolas se pueden clasificar de acuerdo a su distribución en: **marinos** si se encuentran en o dentro de una matriz oceánica, y **continentales** si se encuentran dentro del continente o porciones de tierras.

De acuerdo a la concentración de sales en: **agua dulce** o de muy baja salinidad, **marinos** o de alta salinidad, **salobres** resultan de la mezcla de agua dulce y agua salada e **hipersalinos** donde la concentración de sal es tan alta que solo permite la vida de pocos organismos.

De acuerdo al uso para la producción en: **controlados** cuando el uso llega a hacer alteraciones mayores sobre el sistema en el que quién lo trabaja tiene el control de todas las variables o características del sistema y **semicontrolados** cuando el grado de intervención es menor y quien lo trabaja tiene poco control de las condiciones.

Aunque existe una clasificación ecológica de los sistemas acuáticos tales como; lagos, lagunas, embalses, ríos, quebradas, mares, estuarios, esteros, marismas, manglar, humedales en general, en este texto nos referiremos a partir de ahora a los sistemas acuáticos bajo la perspectiva de producción acuícola. En cuyo caso utilizaremos las denominaciones: estanques de cultivo, piscina de cultivo, estanques o canales de flujo continuo (raceways), camaronera, jaulas de cultivo, entre otros mencionados en este texto.



Actividad de aprendizaje recomendada

[Como empezar un Cultivo de Peces - Piscicultura](#)

Una vez que realizó la revisión de los contenidos de esta unidad le invito a desarrollar las siguientes actividades recomendadas sobre los temas planteados en esta semana, el cumplimiento de las mismas le servirá como refuerzo de los conocimientos más importantes a considerar en la presente unidad:

Resuelva el crucigrama #1. Esta actividad se centra en revisar algunos conceptos abordados en la unidad 1.

[Crucigrama #1](#)

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)



Semana 2

Según Boyd (1998) el objetivo fundamental de la acuicultura en estanques es gestionar un cuerpo de agua para que produzca más animales de los que lo haría sin manejo. Para mejorar la producción del cultivo animal, es necesario proporcionar más comida. Basada en el tipo de entrada hecha para proporcionar más comida, los estanques de acuicultura se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Estanques que son fertilizados con fertilizantes químicos.
- Estanques que son fertilizados con materiales orgánicos(abonos).
- Estanques en los que los animales son alimentados con un alimento fabricado.

En la práctica, múltiples entradas son comunes:

- Estanques que son fertilizados con fertilizantes químicos y abonos.
- Estanques que son fertilizados con fertilizantes químicos o con materiales orgánicos (o ambos), y los animales son alimentados con una dieta suplementaria de alimento fabricado.

Las entradas de fertilizador o alimento están hechas para proporcionar comida al animal cultivado. Esto da otra base para la clasificación, una basada en la fuente de alimentación del cultivo animal. Existen tres recursos alimenticios para el crecimiento del animal en estanques:

- Comida derivada en última instancia del crecimiento de las plantas en un estanque (redes alimenticias autotróficas).

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

- Comida indirectamente derivada de materia orgánica adicionada al estanque (redes alimenticias heterotróficas).
- Comida directamente derivada del consumo de materia orgánica (que puede incluir alimentos fabricados) adicionada a los estanques.

En realidad, el crecimiento animal en la mayoría de los estanques está basado en dos o más de las fuentes de alimentos anteriores, aunque la importancia relativa de cada vía variará dramáticamente de un sistema de cultivo a otro, así como con el organismo cultivado.

Los sistemas de producción se pueden clasificar de acuerdo a la intensidad en el cultivo y en algunos casos se solapa con el grado de tecnologías aplicados para conseguir los intereses productivos.

1.4. Los estanques de cultivo

Construcción de estanques para piscicultura

Un estanque es un espacio que retiene agua; un depósito, piscina o dique, pueden constituir un estanque. Un estanque de cultivo de especies bioacuáticas es un depósito cerrado que contiene agua y tiene un tamaño suficiente para la producción de algún tipo de organismo con miras al aprovechamiento industrial, los estanques de cultivo pueden intercambiar agua.

Existen varios tipos básicos de estanques clasificándose hidrológicamente en: terraplén (o dique), excavados, de cuenca hidrográfica o estanques híbridos de estanque de cuenca hidrográfica. La clasificación es importante porque el volumen del efluente y, en menor grado, la calidad del efluente se ven afectados por la hidrología del estanque. Los enfoques para la gestión de efluentes también son afectados por la hidrología del estanque.

Los estanques de terraplén o dique son el tipo más común de estanque utilizado en la acuicultura y se construyen en áreas planas raspando el suelo del fondo del estanque y utilizando ese suelo para formar terraplenes alrededor del perímetro del estanque. Las áreas de captación son pequeñas y consisten solo en la superficie del estanque y las pendientes interiores del terraplén, por lo que debe haber una fuente de agua bombeada para llenar los estanques y mantener los niveles de agua durante las sequías.

Los estanques excavados son similares a los estanques de terraplén con respecto a la construcción general y la fuente primaria de agua, pero generalmente son más pequeños y el fondo del estanque está más por debajo del nivel del suelo original que los estanques de terraplén. En algunas áreas con capas freáticas altas, los estanques excavados pueden extenderse debajo de la capa freática y llenarse parcialmente con el flujo de agua subterránea. Puede que sea necesario bombear agua de los estanques excavados para vaciarlos.

Los estanques de las cuencas hidrográficas se construyen en zonas montañosas mediante la represa de un arroyo temporal o permanente. La principal fuente de agua es la escorrentía de la cuenca de drenaje sobre la presa, aunque a menudo hay disponible una fuente de agua bombeada para ayudar a mantener los niveles de agua durante las sequías.

El otro tipo de estanque es un híbrido entre el estanque y los estanques de cuenca. Estos estanques pueden tener dos o tres lados que consisten en terraplenes (en realidad, presas bajas) a través de una cuenca de drenaje relativamente pequeña y poco profunda. Se puede obtener una cantidad significativa de agua de la escorrentía, pero también debe estar disponible una fuente de agua bombeada porque el área de captación sobre el estanque es relativamente pequeña. Los estanques híbridos de terraplén de cuencas hidrográficas se construyen en regiones con una topografía

suavemente ondulada que no es ideal para estanques de terraplén o estanques de cuencas hidrográficas.

Los estanques de terraplén y excavados tienen mucho menos desbordamiento que los estanques de cuenca, siendo el volumen de desbordamiento de los estanques híbridos intermedios. Además, la calidad de los efluentes de los estanques de las cuencas hidrográficas puede verse afectada (positiva o negativamente) por la calidad del agua aguas arriba, que a su vez se ve afectada por las prácticas de uso de la tierra en el área de captación.

La mayoría de los sistemas de cultivo en estanques eliminan agua de manera intermitente (después de lluvias intensas o cuando se drenan y secan los estanques) y la calidad de los efluentes varía ampliamente sobre el tiempo y entre los estanques individuales. Estas descargas intermitentes e impredecibles de los estanques impactan las costas y la efectividad de los tratamientos.

Ante esta realidad, la adopción de prácticas de manejo que minimicen los impactos ambientales deberá ser un medio efectivo de implementar el manejo ambiental para la acuicultura en estanques que el monitoreo y el tratamiento posterior al alta. Estas prácticas, tomadas en su conjunto, optimizarán la descarga de masa al reducir el volumen del efluente o al mejorar la utilización de nutrientes en estanques.

1.5. Variables a medir frecuentemente

¿Qué es un laboratorio de análisis de aguas?

La información del estatus de la calidad del agua es indispensable para tomar una buena decisión de manejo. Las medidas de parámetros químicos y físicos pueden ser tomadas usando medidores portátiles para registrar medidas como oxígeno disuelto, pH, salinidad, temperatura.

Temperatura: La temperatura es probablemente el factor más importante que afecta la producción acuícola; sabiendo que la mayoría de los peces son ectotérmicos, que significa que su temperatura corporal es la misma que la del agua circundante, y que resulta impráctico el regular la temperatura de un cultivo de peces, la selección de especies se basa en mediciones anticipadas de temperatura. Con base en las tolerancias de temperaturas, las especies se categorizan en peces de agua fría, tibia, caliente y tropicales, aunque sigue siendo un rango muy amplio para cada especie, pudiendo alejarse de su temperatura estándar de desarrollo; además de tener una diferencia entre las temperaturas óptimas de desarrollo para el crecimiento, incubación de huevos, y desarrollo de peces larvales y la producción de peces de tamaño de comercialización. Los cambios bruscos de temperatura causan estrés en los peces, desarrollan enfermedades y aumentan la mortalidad en los peces; la temperatura del agua define también la solubilidad de gases y la concentración de químicos en agua. (Summerfelt, 2000)

Oxígeno disuelto: El oxígeno es un factor limitante para el crecimiento y bienestar del animal. En estanques la principal fuente de oxígeno proviene de la fotosíntesis de algas y del viento que mezcla aire y agua. La frecuencia respiratoria del espécimen aumenta con la temperatura, actividad y después de la alimentación, pero disminuye con el aumento del peso medio. Algunas implicaciones importantes de estos hechos fisiológicos para la acuicultura son:

- A una determinada temperatura, individuos pequeños consumen más oxígeno por unidad de peso corporal, que individuos más grandes.
- Individuos en movimiento consumen más oxígeno que aquellos en reposo.

- El consumo de oxígeno de los peces aumentará después de la alimentación, 3 o más alimentaciones por día resultará en una menor variación en la demanda de oxígeno que 1 a 2 alimentaciones por día. (Summerfelt, 2000)

pH: Es el índice de actividad de iones de hidrógeno del agua. Un valor de pH puede ser cualquiera en una escala de 0 (fuertemente ácido) a 14 (fuertemente básico o alcalino), con un valor de 7 que representa neutralidad. En la acuicultura, el factor de control de pH mayormente usado es la relación entre la fotosíntesis de algas, el dióxido de carbono y el sistema de amortiguación del bicarbonato. En estanques productivos, especialmente aquellos con baja alcalinidad, el pH del día puede llegar a un valor de 10, lo cual puede ser letal para individuos jóvenes. Los individuos pueden morir por choque de pH, causado por un drástico cambio de pH que puede ocurrir al trasladar los especímenes de tanque a estanque, o de estanque a tanque. La toxicidad de otros componentes, especialmente amoníaco y cloro se ven afectados por el pH. (Summerfelt, 2000)

Salinidad: La salinidad se refiere a la concentración de todos los iones presentes en el agua, siendo los principales: calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos. La salinidad entre distintas aguas tiene una gran variación, y las especies de peces y animales marinos en general, tienen rangos de adaptación a la salinidad para reproducción y crecimiento definidos; fuera de este rango, su efectividad disminuye y su riesgo de muerte aumenta, sin embargo, su tolerancia suele ser alta y se requiere cambios muy grandes de salinidad para que estos sean significativos para la fauna marina. La salinidad afecta también a la concentración de gases disueltos, si la salinidad aumenta, la concentración de gases como el oxígeno disminuye, pero el porcentaje de amoníaco tóxico para las especies disminuye. El suministro inicial de agua determina su salinidad inicial, más esta varía con la adición de alimento y otras

sustancias, y con las condiciones climáticas de la zona de cultivo. (Boyd, 1998)



Actividad de aprendizaje recomendada

Una vez que realizó la revisión de los contenidos de esta unidad le invito a desarrollar las siguientes actividades recomendadas sobre los temas planteados en esta semana, el cumplimiento de las mismas le servirá como refuerzo de los conocimientos más importantes a considerar en la presente unidad:

Resuelva la Sopa de letras #1, esta actividad se centra en revisar algunos conceptos abordados en la unidad 1.

[Sopa de letras #1](#)

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas



Autoevaluación 1

Elija la respuesta correcta, tomando en cuenta la Unidades 1 y 2:

1. El ecosistema en el que viven organismos acuáticos, que incluye las características físicas del medio y las relaciones biológicas con otros organismos, constituye un:
 - a. Sistema Marino.
 - b. Ecosistema Acuático.
 - c. Sistema Acuícola.
 - d. Ecosistema oceánico.
2. El agua puede almacenar gran cantidad de calor con un pequeño aumento de la temperatura gracias a su elevado:
 - a. Fuerza de cohesión.
 - b. Tensión superficial.
 - c. Viscosidad.
 - d. Calor específico.
3. Los tipos de sistemas acuáticos de acuerdo al uso para la producción son:
 - a. Marinos y Continentales.
 - b. Controlados y Semicontrolados.
 - c. Agua dulce y Marinos.
 - d. Salobres e Hipersalinos.

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

4. Según el tipo de estanque para la producción agrícola, cuáles están hechos para proporcionar más comida:
 - a. Estanques que son fertilizados con fertilizantes químicos.
 - b. Estanques que son fertilizados con materiales orgánicos(abonos).
 - c. Estanques en los que los animales son alimentados con un alimento fabricado.
 - d. Todos los literales mencionados.
- 5.Cuál es la característica principal que diferencia un estanque de cultivo de cualquier otro tipo de estanque:
 - a. Requiere intercambio de agua.
 - b. Tiene un tamaño suficiente para la producción.
 - c. Permiten la retención de agua.
 - d. Las áreas de captación son pequeñas.
6. Los estanques de las cuencas hidrográficas se construyen en zonas montañosas y su principal fuente de agua es:
 - a. Fuente de agua bombeada.
 - b. Flujo de agua subterránea.
 - c. Escorrentía de la cuenca de drenaje.
 - d. Todos los literales mencionados.
7. Señale el literal que no corresponda a la clasificación de especies marinas en base a las tolerancias de temperatura:
 - a. Peces de agua fría.
 - b. Peces de agua caliente.
 - c. Peces de agua tibia.
 - d. Peces de agua glaciár.

8. La biomasa puede definirse como:
- a. Cantidad de materia orgánica acumulada en un periodo y área determinada.
 - b. Cantidad de materia orgánica por periodo de tiempo.
 - c. Área necesaria para el cultivo.
 - d. Gramos de materia orgánica necesarios para el cultivo.
9. Cual es el recurso alimenticio en un sistema extensivo:
- a. Comida orgánica.
 - b. Alimento natural.
 - c. Balanceados preparados.
 - d. Comida derivada del crecimiento de plantas.
10. Un sistema semi-intensivo requiere suplementación de:
- a. Aireación, fertilizantes y alimento.
 - b. Aireación, sales y fertilizantes.
 - c. Aguas limpias, fertilizantes y sales.
 - d. Alimento, sales y aguas limpias.

[Ir al solucionario](#)

[Índice](#)

[Primer
bimestre](#)

[Segundo
bimestre](#)

[Solucionario](#)

[Referencias
bibliográficas](#)



Semana 3

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

Unidad 2. Sistemas de baja intensidad y tecnología

Los sistemas de producción se pueden clasificar de acuerdo a la intensidad en el cultivo y en algunos casos se solapa con el grado de tecnologías aplicados para conseguir los intereses productivos.

2.1. Densidad de siembra

En general en las actividades productivas la densidad de siembra se expresa en forma de **biomasa**. La biomasa se define como la cantidad de materia orgánica acumulada en un periodo y área determinada y se expresa en gramos de materia orgánica por metros cuadrados -gr/m²- (Smith & Smith, 2007).

En los sistemas productivos esta medida generalmente se transforma a unidades de mayor magnitud, por ejemplo: toneladas por hectárea -Tn/ha- o kilogramos por hectárea kg/ha.

En acuicultura al igual que cualquier otro sistema de producción el proceso se encarga del mantenimiento de un cierto número de organismos en un área determinada por un intervalo de tiempo

también determinado o programado. Y las medidas como la densidad de siembra dependerán del tipo de organismo a manejar y mantener. Las densidades de siembra para distintos organismos serán abordadas más adelante a medida que se explique distintos sistemas de producción acuícola, por el momento tome en cuenta las siguientes recomendaciones:

La densidad de siembra dependiendo del tipo de sistema de producción acuícola tamaño y forma y la especie a producir.

Tome en cuenta que el cálculo de densidad debe contemplar valores de la biomasa que se quiere conseguir como producción, es decir se debe estimar la densidad de siembra de acuerdo al tamaño del organismo al final de la producción y se debe ajustar a las recomendaciones de acuerdo a la sobrevivencia de la especie cultivada, esto depende de las recomendaciones del proveedor de los organismos.

2.2. Sistema extensivo

¿Qué es un sistema extensivo?

Los sistemas acuícolas extensivos son parte del ecosistema natural, con baja densidad de crianza y tecnología, pueden ser un monocultivo o un policultivo. En este tipo de sistema el recurso alimenticio es alimento natural. Involucra sistemas de cultivo y cría en los que la intervención humana se concentra en la reproducción del stock además de la captura. Incluye también grandes estanques y cantidades de agua. La densidad del stock es baja. Las condiciones de la producción están basadas en condiciones climáticas (temperatura del agua, oxígeno disuelto, salinidad, pH, otros) y la disponibilidad de la actividad de acuicultura.

¿Cuáles son las características de este sistema?

- Es parte del ecosistema natural y depende de este para el mantenimiento de la calidad del agua y de la alimentación de los animales.
- Tiene entradas limitadas para el mantenimiento de los animales, su crecimiento y sobrevivencia.
- Puede requerir fertilización, desechos de plantas y animales, no requiere aireación
- Bajo stock de densidad generalmente menos de 500 kg/ha.

Se utiliza este tipo de sistema para cultivo en estanques para el crecimiento de organismos o en varios sustratos como bivalvos, cultivo de algas, peces como carpas, tilapias.

2.3. Sistema semi-intensivo

¿Qué es un sistema semi-intensivo?

Un sistema semi-intensivo es el punto medio entre un sistema intensivo y el extensivo, su productividad es natural, pero requiere suplementación para el sistema.

Un sistema de cultivo semi intensivo se aplica a estanques y permite un incremento en la densidad del stock dentro del estanque. Hay suplementación de la alimentación, a más de la alimentación natural se da alimento por ejemplo peletizado. La densidad del stock es baja. Incluye menos estanques o un número limitado, algunas hectáreas de estanques y menos cantidad de agua que en el extensivo. Se puede suministrar alimento dependiendo de las condiciones del cultivo, así también se puede fertilizar los estanques.

¿Cuáles son las características de este sistema?

- Es casi exclusivo de estanques.
- Requiere suplementación:
 - Se debe proveer aireación para mantener los niveles de oxígeno disuelto
 - Se debe adicionar fertilizantes orgánicos e inorgánicos para mejorar la productividad natural,
 - Se debe adicionar alimento preparado (alimento suplementario).
- Incrementa la densidad del stock respecto del extensivo.



Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante una vez analizados los contenidos, le invito a realizar la infografía #1. Esta actividad se centra en revisar los conceptos de densidad, tipos de sistemas de cultivo contenidos en la Unidad 2: Sistemas de baja intensidad y tecnología.

[Infografía #1](#)



Semana 4



Unidad 3. Sistema intensivo

3.1. Características del sistema

¿Qué es un sistema intensivo?

Un sistema intensivo involucra un sistema de alimentación artificial con un control completo, mantiene altas densidades en el stock de organismos. Todos los requerimientos nutricionales son provistos por alimentación artificial, no existe alimentación natural en este cultivo. Se controla las condiciones ambientales, se mide temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, pH.

Los sistemas intensivos pueden ser:

- Estanques (por ejemplo, los utilizados para el camarón)
- Jaulas (por ejemplo, las utilizadas para cultivar especies marinas)
- Canales de flujo continuo o raceways, (por ejemplo, los usados para especies de regiones templadas)
- Tanques (por ejemplo, los utilizados para cultivar anguilas en Japón)

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

Aunque la densidad del stock de organismos que se mantiene en este cultivo es alta comparada con los otros dos sistemas, entre los tipos de sistema intensivo va a variar con densidades de stock más bajas para los estanques, seguida de las jaulas y con una densidad mucho mayor o alta para los tanques y raceways.

¿Cuáles son las características de este sistema?

- Cadena de alimentación sencilla
- Baja pérdida energética en la alimentación con alta tasa de conversión del alimento.
- Sin energía reciclable y no autosuficiente.
- Requiere grandes entradas de energía (alimentos, aireación, filtración, bombeo).
- Alto rendimiento por unidad de área o volumen.
- La calidad del agua se mantiene por una alta tasa de intercambio de agua, que generalmente es mecánica.
- La densidad del stock (kg/m³ o Kg/ha) varía según el tipo de organismo cultivado, pero siempre es relativamente alta.

Tabla 1. Comparación entre las principales características de los sistemas acuícolas

Parámetro	Extensivo	Semi extensivo	Intensivo
Especies usadas	Monocultivo y policultivo	Monocultivo	Monocultivo
Taza de concentración	Moderada	Más alta que en el cultivo extensivo	Máxima
Ingeniería y diseño	Pueden o no estar bien distribuidas	Provista para un manejo efectivo del agua	Sistemas bien diseñados con bombas, aireadores para controlar la calidad y cantidad de agua
	Estanques grandes	Formada por unidades manejables (2 ha por ejemplo)	Pequeños estanques, usualmente de 0.5 a 1 ha

Parámetro	Extensivo	Semi extensivo	Intensivo
	Los estanques pueden o no limpiarse	Limpieza completa de los estanques	Limpieza completa de los estanques
Fertilizantes (abono)	Usados para incrementar la productividad natural	Usados regularmente con cal	No usados
Pesticidas	No usados	Usados regularmente para profilaxis	Usados regularmente para profilaxis
Alimento y régimen de alimentación	Ninguno	Alimentación regular y alimento de alta calidad	Alimentación completa, diaria y de alta calidad
		Depende de la densidad del stock, alimento peletizado puede ser usado parcial o totalmente	
Calidad del producto	Buena calidad	Buena calidad	Buena calidad
	Especies cultivadas dominantes (aunque pueden presentarse especies foráneas)	Confinada a las especies cultivadas	Confinada a las especies cultivadas
	Tamaños variables	Tamaños uniformes	Tamaños uniformes
Costos de producción	Bajo	Bajo	Alto a muy alto
Producción kg/ha/año	Baja	Baja	Alta

Fuente: Adaptado por FAO (1989). Aquaculture methods and practices: a selected review. Disponible en <http://www.fao.org/3/t8598e/t8598e05.htm>

En la siguiente tabla se muestra ejemplos de sistemas acuícolas extensivos, semi intensivos e intensivos:

Tabla 2. *Ejemplos de sistema acuícolas, extensivos, semi-intensivos e intensivos*

Tasa de cosecha (kg/ha)	Ejemplos de animales cultivados y las estructuras	Métodos de cultivo	Niveles de cultivo
90	cangrejo de río de agua dulce, lobina negra en presa	Simple stock	Extensivo
> 10000	Flotadores para mejillón marino/Línea de cultivo o long line	No hay alimentación suplementaria, están suspendidos en el flujo de agua para filtrar el alimento	Extensivo
900	carpas, pez gato en estanques	Algún alimento suplementario y fertilización de estanques, los estanques posiblemente requieran aireación	Semi - intensivo
6000	camarón en estanques	Dieta casi completa, intercambio de agua, aireación	Intensivo
15000	dorada, lubina -salmón atlántico en jaula	Dieta completa	Intensivo
> 60000	anguilas, sistemas de tanque de batería barramundi en tanques de almacenamiento	Dieta completa, recirculación y rigurosidad en el control de la calidad de agua	Intensivo

Fuente: Adaptada de Lucas, et al. 2018. Sistema acuícola, extensivos, semi-intensivos e intensivos.

3.2. Especies de alto valor comercial

La evaluación de la FAO (Ferdouse et al. 2018), indica que: “la producción acuícola mundial en 2016 fue de 80.0 millones de toneladas de pescado comestible y 30.1 millones de toneladas de plantas acuáticas, así como 37900 toneladas de productos no alimentarios. La producción de pescado comestible cultivado ascendió a 54.1 millones de toneladas de peces de aleta, 17.1 millones de toneladas de moluscos, 7.9 millones de toneladas de crustáceos y 938500 toneladas de otros animales acuáticos tales como tortugas, cohombres de mar, erizos de mar, ranas y medusas comestibles”.

Las especies acuícolas producidas de las que se tiene registro están dominadas por un pequeño número de especies a pesar de la diversidad de este grupo de organismos. En el siguiente cuadro se resume las principales especies acuícolas producidas a nivel mundial.

Tabla 3. *Principales especies producidas en sistemas acuícolas en el mundo y su producción en miles de toneladas*

Especies	2014 (producción en toneladas)	2016 (producción en toneladas)	% de producción del total de especies, 2016
Peces de aleta			
<i>Carpa herbívora, Ctenopharyngodon idellus</i>	5539	6068	11
<i>Carpa plateada, Hypophthalmichthys molitrix</i>	4968	5301	10
<i>Carpa común, Cyprinus carpio</i>	4161	4557	8
<i>Tilapia del Nilo, Oreochromis niloticus</i>	3677	4200	8
<i>Carpa cabezona, Hypophthalmichthys nobilis</i>	3255	3527	7
<i>Carassius spp.</i>	2769	3006	6
<i>Catla, Catla catla</i>	2770	2961	6
<i>Peces de agua dulce nep, Osteichthyes</i>	2063	2362	4

Especies	2014 (producción en toneladas)	2016 (producción en toneladas)	% de producción del total de especies, 2016
<i>Salmón del Atlántico, Salmo salar</i>	2348	2248	4
<i>Labeo Roho, Labeo rohita</i>	1670	1843	3
<i>Pangasius spp.</i>	1616	1741	3
<i>Chano, Chanos chanos</i>	1041	1188	2
<i>Tilapias nep, Oreochromis (=Tilapia) spp.</i>	1163	1177	2
<i>Clarias spp.</i>	809	979	2
<i>Peces marinos nep, Osteichthyes</i>	684	844	2
<i>Carpa de Wuchang, Megalobrama amblycephala</i>	783	826	2
<i>Trucha arco iris, Oncorhynchus mykiss</i>	796	814	2
<i>Ciprínidos nep, Cyprinidae</i>	724	670	1
<i>Carpa negra, Mylopharyngodon piceus</i>	557	632	1
<i>Cabeza de serpiente, Channa argus</i>	511	518	1
Otros peces de aleta	7774	8629	16
Total de peces de aleta	49679	54091	100
Crustáceos			
<i>Camarón patiblanco, Penaeus vannamei</i>	3697	4156	53
<i>Cangrejo de las marismas, Procambarus clarkii</i>	721	920	12
<i>Cangrejo chino, Eriocheir sinensis</i>	797	812	10
<i>Langostino jumbo, Penaeus monodon</i>	705	701	9
<i>Camarón nipón, Macrobrachium nipponense</i>	258	273	4
<i>Langostino de río, Macrobrachium rosenbergii</i>	216	234	3
Otros crustáceos	654	767	10
Total de crustáceos	7047	7862	100
Moluscos			
<i>Ostiones nep, Crassostrea spp.</i>	4374	4864	28
<i>Almeja japonesa, Ruditapes philippinarum</i>	4014	4229	25
<i>Peines, Pectinidae</i>	1650	1861	11
<i>Moluscos marinos nep, Mollusca</i>	1135	1154	7
<i>Mejillones nep, Mytilidae</i>	1029	1100	6

<i>Especies</i>	2014 (producción en toneladas)	2016 (producción en toneladas)	% de producción del total de especies, 2016
<i>Sinonovacula constricta</i>	787	823	5
<i>Ostión japonés, Crassostrea gigas</i>	624	574	3
<i>Arca del Pacífico occidental, Anadara granosa</i>	450	439	3
<i>Chorito, Mytilus chilensis</i>	238	301	2
Otros moluscos	1748	1795	11
Total de moluscos	16047	17139	100
Otros animales			
<i>Trionyx sinensis</i>	345	348	37
<i>Cohombro de mar japonés, Apostichopus japonicus</i>	202	205	22
<i>Invertebrados acuáticos nep, Invertebrata</i>	111	97	10
<i>Ranas, Rana spp.</i>	97	96	10
Otros animales varios	139	193	21
Total de otros animales	894	939	100

Fuente: Adaptado de FAO, 2018



Actividad de aprendizaje recomendada

Haga usted mapas mentales o cuadros de resumen de las unidades hasta el momento, no solo le servirán para identificar los puntos importantes revisados hasta ahora sino que le será de mucha ayuda al final de este bimestre para prepararse para la evaluación presencial.

Resultados de aprendizaje 2

Conoce los sistemas de cultivo de los diferentes organismos acuáticos; peces, crustáceos, moluscos y cultivos auxiliares.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



Semana 5



Unidad 4. Cultivo de algas; nutrición y alimentación: Aspectos básicos y aplicados

Que es la Produccion Ecologica de Algas

4.1. Aspectos básicos y aplicados

El cultivo de algas en el mar es una acuicultura extractiva cuyo proceso de producción de biomasa hace que los diversos servicios ecosistémicos del mar tengan valores ecológicos y económicos (Radulovich, et al. 2015).

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

Actualmente el cultivo de algas está extendido desde el sudeste de Asia hacia Sudamérica, el Norte de Europa, Canadá y el este de África, con lo que contribuye a la seguridad alimentaria global entre otros aspectos (Espí et al. 2019). Para 2016 el cultivo de plantas acuáticas principalmente algas marinas llegaron a un volumen de 30.8 millones de toneladas, y de este total el 40.7% corresponde a las algas *Kappaphycus* y *Eucheuma* que las utilizan para la extracción de carragenina (FAO, 2018), mientras que *Pyropia* (*Porphyra*), *Undaria pinnatifida*, *Saccharina* las están usando para el consumo humano (FAO, 2018).

Así mismo del total de producción, América latina contribuyó con el 1.2% (373 mil toneladas), de este total solo el 4% provino de cultivos, mientras que el 96% provino de los lechos naturales. Dentro de los países latinoamericanos y en lo que se refiere al cultivo de algas, Chile tiene el 95% de la cosecha total de algas, seguido por Brasil con el 4.68%, México con el 1.15%, Ecuador con el 0.03% y Perú con el 0.01% (Espí et al. 2019). Lo que nos indica que el cultivo de algas en América latina está recién en sus inicios, a pesar de la demanda en la industria alimenticia, cosmética, farmacéutica, como biocombustible, o producción de fertilizantes orgánicos.

4.2. Tipos de algas en acuicultura

A las algas se las puede clasificar en tres grupos principales basándose en el tipo de pigmento que poseen: pardas (grupo botánico: Feofitas), rojas (grupo botánico: Rodofitas) y verdes (grupo botánico: Clorofitas).

Algas pardas: Con tamaños que pueden variar desde los 30 cm hasta las más grandes con 20 metros.

Algas rojas: Con tamaños menores a las pardas de centímetros hasta un metro aproximadamente, con variaciones de color de rojo a púrpura e incluso cercano a pardo.

Algas verdes: Con tamaños pequeños similares a las rojas, su nombre lo tienen del pigmento que poseen.

4.3. Etapas del cultivo de algas

¿Cuáles son las técnicas de cultivo en algas?

Off-bottom (postes y líneas): se suspende una serie de líneas de 10 m de longitud entre dos postes (pueden ser de madera). Es adecuada en lagunas de aguas poco profundas durante la marea baja, también se usa para iniciativas a pequeña escala. Se deben revisar regularmente. Una vez cosechadas se deben secar en tierra (De San, 2012).

Longlines (línea larga): usa una línea de más de 50 m de longitud anclada en cada extremo y con flotadores unidos cada 10 m (aprox.) para soportar la línea. Se emplea para aguas entre 4 y 10 m (De San, 2012).

Granjas basadas en rocas: Se usa para *Spinosum*, se colocan los esquejes unidos a las rocas a través de una banda elástica, la densidad es de unas 25 por metro cuadrado. La recolección se realiza en marea baja y a pie, se corta el nuevo crecimiento y se deja suficiente para que siga el ciclo.

Balsas de flotación: Hay dos métodos básicos de cultivo de algas flotantes en balsa. Uno es el método de cultivo de cuerda colgante de algas marinas (también llamada balsa simple). El otro es el método de cultivo horizontal de la cuerda de algas marinas (también llamado doble balsa). La línea flotante tiene aproximadamente 60

metros de largo flotando en la superficie por boyas generalmente hechas de vidrio o plástico y ancladas terminalmente mediante líneas de anclaje a clavijas de madera introducidas en el fondo del mar. Cada cuerda de algas tiene unas 30 plantas retorcidas y tiene aproximadamente 2 m de longitud. En el método de una sola balsa, las cuerdas de algas marinas se cuelgan de una línea flotante y se cargan con un pequeño trozo de piedra. En el método de doble balsa, las dos cuerdas de algas marinas se unen o atan juntas en un extremo y los otros extremos atan a líneas flotantes. El método de colgar la cuerda de algas tiene la ventaja de un mejor movimiento del agua, pero tiene el defecto de un crecimiento desigual.

Cultivo de algas pardas: Puede utilizarse sistemas de cultivo de tanque para producir esporofitos flotantes que estarán listos en meses, o puede utilizarse un sistema que utiliza gametofitos y esporofitos asentados en sustratos artificiales (cuerdas) dentro del tanque. Luego de que alcanzan un tamaño suficiente se transfieren a granjas marinas.

Los géneros y especies de algas pardas más cultivados en Latinoamérica son *Macrocystis pyrifera*, *Eisenia arborea*, *Lessonia nigrescens* (separada en dos especies crípticas: *L. beteroana* y *L. spicata*) (Espí, et al. 2019).

Cultivo de algas rojas: La especie más cultivadas de algas rojas son: *Gracilaria chilensis*, *Kappaphycus alvarezii* y *Eucheuma striatus*, *Gracilaria cornea*, *Gracilaria lemaneiformis*, *Gracilaria gracilis*, *Gracilaria vermiculophylla*, *Gelidium*, *Kappaphycus*, *Eucheuma*, *Chondracanthus*, *Sarcotalia crispata*.

Cultivo de algas verdes: Los géneros y especies de algas verdes con mayor cultivo en Latinoamérica son: algas del complejo *Monostroma* principalmente *Gayralia oxysperma*, *Monostroma* sp., *Ulva clathrata*, *Ulva ramulosa*, *U. lactuca* (Espí, et al. 2019)

4.4. Nutrición y alimentación

La composición química de las algas marinas que se usan como alimento o se han usado antes, tomando algunos ejemplos se puede revisar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Composición química de las algas, nd= no hay datos disponibles

	<i>Ascophyllum nodosum</i>	<i>Laminaria digitata</i>	<i>Alaria esculenta</i>	<i>Palmaria palmata</i>	<i>Pyropia yezoensis</i>	<i>Ulva sp</i>
Tipo	Brown	Brown	Brown	Red	Red	Green
Agua (%)	70-85	73-90	73-86	79-88	nd	78
Ceniza	15-25	21-35	14-32	15-30	7.8	13-22
Total carbohidratos	-	-	-	-	44.4	42-46
Acido algínico	15-30	20-45	21-42	0	0	0
Xilanos	0	0	0	29-45	0	0
Laminaranos	0-10	0-18	0-34	0	0	0
Manitol	5-10	4-16	4-13	0	0	0
Fucoidanos	4-10	2-4	nd	0	0	0
Floridosidos	0	0	0	2-20	nd	0
Otros carbohidratos	c. 10	1-2	1-2	nd	nd	nd
Proteína	5-10	8-15	9-18	8-25	43.6	15-25
Grasa	2-7	1-2	1-2	0.3-0.8	2.1	0.6-0.7
Taninos	2-10	c. 1	0.5-6.0	nd	nd	nd
Potasio	2-3	1.3-3.8	nd	7-9	2.4	0.7
Sodio	3-4	0.9-2.2	nd	2.0-2.5	0.6	3.3
Magnesio	0.5-0.9	0.5-0.8	nd	0.4-0.5	nd	nd
Yodo	0.01-0.1	0.3-1.1	0.05	0.01-0.1	nd	nd

Fuente: Adaptado de Site © M.D. Guiry 2000 - 2020. Chemical Composition of Seaweeds (2020). Disponible en <http://www.seaweed.ie/nutrition/index.php>

4.5. Aspectos básicos y aplicados

¿Cuál es el rol del cultivo de algas?

Mitigación ante la acidificación de los océanos

Las macroalgas absorben dióxido de carbono cuando crecen, entonces se espera que los cultivos de macroalgas ayuden al reciclaje de este material en los mares, y además ofrezca una zona buffer (zona de protección) para los organismos vulnerables (como los moluscos a los cuales la acidificación de los océanos está corroyendo sus valvas) ante los efectos del cambio climático concretamente con la mitigación ante la acidificación de los océanos.

Extracción de algas

Carrageninas: Otro aspecto importante de interés comercial que representa el cultivo de algas, es la extracción de carrageninas, que posterior a su extracción son procesadas para su transformación en geles que son utilizados en la industria alimenticia, cosmética, farmacéutica, generalmente usado como agente estabilizante y emulsificante. Entre los usos específicos de la carragenina tenemos:

- Industria alimenticia: para postres, helados, concentrados de leche, pasta, carnes procesadas, salsas, sopas, procesos cervecedores, leches vegetales, alimentos animales, bebidas dietéticas, mermeladas, etc.
- Cosméticos: pasta de dientes, shampoo, crema de cuidado facial, etc.
- Farmacéutica: elaboración de píldoras, geles, etc.
- Otros: extintores, abrillantadores.

Agar. Obtenido de las algas rojas, su extracción, aunque proviene en parte de cultivos, también proviene de extracción de medio silvestre. Este agente gelificante se utiliza en la industria alimenticia.

Alginato: Polisacárido obtenido de las algas pardas, esta sustancia se utiliza principalmente como producto farmacéutico en odontología para obtener las impresiones dentales, también se utiliza como espesante de alimento; también se lo puede utilizar para fabricar vendajes quirúrgicos.

Algas como alimento para los humanos

Un mercado creciente se está desarrollando en este aspecto para las algas cultivadas, existen países sobre todo asiáticos donde esta actividad se ha desarrollado desde años atrás, pero nuevos mercados de América y Europa se están uniendo a esta iniciativa probando formas de preparar y preservar la cosecha fresca de algas, ayudando a garantizar que el producto cumpla con los estándares de seguridad alimentaria, promoviendo los beneficios ecológicos de las algas y su uso como una fuente de alimentos versátil y nutritiva. El cultivo de algas marinas es un alimento sostenible y saludable.

Harina de algas

Se produce harina de algas que se utilizan como suplemento en el pienso, proviene generalmente de algas pardas que son secadas y molidas.

Fertilizantes - Compostaje

Son usados desde la antigüedad, como acondicionador de suelos, contribuyendo a la retención de la humedad, y tienen un alto contenido de minerales. El uso de las algas como fertilizantes a través de extractos líquidos es un sector en crecimiento, las pruebas indican que pueden resultar eficaces, se los utiliza en el cultivo de hortalizas y algunas frutas.

Se están realizando pruebas de compostaje con algunos excedentes de producción de algas aplicándolas a pastos para probar varias formas de integrar el carbono y los nutrientes capturados en el suelo. Actualmente se está monitoreando el efecto de estas algas en el contenido de carbono del suelo y la productividad.

Combustible

Existe un interés creciente y significativo en los biocombustibles a base de algas y algas marinas y se están ejecutando proyectos para desarrollar tecnologías capaces de proporcionar biomasa renovable económicamente viable para aplicaciones energéticas sin la necesidad de tierra, agua dulce y fertilizantes sintéticos.

Tratamiento de aguas residuales

Algunas algas tienen la capacidad de absorber iones de metales pesados (zinc, cadmio) del agua contaminada. Están probando el uso de algas en las zonas adyacentes a piscifactorías para purificar el agua.

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)



Actividad de aprendizaje recomendada



Autoevaluación 2

Elija la respuesta correcta, tomando en cuenta las Unidades 3 y 4:

1. La densidad de stock que se mantiene en el cultivo por sistema intensivo, comparado con otros sistemas, es:
 - a. Media
 - b. Baja
 - c. Alta
 - d. Ninguna de las anteriores
2. Los sistemas intensivos pueden ser:
 - a. Estanques, jaulas.
 - b. Canales de flujo continuo o raceways.
 - c. Tanques.
 - d. Todos los ítems.
3. ¿Cuál fue la especie de crustáceos más producida en el año 2016?
 - a. Camarón nipón, *Macrobrachium nipponense*.
 - b. Camarón patiblanco, *Penaeus vannamei*.
 - c. Cangrejo chino, *Eriocheir sinensis*.
 - d. Arca del Pacífico occidental, *Anadara granosa*.

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

4. Cual de las siguientes características no pertenece a los sistemas intensivos:
- a. Es casi exclusivo de estanques.
 - b. Sin energía reciclaje y no autosuficiente.
 - c. Cadena de alimentación sencilla.
 - d. Buena calidad del producto.
5. ¿Por dónde ese extiende el cultivo de algas en la actualidad?
- a. Por toda la costa del pacífico.
 - b. Desde el sudeste de Asia hacia sud América, el Norte de Europa, Canadá y el este de África.
 - c. Desde el norte de Europa hacia el sur de África, la Antártida y sus América.
 - d. Solamente en Asia.
6. ¿A qué grupo botánico pertenecen las algas rojas?
- a. Feofitas.
 - b. Clorofitas.
 - c. Rodofitas.
 - d. Ninguna respuesta es correcta.
7. ¿En qué técnica de cultivo de algas la recolección se realiza en marea baja y a pie?
- a. Balsas de flotación.
 - b. Off-bottom(Postes y líneas).
 - c. Cultivo de algas pardas.
 - d. Granjas basadas en rocas.

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

8. ¿Qué producto de las algas se utiliza para la elaboración de cosméticos?
- a. Carragenina.
 - b. Agar.
 - c. Alginato.
 - d. Todos los ítems.
9. ¿Qué es una zona buffer?
- a. Zona vulnerable.
 - b. Zona neutra.
 - c. Zona de protección.
 - d. Zona de cultivo.
10. ¿De los tres grupos principales de algas, cual de ellos puede alcanzar un mayor tamaño que las demás?
- a. Verdes
 - b. Pardas
 - c. Rojas

[Ir al solucionario](#)

[Índice](#)

[Primer
bimestre](#)

[Segundo
bimestre](#)

[Solucionario](#)

[Referencias
bibliográficas](#)



Semana 6



Unidad 5. Reproducción de peces: endocrinología de la reproducción

5.1. Peces y su fisiología

Con muchas especies más de 31000, los peces son los primeros vertebrados, son alimentadores activos y aunque varíen en forma entre los grupos, mantienen en común las siguientes características: presencia de vejiga natatoria, boca terminal, aletas, esqueleto óseo, escamas cubriendo el cuerpo y un opérculo que cubre y protege las branquias.

Los peces y otros organismos acuáticos son ectotermos y su temperatura corporal se ve regulada por la temperatura del medio acuoso en el que viven, es decir por factores abióticos. Los peces son organismos ectotérmicos, el proceso de respiración se da a través de sus branquias (Figura 2). En las branquias, la sangre circula con una baja concentración de oxígeno y en el agua la concentración de oxígeno es más elevada, por tanto, por difusión desde el agua (alta concentración de O₂) el oxígeno pasa a la sangre (baja concentración de O₂), lo mismo ocurre con el CO₂

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

(alta concentración en la sangre) que se difunde hacia el agua (baja concentración de CO_2).

El oxígeno es esencial para el metabolismo aeróbico de los organismos. Para los peces a medida que varía la concentración de oxígeno actividades como respiración y alimentación se ven afectadas. La temperatura tiene un efecto acelerando las reacciones químicas y metabólicas, como consecuencia se incrementa el consumo de oxígeno. Por consiguiente, factores abióticos como la temperatura influyen en el consumo de oxígeno de los peces, y la tasa de consumo de oxígeno se verá afectada por la cantidad de oxígeno existente en el agua.

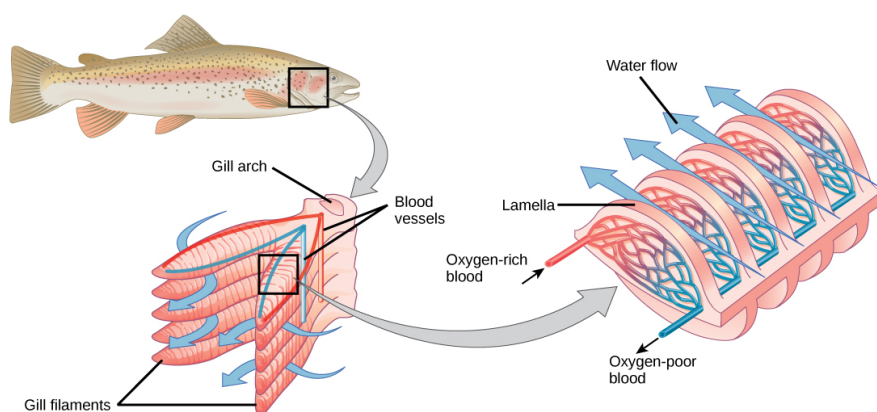


Figura 2. Esquema del intercambio gaseoso en un pez

Fuente: Recuperado de: https://cnx.org/resources/3651b624c4b5431adf471825431aa2cf1aab3079/Figure_39_01_04.jpg

La tasa metabólica de un animal y su relación con la temperatura se puede determinar a través de medir el consumo de oxígeno. Cuando la temperatura del agua incrementa, menos oxígeno disuelto está disponible y aumenta la demanda de oxígeno de los peces. La tasa metabólica en reposo (la energía requerida por el cuerpo cuando está en reposo) va a incrementar conforme aumentan las

temperaturas y por consiguiente los peces requerirán más oxígeno que a temperaturas más bajas. Un aumento en las temperaturas para el organismo también supone un incremento en la actividad en el metabolismo y por tanto además de un mayor consumo de oxígeno también incrementa la excreción de amoníaco y de dióxido de carbono.

Los peces requieren para poder sobrevivir en su ambiente un suministro de oxígeno superior a sus necesidades por lo explicado en la fisiología respiratoria del pez. Si los niveles de oxígeno en el agua fueran más bajos, el pez podría sobrevivir en reposo, pero no sería suficiente para realizar más actividades como alimentarse, capturar presas, escapar o reproducirse.

5.2. Métodos de reproducción de peces; natural, semi natural y artificial

La reproducción en peces: la edad, género, tamaño, reciben influencia de la época de madurez sexual. Los peces maduran sexualmente a diversas edades dependiendo de las especies, pero de manera general las especies pequeñas maduran más rápido que las más grandes (Ergul et al. 2012). La mayoría de peces óseos maduran entre uno a cinco años. Otros peces como la anguila (familia Anguillidae) madura entre los 10 y 14 años, y los esturiones (familia Acipenseridae) puede llegar a los 15 años a su madurez.

La reproducción en los peces involucra tres pasos básicos:

- Maduración: desarrollo de gametos (óvulos y espermatozoides) hasta un punto donde la fecundación pueda ocurrir.
- Ovulación: la liberación de los óvulos del ovario.
- Desove: la deposición de los óvulos y el espermatozoides de tal forma que puedan unirse.

Modos de reproducción: En la mayoría de peces óseos, los espermatozoides y los huevos se desarrollan en organismos separados; los machos y hembras se pueden ver similares o reflejar diferencias, es dependiente de las especies. Las diferencias entre machos y hembras pueden ser tamaño, coloración, órganos reproductivos externos, características de la cabeza y forma del cuerpo. Sin embargo existen algunos peces óseos hermafroditas, es decir el mismo individuo produce espermatozoides y óvulos. Otros pueden ser hermafroditas secuenciales es decir nacen con un sexo y cambian de sexo durante el transcurso de su vida (Ergul et al. 2012).

Entorno reproductivo: El cultivo de peces puede estar influenciado por varios factores como cambios en la duración de la luz solar, cambios de temperatura. Además, pueden existir otros factores que afectan la reproducción con presencia del sexo opuesto, corrientes, estados lunares, mareas, zonas de desove.

La reproducción es generalmente cíclica en los peces óseos. Algunas especies desovan continuamente a través de las estaciones (primavera, verano), otras se reproducen una vez al año y luego mueren; otras, solo se reproducen una vez en la vida y luego mueren.

Métodos de reproducción:

Existen algunos métodos para el cultivo y propagación (reproducción) de peces en cultivo, la selección del método adecuado dependerá de la biología de reproducción de la especie, de las condiciones ambientales y de las facilidades disponibles. Estos métodos se pueden agrupar en tres categorías: reproducción o propagación natural, semi natural y artificial.

Propagación o reproducción natural: tanto machos como hembras son colocadas en el mismo lugar en el área de cría, como pequeños estanques o son encerrados en sitios de desove natural. Se utiliza este método generalmente para producir tilapias. Para lograr el éxito

en la cría de ciertas especies además se requiere una manipulación ambiental, esta puede incluir influjo de agua a los estanques, la presencia de pastura o vegetación, presencia de nidos artificiales.

Propagación o reproducción seminatural: aquí las hembras de los peces son sometidas a una inyección química que puede ser el extracto de la glándula pituitaria que la inducirá al desove. Los machos y las hembras se colocan luego en los sitios de criadero especiales como estanques con pastura o sitios encerrados para que se produzca el desove. Los huevos fertilizados se recolectan y crían en condiciones adecuadas que pueden ser naturales o artificiales.

Propagación o reproducción artificial: Se controla mediante parámetros ambientales para el rendimiento reproductivo natural y mediante hormonas exógenas para inducir /avanzar o retrasar / detener la maduración de los peces, y lograr el desove antes o más tarde. A las hembras se les da una o más inyecciones de químicos, para lograr la regulación de los óvulos en dormancia en los ovarios; al madurar los huevos (óvulos) son extraídos de las hembras. Por otro lado, los machos también son inyectados. Los huevos son fertilizados artificialmente con el esperma que se extrae de los machos, y estos se crían en condiciones controladas.

5.3. Endocrinología de la reproducción en peces; Gonadotropinas

En los peces como en todos los animales, las hormonas juegan un rol crucial en el proceso reproductivo. Las hormonas son mensajeros químicos, comunican diferentes tipos de células que reconocen a través de un receptor, tienen estructura proteica especializada en el reconocimiento molecular. Cuando el acercamiento hormona-receptor sucede, entonces una serie de reacciones químicas

sucedan ocasionando la respuesta biológica específica (Hoga et al. 2018). Las hormonas viajan a través de la sangre a otros tejidos.

Los esteroides son hormonas, se dividen en cinco subgrupos basados en su estructura: estrógenos, andrógenos, progesteronas, glucocorticoides, corticoides minerales, de estos los tres primeros forman el grupo de esteroides sexuales, donde los estrógenos y andrógenos son los más utilizados en el cultivo de peces (Hoga et al. 2018).

Las hormonas son utilizadas en los cultivos de peces para incrementar la producción cuando un sexo de una especie tiene la capacidad de crecer más y más rápido que el otro sexo, es decir se utilizan para reproducción artificial y reversión sexual. La técnica más utilizada para incrementar la producción de peces basada en el dimorfismo sexual utiliza estrógenos y andrógenos (Hoga et al. 2018).

Inducción Hormonal - Reproducción Inducida en Peces

Los peces han evolucionado para reproducirse en condiciones ambientales que favorezca la supervivencia de los más jóvenes, por ejemplo, antes del desove, las señales estacionales comienzan el proceso de maduración; una vez madurados un estímulo ambiental (como cambios de fotoperiodo, temperatura, lluvia, disponibilidad de alimentos) indica la llegada de condiciones óptimas para los alevines, y se desencadena la ovulación y el desove. Los peces detectan estos cambios con varios receptores sensoriales como el ojo, la glándula pineal, órganos olfatorios, papilas gustativas y termorreceptores. El hipotálamo ubicado en la base del cerebro es sensible a las señales de los receptores sensoriales y libera hormonas. Las principales hormonas son las hormonas liberadoras de gonadotropina (GnRH), que llevan la señal hasta la pituitaria y libera hormonas gonadotrópicas que viajan hasta las gónadas sintetizando los esteroides responsables de la maduración final de los gametos.

Inducción de la reproducción: se pueden usar dos estrategias:

1. Proveer un ambiente similar al desove en condiciones naturales. El siluro o pez gato por ejemplo naturalmente desova en espacios cerrados, se puede simular colocando latas en un estanque; los peces dorados en cambio con presencia de vegetación y aumento de temperatura estimulan su desove; en salmones el cambio de fotoperiodo se utiliza para acelerar o retrasar la maduración,
2. Inyectar al pez con una o más hormonas reproductivas obtenidas naturalmente o de manera sintética. Se usa en peces que ya están en condiciones de reproducción y con óvulos maduros.

Los métodos que se usan en los últimos años para obtener mayor éxito a menor costo son: la inyección de un análogo de GnRH con antagonista de dopamina y la inyección de gonadotropina.

- Análogo de GNHR con un antagonista de dopamina: análogos de la hormona luteinizante (hormona en mamíferos) se usan para inducir la cascada reproductiva hormonal, se mantiene activa en peces por largos periodos.
- Gonadotropina: dos extractos de gonadotropinas se utilizan para inducir la ovulación en peces, la hormona gonadotropina coriónica humana (HCG) y el extracto de pituitaria de pez. La HCG es menos costosa, más estable y es más pura.

5.4. Obtención y selección de peces reproductores

1. Para la propagación exitosa de peces, lo primero que se requiere es individuos saludables y sexualmente maduros de ambos sexos, estos serán los reproductores.

2. Podemos obtener los reproductores por dos rutas (FAO, 2018b):
 - a. Capturándolos de los medios naturales con diferentes artes de pesca y transportándolos a las piscifactorías, donde se almacenan en estanques de reproductores hasta que alcancen la madurez sexual; o si ya están maduros se colocan en estanques de almacenamiento.
 - b. Cultivando los reproductores, que se pueden cultivar en la propia granja, facilitando su mejora genética de manera progresiva, mediante la manipulación.
3. Los estanques que se seleccionen para los reproductores deben estar adecuados dependiendo de la especie de peces, se deben mantener las condiciones controladas de temperatura y oxígeno para lograr un éxito en la obtención de las crías. Deben tener un buen suplemento de comida, y para la época de maduración debe estar enriquecida con proteína.
4. Se recomienda mantener un stock de reproductores jóvenes.
5. Cuando llega la época de cría, los reproductores se deben seleccionar y solamente los que están listos para desovar se deben utilizar:
 - a. Los machos deben liberar gotas de esperma cuando el abdomen se presiona ligeramente.
 - b. Las hembras deben tener la abertura genital hinchada y sobresaliente, con una coloración rojiza o rosa, el abdomen debe estar bien redondeado y suave lo que indica que las gónadas se desarrollan hasta el estado de latencia.

6. Si la propagación se hará de manera semi artificial o artificial, entonces se necesita una serie de hormonas (químicos suplementados) para la ovulación.
7. Se preparan a los reproductores seleccionados para la inyección de hormonas (extracto o HCG), se inyecta y se ubica en un sitio aireado.
8. Se espera la maduración (periodo de ovulación) que dependerá de la especie controlando la temperatura hasta que suceda el desove.
9. Si se induce el desove y la colecta de huevos (FAO 2018b):
 - a. Se debe preparar el sitio del desove, puede ser en pequeños estanques, cajas, tanques, dependiendo de las facilidades y la densidad de cultivo.
 - b. Se debe procurar colocar más machos que hembras en cada encierro para asegurar el éxito de la propagación.
 - c. Una vez desovados se retiran los reproductores.
 - d. Los huevos fecundados se colectan después del desove y la forma de recolectarlos dependerá de la especie. Para algunas carpas chinas se usan finas mallas, otros utilizan las raíces de plantas acuáticas (*Elodea*) para colectar los huevos, otras opciones son colectores de hojas de palma, pastos secos, ramas de pinos.
10. Finalmente se procede a la incubación de los huevos y a la eclosión.

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas



Actividad de aprendizaje recomendada

Haga un mapa mental de los conceptos implicados en la endocrinología de los peces, organícelos desde la morfología interna y el proceso de respiración, recuerde que el fin es poder controlar la reproducción en un sistema de producción acuícola de peces.



Semana 7



Unidad 6. Acuicultura de moluscos bivalvos

6.1. Bivalvos y su fisiología

Los bivalvos son una clase del phylum Mollusca, cuyo cuerpo está recubierto por dos valvas calcáreas, pueden ser marinos o de agua dulce. En el interior de las valvas se encuentra el cuerpo que es de tejido suave, en el que se incluyen; el pie, la masa visceral, gónadas, branquias y el tejido que recubre el cuerpo denominado manto (Figura 3). Tienen un sistema circulatorio abierto.

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)



Figura 3. Anatomía de un bivalvo (*Anadara tuberculosa*)

Los moluscos bivalvos pueden presentar diversos modos de reproducción sexual, desde hermafroditismo (simultáneo) funcional, sexualidad alternativa (hermafroditismo secuencial), a gonocorismo estricto o dioicismo (especies que existen separadamente hembras de machos); presentándose predominantemente como dos sexos separados y factores genéticos y ambientales pueden ocasionar esta variabilidad de condiciones sexuales.

Las gónadas de los moluscos bivalvos están formadas por una red tridimensional de gonoductos que termina en folículos, y los folículos gonadales son la unidad funcional de la gónada, dentro de estos folículos, el proceso de espermatogénesis y ovogénesis se desarrolla obteniendo como resultado la producción de gametos. La estructura celular de un folículo es la de una delgada capa de fibroblastos que forman la pared del folículo, las células germinales y otro tipo de células de función aún por definirse que están encerradas entre ellas.

6.2. Importancia

El valor total del mercado de bivalvos es alrededor de 23 billones de dólares al año (2010-2015). Los bivalvos marinos son especialmente apreciados por los consumidores por su valor nutricional y su sabor. Son un gran recurso de proteína, vitaminas (A y D) y minerales esenciales (yodo, selenio, calcio), son bajos en grasa y una buena fuente de omega 3 (Wijsman et al. 2019).

China es el mayor productor de bivalvos marinos, y es un mercado en crecimiento debido a la demanda de proteína de la población, un efecto contrario se ve en Europa donde la producción total va disminuyendo por razones como espacio, enfermedades, capacidad de carga entre otros (Wijsman et al. 2019).

Según Small et al (2019), en 2014, las vieiras, las ostras y los mejillones fueron los principales moluscos importados y exportados, con una importación y exportación neta de 33,3 mil toneladas y 32,1 mil toneladas, respectivamente. Las importaciones de vieiras, ostras y mejillones fueron de 29.0 mil toneladas, 2.6 mil toneladas y 1.6 mil toneladas, respectivamente, y la exportación de estas 3 especies de bivalvos fue de 29.2 mil toneladas, 1.3 mil toneladas y 1.5 mil toneladas al año.

6.3. Selección de especies

Las especies de bivalvos más utilizadas en cultivo son: ostras, almejas, mejillones, pero pesca de captura de estos tres grupos ha caído desde 1980, posiblemente por la contaminación y degradación de los ambientes marinos (Lodeiros et al. 2019).

La producción acuícola de moluscos bivalvos marinos para América Latina y el Caribe, ubica a Chile como el principal productor (cuarto a

nivel mundial), luego Brasil, México y Perú. Se cultiva principalmente *Mytilus chilensis* (chorito), *Perna* (mejillón marrón), *Argopecten purpuratus* (ostión del norte), *Crassostrea gigas* (ostra japonesa). Como ya se mencionó China es el primer productor del mundo.

Algunas especies que se han cultivado desde la década de los 70 son: *Tegillarca granosa*, *Sinnovaluca constricta*, *Ruditapes philippinarum*, *Cyclina sinensis*, *Chlamys farreri*, *Argopecten irradians*, *Crassostrea angulata*, *Crassostrea gigas*, *Mytilus edulis*, *Ostrea edulis* (Wijsman et al. 2019).

Proyecto de cultivo de conchas perleras en Cabo Blanco

Para la producción de perlas marinas se utiliza a las especies:

- *Pinctada fucata /martensii* especie importante de perlas de Akoya
- *Pinctada maxima* o perla dorada o rosa-plateada
- *Pteria sterna* restringida al golfo de California y México, produce perlas redondas y casi redondas, y muy coloridas.
- *Pteria penguin* también se usan para la producción de perlas, se conoce como ostra perlera alada, se distribuye en el sudeste de Asia.
- *Pinctada margaritifera* es la segunda especie de ostras perleras de amplia distribución en el Indo-pacífico

Para la producción de perlas de agua dulce (Small et al 2019).:

- *Hyriopsis cumingii*, en China se producen en cultivo
- *Cristaria plicata* en China se cultivan y representan una producción alta de perlas.
- *Hyriopsis schlegelii*, nativa de Japón
- *Potamilus alatus*, nativa de norte América
- *Margaritana dahurica*, más utilizada para la producción perlera de agua dulce en Japón junto con *Hyriopsis shlegelii*.

Mientras que *Anadara tuberculosa* y *A. similis* representan un rubro importante sobre todo en la pesca artesanal en nuestro país, hasta ahora no han sido especies que se cultivan, solo se hace aprovechamiento de estas del medio natural (manglar) como la mayoría de bivalvos en el mundo.

6.4. Principios ambientales y biológicos

Los moluscos bivalvos están ubicados en una posición baja en la cadena alimenticia; la posición trófica de los bivalvos marinos como ostras, mejillones, almejas y berberechos es la segunda, mientras que la posición trófica promedio de la pesca de captura marina total es de 3.1. A diferencia de la acuicultura intensiva, los cultivos de moluscos bivalvos son extensivos, se alimentan de algas, que se encuentran en los ecosistemas y no se adiciona fertilizantes o alimento. Su producción se basa en la productividad natural del fitoplancton marino (algas vivas o detritos). Los bivalvos se desplazan por el flujo de agua, corrientes o mareas. Los bivalvos mejoran la producción primaria al aumentar el reciclaje de nutrientes, sin embargo, no debemos olvidar que, a altas densidades de las poblaciones, pueden provocar un pastoreo excesivo y reducir la producción primaria (Wijsman et al. 2019).

Los cosechadores de bivalvos hacen crecer estos organismos en lugares donde las condiciones de desarrollo y supervivencia se maximicen; pudiendo realizarse actividades de manejo que involucran la eliminación de depredadores, clasificación de bivalvos, que lleven a una mayor eficiencia. Así mismo el momento de cosecha es decisión de los cultivadores quienes la ejecutan en función de los precios y de la calidad de los bivalvos (Wijsman et al. 2019).

Al ser organismos que se cosechan en su mayor parte del medio natural, esto genera conflictos con la conservación de estas especies, por lo que en cada país se establecen normativas que tratan de regular la extracción indiscriminada del producto y por lo menos tratan de respetar periodos de reproducción y tallas mínimas. Además, los moluscos bivalvos son alimentos de otros organismos como aves, peces, que ven su alimento disminuido y puede llevarlos a la extinción afectando los ciclos biológicos de los ecosistemas de manglar, costeros y marinos.

Importante también a considerar en este tipo de acuicultura es que se hacen traslados de especies exóticas para cultivo y en muchas ocasiones estas especies llegan a desplazar a las especies endémicas o nativas de estos ecosistemas.

Dentro de las medidas de conservación para la persistencia del recurso se involucra la evaluación de los tamaños poblacionales de bivalvos marinos y de manglar, información importante para establecer medidas de conservación y gestión sostenible de las poblaciones naturales que permitan reducir el impacto en el ambiente de esta pesquería y que logre reestablecer los tamaños poblacionales de tal modo que vuelvan a ser viables y los ciclos biológicos y ecológicos de estos ecosistemas se puedan reestablecer.

Como los moluscos bivalvos son organismos filtradores, la presencia de contaminantes ambientales como mercurio y biotoxinas en los bivalvos puede resultar en un riesgo para el consumo en humanos, para evaluar esta situación el monitoreo es esencial (Wijsman et al. 2019).

Al igual que otros bivalvos, las ostras, los mejillones tienen la capacidad de mejorar la calidad de agua mediante la transformación de partículas suspendidas en heces y pseudoheces a través de la deposición, esto se constituye en un elemento importante dentro del ciclo biogeoquímico de los ecosistemas costeros (Small et al 2019).

6.5. Técnicas de cultivo para algunos bivalvos

En China por ejemplo las técnicas de cultivo más utilizadas son palangre (long line) y cultivo de fondo (bottom), y se cultivan ostras (ostras del Pacífico que son las más representativas), vieiras, mejillones con el sistema de palangre, y almejas (*R. philippinarum*, *T. granosa*) con el sistema de cultivo de fondo (Small et al. 2019).

6.6. Enfermedades más comunes

Las enfermedades sistémicas de los bivalvos, quizás mejor conocidas en la ostra oriental *Crassostrea virginica*, han diezclado las poblaciones silvestres, y las poblaciones resistentes son una herramienta importante en la recuperación (Wijsman et al. 2019).

Los factores ambientales como blooms de algas peligrosas (HABs) o enfermedades sistémicas o parásitos han representado pérdidas de hasta el 70%.

En la década de los 70 el parásito exótico *Bonamia ostreae* colapsó la producción de ostras en Francia.

En el mediterráneo, el cultivo de ostras en 1950 fue afectada por el protozario *Martelia refringens*.

La estrella de mar (*Asterias rubens*) también afecta la pesquería del mejillón, por depredación.

La introducción y traslocación de bivalvos vivos de cultivos a otros sitios naturales, involucra la introducción de nuevas especies no nativas, así como de las enfermedades, parásitos y algas peligrosas, con las consecuentes implicaciones que esto puede traer para las especies del lugar.



Actividad de aprendizaje recomendada



Autoevaluación 3

Elija la respuesta correcta, tomando en cuenta las unidades 5 y 6:

1. ¿Cuales son los tres pasos básicos que involucra la reproducción en los peces?
 - a. Maduración, ovulación, desove.
 - b. Crecimiento, gametogenesis, fecundación.
 - c. Maduración, espermatogenesis, ovogénesis, reproducción.
 - d. Desove, fecundación, desarrollo del embrión.
2. Las diferencias entre machos y hembras:
 - a. Son imposibles de detectar.
 - b. Dependen de cada especie.
 - c. Son el tamaño y color.
 - d. Son las mismas en todas las especies.

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

3. Respecto al entorno reproductivo de los peces, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es incorrecta?
- a. Esta influenciado por factores como la duración de luz solar y cambios de temperatura.
 - b. Las corrientes y zonas de desove pueden afectar la reproducción.
 - c. La reproducción se puede dar en cualquier momento siempre que la temperatura del agua sea optima.
 - d. Algunas especies solo se reproducen una vez en la vida y luego muren.
4. ¿Cuál de los siguientes métodos de propagación es usado generalmente para producir tilapia?
- a. Seminal
 - b. Artificial
 - c. Sintético
 - d. Natural
5. ¿Qué tipo de hormonas son los esterógenos?
- a. Esteroides sexuales
 - b. Hormonas de crecimiento
 - c. Glucorticoides
 - d. No son hormonas
6. ¿A qué phylum pertenecen los bivalvos?
- a. Celenterados
 - b. Mollusca
 - c. Anelidos
 - d. Nematoda

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

7. ¿Qué son los folículos gonadales?
- a. Son moléculas que interviene en la gametogenesis.
 - b. Son los gametos en los bivalvos.
 - c. Son la unidad funcional de la gonada.
 - d. Es otro nombre para la gónada.
8. ¿Cuál de las siguiente especies no es usada para la producción de perlas marinas?
- a. *Pteria penguin*
 - b. *Pinctada maxima*
 - c. *Pinctada margaritifera*
 - d. *Anadara similis*
9. El protozooario *Martelia refringens* afectó en 1950 los cultivos de:
- a. Tilapia
 - b. Carpa
 - c. Ostras
 - d. Camarón
10. En la ecología los bivalvos son considerados como:
- a. Organismos filtradores.
 - b. Organismos invasores
 - c. No tienen relevancia para el ecosistema
 - d. Consumidores primarios

[Ir al solucionario](#)

[Índice](#)

[Primer
bimestre](#)

[Segundo
bimestre](#)

[Solucionario](#)

[Referencias
bibliográficas](#)



Actividades finales del bimestre



Semana 8

Apreciado estudiante, hemos llegado al final del primer bimestre, dedique esta semana a recordar y reforzar los temas revisados hasta ahora. Para ello usted deberá analizar las unidades 1 a la 6, donde debe concentrarse en repasar los contenidos respecto de:

Unidad 1: Los sistemas y la tecnología de la producción acuícola, tome en cuenta que debe asociar los sistemas acuícolas y su estructura física, los tipos de sistemas, las consideraciones de los estanques de cultivo y las variables o registros que deben ser medidas frecuentemente.

Unidad 2: Los sistemas de baja intensidad y tecnología, recuerde usted que este tipo de sistema se diferencian de otros por la densidad de siembra y que se pueden clasificar en sistemas extensivos y semi intensivos.

Unidad 3: Los sistemas intensivos, como se mencionó antes los sistemas acuícolas se distinguen por la densidad de siembra y en este caso recuerde usted que los sistemas intensivos además tienen características particulares y por ser promovidos por los estados se han seleccionado un conjunto de especies de alto valor comercial que usted debe recordar.

Unidad 4: El cultivo de algas; como fuente de alimentación en los sistemas de cultivo acuícola tienen gran importancia, por lo tanto,

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

recuerde asociar y sintetizar los aspectos básicos y aplicados del cultivo de algas, los tipos de algas, las etapas del cultivo y los elementos de nutrición y alimentación en esta unidad revisados.

Unidad 5: Reproducción de peces, conocer la endocrinología de especies comerciales y sustento de la alimentación es un aspecto fundamental en los sistemas de producción, recuerde que este aspecto implica métodos distintos (natural, semi natural y artificial), el uso de hormonas como la gonadotropinas y el conocimiento del sistema glandular (endocrinología) son temas muy importantes y de gran interés para usted ya que le servirán para asociar el origen de los organismos acuáticos y la manera en como hacer una buena obtención y selección de peces reproductores para los sistemas de producción de peces.

Y por último la Unidad 7: En la cual se explica los sistemas de producción acuícola de moluscos bivalvos (acuicultura de moluscos), en esta unidad recuerde analizar y sistematizar la selección de especies, el reconocimiento de los principios ambientales y biológicos además de las enfermedades más comunes para los bivalvos.

[Índice](#)[Primer
bimestre](#)[Segundo
bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias
bibliográficas](#)



Segundo bimestre

Resultados de aprendizaje 2

Conoce los sistemas de cultivo de los diferentes organismos acuáticos; peces, crustáceos, moluscos y cultivos auxiliares.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



Semana 9

Estimado estudiante, a partir de este momento daremos inicio al estudio de los contenidos correspondientes al segundo bimestre, para lo cual le recomiendo continuar con una alta motivación, interés y ánimo con la finalidad de alcanzar sus objetivos propuestos: adquirir conocimientos y aprobar esta asignatura con éxito.

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)



Unidad 7. Acuicultura tropical de agua dulce

7.1. Introducción

Truchas y salmones: El cultivo de truchas y salmones se originó después que el cultivo de la carpa y tiene concentrado mucha investigación. El cultivo de salmón tiene una larga trayectoria en Europa y norte América (Pillay et al. 2005).

Tilapia: Con un crecimiento alto, después del salmón y el camarón son productos acuícolas más exitosos en el comercio internacional. Brasil domina la industria del cultivo de tilapia.

Producción y explotación de Trucha Arcoiris

7.2. Principales especies cultivadas

- La trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie de gran importancia en acuicultura, es nativa de los drenajes de las costas del Pacífico de norte América, se ha introducido desde 1874 en aguas de todos los continentes (excepto Antártida), tiene un rango de distribución a latitudes bajas a más altas. Está presente en las aguas altas de países tropicales y subtropicales de Asia, África Oriental, América del sur, la cría comercial se desarrolla América central, del sur, algunos países asiáticos y africanos como India y Kenia. Es una especie altamente distribuida y adaptable.

- La trucha café (*trutta*) es la trucha indígena de Europa Central y oeste, y fue la primer en propagarse artificialmente.
- La trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) nativa del nor-este de norte América, fue introducida en Europa.
- El salmón del pacífico (*Oncorhynchus*) es el más importante en los programas de cultivo en estanques.
- El salmón rey (*tshawytscha*) o chinook puede llegar a pesar hasta 45 kg.
- El salmón coho (*kisutch*) es una especie resistente y ha sido trasplantada de la naturaleza.
- El salmón rojo (*O. nerka*) está conectado su desove con los lagos.
- El salmón chum o perro (*keta*) alcanza una longitud de 1 m y un peso de 20 kg.
- El salmón rosado o salmón jorobado (*gorbuscha*) alcanza solo unos 4-5 kg.
- El salmón atlántico (*Salmo salar*) es la especie utilizada actualmente para la agricultura marina a gran escala.
- La tilapia, nativa de África y Medio Oriente, es uno de los pescados de mayor importancia en términos de cultivo. Se cultivan en América latina y Caribe: tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), la tilapia mozambique (*mossambicus*), tilapia azul (*O. aureus*) y sus híbridos (Halwart et al. 2008).
- También se cultiva junto con la tilapia otras especies de agua dulce como: cachama negra (*Colosomma macropomum*), cachama blanca (*Piaractus brachypomus*).

7.3. Propiedades físicas y necesidades de cultivo

Truchas: La trucha arco iris requiere una temperatura bajo los 21°C y el límite letal está entre los 25-27°C (puede vivir periodos cortos, pero no crecer ni está activa). En Europa, en los criaderos se mantienen a temperaturas entre 10 a 15 °C.

Existen algunos sistemas de cultivos para la trucha (Pillay et al. 2005):

- El sistema original de cultivo era la propagación de criaderos y la cría de juveniles para su almacenamiento en arroyos, lagos u otros cuerpos de agua. Las técnicas de desarrollo de reproductores, despojo, fertilización, incubación de huevos y cría de larvas son muy similares para las truchas arcoíris y marrones. Aunque los métodos naturales de desove, fertilización e incubación de los huevos en redds (depressiones o nidos) en el lecho del arroyo se usan para algunos salmones, apenas se usan en la propagación de truchas.
- En Dinamarca se originó la cría comercial de truchas en estanques de tierra excavados en terrenos planos con suministros de agua de un río u otra fuente cercana. Los estanques son de forma rectangular (30 x 10 m), con fondo inclinado hacia la salida y con profundidades de 1 m hasta 1.7 m en el extremo inferior, con una capacidad de 1500 kg de trucha arcoíris.
- En algunas regiones de Estados Unidos, las truchas se crían en granjas y estanques de ranchos, son usadas para fines recreacionales de pesca. Se usan también los raceways que consisten de canales continuos o series de cales divididos por muros transversales.

- Otra forma de cultivo es por tanques, esto se usa principalmente en Europa y Reino Unido, los tanques son de 4 a 10 m de diámetro y 1.6 metros de profundidad; los tanques están enterrados en el suelo (30 cm sobresalen).
- También se utiliza la cría en jaulas, usadas tanto en ambientes de agua dulce como salada.

Salmón:

Existen algunos sistemas de cultivos para el salmón (Pillay et al. 2005):

- En Escocia y Noruega fueron los pioneros en las pruebas con jaulas para el salmón Atlántico, producción de huevos, smolts, producción de pescado para la venta, pescado ahumado y congelado, fabricación de pienso. Suecia, Islandia, Irlanda, América del Norte, Japón, Nueva Zelanda y Chile también cultivan en jaulas. Las jaulas soportan condiciones climáticas adversas, son similares a las de truchas.
- También se utiliza el sistema de cultivo en embalses.
- Jaulas flotantes, que están construidas para encerrar aproximadamente 300 a 700 m² de la orilla del mar.
- Los sistemas de estanques o tanques con suministro de agua de mar y dulce bombeada se usan solo para smolts de salmón.

Para truchas y salmones:

- Los reproductores para propagación artificial se obtienen de fuentes naturales o de especies cultivadas en granjas.
- Los alevines se liberan en aguas abiertas (como con el salmón del Pacífico)

Tilapia (Halwart et al. 2008):

- Se cultivan en sistemas extensivos, semi intensivos e intensivos.
- La tilapia se puede cultivar en alta densidad en jaulas que permiten la libre circulación del agua. El diseño de las jaulas varía desde jaulas de bambú, hasta jaulas de acero inoxidable o plástico.
- Jaulas flotantes, pueden usar tambores de metal o de plástico, tubos sellados de PVC o poliestireno. Los tamaños varían de 1 hasta 1000m cúbicos.
- Corrales, que son jaulas que sobresalen en la superficie y descansan en el fondo.
- Encierros que son corrales de madera cerca de porciones de una laguna.



Actividad de aprendizaje recomendada

Haga un cuadro comparativo de las principales características implicadas en la Acuicultura tropical de agua dulce, comparando las propiedades físicas esenciales para el cultivo, mencionadas en esta unidad.



Semana 10



Unidad 8. Carpicultura

8.1. Introducción

La Carpicultura hace referencia al cultivo de carpas - peces Ciprínidos. La familia Cyprinidae incluye especies de peces generalmente de agua dulce (se pueden encontrar en aguas salobres de los estuarios) originarios de Asia, han sido introducidos en casi todas partes del mundo. La carpa común puede medir poco más de un metro y pesar hasta 40 kilos.

Características de la carpa comun y su habitat

8.2. Principales especies de Ciprínidos

Tenemos algunas especies de ciprínidos que se cultivan y se indican en la siguiente tabla:

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

Tabla 5. *Especies comunes de Cyprinidae cultivados en el mundo*

Especie	Nombre común / país donde se produce / toneladas de producción en el 2000
<i>Catla</i>	Catla / India / 653440
<i>Carassius auratus</i>	Goldfish / Rumania / 1761
<i>Carassius</i>	Carpa cruciana / China / 1375378
<i>Cirrhinus molitorella</i>	Carpa de fango / China / 200102
<i>Cirrhinus mrigala</i>	Mrigal / India / 573 294
<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Carpa de hierba / China / 3447474
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común / China / 2718217
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Carpa plateada / China / 3 473 051
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	Carpa cabeza grande o cabezona / China / 1636623
<i>Labeo rohita</i>	Rohu / India / 795128
<i>Leptobarbus hoeveni</i>	Carpa de Hoven / Malaysia / 915
<i>Mylopharyngodon plicatus</i>	Carpa negra / China / 170786
<i>Notemigonus chrysoleucas</i>	Golden shiner / USA / 6330
<i>Osteochilus hasselti</i>	Nilem / Indonesia / 12 780
<i>Abramis brama</i>	Besugo de agua dulce / Macedonia / 126
<i>Parabramis pekinensis</i>	Besugo blanco / China / 511730
<i>Probarbus jullieni</i>	Isok barb / Tailandia /
<i>Pelecus cultratus</i>	Sichal / Ucrania /
<i>Aspis aspicus</i>	Asp / Kazajistán /
<i>Puntius gonionotus</i>	Tawes, púa plateada tailandesa / Tailandia/ 50693
<i>Puntius javanicus</i>	Lengüeta de Java / Indonesia / 31967
<i>Rutilus</i>	Roach / Francia / 2500
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rudd / Francia / 321
<i>Tinca</i>	Tenca / Francia / 1626
<i>Alburnus</i>	Fría / Macedonia / 110
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	Loach de estanque / Rep. de Corea / 882

Fuente: Adaptado de Pillay y Kutty 2005

8.3. Morfología de las carpas

Explicaremos la morfología de la carpa de cabeza grande o cabezona (*Hypophthalmichthys nobilis*) tiene las siguientes características (Towers, 2010):

- Tienen el cuerpo comprimido lateralmente, abdomen redondo antes de la aleta ventral, borde abdominal estrecho entre la aleta ventral y el ano.
- La longitud estándar es 3.1-3.5 veces la altura del cuerpo y 3.0-3.4 veces la longitud de la cabeza; cabeza grande; la longitud de la cabeza es mayor que la altura del cuerpo; su boca es terminal e inclinada hacia arriba.
- La mandíbula inferior se extiende ligeramente sobre la mandíbula superior; sin palpus; rastrillos branquiales densos y grandes en número (más de 400), no conectados.
- Tiene una fila de dientes faríngeos a cada lado, planos y lisos, fórmula 4-4; escamas pequeñas, extremas 96-110 en la línea lateral, la línea lateral se extiende hasta el pedúnculo caudal.
- La punta de la aleta ventral alcanza y excede el ano; rayo de la aleta dorsal: 3,7; rayo de la aleta pectoral: 1,17; rayo de la aleta ventral: 1,8; rayo de la aleta anal: 3, 12-13;
- Color del cuerpo: negro en la porción dorsal y lateral superior, blanco plateado en el abdomen, manchas negras irregulares en el lado lateral del cuerpo.
- Color grisáceo en las aletas.
- Es un pez euritérmico que puede tolerar temperaturas del agua de 0.5-38 ° C. Es un pez nativo de agua dulce en China, con una

amplia distribución desde las áreas de drenaje del río Pearl en el sur de China hasta las del río Heilongjiang en el norte. Habita en lagos, ríos y embalses. La carpa cabezona normalmente habita en la capa superior de la columna de agua y prefiere agua de alta fertilidad con abundante alimento natural.

8.4. Características del cultivo de carpas

Los principales sistemas utilizados para el cultivo de la carpa cabeza grande son:

- Cultivo extensivo en sistemas abiertos.
- Policultivo basado en estanques

El aspecto más importante es asegurar semillas de buena calidad, y la reproducción artificial es la que provee de la mayor cantidad de semillas para el cultivo de este ejemplo de carpa (cabeza grande).

Los principales aspectos y características del sistema de producción y cultivo de la carpa son (Tower 2010):

- Producción en criaderos: Se induce el cruzamiento, reproductores maduros son liberados en los tanques de desove, luego son inyectados con hormonas de inducción. Los gametos (óvulos y espermatozoides) se transfieren a una jarra de incubación, allí se espera hasta la fecundación y eclosión, manteniendo a los huevos y larvas suspendidos en la columna de agua de la jarra de incubación.
- Semilleros: Se usan estanques de tierra para semilleros, se deben desinfectar, fertilizar, suministrar alimento y colocar la densidad adecuada (entre 1.2 a 1.8 millones / ha). Esta fase puede tardar de 2 a 3 semanas y alcanzan un tamaño de 30 mm (esto está evaluado para China) (Towers et al. 2010).

- Cría de alevines: Los alevines deben tener un tamaño de 15 a 15 cm, su cría es similar a la del semillero (incluido el alimento y fertilización). Difieren en el tamaño de los estanques que aquí son más grandes y profundos. Se puede utilizar policultivo. La densidad poblacional es de 120000 / ha, esta fase dura de 4 a 6 meses. La tasa de supervivencia es superior al 95% (Towers et al. 2010).
- Técnicas de engorde: puede ser:
 - Policultivo en estanques y corrales: densidad de 750 - 1500 / ha para alevines de 13 a 15 cm.
 - Cultivo extensivo en pequeños estanques y reservorios: 150 - 750 / ha para alevines de 13 a 15 cm.
- Técnicas de cosecha: se realizan en la mañana por la baja temperatura, se hacen cosechas selectivas. Se capturan con red los individuos de tamaño comercial, se realizan varias cosechas parciales antes del drenaje total. Los individuos de la cosecha final pueden comercializarse o usarse para repoblar en el siguiente ciclo.
- Manipulación y procesamiento: se consume generalmente frescos, pero en algunos casos sobre todo por las distancias se enlata.



Actividad de aprendizaje recomendada

Resuelva la Infografía #2. esta actividad se centra en revisar algunos conceptos abordados en la unidad 8.

[Infografía #2](#)



Semana 11



Unidad 9. Acuicultura marina

9.1. Características principales

La maricultura que es como se denomina a la acuicultura marina y como hace referencia su nombre se realiza en el mar, en un entorno de agua marina, mientras que la acuicultura costera requiere de infraestructura construida puede ser parcial o total y está adyacente al mar.

No está muy clara la diferencia a nivel mundial sobre la acuicultura marina y la costera si se hace referencia a los resultados productivos de estas dos, para 2016, 28.7 millones de toneladas provinieron de la acuicultura marina y costera (FAO, 2018).

[Acuicultura marina una alternativa sostenible](#)

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

9.2. Especies promisorias y de interés

Entre los grupos con mayor producción y más cultivadas en este tipo de acuicultura están los moluscos con concha con un 16.9 millones de toneladas, los peces de aleta con 6.6 millones de toneladas, y los crustáceos con 4.8 millones de toneladas (FAO, 2018)

De acuerdo a Memorando Nro. MAGAP-INP-2015-0606-M emitido por el Instituto Nacional de Pesca de Ecuador el 13 de febrero de 2015 actualiza el listado de especies aptas para maricultura, quedando de la siguiente manera:

Tabla 6. *Lista de especies aptas para maricultura en Ecuador*

Permitidas	En Investigación	No permitidas
Camarón blanco	Atún aleta amarilla	Corvina ocelada
<i>Litopenaeus vannamei</i>	<i>Thunnus albacares</i>	<i>Sciaenops ocellatus</i>
Huayaípe	Robalo	Lubina
<i>Seriola rivoliana</i>	<i>Centropomus nigrescens</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>
Ostra del Pacífico	Lisa	Dorada
<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Mugil cephalus</i>	<i>Sparus aurata</i>
Pargo	Dorado	Atún rojo
<i>Lutjanus guttatus</i>	<i>Coryphaena hippurus</i>	<i>Thunnus thynnus</i>
Pepino de mar	Lenguado	
<i>Isostichopus fuscus</i>	<i>Paralichthys woolmani</i>	
	Scallop	
	<i>Argopecten circularis</i>	
	Mano de león	
	<i>Nodipecten subnodosus</i>	
	Concha prieta	
	<i>Anadara tuberculosa</i>	

Permitidas	En Investigación	No permitidas
	Alga Marina <i>Gracilaria spp.</i>	
	Cobia <i>Rachycentron canadum</i>	
	Macroalga <i>Kappaphycus alvarezii</i>	
	Tilapia <i>Oreochromis spp.</i>	

Fuente: MAGAP (2015). Actualización de lista de especies aptas para maricultura. Recuperado de: <http://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/Lista-de-especies-aptas-para-maricultura.pdf>

El atún es uno de los productos marinos más comercializados internacionalmente, con un valor de desembarque de más de 3,5 millones de toneladas por año (Halwart et al. 2008), además de la pesca de atún, se captura juveniles para engordarlos en grandes corrales marinos.

Otras especies que están en evaluación como especies promisorias en el mundo son la cobia (*Rachycentron canadum*), pargo criollo (*Lutjanus analis*).

Gran Pesca



Actividad de aprendizaje recomendada



Autoevaluación 4

Elija la respuesta correcta, tomando en cuenta las unidades 8 y 9:

1. ¿En qué país se produjo la mayor cantidad de toneladas de ciprínidos en el año 2000?
 - a. Rusia
 - b. China
 - c. India
 - d. Rumania
2. La carpa común puede pesar hasta...
 - a. 120 kg
 - b. 75kg
 - c. 60kg
 - d. 40kg
3. Una característica de la *Hypophthalmichthys nobilis* es:
 - a. Color grisáceo en las aletas.
 - b. Cuerpo de color azulado brillante
 - c. Miden mas de dos metros.
 - d. Es nativo de Corea.

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

4. En la cría de alevines, ¿qué tamaño deben tener los alevines?
 - a. 18 - 20 cm
 - b. 5 - 10 cm
 - c. 13 - 15 cm
 - d. 20 cm exactamente
5. ¿De dónde son originarios los Ciprínidos?
 - a. Europa
 - b. Asia
 - c. Antártida
 - d. América
6. ¿Cómo se denomina la acuicultura marina?
 - a. Acuicultura costera
 - b. Acuicultura
 - c. Carpicultura
 - d. Maricultura
7. ¿Cuál de las siguientes especies no esta permitida para maricultura?
 - a. Camarón Blanco, *Litopenaeus vannamei*
 - b. Ostra del pacífico, *Crassostrea gigas*
 - c. Lubina, *Dicentrarchus labrax*
 - d. Pepino de mar, *Isostichopus fuscus*
8. ¿Cuál es el valor de desembarque del atún?
 - a. mas 3.5 millones de toneladas por año.
 - b. mas 2.3 millones de toneladas por año.
 - c. mas de 1 millón de toneladas mensuales.
 - d. 7 millones de toneladas al año.

9. ¿Cuál de estas actividades no es necesaria en semilleros?

- a. Desinfectar
- b. Fertilizar
- c. Agregar tintes especiales
- d. Suministrar alimento

10. ¿Qué país domina la industria del cultivo de tilapias?

- a. Canadá
- b. Brasil
- c. Ecuador
- d. China

[Ir al solucionario](#)

[Índice](#)

[Primer
bimestre](#)

[Segundo
bimestre](#)

[Solucionario](#)

[Referencias
bibliográficas](#)



Semana 12



Unidad 10. Camaronicultura

10.1. Introducción

La producción de camarón en países de Latinoamérica, del este y sur África son los principales productores, mientras que India y Ecuador son los países con alta producción.

10.2. Especies comerciales

Ejemplos de cosechas de semillas para camarones:

Entre los camarones utilizados en la acuicultura, hay dos grupos principales, los Penaeidae y los Caridea. Su biología y ciclos de vida son diferentes.

Producción de camarón

Un ejemplo de Penaeidae es, *Penaeus notialis* que se captura y a veces se cultiva. El desove se lleva a cabo en el mar y la hembra es reconocida por ovarios y coloración bien desarrollados. Ella muda

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

poco antes de desovar. El macho coloca un espermátforo en la teca hembra que se mantiene hasta la deposición del huevo. Las diversas etapas del desarrollo posterior al huevo ocurren en el mar. Después de aproximadamente 3 semanas, las crías, llamadas post larvas, comienzan a migrar a los estuarios. Las larvas son atraídas por la luz, y a menudo son recolectadas por redes de cerco y redes profundas durante la noche. En otros casos, la granja está llena de agua que se sabe que contiene grandes cantidades de postlarvas. Las larvas también se pueden recolectar usando racimos de palmeras o ramas de coco atadas y colocadas en el fondo de la laguna. Después de unos días, las trampas están rodeadas por una red de malla fina y se eliminan las ramas.

Taxonomomía

Tipo	Ejemplo
Reino:	Animalia
Filo	Arthropoda
Subfilo:	Crustacea
Clase	Malacostraca
Orden	Decapoda
Suborden:	Dendrobranchiata
Infraorden:	Caridea
Familia	Penaeidae
Género	Litopenaeus
Especie	P. vannamei (Boone (1931))

Para el grupo de Caridea, un ejemplo de especie cultivada es *Macrobrachium rosenbergii*. Esta especie pasa su vida en agua salobre o agua dulce, y migra a los estuarios o lagunas para desovar. Se capturan hembras grávidas o post larvas. Nuevamente se utilizan trampas, redes profundas, etc. para la captura.

Cómo Cultivar Camarones y peces en Acuacultivo

10.3. Las piscinas camaroneras

Los estanques o piscinas camaroneras son instalados generalmente a las cercanías de un cuerpo de agua de mar, se construyen con diques de tierra lo que supondría costes bajos de implementación, pero esto dependerá de las condiciones y cotizaciones de la localidad. Aunque se espera que uno de estos estanques tenga una vida útil de al menos 15 años, pero eso dependerá de la planificación de la construcción y de las medidas de manejo y/o mantenimiento que se hagan durante el funcionamiento del sistema de producción acuícola.



Figura 4. Disposición de una piscina camaronera en Ecuador, note la cubierta vegetal de los diques que separan las piscinas.

Fuente: Imagen recuperada de: <http://www.songa.com/camaroneras.php>

Las piscinas camaroneras al igual que cualquier estanque usado en acuicultura debe tener unas características que aseguren el objetivo de producir camarones u otros organismos bioacuáticos, entre las cuales mencionamos:

Toda piscina camaronera debe contar con una entrada de abastecimiento de agua, algunos sistemas de producción usan tuberías amplias para llenar los estanques, otros usan canales de llenado, en todo caso las dimensiones de estos deben ser

proporcionales al área y volumen de la piscina de producción de camarones.

Debe tener un sistema de drenaje con la finalidad de poder vaciar el estanque generalmente al final del ciclo de cultivo y principalmente para realizar la cosecha. Este sistema se solapa con el desnivel del estanque que dirige el agua hacia el drenaje.

Se debe luego del vaciado dejar unos días sin agua el estanque para poder reducir por oxidación la materia orgánica acumulada en el fondo y retirar obstáculos del fondo como troncos o ramas grandes. Algunos expertos recomiendan además adicionar cal al fondo para mejorar el pH y cloro para reducir la carga de patógenos.

En todo caso el planeamiento y la construcción de una piscina camaronera debe tomar en cuenta;

Debe existir una fuente de agua cercana y abundante, considere adicional la calidad del agua y los requerimientos de esta para su cultivo.

Debe colocarse el estanque sobre un suelo impermeable, los diques deben ser lo suficientemente resistentes para soportar la presión del agua sobre todo hacia el desnivel.

El terreno donde se va a construir debería ser preferiblemente poco accidentado, para evitar costos adicionales, pero si no fuese posible el estanque se ajustará en tamaño. Es preferible terrenos con pendientes entre 0.5% y 1.0%. No olvide de dar los últimos arreglos que generalmente demandan mano de obra para arreglar el talud o muros, recoger ramas o restos de los materiales de construcción.

Es necesario sembrar algún tipo de pasto (la grama -*Paspalum notatum*- es más resistente a la salinidad de este tipo de sistema) en la corona y talud donde no llegue el nivel de llenado de agua, para evitar la pérdida de suelo por erosión.

No construya su estanque tan profundo que demande más tiempo de llenado ya que necesitará mayor esfuerzo de llenado, pero tampoco tan superficiales que la maleza la termine colonizando rápidamente, haga estanques con profundidades desde 80 cm hasta 180 cm. Pero es mejor consultar a los expertos.

Recuerde diseñar el sistema de drenaje de tal manera que permita salir primero el agua del fondo, antes de realizar la siembra de larvas, visite los estanques llenos diariamente buscando posibles filtraciones y regular la cantidad de agua en cada piscina.

10.4.Ciclo de vida del camarón

El ciclo de vida del camarón puede resumirse en las siguientes fases:

Un estadio de desove, que implica la fertilización de los óvulos de las hembras por parte de los machos.

Un estadio de desarrollo embrionario y larval, esta etapa abarca el desarrollo de los huevos que son colocados cerca del fondo del estanque (demersal), la eclosión (apertura de los huevos) y la salida de las larvas que tendrán vida libre en el agua (planctónica).

Una etapa post-larval en la que las larvas más desarrolladas se dirigen hacia el fondo del estanque (bentónica).

Una etapa de juveniles y preadultos en la que los individuos salen del fondo hacia aguas costeras (cercanas a la orilla o manglar).

La última etapa de adultez donde alcanzan la madurez sexual, da paso al cortejo, la fecundación (unión de las células reproductoras) y se mueven a aguas profundas para el desove nuevamente. Algunos autores logran reconocer hasta 11 etapas de desarrollo en el ciclo de vida del camarón (García y Le Reste, 1986).

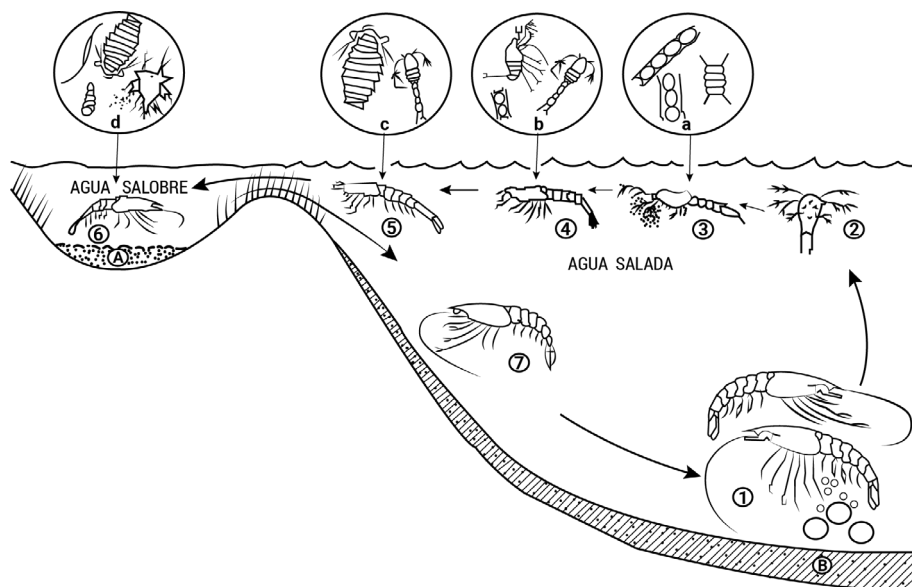


Figura 5. Ciclo vital de un camarón peneído típico: 1: maduración y reproducción; 2: nauplii; 3: protozoas; 4: mysis; 5: postlarvas; 6: juveniles; 7: adultos.

Fuente: (Recuperado de: <http://www.fao.org/3/AB466S/AB466S02.htm>).



Actividad de aprendizaje recomendada

Haga un mapa mental de los conceptos implicados en las distintas etapas del cultivo de camarón, recuerde primero empezar con el ciclo de vida del camarón para así poder organizar el cultivo por etapas.

Resuelva la Sopa de letras #2, esta actividad se centra en revisar algunos conceptos abordados en la Unidad 10.

[Sopa de letras #2](#)



Semana 13



Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

Unidad 11. Gestión sanitaria de las explotaciones acuícolas.

El establecimiento de sistemas de producción acuícola se planifica con el objetivo de crear condiciones de producción para los animales de tal manera que permitan prevenir la aparición de enfermedades, si aparecen enfermedades poder controlarlas rápida y eficientemente (bajo costo).

11.1. Marco legal

Existe un **Código Sanitario para los Animales Acuáticos**, aprobado por la Asamblea Mundial de delegados en la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), cuyo objetivo de velar por la seguridad sanitaria del comercio internacional de animales acuáticos (anfibios, crustáceos, moluscos y peces) (OIE, 2009)

Existe una **ley orgánica de pesca y acuicultura** que tiene por objetivo ordenar y regular las actividades pesqueras y acuícolas en todas sus fases: de extracción, recolección, reproducción, cría, cultivo, procesamiento, almacenamiento, comercialización interna y externa (Ministerio de Acuicultura y Pesca, 2017)

Existe un **Ministerio de acuicultura y Pesca** que se encarga de gestionar, regular y controlar la actividad pesquera y acuícola (Ministerio de acuicultura y Pesca, 2020).

Existe un **Instituto Nacional de Pesca** que se encarga de realizar investigaciones científicas y tecnológicas de los recursos bioacuáticos, basada en el conocimiento del medio ambiente y de los organismos que lo habitan con la finalidad de evaluar su potencial, diversificar la producción, propender al desarrollo de la actividad pesquera y lograr su óptima y racional utilización (INP, 2020)

Existe una **Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario** que se encarga del control y regulación para la protección y el mejoramiento de la sanidad animal, sanidad vegetal e inocuidad alimentaria (ARCSA, 2020)

11.2. Enfermedades más comunes en acuicultura

En acuicultura la susceptibilidad a enfermedades es motivo de mucha atención, ya que los productos bioacuáticos en sistemas de producción son importantes en la economía de los estados, por tal motivo vigilar y precautelar la sanidad de animales acuáticos es una obligación.

Estrategias para evitar la mortalidad de truchas

La OIE designa la infección clínica, o no, provocada por uno o varios agentes patógenos como una enfermedad (OIE, 2020) y establece el Código Sanitario para los Animales Acuáticos y enlista las enfermedades de la siguiente manera:

Enfermedades listadas por la OIE (Organización Mundial de Sanidad animal)

Enfermedades de los peces:	Enfermedades de los moluscos:
<p>Infección por <i>Aphanomyces invadans</i> (Síndrome ulcerante epizootico)</p> <p>Infección por el alfavirus de los salmónidos</p> <p>Infección por el herpes virosis de la carpa koi</p> <p>Infección por el iridovirus de la dorada japonesa</p> <p>– Infección por el virus de la necrosis hematopoyética epizootica</p> <p>Infección por el virus de la necrosis hematopoyética infecciosa</p> <p>Infección por el virus de la septicemia hemorrágica viral</p> <p>Infección por el virus de la viremia primaveral de la carpa</p> <p>Infección por <i>Gyrodactylus salaris</i></p> <p>Infección por las variantes con supresión en la HPR y HPR0 del virus de la anemia infecciosa del salmón.</p>	<p>Infección por <i>Bonamia ostreae</i></p> <p>Infección por <i>Bonamia exitiosa</i></p> <p>Infección por el herpes virus del Avalon</p> <p>Infección por <i>Marteilia refringens</i></p> <p>Infección por <i>Perkinsus marinus</i></p> <p>Infección por <i>Perkinsus olseni</i></p> <p>Infección por <i>Xenohaliotis californiensis</i>.</p>
Enfermedades de los crustáceos:	Enfermedades de los anfibios:
<p>Enfermedad de la necrosis hepatopancreática aguda</p> <p>Infección por <i>Aphanomyces astaci</i> (plaga del cangrejo de río)</p> <p>Infección por el nodavirus <i>Macrobrachium rosenbergii</i> (enfermedad de la cola blanca)</p> <p>Infección por el virus de la cabeza amarilla genotipo 1</p> <p>Infección por el virus de la mionecrosis infecciosa</p> <p>Infección por el virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa</p> <p>Infección por el virus del síndrome de las manchas blancas</p> <p>Infección por el virus del síndrome de Taura</p> <p>Infección por <i>Hepatobacter penaei</i> (hepatopancreatitis necrotizante)</p>	<p>Infección por <i>Batrachochytrium dendrobatidis</i></p> <p>Infección por <i>Batrachochytrium salamandrivorans</i></p> <p>Infección por las especies de <i>Ranavirus</i>.</p>

Fuente: OIE (2019). Código Sanitario para los Animales Acuáticos. Recuperado de https://www.oie.int/index.php?id=171&L=2&htmfile=chapitre_diseases_listed.htm

Las enfermedades de los organismos bioacuáticos suelen ser de diferentes orígenes y se reconocen principalmente por ser afecciones de origen patogénico tales como: hongos, bacterias, virus, algas o parásitos invertebrados. Algunos autores reconocen además afecciones de origen físico como la variación de temperatura, sólidos en suspensión, variaciones extremas de temperatura, radiación solar anormal, traumatismo, afecciones de origen químico como sustancias orgánicas e inorgánicas en el agua, residuos metabólicos debido a las altas densidades de cultivo que aumentan la cantidad de CO₂, nitritos y gas amonio (Balbuena, 2011). Inclusive las enfermedades infecciosas tienen mayor incidencia debido a las malas prácticas de compartición entre países que propagan las enfermedades infecciosas debido al fenómeno de transfronterización de enfermedades de camarón por ejemplo (Varela-Mejías, 2017).

[Índices de mortalidad y las 4 enfermedades que más afectan a la tilapia roja](#)

11.3. Bioseguridad

La OIE define el término bioseguridad en sentido amplio a las medidas o acciones de gestión y de infraestructura que se ejecutan con la finalidad de evitar o mitigar el riesgo de contagio o ingreso de agentes patógenos y la probabilidad de propagación dentro de las poblaciones de animales acuáticos (OIE, 2020).

[Acuicultura bioseguridad - planes sanitarios 250220](#)

En términos de Bioseguridad organizaciones de control internacional entre las que destacan el gobierno de España establecen componentes mínimos de un plan de bioseguridad que se detallan a continuación (OESA, 2020)

1. Medidas en relación con la retirada de animales muertos:

Crear un protocolo de retirada de animales muertos que garantice la recogida de los mismos en condiciones de bioseguridad adecuadas.

Determinar la frecuencia de retirada de mortalidades. La frecuencia debe ser adecuada para el censo y tipo de explotación.

Mantener un registro de retirada de mortalidades. Todas las retiradas deben estar registradas incluyendo fecha y número de animales/kg retirados.

Establecer medidas de limpieza y desinfección de los contenedores de mantenimiento de animales muertos hasta su retirada definitiva.

En caso de mortalidad normal de animales acuáticos en los sistemas de producción o en el medio natural, deberá notificarse a la autoridad competente a fin de que se tomen las medidas necesarias para eliminar los animales muertos y paliar el riesgo de la eventual propagación de enfermedades de los animales acuáticos.

2. Protocolo de manejo ante brotes de enfermedad:

Se debe documentar las medidas a tomar ante la detección de una enfermedad en el sistema de producción.

En cuyo caso se debe contar con la dirigencia de la autoridad competente o la participación de personal técnico competente en patología de las especies cultivadas.

3. Formación a los empleados sobre patologías de las especies que existen en la explotación, medidas de bioseguridad y buenas prácticas de higiene primaria:

Deberá existir un plan de formación que recoja las asignaturas y las horas a impartir

4. Vigilancia pasiva de enfermedades:

Deben estar documentadas dos tipos de medidas;

Medidas para asegurar que los animales tienen una supervisión constante por un veterinario o por personal formado para detectar cualquier sintomatología clínica anormal.

Medidas para garantizar que el personal conoce su obligación de notificar cualquier enfermedad de declaración obligatoria, incluidas enfermedades emergentes.

Estas medidas pueden ser únicamente de formación.

5. Vallado del sistema de producción en todo su perímetro (en los casos en que sea posible)

Para aquellos sistemas de producción acuícola ubicadas en tierra, el vallado deberá impedir el acceso de personas y vehículos, así como de otros animales.

En todas las explotaciones se deberán tomar medidas para evitar en la medida de lo posible, el contacto con animales acuáticos silvestres

6. Establecimiento de cuarentena

Aquellos movimientos en los que sea obligatoria una cuarentena, esta deberá realizarse en una estación de cuarentena adecuada y exclusiva para ese efecto.

Los casos de cuarentena son:

Especies portadoras, cuando se introduzcan con fines de explotación o repoblación en una provincia miembro, zona o compartimento declarado oficialmente libre de esa enfermedad.

Animales acuáticos silvestres que provengan de zonas o compartimentos que no hayan sido declarados libres de una enfermedad.

Movimientos entre zonas sometidas a programas de vigilancia o erradicación.

Además de estos casos, en cualquier movimiento de entrada de animales que suponga un riesgo de transmisión de enfermedades, es recomendable llevar a cabo una cuarentena.

Deberá documentarse un protocolo que recoja las condiciones en las que se llevará a cabo una cuarentena en el sistema de producción.

7. acceso de personal a las instalaciones

El cultivo deberá disponer de:

Plan de acceso del personal, con delimitación de las distintas zonas de la instalación y los requisitos y normas de acceso.

Protocolo para las visitas. Listado de medidas que se tomarán para el acceso de personal ajeno al cultivo.

La documentación deberá recoger.

Acceso mediante pediluvios (baño de pies), los productos desinfectantes que se utilizarán y cómo se llevará el registro del cambio de producto desinfectante del pediluvio.

Siempre que sea posible, usar ropa exclusiva para ingresar al cultivo.

8. Plan de desinfección

Elaborar un documento de evaluación de las posibles rutas de transmisión de agentes infecciosos, el tipo de material que se

desinfectara, los agentes patógenos que han de inactivarse, las precauciones en términos de sanidad y seguridad, las medidas de control requeridas y el entorno donde se va a realizar el proceso.

Determinar los procedimientos de limpieza previa a la desinfección, los desinfectantes que se emplearán, concentraciones y modo de uso en función de los patógenos que se pretende inactivar y el entorno en la que se vaya a aplicar. El plan de desinfección deberá revisarse regularmente y prever un mecanismo para determinar su eficacia. Cualquier cambio en el plan de desinfección también deberá documentarse.

9. Manipulación, eliminación y tratamiento de cuerpos enteros o partes de animales acuáticos no destinados al consumo humano.

Deberá documentarse el procedimiento para la recogida, transporte, manipulación, tratamiento, transformación, procesamiento, almacenamiento, introducción en el mercado, distribución, uso y eliminación de los cuerpos enteros o partes de animales acuáticos no destinados al consumo humano, incluidos los oocitos, embriones y esperma.

Este procedimiento se realizará de conformidad con lo sugerido por la autoridad competente bajo la premisa de medida de bioseguridad.



Actividad de aprendizaje recomendada

Haga cuadros sinópticos de los conceptos implicados en la Gestión sanitaria de las explotaciones acuícolas, recuerde que estos se encuentran enmarcados en la legislación de cada país, además agregue los elementos de bioseguridad mínimos que se deben tener para empezar el funcionamiento de una explotación acuícola supuesta.



Autoevaluación 5

Escoja la respuesta correcta, tomando en cuenta las unidades 10 y 11:

1. Para la cosecha de *Penaeus notialis*, este se:
 - a. Captura y a veces se cultiva.
 - b. Se pesca solamente
 - c. Se cultiva solamente
 - d. Ninguna de las anteriores
2. ¿Dónde ocurren las diversas etapas del desarrollo posterior al huevo de Penaeidae?
 - a. En el abdómen de la madre.
 - b. En un cultivo aislados individualmente
 - c. En el mar
 - d. En un cascarón
3. ¿Por qué son atraídas las larvas de Penaeidae para ser recolectadas?
 - a. Alimento
 - b. Luz
 - c. Calor
 - d. Minerales

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

4. Respecto a la construcción de piscinas camaroneras, ¿cuál de estas afirmaciones no es correcta?
- a. Debe existir una fuente de agua cercana y abundante.
 - b. Debe colocarse el estanque sobre un suelo impermeable.
 - c. El terreno donde se va a construir debería ser preferiblemente poco accidentado.
 - d. Los estanques deben tener profundidades de 2.5 m a 4m.
5. ¿Cuál es la etapa de vida del camarón en la que alcanza la madurez sexual?
- a. Etapa post-larval
 - b. Etapa de adultez
 - c. Etapa juvenil
 - d. Etapa preadulta
6. ¿Cuál es el objetivo de la ley orgánica de pesca y acuicultura?
- a. Ordenar y regular las actividades pesqueras y acuícolas en todas sus fases.
 - b. Velar por la seguridad sanitaria del comercio internacional de animales acuáticos.
 - c. Gestionar, regular y controlar la actividad pesquera y acuícola.
 - d. Control y regulación para la protección y el mejoramiento para la sanidad animal, sanidad vegetal e inocuidad alimentaria.
7. Seleccione una enfermedad de los peces:
- a. Infección por *Bonamia exitiosa*.
 - b. Síndrome ulcerante epizoótico.
 - c. Infección por *Perkinsus marinus*.
 - d. Infección por el herpesvirus del abalón

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

8. ¿Cuál de las siguientes no es una medida en relación a la retirada de animales muertos?
- a. Determinar la frecuencia de retirada de mortalidades
 - b. Mantener un registro de retirada de mortalidades.
 - c. Establecer medidas de limpieza y desinfección de los contenedores de mantenimiento de animales muertos hasta su retirada definitiva.
 - d. Formación a los empleados sobre patologías de las especies que existen en la explotación.
9. ¿Cuál de los siguientes no es un caso de cuarentena?
- a. Especies portadoras, cuando se introduzcan en una zona declarada libre de esa enfermedad.
 - b. Movimientos entre zonas sometidas a programas de vigilancia o erradicación.
 - c. Infecciones comúnmente dadas en los individuos.
 - d. Animales acuáticos silvestres que provengan de zonas que no hayan sido declarados libres de una enfermedad.
10. ¿Qué debe incluir un plan de desinfección?
- a. Desinfectantes que se emplearan.
 - b. Transporte empleado
 - c. Periodos de cuarentena.
 - d. Zona de almacenamiento del producto

[Ir al solucionario](#)

[Índice](#)

[Primer
bimestre](#)

[Segundo
bimestre](#)

[Solucionario](#)

[Referencias
bibliográficas](#)



Semana 14

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

Unidad 12. Cultivos auxiliares

Los sistemas de producción acuícola generalmente inician el cultivo a partir de larvas de los distintos organismos bioacuáticos, por lo tanto, se encuentran limitados por la disponibilidad en cantidad y calidad del alimento de los diferentes organismos cultivados en etapa larval. La etapa larval condiciona que la adecuada alimentación definirá el éxito del cultivo. Dependiendo de la especie cultivada se deberá disponer de los organismos adecuados para la ingestión de dichas larvas. Por ejemplo, los moluscos necesitarán microalgas, mientras que las larvas de peces (alevinos) necesitarán organismos que fomenten su conducta depredadora. Por lo que la implementación de cultivos auxiliares en un sistema de producción acuícola se vuelve necesario en alto grado.

12.1. Cultivo de artemia salina

Artemia salina (*Artemia sp.*), es un crustáceo de más o menos 1 cm de tamaño adulto, de color rojizo (Figura 6.), cultivado de manera auxiliar porque tiene las características adecuadas para la alimentación de peces y camarones. Una característica importante

es que artemia soporta amplias variaciones de temperatura (de 6°C a 35°C) y soporta niveles de salinidad superiores al agua de mar e inclusive próximas a la saturación de sal (Corral, et al, 2000)



Figura 6. Imagen de dos individuos de Artemia sp. aislados

Fuente: Hans Hillewaert (2010). Brine shrimp. Laboratory picture.

Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Artemia_salina#/media/Archivo:Artemia_salina_2.jpg

La forma de cultivo es relativamente sencilla; se pueden conseguir conectándolos en lagos salados o en salitrales, se encuentran en forma de células revestidas de una membrana endurecida, llamados cistes que no son otra cosa que embriones en estado latente. Una vez obtenidos o adquiridos se procede al descapsular los cistes, que consiste en disolver la endurecida membrana externa, se lo hace hidratando los cistes (por una hora) en agua de mar hasta

que se hinchan y forman pequeñas esferas y luego se sumergen en una solución de hipoclorito de sodio para disolver la membrana endurecida, a medida que se disuelve la membrana las esferas cambian de color a naranja intenso, luego de unos 7 a 10 minutos se filtran y lavan sumergiéndolos en ácido clorhídrico diluido, con el fin de eliminar el hipoclorito de sodio (Corral, et al, 2000).

Cultivo de artemia

Una vez obtenidos los nauplios se pueden deshidratar hasta que se los vaya a usar, el cultivo de los nauplios se debe hacer en tanques con oxigenación (aireación hasta llegar a la saturación de oxígeno) esto debido que se deben cultivar en altas densidades. algunos parámetros a tomar en cuenta son:

La salinidad debe ser de 35‰ a una temperatura de 25 a 30 °C

Los tanques de cultivo deben estar muy aireados para alcanzar niveles próximos a saturación de oxígeno.

Durante el cultivo los tanques deben estar iluminados con al menos 1000 lux por varias horas en el día.

Como habrá una mezcla de nauplios, cistes sin eclosionar y restos de membranas duras hay que hacer un sifoneo, ya que los nauplios se ubicarán en la parte baja y los otros elementos flotan en el tanque.

12.2. Cultivo de otros microorganismos

Uno de los microorganismos mayormente utilizados en acuicultura son los rotíferos (*Brachionus plicatilis*) debido a su alto poder de crecimiento y valor nutricional para larvas de crustáceos y peces. En las zonas tropicales se pueden encontrar rotíferos en aguas de lagos salados, marismas o lagunas estuarinas.

Los rotíferos al contrario que la artemia no demandan niveles altos de oxígeno y no requieren aguas limpias, con lo cual su cultivo podría parecer mucho más sencillo. Son organismos de pequeño tamaño que van de 0,2 a 0,25 milímetros, filtradores que se alimentan de microalgas (fitoplancton), aunque se diferencian como machos y hembras presentan lo que se conoce como alternancia de generación en la reproducción, es decir, tienen una fase reproductiva sexual y una asexual. Poseen un amplio rango de salinidad y temperatura que va desde 5‰ al 70‰ de salinidad y de 4 a 32 °C de temperatura (Corral, et al, 2000).

Se pueden cultivar, tomando en cuenta la fase de reproducción asexual, caracterizada por la formación de un huevo mictico (que puede permanecer latente por muchos años) en tanques bastante oxigenados a 25°C y agregando algas unicelulares (lo que implica tener otro cultivo auxiliar, las microalgas) preferentemente, aunque se pueden sostener con levaduras a expensas de que el valor nutricional disminuye en ácidos grasos (Corral, et al, 2000).

El cultivo empieza con un cultivo de algas unicelulares, cuando la densidad de las algas es la máxima, se inoculan los huevos de rotíferos, al eclosionar consumirá las microalgas y cuando la densidad de estas baje se puede utilizar los rotíferos para alimentar las larvas de peces o crustáceos (Corral, et al, 2000).

Vale la pena mencionar que existen productos para el cultivo de microorganismos bajo distintas marcas comerciales, es preferible consultar a expertos para obtener el mejor rendimiento del cultivo.

[Acuicultura, Cultivo de Peces de Aguas Cálidas](#)

12.3. Cultivo de peces ornamentales

En los últimos años a nivel mundial se ha venido dando un interés en la producción de peces ornamentales, es por ello que al ser una actividad relativamente reciente, se abre un nuevo nicho de mercado en nuestra región.

Cómo se realiza el proceso de acuicultura



Actividad de aprendizaje recomendada

Para tener una idea más práctica acerca de los cultivos auxiliares en esta caso de artemia, es recomendable ver el [video](https://www.youtube.com/watch?v=4HcOzanzalg) (Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=4HcOzanzalg>), en el cual podrá observar usted lo profundizado que está este tipo de cultivo y lo sencillo que podría parecer, además de encontrar algunas sugerencias, aplicaciones y materiales necesarios para producir su propio cultivo de artemia.

Para tener una idea practica a pequeña escala del cultivo de rotíferos puede usted ver el [video](https://youtu.be/XB-fy6AUNGs) (Recuperado de: <https://youtu.be/XB-fy6AUNGs>), en el que se muestran aspectos de la biología de los rotíferos, los materiales necesarios para realizar un cultivo, los aspectos comerciales de producción de rotíferos por mililitro de solución y al menos un producto comercial que podría estar al alcance de su cultivo.



Semana 15

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

Unidad 13. Cosecha y transporte

Los métodos de cosecha dependen del sistema de cultivo. las especies cultivadas y la forma en la cual el producto será comercializado.

Cosecha de los peces

Los estanques de peces bien diseñados tienen adecuaciones para el drenaje y la cosecha, esto no sucede en corrales, donde se deben usar redes y otros dispositivos de pesca. En los cultivos de aguas abiertas el equipo de pesca es el utilizado y es el más común. La recolección representa un trabajo intenso en mano de obra en las granjas acuícolas, y se están mecanizando estos procesos a fin de reducir tiempo y costos (Pillay et al. 2005).

13.1. Sistemas de cosecha:

Cosecha en estanques drenados: Es relativamente fácil, si hay un sumidero de cosecha o un dispositivo similar. En estanque de cría de alevines es casi esencial tener un sumidero de cosecha para evitar lesiones a los alevines durante la cosecha. El drenaje

se realiza a una velocidad adecuada al tamaño de la salida y los canales de drenaje, y los peces se concentran en el sumidero de cosecha. Desde el sumidero de cosecha, los peces se pueden recoger cargando equipos, si es necesario con la ayuda de una red. En caso de que el sumidero de recolección se considere demasiado pequeño para la cantidad de pescado, puede ser necesario combinar el cercado y el drenaje para cosechar el pescado en buenas condiciones. Algunos de los peces pueden ser atrapados y el resto encerrados o cercados en el sumidero. Cuando se comercializan peces vivos, es útil rociar agua fresca o airear el agua en el sumidero, para evitar el debilitamiento o la mortalidad de los peces (Pillay et al. 2005).

Cercado de estanques no drenables: Los llamados estanques de agua dulce o de agua salobre no drenables requieren bombeo para drenar. Cuando se practican la recolección y la siembra múltiple, es necesario recurrir a la pesca con artes de pesca comerciales. El equipo de pesca más común para las granjas de estanques es una red de cerco. Es adecuado para la captura de la mayoría de las especies de peces, aunque algunas especies como la tilapia (por ejemplo, *Tilapia aurea*) y ciertas cepas de carpa común pueden escapar de las redes al excavar en el lodo del fondo. Especies como el salmonete, el pez lechero y la carpa plateada pueden escapar saltando la red (Pillay et al. 2005)

Cuando la cosecha se realiza por cerco, la forma y el tamaño de los estanques en las granjas se diseñan teniendo esto en cuenta. Por lo general, la longitud de una red de cerco es aproximadamente una vez y media el ancho del estanque y la profundidad de dos a tres veces la profundidad del estanque.

Cosecha en cajas: Es relativamente fácil cosechar existencias de sistemas de cultivo intensivo, particularmente granjas de tanques y canales. Se pueden drenar fácilmente parcial o completamente según sea necesario y los animales se pueden retirar con redes de

inmersión o mallas adecuadas. La recolección en granjas de jaulas puede ser un poco más compleja, dependiendo de la ubicación y el tamaño de las jaulas. Excepto en el caso de jaulas pequeñas, no será práctico ni aconsejable levantarlas para retirar el stock. En muchos casos, es posible remolcar las jaulas a la orilla y cosechar el stock utilizando redes de inmersión. Donde esto no es factible, es posible que se deban usar botes. Cuando la granja tiene pasarelas centrales o periféricas, es más fácil levantar las jaulas y sacar a los animales. Pero incluso entonces, algunos productores prefieren usar redes de cerco para recolectar los peces y, en grandes granjas, se pueden usar bombas para transferir los peces al área de carga por la profundidad del estanque (Pillay et al. 2005).

13.2. Transporte en vivo

Es una práctica común en muchas granjas piscícolas, se la emplea en eventos como:

- Después de la cosecha, durante la clasificación
- Llevar los peces a almacenamiento vivo a corto plazo
- Almacenamiento en los estanques en la misma granja o en otro lugar para sembrar o para cultivar.
- Llevar pescado vivo al mercado.

El tiempo que tome esta actividad puede variar dependiendo de la distancia y de la metodología usada, por ejemplo, en la misma granja, el tiempo es corto; al salir de la granja, el tiempo es más largo (FAO, 2018c).

El producto se puede mover en camiones, a pie, bicicleta, motocicletas, camionetas, avión, barco, tren; y dependerá de la cantidad de producto a mover.

Hay consideraciones importantes en el proceso de transporte:

- Cambios en la calidad del agua durante el transporte: se debe controlar los cambios del agua de transporte para los siguientes elementos:
 - Oxígeno disuelto
 - Actividad bacterial
 - Amonio
 - Dióxido de carbono
 - Incremento de temperatura
 - Incremento de sólidos suspendidos
- Selección del agua de transporte: para períodos largos el agua de transporte debe ser seleccionada y cumplir con requisitos mínimos:
 - Agua fría
 - pH cerca de 7 a 7.5
 - Ligeramente alcalina
 - Debe estar libre de sólidos suspendidos
 - Libre de químicos peligrosos
- Organizar los peces vivos para mejores resultados en el transporte
- Bajar la temperatura del agua de transporte
- Mejorar el contenido de oxígeno en el agua durante el transporte.
- Controlar el número o peso de los peces a transportar en el contenedor
- Escoger un método de transporte adecuado según la especie.

- Transportar adecuadamente los reproductores en la granja
- Transportar los juveniles en pequeños contenedores.
- Transportar en hamacas y piscinas vivas los peces a cortas distancias.
- Los barriles también se pueden usar para el transporte de peces vivos.
- Usar tanques de transporte especializados o bolsas, o barriles de plástico.

Especificaciones para una correcta producción piscícola

13.3.Preservación y procesamiento

Lo importante es tratar de mantener el producto lo más fresco posible, depende del mercado objetivo los procesos y técnicas que se empleen en apartado.

La conservación del pescado -por frio



Actividad de aprendizaje recomendada

Resuelva el crucigrama # 2. esta actividad se centra en revisar algunos conceptos abordados en la unidad 13.

Crucigrama # 2.



Autoevaluación 6

Escoja la respuesta correcta, tomando en cuenta las unidades 12 y 13:

1. ¿Qué organismos ingesta las larvas de moluscos?
 - a. Peces pequeños
 - b. Fitoplancton
 - c. Microalgas
 - d. Organismos que fomenten su conducta depredadora.
2. La Artemia salina tiene características adecuadas para la alimentación de:
 - a. Moluscos
 - b. Peces y camarones
 - c. Anfibios
 - d. Mamíferos
3. Para descapsular los cistes deben ser hidratados con:
 - a. Agua dulce
 - b. Alcohol
 - c. Agua con Vitaminas
 - d. Agua de mar
4. ¿En dónde se colectan los cultivos de Artemia?
 - a. En lagos salados o salitres
 - b. En piscinas
 - c. En estanques de agua dulce
 - d. En charcas

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

5. ¿Qué demandan los cultivos de rotíferos?
 - a. Agua limpia
 - b. Altos niveles de oxígeno
 - c. Muy baja temperatura del medio
 - d. Ninguno de los ítems.
6. ¿Cuál de los siguientes no es un sistema de cosecha?
 - a. Cosecha en estanques drenados.
 - b. Cosecha de redes
 - c. Cosecha de estanques no drenables.
 - d. Cosecha en cajas.
7. ¿En cuál de estos eventos no se emplea el transporte en vivo?
 - a. Exportación.
 - b. Después de la cosecha, durante la clasificación
 - c. Llevar los peces a almacenamiento vivo a corto plazo.
 - d. Llevar pescado vivo al mercado
8. La cosecha en cajas es particularmente fácil en granjas:
 - a. De estanques
 - b. De piscinas
 - c. De Tanques y canales.
 - d. De jaulas.
9. ¿Para qué elemento se debe controlar los cambios del agua de transporte?
 - a. Fósforo
 - b. Oxígeno disuelto
 - c. Salinidad
 - d. Alcohol

10. ¿Cuál de estos requisitos no debe cumplir el agua para periodos largos de transporte?

- a. Agua fría
- b. Ligeramente alcalina
- c. pH de 10 a 10.8
- d. Libre de químicos peligrosos.

[Ir al solucionario](#)

[Índice](#)

[Primer
bimestre](#)

[Segundo
bimestre](#)

[Solucionario](#)

[Referencias
bibliográficas](#)



Actividades finales del bimestre



Semana 16

Apreciado estudiante, hemos llegado al final del segundo bimestre, recuerde dedicar esta semana a recordar y reforzar los temas revisados en las unidades 7 a la 13, Para ello usted deberá analizar los contenidos respecto de:

Unidad 7: Acuicultura tropical y de agua dulce, recuerde las principales especies cultivadas y las propiedades físicas y necesidades del cultivo.

Unidad 8: Carpicultura; las principales especies de carpas (Ciprínidos), la morfología externa y las características del cultivo de carpa.

Unidad 9: Acuicultura marina (maricultura), analice las características principales y las especies promisorias y de interés.

Unidad 10: Camaronicultura, estudie el cultivo de camarón que es de gran importancia en la economía global, recuerde las especies comerciales, las características de las piscinas camaroneras, así como el ciclo de vida del camarón.

Unidad 11: Gestión sanitaria de las explotaciones acuícolas, analice y recuerde el marco legal, las enfermedades más comunes en acuicultura y los elementos de bioseguridad.

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

Unidad 12: Cultivos auxiliares: recuerde las características del cultivo de artemia salina y otros microorganismos como los rotíferos.

Y finalmente la Unidad 13: Cosecha y transporte, recuerde y asocie los sistemas de cultivo de cosechas extensivas, intensivos y las características del transporte en vivo de peces.

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)



4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c	Los organismos como peces, crustáceos, moluscos, plantas o microorganismos cuyo hábitat principalmente es el agua son reconocidos como <i>organismos acuáticos</i> . El ecosistema en el que viven estos organismos acuáticos constituyen un <i>sistema acuícola</i> .
2	d	El agua (H ₂ O) puede almacenar gran cantidad de calor con un pequeño aumento de la temperatura gracias a su <i>elevado calor específico</i> , que son la cantidad de calorías necesarias para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua.
3	b	Los tipos de Sistemas Acuícolas se clasifican de acuerdo al uso para la producción en: <i>controlados</i> cuando el uso llega a hacer alteraciones mayores sobre el sistema en el que quién lo trabaja tiene el control de todas las variables o características del sistema y <i>semicontrolados</i> cuando el grado de intervención es menor y quien lo trabaja tiene poco control de las condiciones.
4	d	<p>Basada en el tipo de entrada hecha para proporcionar más comida, los estanques de acuicultura se pueden clasificar de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estanques que son fertilizados con fertilizantes químicos. ▪ Estanques que son fertilizados con materiales orgánicos(abonos). ▪ Estanques en los que los animales son alimentados con un alimento fabricado.

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
5	b	Un estanque es un espacio que retiene agua; un depósito, piscina o dique, pueden constituir un estanque. Un estanque de cultivo de especies bioacuáticas es un depósito cerrado que contiene agua y tiene un tamaño suficiente para la producción de algún tipo de organismo con miras al aprovechamiento industrial, los estanques de cultivo pueden intercambiar agua.
6	c	Los estanques de las cuencas hidrográficas se construyen en zonas montañosas mediante la represa de un arroyo temporal o permanente. La principal fuente de agua es la escorrentía de la cuenca de drenaje sobre la presa, aunque a menudo hay disponible una fuente de agua bombeada para ayudar a mantener los niveles de agua durante las sequías.
7	d	La temperatura es probablemente el factor mas importante que afecta la producción acuícola. En base a las tolerancias de temperatura, las especies se categorizan en peces de agua fría, tibia, caliente y tropicales, aunque sigue siendo un rango muy amplio para cada especie.
8	a	En general en las actividades productivas la densidad de siembra se expresa en forma de <i>biomasa</i> . La biomasa se define como la cantidad de materia orgánica acumulada en un periodo y área determinada y se expresa en gramos de materia orgánica por metros cuadrados -gr/m ² -
9	b	Los sistemas acuícolas extensivos son parte del ecosistema natural, con baja densidad de crianza y tecnología, pueden ser un monocultivo o un policultivo. En este tipo de sistema el recurso alimenticio es alimento natural.

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
10	a	<p>¿Cuáles son las características de este sistema?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es casi exclusivo de estanques. ▪ Requiere suplementación: <ul style="list-style-type: none"> • se debe proveer aireación para mantener los niveles de oxígeno disuelto • Se debe adicionar fertilizantes orgánicos e inorgánicos para mejorar la productividad natural, • Se debe adicionar alimento preparado (alimento suplementario). <p>Incrementa la densidad del stock respecto del extensivo.</p>

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 2		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c	Un sistema intensivo involucra un sistema de alimentación artificial con un control completo, mantiene altas densidades en el stock de organismos, comparada con los otros dos sistemas.
2	d	Los sistemas intensivos pueden ser estanques (utilizados para el camarón), jaulas (cultivar especies marinas), canales de flujo continuo o raceways, (cultivar especies de regiones templadas), tanques (cultivar angilas en Japón).
3	b	En 2016 fueron producidas 4156 toneladas de camarón patiblanco, <i>Penaeus vannamei</i> , mas de la mitad del total de crustáceos producidos(7862).
4	a	Una característica del sistema semi-intensivo es que, es casi exclusivo de estanques.
5	b	Actualmente el cultivo de algas está extendido desde el sudeste de Asia hacia sud América, el Norte de Europa, Canadá y el este de África, con lo que contribuye a la seguridad alimentaria global entre otros aspectos.
6	c	Uno de los grupos principales de algas son las algas rojas, pertenecientes al grupo botánico Rodofitas.
7	d	En las granjas basadas en rocas la recolección se realiza en marea baja y a pie, se corta el nuevo crecimiento y se deja suficiente para que siga el ciclo.
8	a	Otro aspecto importante de interés comercial del cultivo de algas, es la extracción de carrageninas, que posterior a su extracción son procesadas para su transformación en geles que son usadas en la industria cosmética.
9	c	Se espera que los cultivos de macroalgas ayuden al reciclaje del dióxido de carbono en los mares y además fresca una zona buffer(zona de protección) para los organismos vulnerables.
10	b	Las algas pardas tienen tamaños que pueden variar desde los 30 cm, hasta las mas grandes con 20 metros.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 3		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	La reproducción en los peces involucra tres pasos básicos: Maduración: desarrollo de gametos; Ovulación: liberación de óvulos; desove, deposición de ovulos y esperma de forma que puedan unirse.
2	b	Los machos y hembras se pueden ver similares o reflejar diferencias, es dependiente de cada especie.
3	c	El cultivo de peces puede estar influenciado por varios factores como cambios en la duración de la luz solar, cambios en la temperatura, etc.
4	d	Propagación o reproducción natural: tanto machos como hembras son colocadas en el mismo lugar en el área de cría, cómo pequeños estanques o son encerrados en sitios de desove natural. Se utiliza este método generalmente para producir tilapias
5	a	Los esteroides son hormonas, entre ellos están los estrógenos, andrógenos, y progesteronas, que perteneces al grupo de esteroides sexuales.
6	b	Los bivalvos son una clase del phylum Mollusca, cuyo cuerpo está recubierto por dos valvas calcáreas, pueden ser marinos o de agua dulce.
7	Literal c	Las gónadas de los moluscos bivalvos están formadas por una red tridimensional de gonoductos que termina en folículos, y los folículos gonadales son la unidad funcional de la gónada, dentro de estos folículos, el proceso de gametogenesis se desarrolla.
8	d	Para la producción de perlas marinas se utiliza a las especies: <i>Pinctada fucata /martensii</i> ; <i>Pinctada maxima</i> ; <i>Pteria sterna</i> ; <i>Pteria penguin</i> ; <i>Pinctada margaritifera</i> .
9	c	En el mediterraneo, el cultivo de ostras en 1950 fue afectada por el protozoario <i>Martelia refringens</i> .
10	a	Los bivalvos mejoran la producción primaria al aumentar el reciclaje de nutrientes, como los moluscos bivalvos son organismos filtradores, la presencia de contaminantes ambientales como mercurio y biotoxinas en los bivalvos puede resultar en un riesgo para el consumo en humanos.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 4		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	China produjo un total de 13533361 toneladas en el año 2000
2	d	La capa común puede medir poco mas de un metro y pesar hasta 40 kilos
3	a	La Hypophthalmichthys nobilis presenta un color del cuerpo negro en la porción dorsal y lateral superior, blanco plateado en el abdomen, manchas negras irregulares en el lado lateral del cuerpo. Color grisáceo en las aletas.
4	c	Cría de alevines: Los alevines deben tener un tamaño de 13 a 15 cm, su cría es similar a la del semillero.
5	b	La familia Cyprinidae incluye especies de peces generalmente de agua dulce originarios de Asia.
6	d	La maricultura que es como se denomina a la acuicultura marina y como hace referencia su nombre se realiza en el mar, en un entorno de agua marina.
7	c	Las especies no permitidas para maricultura son: Corvina ocelada, <i>Sciaenops ocellatus</i> ; Lubina, <i>Dicentrarchus labrax</i> ; Dorada, <i>Sparus aurata</i> ; Atún rojo, <i>Thunnus thynnus</i> .
8	a	El atún es uno de los productos marinos más comercializados internacionalmente, con un valor de desembarque de más de 3,5 millones de toneladas por año, además de la pesca de atún, se captura juveniles para engordarlos en grandes corrales marinos.
9	c	Semilleros: Se usan estanques de tierra para semilleros, se deben desinfectar, fertilizar, suministrar alimento y colocar la densidad adecuada.
10	b	Tilapia: Con un crecimiento alto, después del salmón y el camarón son productos acuícolas más exitosos en el comercio internacional. Brasil domina la industria del cultivo de tilapia.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 5		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	Un ejemplo de Penaeidae es, <i>Penaeus notialis</i> que se captura y a veces se cultiva.
2	c	Las diversas etapas del desarrollo posterior al huevo en Penaeidae ocurren en el mar.
3	b	Las larvas son atraídas por la luz, y a menudo son recolectadas por redes de cerco y redes profundas durante la noche.
4	d	Haga estanques con profundidades desde 80 cm hasta 180 cm.
5	b	La última etapa de adultez donde alcanzan la madurez sexual, dan paso al cortejo, la fecundación y se mueven a aguas profundas para el desove nuevamente.
6	a	Existe una ley orgánica de pesca y acuacultura que tiene por objetivo ordenar y regular las actividades pesqueras y acuícolas en todas sus fases: de extracción, recolección, reproducción, cría, cultivo, procesamiento, almacenamiento, comercialización interna y externa.
7	b	Según el Código Sanitario para los animales Acuáticos, una de las enfermedades de peces enlistadas es la infección por <i>Aphanomyces invadans</i> (Síndrome ulcerante epizoótico)
8	d	Formación a los empleados sobre patologías de las especies que existen en la explotación, es un componente de un plan de bioseguridad, al igual que lo son las medidas en relación a la retirada de animales muertos.
9	c	Los casos de cuarentena son: Especies portadoras, cuando se introduzcan en una zona o compartimento declarado oficialmente libre de esa enfermedad. Animales acuáticos silvestres que provengan de zonas que no hayan sido declarados libres de una enfermedad. Movimientos entre zonas sometidas a programas de vigilancia o erradicación.

Autoevaluación 5		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
10	a	Determinar los procedimientos de limpieza previa a la desinfección, los desinfectantes que se emplearán, concentraciones y modo de uso en función de los patógenos que se pretende inactivar y el entorno en la que se vaya a aplicar.

[Ir a la autoevaluación](#)

[Índice](#)

[Primer bimestre](#)

[Segundo bimestre](#)

[Solucionario](#)

[Referencias bibliográficas](#)

Autoevaluación 6		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c	Dependiendo de la especie cultivada se debería disponer de los organismos adecuados para la ingestión de dichas larvas. Por ejemplo, los moluscos necesitarán microalgas.
2	b	Artemia salina (<i>Artemia sp.</i>), es un crustáceo de más o menos 1cm de tamaño adulto, de color rojizo, cultivado de manera auxiliar porque tiene las características adecuadas para la alimentación de peces y camarones.
3	d	Una vez obtenidos o adquiridos se procede a descapsular los cistes, que consiste en disolver la endurecida membrana externa, se lo hace hidratando los cistes (por una hora) en agua de mar hasta que se hinchan y forman pequeñas esferas
4	a	La forma de cultivo de Artemia es relativamente sencilla; se pueden conseguir conectándolos en lagos salados o en salitrales
5	d	Los rotíferos al contrario que la artemia no demandan niveles altos de oxígeno y no requieren aguas limpias, con lo cual su cultivo podría parecer mucho más sencillo.
6	b	Los sistemas de cosecha especificados son: cosecha en estanques drenados; cosecha de estanques no drenables y cosecha en cajas.
7	a	El transporte en vivo es una práctica común en muchas granjas piscícolas, se la emplea en eventos como: Después de la cosecha, durante la clasificación; llevar los peces a almacenamiento vivo a corto plazo; almacenamiento en los estanques en la misma granja o en otro lugar para sembrar o para cultivar; llevar pescado vivo al mercado.
8	c	Cosecha en cajas: Es relativamente fácil cosechar existencias de sistemas de cultivo intensivo, particularmente granjas de tanques y canales.

Autoevaluación 6		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
9	b	Se debe controlar los cambios del agua de transporte para los siguientes elementos: Oxígeno disuelto, Actividad bacterial, Amonio, Dióxido de carbono, Incremento de temperatura, Incremento de sólidos suspendidos.
10	c	Para períodos largos el agua de transporte debe ser seleccionada y cumplir con requisitos mínimos: Agua fría; pH cerca de 7 a 7.5; Ligeramente alcalina; Debe estar libre de sólidos suspendidos; Libre de químicos peligrosos.

[Ir a la autoevaluación](#)

[Índice](#)

[Primer bimestre](#)

[Segundo bimestre](#)

[Solucionario](#)

[Referencias bibliográficas](#)



5. Referencias bibliográficas

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (2020). La institución. Recuperado de: <http://www.agrocalidad.gob.ec/la-institucion/>

ODS Territorio Ecuador (2018). *“Logros y desafíos en la implementación de los ODS en Ecuador”*. Panorama Sostenible Anual No.1. Quito: ODS Territorio Ecuador.

Boyd C. ; Tucker C. (1998) Pond aquaculture water quality management. Springer Science. Primera edición.

Balbuena, E., & Ríos, V. M. (2011). Manual básico de sanidad piscícola. FAO/Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Uruguay.

Corral, M. L., Grizel, H., Montes, J., & Polanco, E. (2000). La acuicultura: Biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial. Tomo I: Análisis del desarrollo de los cultivos: medio, agua y especies. Fundación Alfonso Martín Escudero, Madrid.

De San M. (2012) The farming of seaweeds. Report SF/2012/28. Indian Ocean Commission-SmartFish Program.

Ergul E., Celik K., Dymacz M., Mucsi I., Levi L., Már E., Kasperiniene J., Dautarté A., et al. (2012). Handbook on european fish farming. Fishfarm Project. Primera edición

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

Espi Alejandro, Robledo D., Hayashi L. (2019) Development of seaweed cultivation in Latin America: current trends and future prospects, *Phycologia*, 58:5, 462-471, DOI: [10.1080/00318884.2019.1640996](https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1640996)

FAO (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

FAO (2018b). Fish Propagation. FAO Training Series. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709e/x6709e09.htm

Ferdouse, F., Holdt, S. L., Smith, R., Murua, P., & Yang, Z. (2018). The global status of seaweed production, trade and utilization. Globefish Research Programme. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Volume 124. 120 pp.

García, S. y Le Reste L. (1986). Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Doc. Téc. Pesca, (203):180 p.

Halwart M.; Soto D.; Arthur R. (2008) Acuicultura en jaulas. Estudios regionales y panorama mundial. FAO. Documento técnico de pesca No. 498. Roma, FAO 255p.

Hoga, C.; Almeida F.; Reyes F. (2018) A review on the use of hormones in fish farming: Analytical methods to determine their residues, *CyTA - Journal of Food*, 16:1, 679-691, DOI: [10.1080/19476337.2018.1475423](https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1475423)

Instituto Nacional de Pesca (2020). La Institución. Recuperado de: <http://www.institutopesca.gob.ec/la-institucion/>

Lucas, J., Southgate P., Craig T.. (2018) Aquaculture: Farming aquatic animals and plants. Tercera edición. Wiley Blackwell.

Lodeiros, C.; Lovatelli A. (2019). Producción de semillas de la ostra perla *Pinctada imbricata*. Un manual práctico. FAO Documento técnico de pesca y acuicultura. No. 636. Roma, FAO, 88 pp.

Ministerio de Acuicultura y Pesca (2020). El ministerio. Recuperado de: <http://acuaculturaypesca.gob.ec/el-ministerio>

Ministerio de Acuicultura y Pesca (2017). Proyecto de ley orgánica de pesca y acuicultura. Recuperado de: <http://www.acuaculturaypesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/12/Borrador-Proyecto-Ley-de-Pesca-y-Acuicultura-Ecuador.pdf>

OESA (2020). Guía para la gestión Sanitaria de la acuicultura. Recuperado de: <https://www.observatorio-acuicultura.es/recursos/publicaciones/guia-para-la-gestion-sanitaria-de-la-acuicultura-0>

OIE (2020). Código sanitario para los animales acuáticos - Glosario. Recuperado de: https://www.oie.int/index.php?id=171&L=2&htmfile=glossaire.htm#terme_maladie

OIE (2020). Código sanitario para los animales acuáticos - Documento. Recuperado de: <https://www.oie.int/doc/ged/D7825.PDF>

Pillay T.; Kutty M. (2005). Aquaculture principles and practice. Second Edition. Blackwell Publishing.

Radulovich R., Neori A., Valderrama D., Reddy C., Cronin H., Forster J., Tiwari B., Declan T. (2015) Chapter 3. Farming of seaweeds; in Seaweed Sustainability. Academic Press. San Diego pp 27-59.

Small A.; Ferrerira J.; Petersen J.; Grant J.; Strand O. (2019) Good and Services of marine bivalves. Springer Open. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-96776-9>

Summerfelt R. (2000) Water quality considerations for aquaculture. Report of Department of Animal Ecology, Iowa State University.

Towers L. (2010). How to Farm Bighead Carp. The fish site. Recuperado de: <https://thefishsite.com/articles/cultured-aquatic-species-bighead-carp>

Varela Mejías, A., & Peña Navarro, N. (2017). Transfronterización de enfermedades infecciosas en la camaronicultura. Una revisión.

Wijsman J.W.M., Troost K., Fang J., Roncarati A. (2019) Global Production of Marine Bivalves. Trends and Challenges. In: Smaal A., Ferreira J., Grant J., Petersen J., Strand Ø. (eds) Goods and Services of Marine Bivalves. Springer, Cham

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas