

CARRERA TÉCNICA EN ACUACULTURA

Módulo 4. Produce moluscos

Quinto semestre



Submódulo 1

Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar

Créditos

Desarrollo de Contenido

Ana María Jiménez Martínez

Vianey E. Sosa Koh

Juan Carlos Espinoza León

Revisión técnico – pedagógica

Arit Furiati Orta

Itandehui García Flores

Judith Doris Bautista Velasco

México, 2021.

Presentación

Actualmente los procesos de enseñanza y de aprendizaje se han diversificado en las formas, métodos y medios a través de los cuales se realizan para brindar una educación de calidad, por lo que cada día las instituciones educativas deben coadyuvar en dichos procesos a través de estrategias y acciones que favorezcan en los alumnos la adquisición de los aprendizajes tanto con la mediación de un docente de manera presencial como, en ocasiones singulares, a distancia.

Acorde con los principios de la Nueva Escuela Mexicana, los alumnos son sujetos activos y responsables de su propio aprendizaje, por lo que Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (**DGETAyCM**) pone a disposición de los estudiantes el presente material de apoyo que tiene el propósito de brindar elementos teóricos de los módulos profesionales de la carrera técnica en **Acuicultura**, así como el reforzamiento de estos a través de actividades de aprendizaje.

El material está organizado de modo progresivo para abordar los contenidos de la carrera Técnico en Acuicultura en el presente material se analizarán el **Módulo IV “Produce moluscos”** con sus respectivos submódulos:

- Submódulo 1. Selecciona reproductores de moluscos
- Submódulo 2. Obtiene semilla de moluscos
- Submódulo 3. Engorda de moluscos

En este cuadernillo se abordará el **Submódulo 1. Selecciona reproductores de moluscos**.

El primer apartado de cada lección denominado **“Contextualizando”** se muestra un primer acercamiento a los conceptos que se abordan, articulándolos con escenarios y situaciones de la vida cotidiana, con la intención de realizar asociaciones derivadas de los conocimientos previos de los estudiantes. En el apartado **“Vamos a aprender”** se integra información para analizar los conceptos y características de la temática. En la sección de **“Actividades de aprendizaje”** se proponen actividades para para asimilación de los principales conceptos y características del tema. En el apartado **“Autoevaluación”** se plantean una serie de indicadores de desempeño que buscan evaluar los aprendizajes e identificar los contenidos a reforzar. Finalmente, en la sección **“Para saber más”** se proporcionan recomendaciones para complementar los contenidos como videos y lecturas.

Deseamos que este material apoye la formación académica y sea una herramienta de utilidad en los procesos de aprendizaje para los estudiantes.

Índice

	Pág.
Submódulo 1. Seleccióna reproductores de moluscos	
Medidas de seguridad e higiene en el laboratorio----- (Ana María Jiménez Martínez)	7
Acondicionamiento y mantenimiento en el área ----- (Ana María Jiménez Martínez)	16
Madura reproductores de moluscos----- (Ana María Jiménez Martínez)	22
Técnicas para determinar el estado de madurez----- (Ana María Jiménez Martínez)	32
Desova reproductores de moluscos----- (Juan Carlos Espinoza León, Ana María Jiménez Martínez y Vianey Eunise Sosa Koh)	40

Estructura didáctica

Este material está dividido en submódulos y a lo largo de cada uno de ellos encontrarás diferentes secciones las cuales te facilitarán el abordaje de cada contenido.

En esta sección se delimitarán conceptos y características del tema a revisar, así como articulación de los contenidos con tus conocimientos previos relacionados con el tema y la relevancia de éstos en tu formación profesional/académica

Contextualizando



o precipita con esas grandes tormentas. ¿E otras cosas se pueden descargar o subir? ¿El agua se almacena en las nubes?

¡Vamos a aprender!

En la actualidad has escuchado mencionar el *computación en la nube*, o has oído decir "col en la nube", "subelo en la nube", pero ¿sabes la *nube*?

La *nube* es un modelo de soporte tecnológico brinda acceso a un conjunto de recursos e informáticos compartidos, por ejemplo: servidores, almacenamiento, aplicaciones, servicios.

La
fac
lo
La
gá
us
dif
pá
En
7

Actividades de aprendizaje

Lee las siguientes oraciones y subraya la respuesta correcta.

1. Este tipo de nube se caracteriza por ofrecer estos servicios pueden ser gratuitos o pueden ser de pago.
a) Encriptar b) Pública
2. Su uso es exclusivo de una persona o una empresa, a los que la empresa les otorga acceso.
a) Híbrida b) Cifrar
3. Ofrece servicios donde se comparte información, música, videos, tutoriales, cocina, entre otros.
a) Híbrida b) Pública
4. Ocultar el contenido de un mensaje a sim, protegerlo u ocultarlo.
a) Cifrar b) Pública
5. Si al conectarte a la red no te solicita una contraseña o te pide un código de seguridad tipo WPA2 (Acceso Wi-Fi protegido 2).
a) Cifrar b) Seguridad en la nube

Autoevaluación

Reflexiona y evalúa los conocimientos, habilidades y actitudes que adquiriste en esta sección.

Coloca una X en la columna que corresponda al desempeño que consideras que tienes para cada indicador.

Indicadores	La puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo el concepto de computación en la nube.			
Conozco cuáles son las ventajas del uso de la computación en la nube.			
Entiendo cuáles son las desventajas de la computación en la nube.			

Evaluarás tus aprendizajes sobre los temas abordados e identificarás los contenidos que debes reforzar.

Para saber más

- Capacitate para el empleo (2021). Curso Fundamentos de cómputo en la nube. Fundación Caros Slim. <https://capacitateparaempleo.org/pages.php?c=tema6tagID=8640>
- Surveillance, Self-defense (2018). *Qué debo saber sobre el cifrado*. <https://ssd.eff.org/es/module/3/C2/BEq/4/C2A9-es-el-cifrado>

15

En esta sección encontrarás información para analizar los conceptos y características del tema con énfasis en las competencias profesionales

En este apartado se te proporcionan recomendaciones para profundizar en los contenidos.

Submódulo



Selecciona reproductores de moluscos

Competencias profesionales

Acondiciona el laboratorio para recibir los reproductores de moluscos

Madura reproductores de moluscos

Desova reproductores de moluscos

Medidas de seguridad e higiene en el laboratorio



Contextualizando

La producción de moluscos a nivel mundial se ha convertido en una de las pesquerías más importantes por su alto grado de sobrevivencia en condiciones de laboratorio, ocupando México un cuarto lugar en la producción de bivalvos.

Sabías qué los moluscos son uno de los grupos de seres vivos más grande del phylum animal y que están adaptados al rose con la energía de las olas y de forma común habitan entre piedras. También son hermafroditas, es decir, presentan el género masculino en fases juveniles y van cambiando a hembra con la madurez.

El tamaño de las especies marinas de esta división animal va desde seres tan minúsculos como muchas almejas, hasta el gran calamar gigante que se estima puede alcanzar longitudes de más de 18 metros.

Almejas



Fotografía: Mijangos Alquisires, 2017.

Calamar gigante



Fotografía: Espinoza León, 2019.

¿Qué especies conoces que se cultiven en tu región?, ¿Cuáles son las especies de molusco susceptibles a cultivo en México?, ¿Cuál es la importancia de aplicar las medidas de seguridad e higiene en un criadero o laboratorio? En la presente lección abordaremos dichos aspectos.



¡Vamos a aprender!

Los moluscos son el grupo de invertebrado más grande después de los insectos en el reino animal, con simetría bilateral (dos mitades iguales), de cuerpo blando, insegmentado y dividido en tres partes (cabeza, pie y masa visceral), sin apéndices articulados, y protegido en casi todas las especies por una concha calcárea. Además, por su factibilidad de cultivo se dividen en tres grupos: gasterópodos o univalvos, bivalvos y cefalópodos.

En México como en otros países su importancia radica en los altos niveles de producción como fuente alternativa de alimento, la producción de proteína a bajo costo y la contribución al mantenimiento de las pesquerías de captura principalmente de bivalvos.

Cabe mencionar que los bivalvos gasterópodos y cefalópodos han tenido una aceptación considerable en el mercado nacional e internacional, y que decir, de su relevancia gastronómica en sus múltiples presentaciones, dejando aportaciones económicas al sector acuícola.

Por lo anterior te presentamos los moluscos principalmente cultivados en México con interés comercial e investigación (reproducción).

Grupo: Bivalvos
Nombre común: Ostión japonés
Nombre científico: *Crassostrea gigas*
Lugar de México: Pacífico Mexicano
Acuicultura: comercial



Fotografía: Escobar Pérez, 2021

Grupo: Bivalvos
Nombre común: Ostión de cortes
Nombre científico: *Crassostrea corteziensis*
Lugar de México: Pacífico Mexicano
Acuicultura: comercial, investigación, reproducción.



Fotografía: Lardizábal Padilla, 2020

Grupo: Bivalvos
Nombre común: Almeja generosa
Nombre científico: *Panopea globosa*
Lugar de México: Pacífico Mexicano
Acuicultura: comercial, investigación, repoblación



Fotografía: Escobar Pérez, 2021

Grupo: Univalvo
Nombre común: Abulón rojo
Nombre científico: *Haliotis rufescens*
Lugar de México: Pacífico Mexicano
Acuicultura: comercial, investigación, repoblación



Fotografía: Escobar Pérez, 2021

Grupo: Bivalvos
Nombre común: Ostión placer
Nombre científico: *Crassostrea virginica*
Lugar de México: Golfo de México
Acuicultura: comercial.



Fotografía: Jiménez Martínez, 2020

Grupo: Gasterópodo
Nombre común: Caracol rosado
Nombre científico: *Strombus gigas*
Lugar de México: Caribe Mexicano
Acuicultura: Investigación (repoblación)



Fotografía: Sosa Koh, 2020

Grupo: Cefalópodo
Nombre común: Pulpo rojo o de cuatro ojos
Nombre científico: *Octopus maya*
Lugar de México: Golfo de México
Acuacultura: investigación.



Fotografía: Bernardo Chi, 2020

Grupo: Cefalópodo
Nombre común: Pulpo patón
Nombre científico: *Octopus vulgaris*
Lugar de México: Pacífico Mexicano
Acuacultura: investigación.



Fotografía: Canva, 2021.

La inocuidad en moluscos se define como la característica que estos deben poseer de estar libres de cualquier material extraño que represente un peligro para la salud humana, asociado a su consumo y que se puede ver afectado durante su producción o cosecha.

Es motivo por el que se implementan las buenas prácticas, en los diferentes sistemas y en lo que refiere a la acuacultura, ya se encuentra en sus comienzos, por esta razón, diferentes organizaciones nacionales e internacionales continúan fomentando en todas las fases de producción de alimentos.

Por lo anterior, la importancia de operar un cultivo bajo las medidas de seguridad e higiene, como en este caso, la producción de moluscos, garantiza una producción exitosa, siempre que se apliquen las Normas del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) con base en base la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable (LGPAS), y conforme a lo establecido por el Gobierno Mexicano al promover la inocuidad en los alimentos.

Las prácticas responsables de cultivo de moluscos están dirigidas a garantizar la producción sostenida y la calidad sanitaria o inocuidad del producto, sin afectar de manera considerable el medio, logrando con ello la sustentabilidad de la actividad acuícola.

Es básico aplicar las medidas sanitarias con la finalidad de conservar la tasa de sobrevivencia de los organismos en cultivo, sabiendo que estas medidas están en función de la especie a cultivar, del hábitat y región donde se desarrollen. De igual forma, el personal que labore en la producción deberá cumplir con lo establecido de acuerdo con el protocolo sanitario.

Medidas de seguridad e higiene en el laboratorio	
Organismos	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de procedencia: para garantizar la calidad de los reproductores proveniente de laboratorios. • Traslado: considerar los horarios y tiempos de traslado, así como el tipo de transporte. • Sala de cuarentena: recibe los organismos provenientes del medio natural y laboratorio con la finalidad de eliminar cualquier epibionte o agente patógeno que pueda causar enfermedad. • Muestreo de plancton: conocer la disponibilidad de alimento vivo en el cuerpo de agua, y determinar presencia de microalgas nocivas para el cultivo. • Sistema de aireación: debe ser diseñado según la necesidad y el tipo de cultivo. • Sistema de filtro: se implementan los filtros necesarios logrando en lo posible la eliminación de microorganismos no deseados. • Tuberías de desagüe: deberá ser de un diámetro adecuado que permita la eliminación de agua de una manera rápida. • Calidad del agua: se realizan los monitoreos de los parámetros ambientales como temperatura, oxígeno, salinidad, pH y los biológicos.
Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico responsable del cultivo: personal capacitado que haya recibido cursos de buenas prácticas de manejo de moluscos, con el propósito de obtener un mejor rendimiento. • Tapetes sanitarios: el acceso solo será para el personal autorizado • Desinfección de manos: el uso adecuado de guantes durante la manipulación de los reproductores. • Bata de laboratorio, botas de plástico, cube boca y cofia: la vestimenta del personal debe ser con estricto apego a las medidas sanitarias. • Material de limpieza: cada área cuenta con su material correspondiente a su actividad. • Área sanitaria del personal: espacio sanitario apropiado al lugar. • Bitácora: se debe llevar el registro diario parámetros ambientales y observaciones.

Los reproductores pueden ser obtenidos del medio natural o adquirido de algún laboratorio certificado, siempre y cuando se sigan las medidas de calidad e higiene. Sabiendo que los moluscos son filtradores, por lo que, en ellos los contaminantes se concentran en niveles más altos con relación a otros organismos acuáticos. Para evitar contingencias sanitarias al momento de introducir reproductores provenientes de cualquier medio, es necesario aplicar y dar seguimiento con apego a las Normas Sanitarias.

Normativas vigentes Oficiales de sanidad e inocuidad.

País	Número y tipo de normativa	Título	Capítulo o Fracción
México	Última Reforma DOF 24-04-2018	Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable. (LGPAS).	<p>Capítulo 4.</p> <p>Fracción adicionada DOF 05-12-2014.</p> <p>XIV. Certificado de sanidad acuícola: Documento oficial expedido por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, o a través de laboratorios acreditados y aprobados en los términos de esta Ley y de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en el que se hace constar que las especies acuícolas o las instalaciones en las que se producen se encuentran libres de patógenos causantes de enfermedades;</p> <p>XVI. Cuarentena: El tiempo que determine la autoridad competente para mantener en observación los organismos acuáticos, para determinar su calidad sanitaria, mediante normas oficiales mexicanas u otras regulaciones que emita el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria;</p> <p>XXII. Inocuidad: Es la garantía de que el consumo de los recursos pesqueros y acuícolas no cause daño en la salud de los consumidores;</p> <p>XXXVIII. Recursos Acuícolas: Las especies acuáticas susceptibles de cultivo, sus productos y subproductos;</p>

Fuentes:

- Cáceres Martínez, J., R. Vásquez Yeomans. 2014. Manual de buenas prácticas para el cultivo de moluscos bivalvos. OIRSAOSPESCA pp. 117
- Calvario Martínez, O., L. Montoya Rodríguez. 2003. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos para la Inocuidad Alimentaria. SENASICA pp. 20-21
- Helm M. M., N. Bourne. 2006. Cultivo de bivalvos en criadero. Manual práctico. 471. Roma. FAO. pp. 66-67
- Maeda-Martínez, A.N. 2008. Estado actual del cultivo de bivalvos en México. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007,

Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 92. i0444s06.pdf (fao.org)

- Ley General de Pesca y Acuicultura (en línea), 2018. Disponible en: Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (diputados.gob.mx)



Actividad de aprendizaje

Elabora el dibujo de la especie que se cultiva en tú región, escribe su nombre común y científico.

Dibujo	Nombre común	Nombre científico	Grupo al que pertenece

Completa las frases, colocando la recomendación sanitaria. Elige las palabras según corresponda.

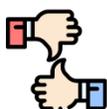
<u>traslado</u>	<u>bata</u>	<u>botas</u>	<u>cube boca y cofia</u>	<u>certificado</u>	<u>filtro</u>	<u>agua</u>
<u>desagües</u>	<u>cuarentena</u>	<u>técnico</u>	<u>bitácora</u>	<u>sanitarios</u>	<u>aireación</u>	
<u>calidad</u>	<u>procedencia</u>	<u>tapetes</u>	<u>muestreos</u>	<u>tubería</u>	<u>plancton</u>	

1. Todo laboratorio debe contar con un área de _____ que le permita recibir a los reproductores proveniente del medio natural con el propósito de eliminar cualquier agente patógeno.
2. La _____ es importante funcione correctamente para la sobrevivencia de los organismos.
3. Se requiere la implementación de los sistemas de _____ que ayuden en la eliminación de microorganismos no deseados.
4. En la _____ es donde se registra el control de los parámetros ambientales.
5. El acceso deberá ser solo para el personal autorizado y como parte del protocolo sanitario deben colocarse los _____

6. Dentro de los cuidados y el uso correcto de la vestimenta del personal se debe portar correctamente_____.
7. Para garantizar la procedencia y calidad de los reproductores se debe solicitar al proveedor el _____ de _____.
8. La _____ del _____ esta en función del monitoreo de los parámetros ambientales como temperatura, oxígeno, salinidad, pH y los biológicos.
9. Personal capacitado con cursos de buenas prácticas de manejo de moluscos, responsable de la producción _____.
10. Los _____ de _____ permiten conocer la disponibilidad de alimento vivo en el cuerpo de agua, y determinar presencia de microalgas nocivas y metales pesados para el cultivo.
11. Para el _____ se debe considerar los horarios y tiempos de transporte.
12. Las _____ de _____ deberá ser de un diámetro adecuado que permita la eliminación de agua de una manera rápida.

Responde la siguiente pregunta

Explica, ¿Cuál es la importancia de dar seguimiento a la Normatividad Oficial de Sanidad e Inocuidad durante la producción de moluscos?



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Logro explicar la importancia de los moluscos en la producción alimentaria del país.			
Identifico las especies susceptibles de cultivo en mi región.			
Reconozco los beneficios de cumplir con las medidas de seguridad e higiene en un cultivo de moluscos.			
Puedo explicar las consecuencias de omitir las normativas de sanidad e inocuidad, en el cultivo de moluscos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Planta procesadora y empacadora de ostiones
<https://www.youtube.com/watch?v=EmH1yo2pFJ8>

Acondicionamiento y mantenimiento en el área



Contextualizando

El acondicionamiento de los reproductores es fundamental si queremos contar con larvas para el cultivo. Se trata de un procedimiento a través del cual los criaderos pueden ampliar su ciclo productivo sin tener que depender del período, relativamente corto, durante el cual los adultos de la especie de interés portan gametos maduros (células reproductoras) cuando se encuentran en el mar.

Dadas las necesidades de recibir reproductores de moluscos bajo el cuidado de personal altamente capacitado, no existe un criadero o laboratorio de uso o diseño exclusivo, sin embargo, se toman en cuenta diversos aspectos: la especie a reproducir, ubicación geográfica y disponibilidad de los recursos.

En el tema anterior aprendiste que la aplicación de protocolos sanitarios en un laboratorio garantiza el éxito productivo del cultivo, de igual forma, se debe dar continuidad al mantenimiento de las instalaciones para el reclutamiento de moluscos.



¿Por qué es importante elegir la ubicación del criadero o laboratorio?, ¿Cuáles son las características que deben tener las instalaciones para reproductores?, ¿Cuál es el factor ambiental más importante que regula el desarrollo y crecimiento de los moluscos?

Fotografía: Espinosa León, 2029



¡Vamos a aprender!

Durante la recepción de los reproductores es importante considerar el acondicionamiento de las instalaciones, recuerda que estas van en función de la especie a producir. Uno de los espacios más importantes es el área de producción de alimento vivo, ya que las microalgas es el alimento esencial de la mayoría de los moluscos.

En cambio, los elementos básicos son los mismos para cualquier criadero de moluscos e incluyen un método para acondicionar a los reproductores e inducir la puesta, criar y fijar las larvas, engordar la semilla hasta una talla aceptable. Si bien los elementos esenciales son comunes a todos los laboratorios, también es cierto que existen variaciones en cuanto a tecnologías y a la eficacia en cada fase productiva, que deben ser

mejoradas de forma constante para conseguir que los criaderos sean cada vez más rentables.

Es importante saber que los criaderos o laboratorios suelen contar con una sala independiente para el acondicionamiento de reproductores o en su defecto los tanques que se ubican en una zona tranquila de la instalación donde el stock no sea sometido a frecuentes perturbaciones. Debido a que, en su mayoría, las especies cierran las valvas de sus conchas como respuesta a las sombras y a la vibración. Cuanto menos se les moleste más tiempo pasarán alimentándose.

Algunos otros criterios que se deben considerar para la maduración de reproductores:

Ubicación de las instalaciones

Para determinar la zona en la que se instalará el laboratorio o criadero se deben considerar todos los trámites y documentación gubernamental como permisos y estudios de impacto ambiental.

La ubicación del criadero debe ser estudiada desde diferentes ámbitos, sin importar la especie a producir, todas deben cumplir con lo establecido por la ley. Además, la posición geográfica es representativa para el buen funcionamiento, ya que la cercanía al mar garantiza disponibilidad de agua todo el año. Considerar los asentamientos humanos y posibles empresas, somete a un monitoreo continuo de la calidad del agua, por los posibles desechos liberados al agua.



Fotografía: Escobar Pérez, 2020



Fotografía: Escobar Pérez, 2020

Calidad de agua de mar

Es indispensable tener el acceso al agua de mar, garantizar la calidad del agua todos los meses del año. Para que el funcionamiento del criadero sea eficiente y rentable. Se deben realizar los muestreos periódicos para descartar posible presencia de contaminantes. Las larvas, juveniles y reproductores de moluscos necesitan el control correcto de los parámetros ambientales como saturación de oxígeno, temperatura, salinidad y pH. Recuerda que la temperatura es uno de los factores que influyen en el desarrollo y crecimiento, de los moluscos, por lo que mantener un porcentaje de oxígeno óptimo mantendrá un cultivo funcional.

Área de producción de alimento vivo

Lugar donde se producen las microalgas para alimentar a los reproductores, larvas y semillas. Las cuales deben crecer rápido, para alcanzar elevadas concentraciones y poseer una composición rica en proteínas, lípidos y carbohidratos en el tiempo estimado, abasteciendo las necesidades nutricionales, además alta digestibilidad para las especies que van alimentar.



Fotografía: Escobar Pérez, 2020



Fotografía: Escobar Pérez, 2020

Sistema de bombeo

debe estar situado cerca del mar para reducir al mínimo la distancia para bombear el agua, y así evitar tener que emplear tuberías muy largas. De ser necesario se puede cavar un pozo profundo más cerca del lugar con la finalidad de reducir tiempo y altos costos de bombeo. Ya que otro de sus benéficos es mantener una temperatura constante y aguas más filtradas sin olvidar la oxigenación adecuada. Se implementan sistemas de filtros para eliminar en lo posible cualquier agente patógeno que pueda contaminar el sistema de recirculación de agua.

Sala de larvario

Los tanques de cultivo larvario normalmente están fabricados en fibra de vidrio o de un plástico adecuado y deben estar lavados correctamente antes de su uso.

Independientemente del tamaño del tanque, es preciso que haya grandes desagües por debajo del nivel del suelo capaz de soportar grandes volúmenes de agua cuando se vacíen los tanques. Se necesita contar con una zona de preparación para lavar, clasificar, contar y medir las larvas y para acomodar el equipo utilizado.



Sala de fijación y asentamiento: Una vez que las larvas maduras se han fijado, es decir; que inició el proceso de metamorfosis, se trasladan a tanques en la sala de cultivo de juvenil para su cultivo hasta que alcancen la talla suficiente para transferirse a los sistemas de preengorda. Generalmente al concluir esta etapa larvaria, son trasladados a nuevos sistemas de cultivo en el medio natural.



Fotografía: Escobar Pérez, 2020

El técnico encargado de recibir los reproductores será la única persona capaz de realizar alguna modificación de las instalaciones, procurando siempre el mejoramiento y buen funcionamiento según las necesidades.

Fuentes:

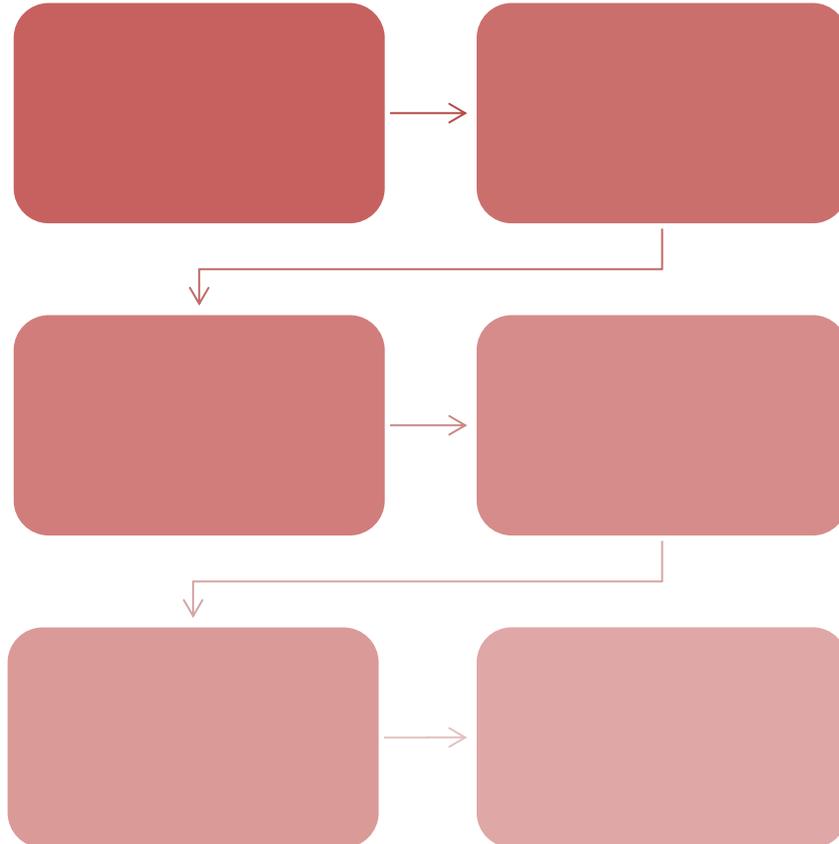
- Cáceres Martínez, J., R. Vásquez Yeomans. 2014. Manual de buenas prácticas para el cultivo de moluscos bivalvos. OIRSAOSPESCA pp. 117
- Helm, M.M.; Bourne, N.; y Lovatelli, A. (comp./ed.). 2006. Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 471. Roma, FAO. pp. 66-67
- Maeda-Martínez, A.N. 2008. Estado actual del cultivo de bivalvos en México. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 92. [i0444s06.pdf \(fao.org\)](#)

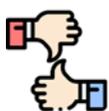


Actividad de aprendizaje

Después de leer y analizar el acondicionamiento de los reproductores de moluscos en un criadero o laboratorio, completa el esquema que se le presenta. Debe explicar cronológicamente lo siguiente:

- Ubicación del criadero
- Calidad del agua
- Sala de alimentación
- Sistema de bombeo
- Sala larvaria
- Sala de fijación





Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Logro explicar la importancia de acondicionar las instalaciones en función de la especie a cultivar.			
Reconozco la importancia de la ubicación geográfica en el funcionamiento del criadero o laboratorio.			
Puedo explicar la importancia de cumplir con los trámites legales y permisos ambientales para la instalación de un criadero o laboratorio.			
Comprendo la necesidad de controlar los parámetros ambientales en condiciones óptimas.			
Logro explicar el proceso de traslado al concluir su etapa larvaria.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Laboratorio de Ostiones <https://www.youtube.com/watch?v=uf5KoUzySqw>
- Cultivo de Molusco - Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) <https://www.youtube.com/watch?v=rdFjQiWPLJQ>
- Cultivo de ostión en laguna manual, B C <https://www.youtube.com/watch?v=wRZ9MVuC9Jc>
- Acondicionamiento de ostiones, cultivo de ostión <https://www.youtube.com/watch?v=RcvynFo7Adw>

Madura reproductores de moluscos



Contextualizando

El Phylum molusca es uno de los más grandes del reino animal, los moluscos se caracterizan por poseer un cuerpo blando de simetría bilateral conformado de cabeza, pie, masa visceral cubierta por un manto que secreta una concha calcárea en el caso de los bivalvos y una concha interna en el caso de los cefalópodos como el pulpo y calamar.

En esta lección conocerás que las características fenotípicas son el conjunto de rasgos observables como los elementos físicos y morfológicos, que identifica a un organismo, lo hace único y determina su comportamiento.

Las características genotípicas determinan en el individuo la genética única que contiene el ADN de cada uno de los progenitores.

De acuerdo con las características de los moluscos se conocen tres grupos de representativos:

- Bivalvos.
- Gasterópodos.
- Cefalópodos.

¿Sabías qué?

Los moluscos tienen reproducción sexual, son ovíparos, nacen de larvas y desarrollan en diferentes etapas hasta alcanzar la edad adulta. En la presente lección podrás aprender sobre éstos.



¡Vamos a aprender!

Características fenotípicas de los moluscos

Moluscos Bivalvos

Los moluscos bivalvos los podemos identificar por que poseen dos pares de valvas de simetría bilateral que cubren su cuerpo blando dentro de este grupo podemos encontrar a las ostras, conchuelas, almejas, mejillones y vieiras.



Foto: Escobar Pérez, 2021

Los moluscos bivalvos tienen las siguientes características:

- **Cabeza:** esta es la región cefálica, en la cual se encuentra la boca y los órganos especializados como la rádula, los órganos fotosensibles y en algunos casos, los tentáculos.
- **Masa visceral:** se encuentra protegida por la concha o valvas y rodeada por el manto, en esta cavidad se encuentran los sistemas digestivo, respiratorio y excretor.
- **Pie muscular:** es una estructura que permite el movimiento del molusco, mantiene el equilibrio y le ayuda a bajar al fondo como es el caso de la almeja o la fijación al sustrato como en el caso del ostión, también le permite nadar tal es el caso del pulpo.
- **Musculo aductor:** es un ligamento que se encuentra cerca del margen anterior y posterior de las valvas su función es permitir abrir y cerrar las conchas del molusco.

Los Moluscos al igual que todo ser vivo cuentan con los siguientes sistemas:

Sistema digestivo: está formado por un tubo digestivo sencillo, en el cual se encuentra un pequeño ensanchamiento en el cual se ubica el estómago, también se encuentra el hepatopáncreas, en los gasterópodos está dividido en regiones especializadas; como en la región bucal, se encuentra una estructura llamada rádula, que es una banda de dientes que utilizan para alimentarse.

Sistema respiratorio: se encuentra constituido por las branquias el sifón inhalante por medio del cual obtienen el oxígeno del agua.

Sistema circulatorio: constituido principalmente de un corazón, situado en la cavidad pericárdica y unos pocos vasos grandes que desembocan en los espacios hemocélicos.

Sistema excretor: consiste en un par de riñones (metanefridios), cuyos nefrostomas generalmente se encuentran en la cavidad pericárdica.

Sistema nervioso: este sistema es muy rudimentario está formado por un ganglio cerebroideo dorsal del cual surgen dos cordones que se conecta al pie y a la masa visceral.

Anatomía interna de los moluscos bivalvos

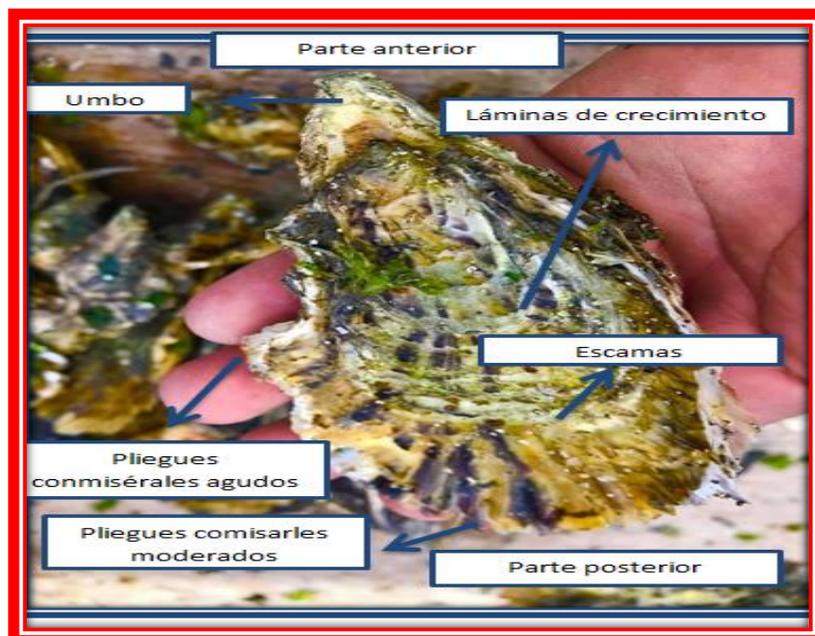
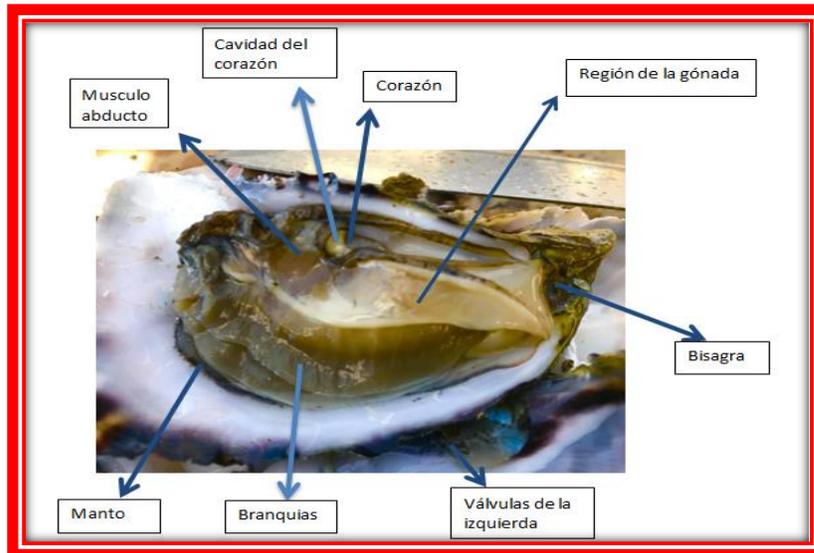


Foto: Escobar Pérez, 2021

Anatomía externa de los moluscos bivalvos

Moluscos Gasterópodos

Los moluscos gasterópodos son organismos univalvos y están provistos de una concha en forma de espiral la cabeza esta provista de dos tentáculos que poseen órganos fotosensibles y en ellos posee la boca dentro de este grupo se encuentran los caracoles, abulón y babosas.

Estos organismos pueden ser especies dioicas o monoicas se caracterizan por poseer una estructura llamada pie que les permite desplazarse o adherirse a las rocas, están provistos de una concha que presenta una torsión en forma de espiral.



Foto: Fuentes Serrano, 2021

Los gasterópodos se caracterizan por poseer las siguientes estructuras.

Concha: la concha de acuerdo con su forma recibe diferentes nombres.

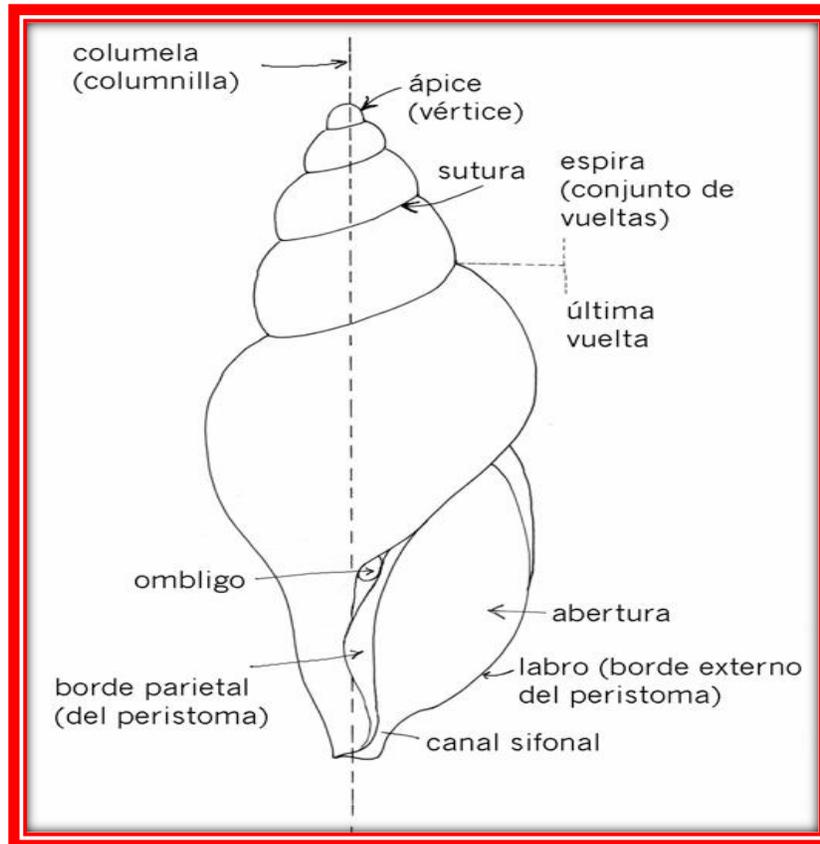
- Dextrorsa: Se encuentra enrollada alrededor de un eje llamado columnilla o columelo, en sentido de las manecillas del reloj.
- Sinestrorsa: Esta concha se encuentra enrollada en sentido contrario a las manecillas del reloj.
- Umbilicada: Se visualiza una estructura que sobresale y se le denomina ombligo teniendo la columnilla hueca.
- No umbilicada: A diferencia de la anterior esta concha carece de ombligo y presenta una columnilla maciza.
- Holóstoma: Carece de canal sifonal.
- Sifonóstoma: Tiene canal sifonal
- Operculada: Posee una estructura llamada pie que cierra la concha.

Cabeza: estructura provista de dos tentáculos que poseen órganos fotosensibles.

Pie: es un musculo ventral bien desarrollado que utiliza para deslizarse y adherirse a las rocas al secretar una sustancia que le facilita el movimiento.

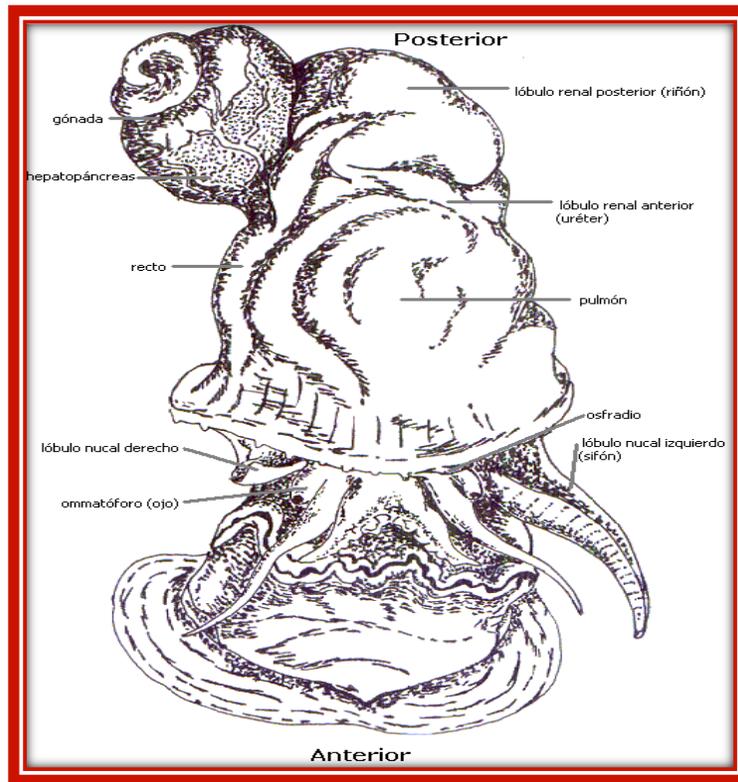
Masa visceral: comprende el paquete de órganos envueltos por un delgado epitelio que se encuentra en la concha y en contacto con el borde interno de la boca de la concha y el borde del manto.

Anatomía de los moluscos gasterópodos



Ana G. Moreno, 2021.

A continuación, observamos el ejemplo de la anatomía interna del caracol manzano pomácea canaliculata.



Adaptado de: Ángel R. Fuentes 2021.

Moluscos cefalópodos

Los moluscos cefalópodos se caracterizan por ser exclusivamente marinos carecen de una concha externa sin en cambio poseen una concha blanda en su interior de su cuerpo, dentro del grupo de gasterópodos podemos encontrar al pulpo, calamar, nautilus y sepias, su cuerpo está constituido por apéndices que constan de brazos y tentáculos (cefalópodos decápodos están provistos de 8 brazos y 2 tentáculos mientras que los octópodos tienen 8 brazos).



Foto: Escobar Pérez, 2021



Foto: Sosa Koh, 2021.

Anatomía interna de los moluscos cefalópodos

Calamar



Foto: Escobar Pérez, 2021

Pulpo

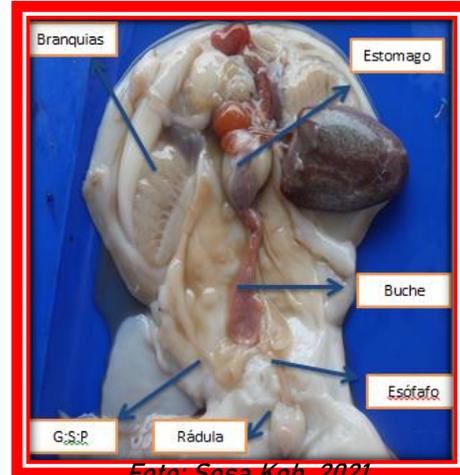


Foto: Sosa Koh, 2021.

Anatomía externa de los moluscos cefalópodos

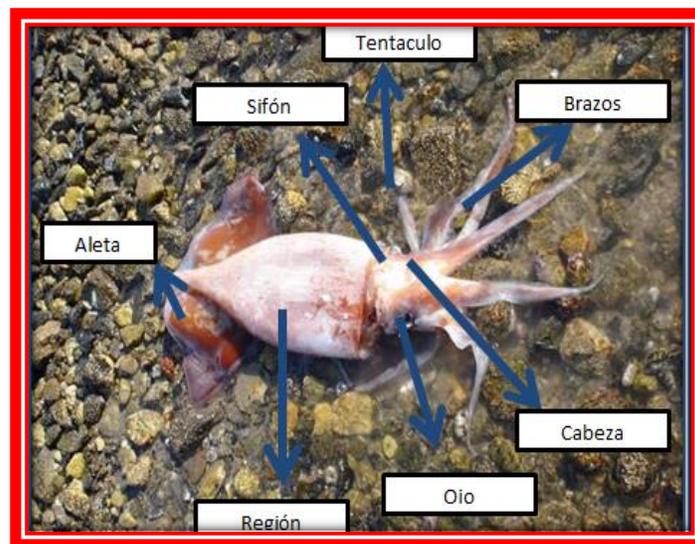


Foto: Escobar Pérez, 2021

Fuentes:

- Cerruti, S. C. (2015). Anatomía Funcional de Gasteropoda. <https://www.google.com/search?q=anatomia+interna+de+gasteropodos&aq=chrome..69i57j0i22i30j69i60l2.10263j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Obtenido de <http://www.altillo.com>
- Sánchez, D. J. (2006). Cultivo de moluscos. Méxio, D.F: Alfaomega.
- Farías Sánchez, J. A. (2006). Cultivo de Moluscos (1.a ed., Vol. 1). Ciudad de México, México: Alfaomega.
- Helm, M. M., Bourne, N., Lovatelli, A., & Tall, M. L. (2006). cultivo de bivalvos en criadero. Recuperado 27 de enero de 2021, de <http://www.fao.org/3/y5720s/y5720s00.htm>



Actividad de aprendizaje

Completa el siguiente párrafo utilizando las siguientes palabras:

ASEXUAL, VALVA, INVERTEBRADOS, CABEZA, MANTO, MUSCULO ADUCTOR, DURO, SEXUAL, MOVERSE

Los moluscos son un grupo de animales _____ que tienen simetría bilateral.

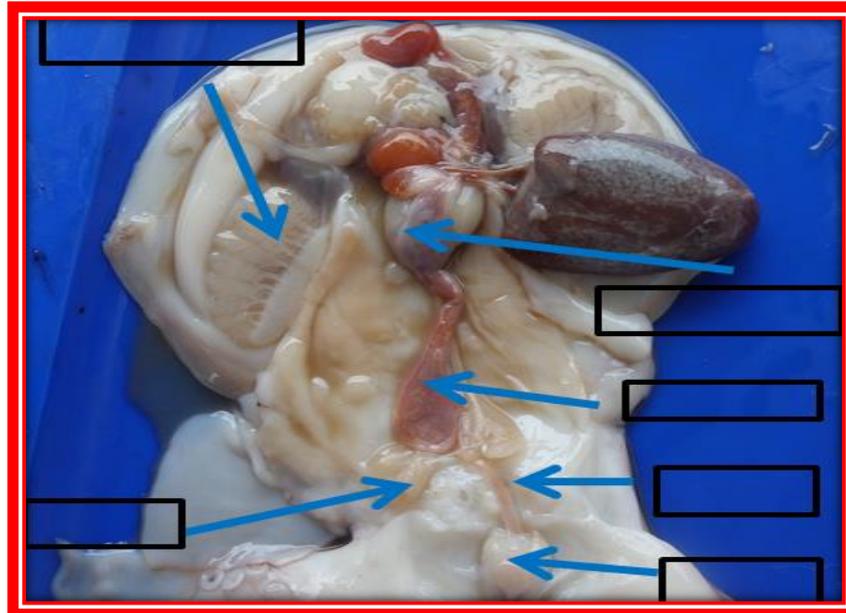
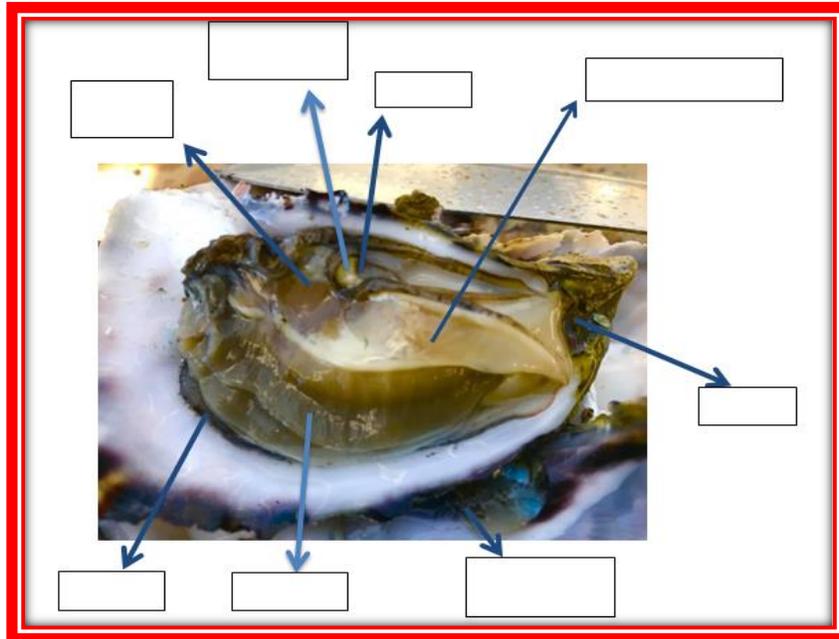
El cuerpo de los moluscos es _____, y se caracteriza por tener: Un par de _____ que a cierran y abren con ayuda del _____.

Poseen un pie _____ que le permite _____.

El manto, que en ocasiones segrega una _____ calcárea.

Su reproducción es _____, son seres ovíparos.

Coloca los nombres correspondientes de acuerdo con las imágenes que a continuación se presentan:





Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo el concepto de fenotipo.			
Soy capaz de identificar las diferentes clases de moluscos.			
Identifico los órganos que conforman la anatomía interna y externa de los moluscos.			
Puedo explicar cuáles son las diferencias entre moluscos bivalvos, cefalópodos y gasterópodos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Moluscos - gasterópodos - cefalópodos - bivalvos - características generales
<https://www.youtube.com/watch?v=lSaE7VSnNqs>
- Cefalópodos <https://youtu.be/okkdT3KAcfI?t=82>
- Los moluscos, los animales con concha
https://www.um.es/innova/OCW/diversidad-animales/material_clase/Sesion_Practica_09-10.pdf

Técnicas para determinar el estado de madurez



Contextualizando

En el cultivo de organismos acuáticos, es muy importante contar con un stock de reproductores fuertes, sanos y con características de adaptabilidad en condiciones de laboratorio y lo más importante de reproducirse para obtener crías fuertes y resistentes a enfermedades. Todo este proceso se lleva a cabo en el área de maduración de reproductores. Por lo que, es necesario conocer las características fenotípicas en los organismos a seleccionar.

Conocer la anatomía interna y externa de estos organismos permite obtener información sobre los órganos y sistemas involucrados en la maduración y reproducción, para obtener crías de calidad, en conjunto con las diversas técnicas a emplear para la inducción al desove de los reproductores. Otro de los factores importantes son los ambientales y el efecto del alimento. Numerosos estudios han sido enfocados a analizar el efecto de las dietas y sus diferentes componentes nutricionales tanto sobre la maduración gonadal como sobre el desarrollo larval en los moluscos.

¿Sabes que es la madurez sexual en reproductores de moluscos? ¿Conoces la importancia de la maduración?, ¿Conoces las técnicas de maduración? ¿Consideras que la alimentación en los reproductores es importante? En la presente lección nos adentraremos en esta fascinante temática.





¡Vamos a aprender!

Los moluscos son animales ideales para la acuicultura, destacan tres grupos principales: bivalvos, gasterópodos y cefalópodos.

Los moluscos presentan características y estrategias reproductivas importantes para continuar con la progenie, tal como lo puedes ver en la siguiente tabla:

Características generales reproductivas en moluscos

Clase	Tipo de reproducción	Estructuras del aparato reproductor (hembra/macho)	Tipos de fecundación	
Bivalvos 	Sexual	Canal dorsal	Externa	
	Diocos (sexos separados)	Canal lateral		
		Músculo abductor anterior		
	Hermafroditas	Músculo abductor posterior		
		Poros Genitales		
		Riñón (nefridios)		
		Sifón		
		Ovarios		
		Óvulos		
		Testículos		
		Espermatozoides		
Gasterópodos 	Sexual	Opérculo	Externa (organismos acuáticos) Interna (organismos terrestres)	
	Hermafrodita (organismos terrestres)	Ovario		
		Oviducto		
		Manto		
		Glándulas de la albumina, de la cáscara y del gonoporo		
		Testículo		
		Espermiducto		
		Vaso deferente		
		Próstata		
		Pene		

Cefalópodos 	Sexual	Ovarios	Interna
		Glándula oviductal	
		Oviducto distal	
		Oviducto proximal	
		Espermatóforo	
		Testículo (único)	
		Complejo de la bolsa de Needham	
		Pene	

Gran parte de estos moluscos son dioicos (organismos con sexos separados quiere decir que los gametos masculinos y femeninos, son portados por individuos distintos de la misma especie) y algunos son hermafroditas tanto en bivalvos como en gasterópodos, en este segundo grupo también encontramos organismos terrestres.

Los organismos hermafroditas poseen ambos sexos, es decir presentan ovarios y testículos, por lo tanto, tienen la capacidad de producir gametos de ambos sexos. Estos organismos no se autorreproducen, es decir, requieren la fecundación a través de un par. En ellos la fecundación es externa (los espermatozoides y los óvulos se juntan en el exterior del organismo), los huevos y el esperma salen por la corriente exhalante y la fecundación se lleva a cabo en el mar.

En los cefalópodos coloideos (pulpos, sepias, calamares, entre otros), por tener un crecimiento muy rápido el adulto llega a estar en condiciones de reproducirse entre los dos meses (especies más pequeñas) y uno a dos años (en los mayores). Así mismo, en estos organismos, la reproducción es muy singular, el macho presenta el tercer brazo modificado llamado hectocotilo cuya función es la de transferir los espermatóforos a las hembras, el cual empieza a desarrollarse entre el cuarto y quinto mes de edad, este es utilizado para introducirlo dentro del manto de la hembra, donde deposita los espermatóforos que son paquetes que contienen los espermatozoides.

Muchos bivalvos (almejas y ostras) alcanzan la madurez sexual en su primer año de vida como machos y conforme envejecen, año tras año, un porcentaje creciente cambia de sexo y se convierte en hembras. Tanto la gónada femenina como la masculina maduran de forma simultánea.

La mayoría de los gasterópodos alcanzan la madurez sexual después de los primeros años de vida, por ejemplo, en el caso del caracol rosado al continuar su crecimiento, su concha se alarga y continúa enrollándose en espiral, cuando cumple tres años, su concha forma el labio. La formación de este labio muestra que el Caracol rosa ha terminado de crecer y que próximamente alcanzará la madurez, es decir con capacidad para reproducirse; el labio de su concha está todavía fino y frágil, se engrosará y alcanzará el tamaño adulto a la edad de 3 años y medio o 4 años.

Una vez identificadas las características reproductivas en los organismos a reproducir, es muy importante determinar el tiempo en que estos moluscos alcanzan la madurez y están listos para reproducirse. Tomando en cuenta que este periodo de tiempo puede

acelerarse o retrasarse dependiendo de ciertos factores o técnicas que nos permitan obtener ese estado de madurez, en un medio controlado.

Todo proceso gametogénico es una respuesta a las variaciones del medio ambiente cuyo control está determinado genéticamente. Diversas investigaciones muestran que la actividad reproductiva de una especie se produce por la interacción de factores:

- **Exógenos:** temperatura (papel clave en la puesta) y alimentación (bien directa o en forma de sustancias de reserva) se relaciona con el crecimiento de la gónada (Bayne, 1976).
- **Endógenos:** se consideran aquellos relacionados con la biología de la especie, es decir, su estrategia reproductiva, su genética, y lo relacionado con la regulación de sus funciones, sin embargo, aunque se conoce menos sobre estos factores que regulan el proceso productivo, no podemos ignorar que los seres vivos son sistemas estructurales, funcionales y autorregulados que poseen mecanismos de adaptación frente a señales que reciben del medio externo o interno.

Este conjunto de acontecimientos llevados a cabo desde el ciclo reproductivo de los organismos, desde la activación de la gónada. Se han empleado diversas técnicas para inducir a la maduración, en organismos bajo condiciones controladas, ya que garantizan poder contar con semillas o crías durante todo el año en los criaderos o laboratorios.

Técnicas utilizadas para determinar la madurez de los reproductores

Técnica	Descripción	Clase representativa
Temperatura (shock térmico)	Los organismos que se encuentran en el laboratorio en tanques son sometidos a este cambio de temperatura para acelerar la maduración de las hembras. Esta es una de las técnicas mayormente empleadas con organismos en cautiverio.	Bivalvos Gasterópodos Cefalópodos
Frotis de la gónada	Consiste en tomar un frotis (muestra de fluido) de la gónada y observarlas bajo el microscopio.	
Corte histológico	Se realiza directamente en la gónada del organismo. Esta técnica es muy costosa y lleva mucho tiempo realizarlo, pero sobre todo implica sacrificar al animal, ya que se requiere el órgano completo.	Bivalvos
Índice Gonadosomático	Este índice se obtiene con el cálculo del peso de la gónada como porcentaje del peso total del cuerpo. También está relacionado con el desarrollo sexual de los ovarios o testículos.	Cefalópodos

La técnica más utilizada en los cultivos e investigación de estos organismos está relacionada con la elevación de la temperatura.

Alimentación en los reproductores

Una de las necesidades más importantes para el éxito en la producción de huevos y larvas de calidad, es satisfacer los requerimientos nutricionales de los reproductores de moluscos ya que estos proporcionan energía y nutrientes, considerados óptimos para mantener un buen estado de salud y prevenir enfermedades. Si se considera que se involucra: producción de hormonas, de tejido gonadal de ovocitos y la producción de las reservas de vitelo, que deben aportar el material necesario para el desarrollo del embrión y de los primeros estadios larvales.

Los lípidos en general son reconocidos como fuente de energía, los ácidos grasos polinsaturados (PUFAs) en la dieta de maduración, tiene implicaciones directas en el desarrollo adecuado del ovario y en la calidad de los desoves. los niveles de proteínas y aminoácidos esenciales necesarios para la maduración gonadal son más altos que los requeridos durante el crecimiento.

En lo referente a los cefalópodos, la alimentación es altamente proteica, alimentándose en el medio natural de crustáceos (jaibas), otros moluscos y algunos peces, por lo que, en los avances en laboratorio de estos moluscos, a las hembras se proporciona una dieta rica en proteínas (jaiba), ácidos grasos (mejillón). La ración del alimento en estos moluscos está en función del peso corporal

Por ello la alimentación es fundamental en cualquier organismo vivo, y más si se habla de reproductores que son los animales que darán continuidad a la progenie, aquí la importancia de conocer la especie a reproducir.

Fuentes:

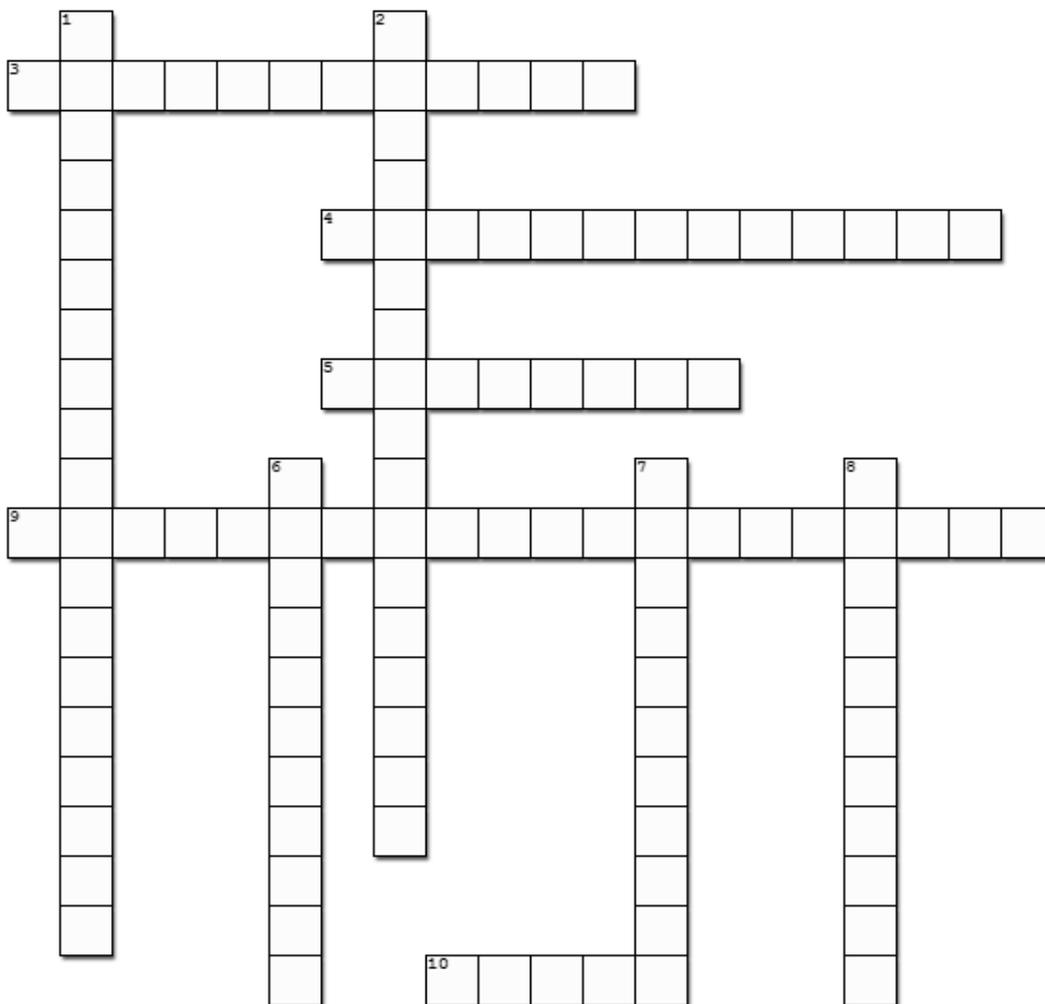
- Bayne, B.L (1976). Marine mussels, their ecology and physiology international Biological Programme; Cambridge University Press eds; 411 pp.
- Trado Narváez, C. De la Ruah Franch, A., C. Bruzón Gallegos, M., A. Lopez Linares, J., I. Salas Casanova., C. Marquez Pascual, I. 2002. La reproducción de Bivalvos y Gasterópodos de interés pesquero en Andalucía. Consejería de Agricultura y pesca. pp 132
- Cáceres Martínez, J., R. Vásquez Yeomans. 2014. Manual de buenas prácticas para el cultivo de moluscos bivalvos. OIRSAOSPESCA pp. 117
- Rosas, C, Caamal, C., Cazares R., Rodríguez D., Romero, M. Chay D. 2006. Manual preliminar para el cultivo del pulpo *Octopus maya*. CONAPESCA. 36.
- Fernández, I (1991). Reproducción y acondicionamiento de bivalvos en el criadero. Unidades didácticas de Acuicultura. Conselleria de Pesca, Marisqueo e Acuicultura. Xunta de Galicia. Tema 16, 35 pp.
- Fernández, I. (1991). Reproducción y acondicionamiento de bivalvos en el criadero. Unidades didácticas de Acuicultura. Conselleria de Pesca Marisqueo e Acuicultura. Xunta de Galicia. Tema 16, 35 pp.

- Martínez-Guzmán, G. 2008. Control de la reproducción y producción de semillas de bivalvos en sistemas controlados. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 267-275.



Actividad de aprendizaje

Resuelve el siguiente crucigrama con base a los conocimientos obtenidos sobre técnicas para determinar el estado de madurez y la alimentación en reproductores.



Creado con Crossword Maker en TheTeachersCorner.net

Horizontales

3- Es la denominación que se le da a los organismos que poseen ambos sexos es decir, presentan ovarios y testículos, por lo tanto, tienen la capacidad de producir gametos de ambos sexos.

4- Son los organismos que darán continuidad y seguimiento a la progenie.

5- Cuál es la clase más representativa de moluscos en donde se presenta el hermafroditismo.

9- Son los factores involucrados en la actividad reproductiva de una especie.

10- Cuál es el ingrediente principal en la alimentación de los reproductores que tiene implicaciones directas en el desarrollo adecuado del ovario y en la calidad de los desoves.

Verticales

1- Que ocurre cuando los espermatozoides y los óvulos se juntan en el exterior del organismo.

2- Es la técnica de maduración, que implica el sacrificio del animal, debido a la obtención del órgano (gónada) a evaluar.

6- Nombre de la estructura cuya función es la de transferir los espermátóforos a las hembras, el cual empieza a desarrollarse entre el cuarto y quinto mes de edad.

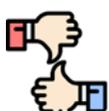
7- Qué clase de organismos representa la alimentación altamente proteica, por lo que se necesita incluir en su dieta a las jaibas, otros moluscos y algunos peces.

8- Es una de las técnicas mayormente aplicadas para acelerar el estado de madurez en los moluscos.

Con la información revisada en la sección Vamos a Aprender completa la siguiente tabla comparativa sobre la maduración de los reproductores de moluscos

Aspectos que comparar	Clase moluscos		
	Bivalvos	Gasterópodos	Cefalópodos
Tiempo en que alcanzan la madurez sexual			
Órganos que intervienen en la reproducción			
Técnica más empleada para determinar la madurez sexual de los reproductores			

Tipos de fecundación			
Tipo de reproducción más representada en las clases de moluscos			
Nutrientes más demandados en la maduración de los reproductores			



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Distingo los tipos de fecundación en los reproductores de moluscos.			
Identifico las técnicas de madurez.			
Reconozco la importancia de la madurez sexual en los moluscos.			
Puedo explicar cuáles son las diferencias en la reproducción de los moluscos.			
Comprendo la importancia de los requerimientos nutricionales en los reproductores de moluscos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Acondicionamiento de reproductores

<http://www.fao.org/3/y5720s/y5720s08.htm#TopOfPage>.

Desova reproductores de moluscos



Contextualizando

Para lograr el éxito de la producción de cualquier especie en acuicultura, el asegurar la obtención de gametos es un paso crucial para poder generar semilla, ¿sabías que los moluscos bivalvos tienen varias estrategias para reproducirse?

Algunas especies cambian de sexo durante su vida, en ocasiones hasta en un mismo año, mientras que otras pueden presentar ambos sexos, e incluso autofecundarse. En medio natural, el inicio de la expulsión de los productos sexuales e inicio de la reproducción, está determinado por diversos factores como la propia genética del organismo y la estación del año y su clima, principalmente. En un criadero productor de semillas se pueden simular las condiciones óptimas de las variables involucradas y además, de forma artificial se pueden aplicar variadas técnicas para provocar el desove de los reproductores maduros de moluscos; de forma sencilla, las aprenderás en esta lección.



¡Vamos a aprender!

En esta sección analizaremos las diferentes técnicas de inducción al desove de reproductores y al final de este interesante tema, seremos capaces de seleccionar el método más adecuado de acuerdo con la especie de nuestro interés, tratando de que nuestros organismos sufran el menor grado de estrés, para abordar esta sección es importante recordar las bases de la reproducción animal.

Debes recordar que los gametos son las células sexuales: el gameto masculino es el espermatozoide y el gameto femenino, el óvulo. Cuando el espermatozoide y el óvulo se fusionan, surge el huevo o cigoto, la célula resultante de la reproducción sexual que, a partir de su desarrollo y su segmentación, da lugar a la aparición de un nuevo organismo.

A la formación de los gametos se la denomina gametogénesis. Se trata de un proceso evolutivo que se inicia con células germinales: con la meiosis de estas células, surgen los gametos, cabe recordar que la meiosis es una forma de reproducción celular. En este caso, la meiosis tiene lugar en las gónadas, el órgano responsable de la producción de los gametos y, por lo tanto, de la gametogénesis. Las células germinales registran divisiones y así se generan los gametos (espermatozoides y óvulos).

Inducción al desove

El paso siguiente a la maduración, acondicionamiento y a la evaluación del estado de madurez de los reproductores es proveer a los organismos con los estímulos necesarios para inducir a la expulsión de los gametos o puesta (la expulsión de ovocitos se conoce como desove y la expulsión de espermatozoides como espermiación). Asegurar la obtención de gametos es un paso crucial para poder generar semilla y para poder impulsar el cultivo de cualquier especie en acuicultura.

El desove espontáneo, en laboratorio, es poco frecuente y, cuando se produce, no permite controlar las condiciones en las que tiene lugar, lo que provoca irremediablemente el deterioro del cultivo, y la consiguiente inutilización de los gametos. Por tanto, la obtención de gametos en laboratorio es una etapa que implica la estimulación artificial de los reproductores acondicionados en condiciones controladas, de lo que depende también la obtención de larvas.

Tal como la gametogénesis, el inicio de la puesta (la expulsión de los gametos: ovocitos y espermatozoides) en el medio natural, es consecuencia de una combinación de factores de tipo genético, térmico, mecánico y hormonal, entre los que destacan los siguientes:

- a) **Temperatura:** Se considera uno de los factores de mayor incidencia sobre el control de la puesta, aunque el comportamiento con respecto a este factor difiere notablemente de unas especies a otras. La emisión de gametos sólo se produce cuando el agua supera un nivel mínimo de temperatura, que puede variar dentro de una misma especie en función de la época del año.
- b) **Salinidad:** Parece que el descenso de la salinidad del agua estimula la liberación de gametos maduros.
- c) **Luminosidad:** La influencia de este factor sobre la actividad sexual de los moluscos es un fenómeno poco estudiado.
- d) **Estímulos mecánicos:** Por ejemplo, vientos fuertes, mareas, etc., tienen escasa influencia sobre la puesta en poblaciones naturales.
- e) **Presencia de gametos en el entorno:** Los gametos de muchos organismos de fecundación externa producen sustancias que facilitan la fecundación. Los espermatozoides producen compuestos que tienen propiedades de activación de la puesta en individuos de la misma especie.
- f) **Segregaciones neuronales:** Los ganglios cerebrales y viscerales de los bivalvos, desempeñan un importante papel en el control de la reproducción.

Habida cuenta de estos factores estimulantes, la emisión de gametos puede ser provocada en condiciones experimentales según diversos procedimientos. Las diferentes técnicas de estimulación empleadas dependen la naturaleza y el grado de maduración sexual de los bivalvos. Cuando se comprueba que los animales ya son lo bastante maduros, se procede a estimular la expulsión de gametos. La estimulación de la puesta (inducción al desove), como ya se mencionó, es el proceso por el cual se induce a los bivalvos sexualmente maduros a liberar gametos en respuesta a la aplicación de un

estímulo. Entre las técnicas de inducción en moluscos bivalvos se encuentran las siguientes: métodos de naturaleza física, métodos de naturaleza química, métodos nutricionales y métodos de naturaleza mecánica, este último consiste en la incisión de la gónada (Escarificación) o punciones en los músculos aductores.

A continuación, se describen los principales métodos de inducción al desove que se emplean en acuicultura de moluscos:

Escarificación

La inducción a la puesta en un criadero permite obtener puestas cuando se necesiten, siempre que los individuos presenten gametos maduros. Esto permite planificar los cultivos, además de realizar una fecundación controlada. Por otra parte, la obtención de los gametos puede exigir el sacrificio de animales (escarificación) o no, si se utilizan métodos para estimular la emisión natural de gametos. Como veremos más adelante, por escarificación se obtienen huevos o espermias, que se emplearán para depositar en los reproductores para que se estimulen y se produzca la puesta. Entre las desventajas del empleo de este método se tiene que se sacrifican (mueren) algunos reproductores y en ocasiones no siempre obtenemos gametos maduros, por lo que son inútiles; mientras que, si tenemos desoves naturales, los reproductores no mueren al hacerlo y los gametos obtenidos estarán completamente maduros y listos para formar un nuevo organismo.

Los gametos maduros de los bivalvos ovíparos se pueden retirar directamente de la gónada por escarificación (la escarificación es la acción de producir escaras en la piel mediante la aplicación de incisiones superficiales o profundas). Sin embargo, la viabilidad de los gametos conseguidos mediante este método difiere en función de la especie. En las especies pertenecientes a los géneros *Pecten*, *Mytilus* y *Ruditapes*, la maduración de los ovocitos y la fecundación sólo son posibles una vez que éstos han pasado por el gonoducto, conducto por el que pasan los productos sexuales desde las gónadas al exterior para que sean fecundados o bien a la cavidad paleal en algunas especies donde ahí mismo serán fecundados y se desarrollarán hasta ser liberados como larva lista para fijarse.

El proceso de escarificación se inicia con la apertura o sacrificio de individuos sexualmente maduros con ayuda de una cuchilla. Posteriormente, con un bisturí, se efectúa una ligera incisión en la gónada y, a continuación, se ejerce presión. Los gametos se recogen mediante el lavado con agua de mar filtrada y esterilizada por rayos ultravioletas. En este momento, se retira una muestra de gametos para determinar su sexo al microscopio (cuando no es posible diferenciar de forma macroscópica el sexo de los individuos) y la maduración de los gametos. El esperma debe ser móvil y los ovocitos, que inicialmente presentan forma de "pera" deben redondearse al entrar en contacto con el agua de mar durante un periodo de 20 minutos.

Los productos sexuales maduros obtenidos de cada individuo, se lavan a continuación y se filtran en tamices con luz de malla de un tamaño superior al de los gametos, a fin de eliminar las partículas en suspensión (heces, pedazos de concha, etc.) resultantes del

proceso de escarificación. La suspensión de gametos debe mantenerse a temperatura de cultivo.

Técnicas de inducción al desove

La inducción a la puesta de los bivalvos ofrece varias ventajas y, entre ellas, la principal es que no exige el sacrificio de los animales. Así, se pueden obtener varias puestas de los mejores progenitores. Existen diversos estímulos para inducir a la puesta: choques térmicos, mecánicos, químicos, etc. El más adecuado será el que se adapte con mayor naturalidad a cada especie y el que minimice el estrés. Es importante evitar choques violentos que puedan causar un “estrés” desfavorable a la futura generación.

Variaciones térmicas.

El método más difundido en los criaderos y con mayor éxito en la mayoría de los bivalvos es el estímulo térmico. Este método se aplica a individuos sexualmente maduros, ya procedan del medio natural o hayan sido manipulados en laboratorios.

Los individuos sexualmente maduros que se seleccionen deben ser limpiados a conciencia con agua de mar filtrada, y es preciso liberarles de la epifauna incrustada (biofouling). Tras esta limpieza, se mantiene a los bivalvos en bandejas con agua de mar, y se les expone a temperaturas alternas, cuya variación difiere en función de las especies.

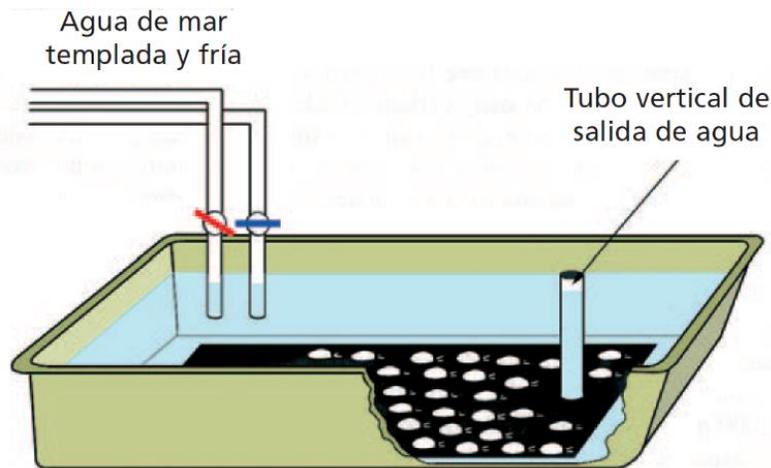


Diagrama de la disposición de una bandeja utilizada habitualmente para el desove de bivalvos ovíparos (según Utting y Spencer, 1991). Citado por Helm, et al., 2006

Generalmente, se debe optar por un diferencial de unos 10° C entre la temperatura mínima y la máxima. Para iniciar el estímulo térmico, se debe emplear la temperatura más alta, a fin de estimular a los bivalvos a iniciar la actividad de filtración. Una vez transcurridos de 30 a 40 minutos, se debe retirar el agua y sustituirla por agua fría durante el mismo período de tiempo, repitiendo el proceso sucesivamente, hasta la

puesta. El número de ciclos necesarios depende del grado de maduración de los progenitores, y puede suponer hasta 4 o 5 horas.

En general, los bivalvos empiezan a emitir con las temperaturas más altas, y son los machos los primeros en emitir, aunque este fenómeno no siempre se cumple. Este procedimiento se realiza, normalmente, en circuito cerrado, en bandejas de PVC de aproximadamente 60x40x15 cm y fondo negro (para facilitar la visualización de los productos sexuales), con unos 10 cm de agua de mar filtrada, calentada mediante resistencias provistas de termostato y agitada por difusores de aire. Siempre que sea necesario, se debe sustituir el agua para que las heces u otros desechos no dificulten la visualización de los gametos. Sin embargo, este proceso también se puede llevar a cabo en sistema abierto, siempre que se controle la temperatura. El estímulo térmico se puede reforzar aún más mediante la adición de pequeñas porciones de una solución de gametos (preferiblemente, esperma), que se puede obtener de un animal recién sacrificado, al agua en la que se realiza la estimulación. La combinación de estos dos estímulos mejora notablemente la respuesta a la estimulación.

Estímulos químicos

La actividad sexual de los bivalvos se regula por vía neuroendocrina, y la neurohormona serotonina se ha instituido como sustancia fundamental en la regulación de la puesta y en la maduración de los gametos. Existen otras sustancias inductoras a la puesta, pero ésta es la más utilizada y la que arroja mejores resultados en diversas especies de bivalvos.

Teniendo en cuenta el emplazamiento de la gónada, se practica un orificio en la concha (aproximadamente, 2 mm de diámetro) con ayuda de un taladro eléctrico. La serotonina se inyecta (0,2 ml ó 0,4 ml) directamente en la gónada o en el músculo de los animales maduros, en una concentración de 0,2 mM. a 2 mM. A continuación, se aísla a los individuos estimulados en cubetas con agua de mar filtrada y esterilizada mediante rayos ultravioleta. La respuesta es prácticamente inmediata, pero si el estímulo es demasiado intenso, provoca la expulsión de todos los gametos, incluidos aquellos que no están maduros. Por ello, el choque térmico sigue siendo el estímulo que mejores resultados produce.

Otros estímulos

Existen otros estímulos que se pueden utilizar o no de forma simultánea con los que ya se han mencionado. Entre ellos, destacan algunos que se pueden emplear en laboratorio, como por ejemplo la variación de la salinidad, de la luminosidad, del tiempo de emersión e inmersión (exposición de los reproductores al aire) o de la presencia o ausencia de alimentos. Con frecuencia, estos estímulos se utilizan como complemento al choque térmico.

Si bien, las puestas naturales son aprovechables en un criadero de Abulón (oreja de mar), la inducción a la puesta presenta la ventaja de obtener huevos en un momento predecible que permite al granjero preparar los tanques larvarios y post-larvarios, así como obtener puestas durante las horas matinales de trabajo. En condiciones de cultivo, la liberación de los gametos se induce mediante un estímulo artificial. Hoy en día se conocen numerosas técnicas para inducir el desove en la oreja de mar entre los que destacan el aumento del pH del agua con peróxido de hidrógeno (H_2O_2), la dilución de hormonas o gametos de la misma especie y la exposición a rayos ultravioletas, que consiste en hacer pasar el agua del cultivo que abastece al tanque de puesta, a través de una cámara con una bombilla de UV (con una longitud de onda de 254 nm), de donde sale desionizada



Obtención manual y transferencia de gametos del ostión japonés a un vaso con agua de mar filtrada utilizando una pipeta Pasteur. Imagen tomada de Helm, et al., 2006

Adición de gametos



*(A) Adultos de *Pecten ziczac* durante el ciclo térmico en una bandeja de desove. Se utiliza un calefactor de acuario para mantener la temperatura elevada. Se enfría el agua de una bandeja similar con bolsas de hielo para proporcionar el choque de frío. (B) Vieiras individuales desovando en vasos de plástico de 3 l sumergidas en un baño de agua a temperatura constante. La ilustración es válida para los procedimientos utilizados en el desove de cualquier especie. Imagen tomada de Helm, et al., 2006.*

Fertilización

Si los reproductores están lo suficientemente maduros y el estímulo de inducción a la puesta tiene éxito, se produce la liberación del esperma y de los óvulos. Si bien, algunos granjeros inducen la puesta de machos y hembras en el mismo tanque, es preferible realizarlo de forma separada con el propósito de controlar la fertilización, y evitar las deformaciones larvarias como resultado de la poliespermia, por lo que es importante determinar la concentración óptima de espermatozoides para obtener las mejores tasas de fertilización y el mayor porcentaje de larvas normales.

Desarrollo y manipulación de los gametos

Una vez iniciada la liberación de los productos sexuales, debe identificarse a los individuos y separarlos por sexo, colocando preferiblemente cada reproductor en un pequeño recipiente preparado previamente, con agua filtrada a la misma temperatura que la bandeja de desove. Seguidamente, los gametos femeninos y masculinos se filtran mediante dos cribas de mallas distintas: una con orificios superiores, para retener los desechos mayores, y otra con orificios inferiores, para retener los productos sexuales (Si bien, algunos granjeros inducen la puesta de machos y hembras en el mismo tanque, es preferible realizarlo de forma separada con el propósito de controlar la fertilización, y evitar las deformaciones larvarias como resultado de la poliespermia). Este procedimiento evita la proliferación de bacterias y otros microorganismos que puedan perjudicar a los gametos.

Tras este tratamiento, los ovocitos se deben concentrar en frascos de 5 litros con agua de mar filtrada y esterilizada por rayos ultravioletas, y homogeneizarlos con frecuencia para evitar la anoxia del cultivo. También se debe lavar la solución de espermatozoides, haciéndola pasar por una criba de 20 μm que retenga los desechos mayores.

Procedimiento Zootécnico. Para producir el máximo de larvas sanas, es necesario que la fertilización se realice en el plazo de una hora tras la emisión de los productos sexuales. Dentro de ese periodo, se debe añadir entre 1 y 2 ml de una suspensión, resultante de la mezcla del esperma de varios machos, por cada litro de suspensión de ovocitos, volumen suficiente para que haya unos 10 espermatozoides por ovocito. Sesenta minutos después de la adición de esperma, se comprueba si los ovocitos ya están fecundados, mediante la observación del cultivo al microscopio. La fecundación se detecta inicialmente por la aparición de un cuerpo polar, seguida de diversas divisiones. Durante ese periodo de tiempo, se debe mantener la temperatura adecuada para cada especie, y agitar ligeramente para evitar condiciones de anoxia. Una vez comprobada la fecundación de la mayor parte de los ovocitos, se debe lavar el cultivo, antes de pasarlo a los tanques de incubación, a fin de retirar el esperma sobrante y evitar el deterioro del cultivo.



Cortes histológicos para determinación de maduración gonádica y diferenciación de sexos.



Fecundación externa promovida a partir de la mezcla de óvulos y espermatozoides de ostiones adultos seleccionados. Imagen tomada de Betanzos-Vega, et . al., (2018).

Los principales factores que afectan la fertilización son: la temperatura del agua, la concentración del espermatozoides, el tiempo de contacto entre los gametos femeninos y masculinos, la edad de los gametos y el tamaño del huevo. Para una fertilización exitosa, es importante añadir la cantidad adecuada de espermatozoides en el volumen de agua que contiene los huevos. Si la cantidad no es suficiente no se obtienen buenas tasas de fertilización y si la cantidad es excesiva, aumentan las deformidades embrionarias debido a la poliespermia. La concentración óptima de espermatozoides varía entre las especies de oreja de mar, y se estima que está en un rango de entre 100,000 y 1,000,000 espermatozoides/ml.

El tiempo de contacto entre los gametos es un factor crítico a muy bajas y altas concentraciones de espermatozoides. Se pueden obtener fertilizaciones exitosas (del 80 %), si existe un contacto prolongado (40 minutos) a una concentración baja de espermatozoides (10^3 espermatozoides/ml), o bien un contacto corto (< 15 minutos) a una concentración alta (10^7 espermatozoides/ml lo que equivale a 10,000,000 de espermatozoides por mililitro).

Fuentes.

- Betanzos Vega, A.; Mazón Suástegui, J.M. y Arencibía Carballo G. (Eds.), 2018. La ostricultura: una alternativa de desarrollo pesquero para comunidades costeras en Cuba. Universidad Autónoma de Campeche. 104 pp.
- Bilbao Villena, A. 2012 . Aspectos reproductivos y acondicionamiento de reproductores de *Haliotis tuberculata coccinea* (Reeve, 1846). Tesis doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Instituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria, Instituto Canario de Ciencias Marinas, Grupo de Investigación en Acuicultura. Las Palmas de Gran Canaria, España. 183 pp.

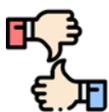
- Cáceres Martínez, J., R. Vázquez Yeomans. 2014. Manual de buenas prácticas para el cultivo de moluscos bivalvos. OIRSAOSPESCA. 117 pp.
- Helm, M.M.; Bourne, N.; y Lovatelli, A. (comp./ed.). 2006. Cultivo de bivalvos en criadero. Un manual práctico. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 471. Roma, FAO. 184 pp.
- Joaquim, s.; Matias, D. y Moreno, O. 2008. Cultivo de Bivalvos en Criadero / Cultivo de Bivalves em Maternidade. Junta de Andalucía. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca. 84 pp.
- Lodeiros, C.; y Lovatelli, A., coords. 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. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO



Actividad de aprendizaje

Elabora un mapa mental de los factores de tipo genético, térmico, mecánico y hormonal, que influyen en el inicio de la puesta o desove de moluscos en el medio natural. El diseño del mapa mental es libre, emplea tu creatividad.

A large, empty rounded rectangle with a red border, intended for the student to draw a mind map.



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Puedo explicar el método de escarificación que se emplea para la obtención de productos sexuales y cada uno de sus pasos.			
Soy capaz de explicar las técnicas de inducción al desove que se describen en el manual y la combinación de estas.			
Puedo explicar los principales factores que afectan la fertilización de los huevecillos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Red de Investigación para el Fortalecimiento del Cultivo de Moluscos Bivalvos
<https://www.youtube.com/watch?v=nwQrXP5gp74>