

CARRERA TÉCNICA EN ACUACULTURA

Módulo 4. Produce moluscos

Quinto semestre



Submódulo 2

Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar

Créditos

Desarrollo de Contenido

Ana María Jiménez Martínez

Ana María Fuentes Serrano

Juan Carlos Espinoza León

Vianey Eunise Sosa Koh

Lenin Escobar Pérez

Revisión técnico – pedagógica y edición

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 carreta técnica en **Acuacultura**, 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 Acuacultura 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 2. Obtiene semilla 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 2. Obtiene semilla de moluscos	
Cultivo larvario ----- (Juan Carlos Espinoza León y Ana María Jiménez Martínez)	7
Alimentación y Nutrición ----- (Juan Carlos Espinoza León y Vianey Eunise Sosa Koh)	14
Fijación asentamiento o eclosión de semilla ----- (Juan Carlos Espinoza León y Ana María Fuentes Serrano)	24
Obtención de semilla en el medio natural ----- (Juan Carlos Espinoza León y Lenin Escobar Pérez)	42
Monitorea condiciones ambientales ----- (Ana María Fuentes Serrano)	50
Uso y manejo de instrumentos de medición en el control de parámetros físicoquímicos ----- (Ana María Fuentes Serrano)	58
Interpretación gráfica del comportamiento de los parámetros físicoquímicos --- (Ana María Fuentes Serrano)	66
Sistemas de cultivo para la pre-engorda de moluscos ----- (Vianey Eunise Sosa Koh)	76
Densidad de siembra para la pre-engorda ----- (Vianey Eunise Sosa Koh)	84

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.



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 "co en la nube", "súbelo en la nube", pero ¿sabes la nube?

La *nube* es un modelo de soporte tecnoló brinda acceso a un conjunto de recursos y s informáticos compartidos, por ejemplo: servidores, almacenamiento, aplicac servicios.

Actividades de aprendizaje

Lee las siguientes oraciones y subraya la respuesta correcta.

- Este tipo de nube se caracteriza por ofrecer estos servicios pueden ser gratuitos o pueden ser de pago.
 - Encriptar
 - Pública
- Su uso es exclusivo de una persona o una empresa, pero se permite que otros usuarios de ella son usuarios a los que la empresa les permite acceder.
 - Híbrida
 - Cifrar
- Ofrece servicios donde se comparte información, música, videos, tutoriales, cocina, entre otros.
 - Híbrida
 - Pública
- Ocultar el contenido de un mensaje a simple vista.
 - Cifrar
 - Pública
- Si al conectarte a la red no te solicita una contraseña, es mejor conectarse a redes que estén cifradas.
 - WPA2 (Acceso Wi-Fi protegido 2).
 - Seguridad en la nube

un buen _____ ya que actúa como un escudo para robar datos, incluida información personal. ¿puedes proteger tu información?

Cifrar b) Anonimizar

Seguridad en la nube es responsable de la seguridad de los datos en el proveedor b) Anonimizar

combinar mayúsculas, minúsculas y números de seguridad en tu contraseña b) Anonimizar

Emplearás los contenidos revisados para asimilar los principales conceptos y promover el desarrollo de las competencias profesionales.

Autoevaluación

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

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

Indicadores	Lo 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.			

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

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

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

Para saber más

- Capacítate para el empleo (2021). *Curso Fundamentos de cómputo en la nube*. Fundación Carios Slim. <https://capacitateparaempleo.org/pages.php?r=tema&tagID=8640>
- Surveillance. Self-defense (2018). *Qué debo saber sobre el cifrado*. <https://ssd.eff.org/es/module/3G2x8Fq/0C3xA7-es-el-cifrado>

Submódulo



Obtiene semilla de moluscos

Competencias profesionales

- Produce semilla de molusco
- Monitorea condiciones ambientales
- Siembra moluscos

Cultivo larvario

El verdadero comienzo de la acuicultura se presenta cuando el hombre logra controlar el ciclo biológico de las especies más atractivas desde el punto de vista comercial, produciendo en laboratorio las crías o "semillas" para después sembrarlas en el medio natural.

El cultivo de moluscos bivalvos (ostras, mejillones, almejas y vieiras) bajo condiciones controladas es toda una experiencia que se gana día a día con las especies que se desean cultivar, no existe un diseño único para los criaderos de bivalvos, ni método o técnica exclusiva.

Para la producción larvaria se contempla el proceso de un sistema, integrado por cuatro subsistemas: 1) cultivo de alimento vivo-microalgas, 2) acondicionamiento de reproductores, 3) inducción al desove y 4) cría de larvas.



Fotografías: Escobar Pérez, 2020

En esta lección profundizaremos sobre el cultivo larvario ¿Sabes qué factores se deben considerar durante el desarrollo larvario? A continuación, lo explicaremos.



¡Vamos a aprender!

El cultivo de larvas de moluscos bivalvos en condiciones controladas tiene como objetivo la obtención de semillas para el posterior engorde en el medio natural, o para la recuperación de los bancos naturales agotados (repoblación). El cultivo larvario, debe intentar reproducir las condiciones ambientales del hábitat de las larvas, controlando los parámetros como la temperatura, la salinidad, el pH, entre otros y suministrar un alimento que proporcione todas sus necesidades nutricionales.

Los factores externos que influyen en el desarrollo larvario y la duración de la fase larvaria varían según la especie, estando también condicionada por la tasa de crecimiento, la supervivencia y la fijación. Algunos de estos factores pueden ser controlados, tales como la cantidad y la calidad del alimento suministrado, la temperatura del agua, la salinidad, el pH y la densidad de larvas en el cultivo. Aun así, los factores como la calidad del agua y las enfermedades son más complejos de controlar.

Factores externos	Descripción
Alimentación	El suministro de alimento es rico en microalgas, generalmente las que pertenecen a la clase de Bacillariophyceae, Haptophyceae, Prasinophyceae, Chlorophyceae y Cryptophyceae,
Temperatura	En la mayoría de los moluscos bivalvos de aguas templadas, la tasa de crecimiento de las larvas aumenta a medida que lo hace la temperatura hasta los 30°C, aunque, las elevadas temperaturas favorecen el crecimiento bacteriano que afecta negativamente a la supervivencia larvaria. La temperatura tiene un papel muy importante en la disminución del período larvario, por ejemplo, larvas de ostra cultivadas a 17,5°C tardan unos 26 días en fijarse, sin embargo, cultivadas a 20°C tardan alrededor de 14 días.
Salinidad	Todo indica que la salinidad es uno de los factores que tiene menos importancia en el desarrollo larvario, lo que parece lógico ya que la mayoría de bivalvos producidos artificialmente son de esteros o de zonas costeras y que probablemente pasan por fluctuaciones considerables de salinidad durante la vida pelágica. Sin embargo, en la mayoría de los bivalvos toleran amplios rangos de salinidad, aun así, las salinidades bajas impiden el crecimiento y provocan el fracaso del cultivo.
pH	En un cultivo larvario, el pH del agua puede presentar fluctuaciones amplias sin afectar a las larvas, aunque por debajo de 6,75 el crecimiento es lento.

Densidad	La densidad a la que las larvas pueden ser cultivadas varía en función de su tamaño. Normalmente existe un amplio intervalo de concentraciones aceptables, disminuyendo la tasa de crecimiento a medida que se aumenta la concentración.
Calidad del agua	La calidad del agua es un problema persistente cuando se cultivan animales pelágicos pequeños. La alta relación superficie/volumen de las larvas y su exposición obligatoria a cualquier sustancia que se encuentre en el agua, las hace muy susceptibles a pequeñas concentraciones de sustancias tóxicas o agentes causantes de enfermedades.
Agentes patógenos	Las elevadas mortalidades de larvas y postlarvas, que ocurren ocasionalmente en un criadero de bivalvos son, normalmente, de origen bacteriano causadas por grandes proliferaciones de bacterias con concentraciones superiores a 10 bacterias/ml o, incluso a través de inóculos patogénicos, en concreto de <i>Vibrio</i> .
Aireación	Dos factores físicos que generan controversias entre muchos autores son la aireación y la iluminación de los tanques de cultivo. Es aconsejable a partir de la aparición de las larvas velíger, una aireación débil para no causarles daños, aunque no sea necesario, siempre que el agua presente una buena calidad y/o sea cambiada diariamente. La aireación puede ser aumentada de forma progresiva con el curso del cultivo, situado, preferentemente, a unos 15cm del fondo del tanque, para evitar la mezcla de individuos muertos o enfermos con saludables.

Aunado a lo anterior para el desarrollo larvario se consideran tres fases: larva D (por la forma que desarrolla), larva umbronada (desarrolla pies) y larva pediveliger (lista para la fijación), cuidando los siguientes aspectos.

- Inicia con la incubación de los huevos, que dura de 24 a 48 horas después de la fecundación, aparece la larva velíger con forma en D.
- Las larvas D (por la forma que presenta) son colocadas en los mismos tanques empleados para la fase de incubación, debidamente limpios y esterilizados, con agua de mar filtrada y esterilizada y con alimento en la concentración adecuada.



Mytilus galloprovincialis

Fotografía: Espinoza León, 2019.

- Debe ser realizado en un espacio cerrado, libre de contaminación con una temperatura estable. Normalmente esta fase del cultivo se realiza en la misma sala utilizada para la incubación. A lo largo del cultivo, las larvas pasan por diferentes fases y formas larvarias cuya duración dependerá de la especie cultivada, así como las condiciones generales del cultivo.

- Lo ideal para un laboratorio que trabaje con especies variadas es poseer una secuencia de tamices de tamaños de malla entre 15 y 500 μ m, con intervalos aproximados de 30 μ m. Durante el desarrollo de las larvas, el tamaño de la malla de los tamices debe ir aumentando conforme se realizan los cambios de agua.
- En el desarrollo del cultivo, las larvas de crecimiento lento, las anormales y las muertas quedan retenidas en los tamices de menor tamaño y deben ser eliminadas pues son perjudiciales, ocasionando focos de enfermedades. Debe procederse de manera similar con los desechos grandes.
- Es necesario evitar que las larvas permanezcan en seco y/o en altas concentraciones en las mallas o en vasos durante periodos de tiempo largos.
- Cuando las larvas presentan el umbo, (larva umbonada) lo que ocurre más o menos entre el 7° y el 14° día de cultivo, aparece el pie, es momento de realizar un muestreo para estimar la supervivencia y el tamaño
- El control y el seguimiento del desarrollo de las larvas es fundamental para el correcto mantenimiento del cultivo. Se debe efectuar observación diaria al microscopio de mínimo 30 larvas, antes del recambio de agua, y evaluar en porcentaje la movilidad, forma y color oscuro de la glándula digestiva (indicador de ingestión de alimento), pigmentación entre parda y dorada de los tejidos de las larvas los cuales son índices de organismos sanos y medición en longitud, usando una reglilla acoplada al objetivo del microscopio.
- Para estimar la supervivencia, las larvas retenidas en el tamiz durante el proceso de drenado de los tanques se ponen en suspensión en un recipiente de 10 l, se homogeniza manualmente, se toman tres alícuotas (muestras) con una pipeta de 1 ml, se colocan en una placa Sedgewick Rafter para revisión, conteo y medición al microscopio.
- Es importante cuantificar larvas que no consumen alimento (glándula digestiva traslucida) y el número de larvas que presentan concha deforme, el cual es indicador del estado de madurez de los reproductores y efectividad en el proceso de fertilización.
- Finalmente, la larva pediveliger desarrolla estructuras que le permiten moverse al momento del asentamiento y fijación. Inician su alimentación mientras nada. Estas fases están en función de la especie a cultivar.



Fotografía: Espinoza León, 2019.

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 p.
- FAO. 2009. *Mercenaria mercenaria*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Kraeuter, J. N. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual).
- 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.
- Tapia Vázquez, O.; González Alcalá, H. M.; Sáenz Gaxiola, L. M. y García Hiraes, R. 2008. Manual de buenas prácticas en granjas ostrícolas de San Quintín, Baja California, México. Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California, A. C. (SAGARPA- CONAPESCA). Ensenada. 36 p.



Actividad de aprendizaje

Relaciona ambas columnas sobre las características de los factores externos que se deben considerar para el cultivo larvario en condiciones de laboratorio.

- | | |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| () Agentes patógenos | 1. Dieta a base de fitoplancton |
| () pH | 2. El crecimiento es lento al encontrarse en estado ácido (-7). |
| () Salinidad | 3. La proliferación bacteriana es motivo de muerte en larvas y postlarvas |
| () Temperatura | 4. Factor con función importante para determinar el crecimiento de las larvas y lograr la fijación. |
| () Alimentación | 5. Se recomienda el suministro sea lento al obtener la larva veliger. |
| () Aireación | 6. Un mal control expone el cultivo a contaminación y enfermedades. |
| () Calidad de agua | 7. Toleran amplios rangos, sin embargo, es un factor que debe monitorear para lograr el crecimiento ideal. |

Después de leer la lección, completa el siguiente texto sobre los aspectos que interviene en el proceso del cultivo larvario de un molusco. Las palabras faltantes se encuentran en el recuadro inferior al texto.

Hablar del cultivo larvario en los _____ es comprender los aspectos que participan durante el proceso de _____, sin importar la especie que se trate.

Inicia con la _____ de los huevos, que dura _____ de horas después de la _____, aparece la larva _____ con forma en D. Nombre que recibe por su _____.

A lo largo del _____, las larvas pasan por diferentes fases y formas _____ cuya duración dependerá de la _____ cultivada, al igual que sus aspectos de cultivo. Se requiere alto cuidado al momento de realizar el recambio de _____, debiendo ser _____ por filtros UV. Al mismo tiempo que monitorear los factores de _____ y _____ poblacional.

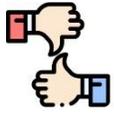
Es indispensable el uso correcto de _____ para retener las larvas en los recambios de agua, al mismo tiempo separar por tamaños evitando _____ en los tanques.

Eliminar los _____, además las larvas de crecimiento lento, las _____ y las _____ quedan retenidas ahí. Evitando posibles enfermedades al cultivo.

Durante el cultivo las larvas presentan el _____, lo que ocurre más o menos entre el _____ día de cultivo, aparece el pie, y se estimar la _____ y el _____.

El control del desarrollo larvario es fundamental para el éxito del cultivo. Observando continuamente al _____ un número determinado de larvas, para conocer la _____, forma y _____, así como la longitud.

microscopio tamaño fecundación 24 a 48 cultivo especie tamices color
desarrollo movilidad incubación velíger supervivencia larvarias agua umbo
anormales forma desechos moluscos densidad temperatura muertas 7° a 14°
filtrada competencia esterilizada



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Reconozco la importancia de monitorear los factores externos para lograr un cultivo ideal.			
Identifico que el crecimiento larvario está en función del factor temperatura.			
Logro explicar que durante el proceso de crecimiento se recomienda el conteo y separación de larvas.			
Puedo explicar que la cuantificación de larvas durante el cultivo me permite conocer el estado de sus reproductores.			



Para saber más

- Desove, desarrollo embrionario y larvario en Bivalvos
<https://www.youtube.com/watch?v=mZbgYZI4RS4>

Alimentación y Nutrición



En la producción de semilla de moluscos bivalvos, un aspecto de gran relevancia es su alimentación, sin embargo, a menudo puede ser un factor limitante para la producción de semilla durante la etapa de preengorda. El alimento vivo (microalgas cultivadas o fitoplancton natural) es un insumo básico en la producción de semillas. En esta etapa, es vital poder ofrecer una dieta que aporte esos nutrimentos esenciales obteniendo un balance nutricional con alto contenido de lípidos y ácidos grasos esenciales.

La variedad y combinación de especies de microalgas es importante debido al aporte nutricional que estas ofrecen a los organismos en cultivo, por su composición bioquímica y digestibilidad. Otro factor para considerar, después de la elección de las microalgas son las raciones alimenticias, las cuales están determinadas por el número de células de microalgas por microlitro o mililitro del volumen del tanque de cultivo.

El control de la calidad de agua es fundamental para mantenerla en condiciones adecuadas y con ella el alimento que se proporciona, esto se logra a través de los recambios de agua para eliminar el alimento no consumido, excretas, etc.

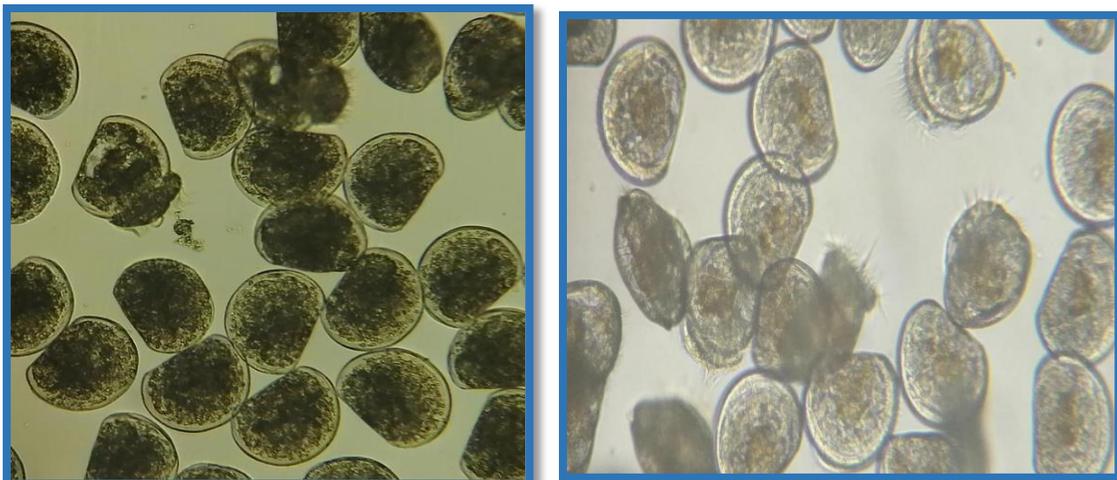
¿Qué características debe de tener el alimento que se suministra a las larvas de bivalvos?, ¿Sabes por qué el alimento vivo es importante en el desarrollo de estos organismos? En la presente lección abordaremos estos importantes aspectos.



La alimentación comienza en cuanto las larvas tienen la concha completa y han desarrollado órganos, entre ellos el sistema digestivo. Hasta entonces, la energía para su respiración y desarrollo se deriva de las reservas depositadas durante el desarrollo del ovulo (ovogénesis) en las hembras en maduración. Es más probable que los embriones en desarrollo puedan absorber nutrientes orgánicos del agua de mar a su alrededor. De hecho, a menudo conviene añadir un poco de alimento de algas cultivadas a aquellos tanques que contengan embriones unas 12 horas antes de que lleguen a la fase de larva D y sean capaces de ingerir alimentación particulada. A veces no son importantes las algas en sí, sino los nutrientes orgánicos en solución en los cultivos de algas. A este respecto, la adición de pequeñas cantidades de diatomeas (p. ej. *Chaetoceros muelleri* a 10 o 20 células por μl) a cultivos que se acerquen a la fase estacionaria parece ser muy efectiva.

Una vez desarrollado el velo en la fase de larva D (larva de concha completa, llamada así por la característica forma en D de las valvas de la concha) empiezan a nadar, el latido de los cilios del velo dirige las partículas alimenticias hacia la boca, además de ser la fuerza motriz de la actividad natatoria. Este es el momento –habitualmente denominado Día 0– en

el que la calidad (composición de la dieta) y la cantidad (ración) del alimento añadido a los tanques de cultivo adquieren importancia.



Fotografías: Pablo Rodríguez Guillen, 2020

Aspectos de la dieta

Las dietas que contienen una mezcla de algas son beneficiosas. Una combinación de dos o más especies de alto valor nutritivo que incluya un flagelado y una diatomea de tamaño adecuado invariablemente propicia mejores velocidades de crecimiento y desarrollo larvarios que las dietas de una sola especie, también mejoran los rendimientos en semilla e inciden en el comportamiento posterior de la semilla en cuanto a su crecimiento y supervivencia.

No todas las especies de algas cultivadas habitualmente y de tamaño apropiado disponibles en las colecciones de cultivos son de buen valor alimenticio para las larvas. Generalmente las que tienen un buen valor nutritivo para las larvas de una especie tienen un valor parecido para las larvas de las demás. El valor alimenticio de un alga en particular viene determinado no sólo por su composición bioquímica sino también por su ingestibilidad y digestibilidad. Por ejemplo, las diatomeas con espinas largas y silíceas pueden ser difíciles de ingerir e irritantes y las larvas cerrarán las valvas de sus conchas para expulsarlas. Algunas variedades de *Phaeodactylum* son un buen ejemplo de este problema. Otras especies, como las *Chlamydomonas coccooides* tienen unas paredes celulares gruesas que las hacen prácticamente indigeribles. Sin embargo, otras especies, entre ellas *Dunaliella tertiolecta*, carecen de ciertos ácidos grasos muy insaturados (HUFA) necesarios para el desarrollo de las larvas y aunque digeribles, aportan poco o ningún valor nutritivo.

Este alimento vivo (microalgas) debe de reunir ciertas características como: tamaño adecuado (menor de 10µm), elevado y constante valor nutritivo, fácil digestión, crecimiento rápido, alcanzando y manteniendo altas densidades (biomasa), presenten movilidad, ya que se mantienen más fácilmente en suspensión, siendo más accesibles para las larvas.

Normalmente cuando se proporciona una dieta mixta de microalgas se obtienen mejores

crecimientos larvarios. La cantidad óptima de alimento que debe ser administrada a las larvas, dependerá en gran parte, del tamaño de las células del alimento y de la densidad del cultivo larvario o de su tamaño. Altas concentraciones de microalgas causan un crecimiento anormal y excesiva cantidad de pseudoheces, impidiendo la buena locomoción de las larvas y aumentando las probabilidades de contaminación.

Así las especies de microalgas más utilizadas en el cultivo larvario de bivalvos son las que se encuentran en la tabla siguiente:

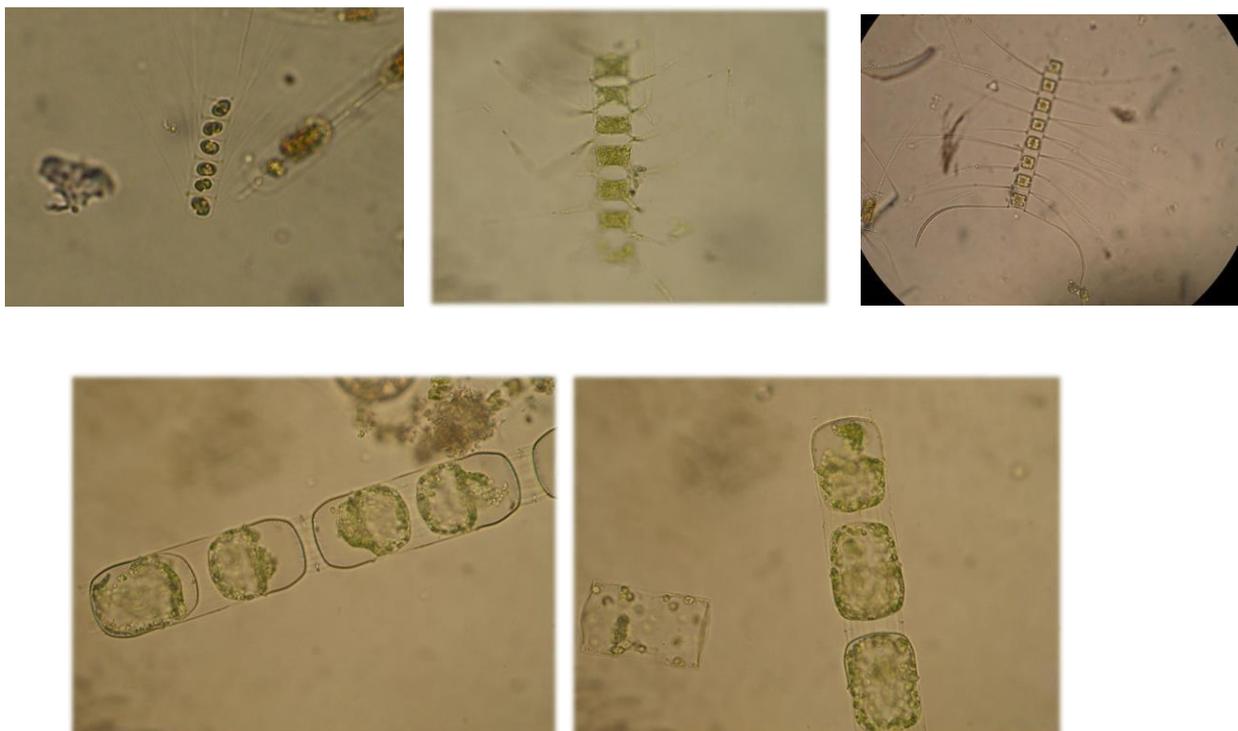
Clase	Especie
Bacillariophyceae	<i>Skeletonema costatum</i>
	<i>Thalassiosira pseudonana</i>
	<i>Phaedactylum triconutum</i>
	<i>Chaetoceros calcitrans</i>
	<i>Chaetoceros gracilis</i>
Haptophyceae	<i>Isochrysis galbana</i>
	<i>Isochrysis galbana "Tahiti"</i>
	<i>Monochrysis (Pavlova) lutheri</i>
	<i>Dicrateria inornata</i>
Prasinophyceae	<i>Tetraselmis suecica</i>
	<i>Pyramimonas grossii</i>
Chlorophyceae	<i>Dunaliella tertiolecta</i>
Cryptophyceae	<i>Rhodomonas baltica</i>

Generalmente, se utiliza una cantidad de alimento equivalente al volumen de 100 células de *Isochrysis galbana* por microlitro de cultivo de larvas, o más correctamente, una cantidad de alimento de aproximadamente 20% de peso seco de las larvas.

Las especies de alto valor nutritivo como *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans* y *Tetraselmis suecica*, suelen contener proporciones relativamente altas de varios ácidos grasos muy insaturados (HUFA) en comparación con muchas de las especies de valor alimenticio pobre. Si la dieta carece de estos componentes, las larvas de la mayoría de los bivalvos tienen poca o ninguna capacidad de sintetizarlos a partir de precursores no muy saturados. Esto ocurre en gran parte de las especies exigentes que, alimentándose de una combinación de especies ricas en EPA o DHA (o ambos) darán los mejores resultados. En este sentido las larvas de almejas suelen ser menos dependientes que las larvas de ostras o vieiras.

Las distintas especies de diatomeas que se cultivan habitualmente en los criaderos tienen niveles de HUFA parecidos, todos ricos en EPA (ácido eicosapentaenoico). Las cantidades totales de ácidos grasos particulares en las distintas especies de diatomeas son algo variables. Suelen ser más altas en los cultivos que entran en la fase estacionaria que durante el crecimiento exponencial.

De los flagelados pardos de tamaño pequeño de células, *Pavlova lutherii* tiene un perfil de HUFA (Ácidos Grasos Altamente Insaturados) parecido a *Isochrysis galbana* pero suele tener más DHA (ácido docosahexaenoico). En cambio, el clon T-Iso de *Isochrysis* contiene sólo entre un 50 y 70% de DHA de *Isochrysis galbana* cuando se cultiva al lado de ésta en las mismas condiciones de luz y de nutrientes. T-Iso suele cultivarse en más criaderos que sus parientes próximos porque es más fácil de cultivar durante todo el año y es tolerante a temperaturas más altas. Las especies de *Pyramimonas* son sustitutos útiles de *Tetraselmis* (p. ej. *P. obovata* y *P. virginica*). Tienen perfiles de HUFA intermedios entre *Tetraselmis* e *Isochrysis* pero pueden ser difíciles de cultivar en ciertas épocas del año.



Fotografías: Juan Carlos Espinoza, 2021

Composición de la dieta y raciones

Una dieta inicial apropiada para larvas D y de la fase inicial (<125µm longitud de concha) de la mayoría de los bivalvos cultivados habitualmente se formularía con una mezcla de:

Una de las diatomeas siguientes:

Chaetoceros calcitrans o *Thalassiosira pseudonana* (para larvas >55µm) o *Chaetoceros muelleri* (para larvas 90µm),

Combinada con:

Uno de los flagelados siguientes:

Isochrysis galbana o 'T-Iso' o *Pavlova lutheri*, en igual proporción de números de células.

Cuando el tamaño medio de las larvas supera los 120µm de longitud de concha, se pueden añadir a la dieta flagelados de tamaño de célula mayor, *Tetraselmis spp.* (*T. chuii*, *T. suecica*, *T. tetrahele*, etc.).

Las raciones alimenticias normalmente se describen como el número total de células de algas por microlitro (células por µl) o por mililitro (células por ml) del volumen del tanque de cultivo. Obsérvese que 100 células por µl equivalen a 100 000 células por ml.

Es importante tener en cuenta que las células de las distintas especies de algas varían considerablemente en cuanto al tamaño medio y por tanto al volumen y masa. Al calcular una ración para una dieta que incorpora dos o tres especies, la representación de cada especie en la ración se calcula basándose en la equivalencia (en términos aproximados) de volúmenes de células, donde: 1 célula de *Isochrysis galbana*, T-Iso o *Pavlova lutherii* = 0,1 células de *Tetraselmis sp.*, o 1 célula de *Thalassiosira pseudonana*, o 2,25 células de *Chaetoceros calcitrans*, o 0,75 células de *Chaetoceros muelleri*.

Por consiguiente, una ración alimenticia adecuada para las primeras larvas de *Crassostrea* o *Tapes*, donde la densidad celular del alimento objetivo equivale a 100 células de *Isochrysis* por µl, puede formularse utilizando las siguientes combinaciones de dieta:

125 células por µl de *C. calcitrans* + 50 células por µl de *I. galbana*, o 37,5 células por µl de *C. muelleri* + 50 células por µl de *P. lutherii*, o 50 células por µl de *T. pseudonana* + 50 células por µl de *P. lutherii*.

Especies	Volumen celular (medio(μm^3))
Flagelados:	
Tetraselmis suecica	300
Dunaliella tertiolecta*	170
Isochrysis galbana	40-50
Isochrysis (T-ISO)	
Pavlova lutherii	
Diatomeas	
Chaetoceros calcitrans	35
Chaetoceros gracilis	80
Thalassiosira pseudonana	45
Skeletonema costatum	85
Phaeodactylum tricornutum*	40

Cualquiera de estas dietas compuestas de distintas especies es excelente para las larvas de bivalvos habitualmente cultivados en criadero, aunque la ración en células por μl varía según la especie y la densidad larvaria del cultivo. Las densidades celulares citadas anteriormente son ideales para las larvas de varias especies de *Crassostrea*, *Ostrea edulis*, las almejas *Tapes philippinarum*, *Tapes decussatus*, *Mercenaria mercenaria*, *Mya arenaria* (y muchas más), así como para los mejillones *Mytilus edulis* y *Perna perna* a las densidades larvarias anteriormente citadas. En cambio, las larvas de muchas especies de vieira muestran un rendimiento global mejor cuando reciben raciones inferiores de las mismas dietas. Otros criaderos utilizan raciones dos o tres veces mayores con larvas de distintas vieiras pero raramente utilizan raciones tan altas como las empleadas para ostras, almejas y mejillones para un rango similar de tamaños de larvas.

Se pueden cultivar larvas desde la fase D hasta la metamorfosis en dietas combinadas de dos especies, como las indicadas anteriormente. Sin embargo, una vez la longitud de concha de la larva supere los 120 μm , conviene añadir una tercera especie como una de las especies de *Tetraselmis sp.* más pequeñas. La experiencia indica que la velocidad de crecimiento y la proporción de larvas que logran completar la metamorfosis con éxito mejoran cuando se incluye *Tetraselmis* en la dieta.

Se puede utilizar *Tetraselmis* como sustituto directo de *Isochrysis* o *Pavlova* en la dieta o, mejor aún, se puede utilizar como especie adicional para formular una dieta compuesta de tres especies. Sin embargo, no debe sustituir a la diatomea en la dieta. Cada una de las tres diatomeas recomendadas, mencionadas anteriormente, contiene otro importante ácido graso muy insaturado (EPA) de conocida importancia por su valor nutritivo o para el desarrollo.

Existen dos estrategias básicas que se utilizan en los criaderos para asegurar un aporte suficiente de raciones alimenticias para las larvas. La primera consiste en añadir algas al volumen de agua de mar en los tanques de cultivo larvario con el objetivo de elevar la densidad de células alimenticias a una concentración que sostenga la velocidad máxima de crecimiento larvario. La segunda consiste en alimentar la biomasa creciente de larvas, conforme progresa su desarrollo, en función de las velocidades conocidas de ingestión de las larvas de distintas longitudes medias de concha.

Sin embargo, para el rendimiento de las larvas el exceso de alimentación es perjudicial. Como se ha mencionado anteriormente, con mayores densidades de larvas puede que sea necesario administrar el alimento dos veces al día en dos raciones a la densidad celular óptima recomendada para las larvas de la mayoría de las especies, por ejemplo, a cerca de 100 células por equivalentes de μl de *Isochrysis*. Un aporte único al día con la doble ración para un cultivo de larvas superará la densidad y volumen de células alimenticias a la velocidad de consumo más eficiente de las larvas. La sobrealimentación puede acarrear enfermedades bacterianas en situaciones en las que las larvas ya padecen estrés. En este caso, la ración necesaria se divide en dos partes iguales. La primera parte se añade directamente al tanque y la segunda mitad restante se dosifica o se administra por goteo durante el siguiente período de 24 horas.

A partir de la aparición de las primeras larvas velíger (larva con alimentación exógena) es necesario la adición de alimento a los tanques. La adición de alimento al agua del cultivo debe ser realizada a diario, preferentemente, por la mañana y por la tarde, disminuyendo así la densidad instantánea en los tanques.

Una vez establecida la cantidad de alimento que va a ser suministrada, o sea, el número de células por microlitro de cultivo y el número de especies, se calcula el volumen de fitoplancton que tenemos que añadir a los tanques de larvas para lograr la dieta establecida. Las concentraciones varían entre las 20.000 a 50.000 cél ml^{-1} según la especie, densidad larval empleada y estadio larval. Se recomienda mantener una concentración específica constante dependiendo del estadio, utilizando dietas microalgales mixtas para aprovechar el efecto sinérgico de la mezcla; es necesario tener en cuenta que una vez que la larva presente un estadio larval avanzado conviene adicionar una especie de microalgas de mayor tamaño, como *Tetraselmis Suecica*.

Control de las características fisicoquímicas del agua

Además de contar con una adecuada alimentación de estos organismos, mantener una buena limpieza, así como un agua de buena calidad durante todo el cultivo larvario, es fundamental para la obtención de un buen resultado. El agua utilizada debe ser filtrada muy bien, si es posible a $0,45\mu\text{m}$, y esterilizada con luz ultravioleta. El agua de mar debe ser calentada a una temperatura que oscila entre los $17,5$ y los 25°C (según la especie con la que se trabaje), para ello el agua pasará por un intercambiador de calor con termostato. Para mantener la temperatura deseada y evitar fluctuaciones, los tanques de cultivo deben situarse en salas con aire acondicionado. La salinidad y el pH deben permanecer estable. Siempre que sea posible, es conveniente el uso de sensores para medir los parámetros, ya que permiten obtener un registro continuo del factor o factores que se pretende controlar.



Fotografías: Pablo Rodríguez Guillen, 2020.

Y este control en la calidad de agua se realiza a través de los recambios, en el tanque de cultivo pasando por tamices apoyas de válvulas para el control de la entrada y salida del agua sin perder organismos.

Mantenimiento de las instalaciones

Durante todo el proceso larvario se debe mantener la instalación en perfectas condiciones de limpieza y así prevenir la contaminación de los cultivos larvarios. Como se ha citado anteriormente, los tanques de cultivo se deben lavar enérgicamente cada vez que se hace un cambio de agua. Semanalmente, el circuito de agua se debe limpiar con productos desinfectantes (lejía a una concentración de 3mg de cloro por litro de agua). El conjunto de filtros utilizado para la filtración del agua de mar se debe controlar, cambiando regularmente los filtros para evitar la disminución del caudal. También se deben cambiar las lámparas de UV, ya que éstas tienen una duración limitada.

Estos factores (alimento, dieta, calidad de agua, limpieza y mantenimiento del área) son vitales en el desarrollo larvario de estos moluscos bivalvos.

Fuentes:

- FAO. 2009. *Mercenaria mercenaria*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Kraeuter, J. N. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual).
- 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.; 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

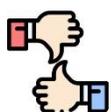


Actividad de aprendizaje

En el siguiente recuadro, se encuentran oraciones que aseguran una respuesta, con base en los temas sobre alimentación y nutrición, responde con una F si es falso o V si es verdadero.

No.	Descripción	F / V
1	Las dietas que contienen una combinación de dos o más especies de alto valor nutritivo que incluya un flagelado y una diatomea aporta mejor crecimiento en los organismos	
2	Las microalgas como alimento en el cultivo deben reunir estas características: ser una sola especie, tamaño adecuado (mayor de 15µm), elevado y constante valor nutritivo, fácil digestión, crecimiento escalonado, no presenten movilidad lo que permite sean accesibles para las larvas.	
3	La alimentación comienza en cuanto las larvas tienen la concha completa y han desarrollado órganos, entre ellos el sistema digestivo.	
4	Las especies <i>Isochrysis galbana</i> , <i>Chaetoceros calcitrans</i> y <i>Tetraselmis suecica</i> , suelen contener proporciones muy bajas de varios ácidos grasos muy insaturados (HUFA)	
5	Las raciones alimenticias normalmente se describen como el número total de células de algas por microlitro (células por µl) o por mililitro (células por ml) del volumen del tanque de cultivo.	
6	Larva con alimentación exógena, no es necesario la adición de alimento a los tanques.	

7	Todas las especies de microalgas que presenten un tamaño apropiado son de gran valor alimenticio para las larvas.	
8	La composición bioquímica, la ingestibilidad y digestibilidad son factores determinantes en el valor alimenticio de un alga.	
9	Una adecuada alimentación, control en la calidad de agua y limpieza permite obtener un buen resultado durante todo el cultivo larvario.	
10	La cantidad óptima de alimento administrada a las larvas, dependerá en gran parte, del tamaño de las células del alimento y de la densidad del cultivo larvario o de su tamaño.	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la importancia de la alimentación en el cultivo de las larvas de moluscos.			
Identifico las especies de microalgas más utilizadas en el cultivo larvario.			
Puedo explicar a partir de qué momento es necesaria la adición de alimento a los tanques de cultivo.			
Distingo cuales son las características que deben reunir las microalgas como alimento vivo en esta fase de desarrollo larval			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Alimentación y nutrición <http://www.fao.org/3/y5720s/y5720s0a.htm>

Fijación asentamiento o eclosión de semilla



Contextualizando

El reclutamiento de larvas de moluscos de importancia comercial, mediante colectores artificiales, ayuda a cuantificar la cantidad de semilla a través del tiempo evaluando el comportamiento reproductivo de los organismos permitiendo lograr proyecciones de producción para establecer actividades de cultivo con una mayor rentabilidad (Barber y Blake, 1991).

La adecuada elaboración de colectores artificiales tiene gran significancia en el asentamiento de las larvas, donde influyen los factores tales como: el tipo de colector a emplear y de la bolsa que lo contiene, la profundidad del fondeo (Peña et al., 1994), el ciclo reproductor de la especie que interesa captar, la proximidad de los bancos naturales, las corrientes marinas, la temperatura de la zona, el tiempo de permanencia de los colectores en el mar, la presencia de depredadores y la competencia de otros bivalvos por el sustrato y el alimento (Aguilar y Stotz, 2000; Navarrete et al., 2001). En esta lección se abordará esta importante temática que favorecerá el desarrollo de las competencias profesionales.



¡Vamos a aprender!

Para asegurar la fijación de las larvas es necesario que transcurran aproximadamente 21 días cuando se encuentran en la etapa pediveliger ya que es el momento de la metamorfosis durante la cual pierde el velo y el pie para fijarse al sustrato.

Las larvas nadadoras a partir de cierto momento sufren una serie de transformaciones para adaptarse a la vida bentónica, el comienzo de la fijación viene precedido de la formación de un mucus o bisco, que es utilizado para la fijación al sustrato y que favorece la agregación de las larvas en condiciones de hacinamiento y en agua sin turbulencia. También se observan ciertas modificaciones en el comportamiento de las larvas, dirigiéndose hacia el fondo.

En ostreidos y pectinidos se observa la aparición de dos manchas oscuras llamadas “ojo” entre la glándula digestiva y cada concha de las larvas, evento que sucede entre los 12 y 17 días de larvicultura, cuando tiene un tamaño de alrededor de 240–250 micras y es un claro indicador del inicio de la metamorfosis, la función de estas manchas es todavía objeto de controversia posteriormente se produce la fijación de la larva que acarrea la formación del pie frecuentemente ciliado, que le permitirá buscar sitios idóneos en el medio natural para establecerse definitivamente en el sustrato. Este estadio de desarrollo se conoce como larva pediveliger.

Durante la fase de asentamiento y metamorfosis, se produce una alta mortalidad en los cultivos, es un periodo crítico para el desarrollo de los bivalvos en criadero debido a las drásticas transformaciones que sufre la larva, además, se requiere de excelentes condiciones medioambientales y de superficies apropiadas para la fijación; la densidad recomendada para esta etapa es de 1 a 2 larvas/ml. Esta etapa del cultivo lleva asociada una disminución de la alimentación por lo que es aconsejable vigilar las concentraciones de microalgas en los cambios de agua de los tanques de larvas.

Una vez fijada la larva sufre la metamorfosis que es la siguiente fase de transformación. Este proceso es irreversible y da lugar finalmente a la etapa juvenil (llamada postlarva en el cultivo de bivalvos) en la que se han formado ya las branquias, los sifones y finalmente se ha absorbido el velo, contando ya con la morfología definitiva hasta el estado adulto.

La fijación depende de un gran número de factores, algunos de los cuales han de tenerse en consideración a la hora de llevar a cabo el cultivo de bivalvos. Las técnicas de inducción a la fijación pueden ser de carácter químico, térmico y biológico.

Entre los químicos se destaca la aplicación de hormonas o neurotransmisores, siendo los más usados la epinefrina, la L-dopamina, glicina, GABA (ácido gama-amino butírico), KOH, KCl, serotonina, norepinefrina y L-carnitina.

El carácter térmico consiste en un choque con descenso drástico de temperatura a 20°C por un tiempo de 24 a 48 horas. "Biologilizar" el sustrato es el último método y consiste en sumergir el sustrato en agua de mar con microalgas una semana antes de iniciar la fijación, acción que genera la formación de una película de bacterias sobre la superficie del sustrato (denominada biofilm) y atrae las larvas a fijarse.

Para realizar el proceso de asentamiento larval, se introduce en los tanques de asentamiento materiales sintéticos y fibrosos con superficie no muy rugosa, Los más usuales son los colectores de PVC en forma de teja, de discos o de láminas apiladas y los colectores de conchas molidas, las mallas de polipropileno (netlon), láminas plásticas de envases reciclados de gaseosa, aunque también se han utilizado, con menos éxito otros colectores como las tejas cerámicas, los "gorros chinos", césped artificial y bolsas cebolleras. La posición y orientación del sustrato también afecta el asentamiento larvario y generalmente las larvas competentes prefieren superficies en posición horizontal o levemente inclinada; existe un porcentaje que se fija en el fondo del tanque.

El manejo posterior del cultivo obliga a despegar las larvas para que puedan ser cultivadas, a partir de este momento, siguiendo el mismo procedimiento que para los demás bivalvos.

Sustratos utilizados en el asentamiento larval de pectínidos.



Bolsas cebolleras.



Mallas de polipropileno (netlon).



Láminas plásticas de envases reciclados de gaseosa.



Césped artificial.

Fotografías: tomada de Lodeiros y Lovatelli. (2019). Fabricación de colectores de semilla utilizando malla de redes de pesca y costales "cebolleros".

La fijación de las larvas sucede al momento en que sufren la metamorfosis para luego pasar a semilla que en un periodo aproximado de 24 horas se adhieren a los colectores y al fondo de los tanques, ocasionando saturación en algunas partes de los colectores, por lo tanto, se tiene que realizar el proceso de despegado.

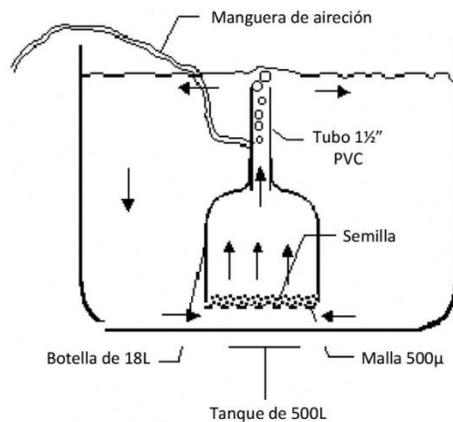
Para el despegado de los individuos; se retiran los colectores de los tanques y se utiliza un bisturí o un pincel fino para ir retirando delicadamente las ostras del sustrato. Todo el proceso se realiza bajo un chorro continuo de agua salada, que ayuda a caer a los ejemplares en un embudo para recogerlos en una bandeja con fondo de malla y sumergida en agua salada y filtrada.



Fotografía: Escobar Pérez 2021.

Durante el proceso de despegado también se producen mortalidades, por lo que se han estudiado mejoras sobre el sistema anterior de fijación. Los más utilizados son el pintado de los colectores con cal, que facilita luego el despegado con la cuchilla o Capas de partículas y trozos de conchas que se preparan moliendo conchas limpias de ostras viejas y esparciéndolas por el fondo de los tanques o bandejas de fijación.

El material particulado se clasifica de tal manera que solo se emplean aquellos trozos que pasan por un cedazo de 500 μ m y quedan atrapados en uno de 250. En este caso, la recolección de las postlarvas se realiza cuando estas alcanzan un tamaño mayor que la partícula de fijación y permite separarlas por tamizado del cultivo. Los métodos anteriores, se emplean para producir lo que se denomina semilla individual o "sin material de fijación". La semilla de ostra sin material de fijación (semilla que ya no está adherida a un sustrato o a una partícula de concha) puede cultivarse como individuos separados hasta que alcancen una talla comercial para abastecer el comercio de bivalvos con concha. Por el contrario, las supervivientes de las que se fijaron en conchas completas crecerán juntas con el tiempo, sus conchas se fusionarán y formarán racimos, por lo que sólo serán apropiadas para la extracción de la carne una vez cosechadas.



Fotografía: Espinoza León, 2015

Cultivo postlarvario de semillas

Transcurridos los tres primeros estadios larvarios inicia la metamorfosis de los bivalvos la cual es una etapa crítica en el desarrollo del organismos ya que deja su actividad natatoria y planctónica para llevar una vida sedentaria y bentónica por lo que no es necesario disponer de una gran columna de agua para su cultivo. Los ejemplares de 250–400 micras son, por lo tanto, son estabulados en otros sistemas más fáciles de manejar.

Se utilizan tanques de volumen variable entre 500 y 2000 litros de forma rectangular y con una columna de agua de entre 50 y 100cm. En su interior se colocan contenedores cilíndricos de 20 a 40cm de diámetro, con el fondo de malla de luz en función del tamaño de los individuos, comenzando con 180 micras para postlarvas de 250 micras de talla antero-posterior. En algunas instalaciones se utilizan bandejas rectangulares que aprovechan más eficientemente la superficie del tanque y de menor profundidad (también llamadas “Raceways”). La recirculación de agua en el tanque se consigue mediante una tubería horizontal sobre la bandeja a la que se inyecta aire, consiguiendo que chorros de agua caigan sobre las bandejas.



Fotografías: Espinoza León, 2015



Fotografía: Espinoza León, 2015

Los tanques se llenan con agua filtrada a $1\mu\text{m}$ y esterilizada por ultravioleta. El cultivo continúa en circuito cerrado al igual que el cultivo larvario, y se añade fitoplancton periódicamente. Para facilitar la disponibilidad del alimento, así como para evitar que las postlarvas se puedan salir del contenedor, se coloca un tubo acodado en el borde del mismo, que introduce el agua del tanque en el recipiente impulsada por aire (*air-lift*). Permite también la renovación del agua dentro del contenedor y genera un flujo de agua a través del contenedor de arriba hacia abajo.

La densidad de cultivo, para obtener un crecimiento adecuado, ha de ser inferior a 100 unidades/cm². A densidades mayores se pueden formar acumulaciones de postlarvas, lo

que puede provocar que se introduzcan las valvas de unas en las otras, provocando daños en los tejidos blandos y un aumento de la mortalidad. En especies que producen biso, como las almejas este comportamiento ocurre a cualquier densidad, provocando acumulación de individuos en alguna porción del contenedor.

Debido a que este cultivo es todavía en circuito cerrado, es necesario renovar el agua



Fotografía: Espinoza León, 2015

cada dos días, después de vaciar completamente el tanque y limpiarlo con desinfectante. Al mismo tiempo se han de limpiar las postlarvas y los contenedores, utilizando para ello un chorro de agua salada con la presión suficiente para disgregar los acúmulos y que se eliminen los desechos retenidos en la malla, pero sin ocasionar daño a los animales. Es aconsejable sustituir los contenedores cada semana por otros limpios, sumergiendo los anteriores en un baño desinfectante, enjuagándolos con agua dulce y dejándolos secar.

Durante esta etapa de desarrollo el crecimiento es rápido ya que alcanzan 1 milímetro en 3 ó 4 semanas, esto produce un aumento considerable de la biomasa en los contenedores y una cierta dispersión de tallas, lo que a su vez provoca retraso en el crecimiento de una cierta porción de las postlarvas, por lo que se aconseja realizar un desdoble cuando se observe este fenómeno. Para ello, se criban todas las postlarvas por una columna de tamices en la que el superior permita retener los individuos más grandes “cabeza del cultivo”, el intermedio la mayoría de la población y en el inferior, el resto del cultivo (“cola”).

A partir de ese momento los individuos de cada tamiz se cultivarán en contenedores diferentes según las tallas para evitar competencia y porque la tasa de crecimiento de cada grupo de individuos es diferente, aunque pueden coexistir en el mismo tanque. Después de los desdobles se utilizarán tantos tanques como sea necesario para mantener la densidad y que no se retrase el crecimiento. Por ello, no es aconsejable mezclar los ejemplares procedentes de distintas puestas en razón de su tamaño, ya que las “colas” de una puesta anterior pueden tener la misma talla que la “cabeza” de una puesta posterior pero no el mismo ritmo de crecimiento.

La alimentación se realiza aportando el fitoplancton al tanque cada vez que se realiza el limpiado de los cultivos (cada dos días). Las algas proceden de la cámara de cultivo y la dieta está basada en una combinación de especies que incluya *I. galbana*, alguna especie de *Chaetoceros* u otra diatomea y *Tetraselmis*, en la misma proporción en relación con sus correspondientes pesos secos. (1 *Tetraselmis* = 10 *I. galbana*, 1 *Chaetoceros* = 2,56 *I. galbana*).

La cantidad de alimento aportado en los primeros días de cultivos es ligeramente superior a la de los cultivos larvarios, aproximadamente 20.000 cels./individuo/ día, pero rápidamente, debido al aumento en peso de las postlarvas, estos valores se incrementan

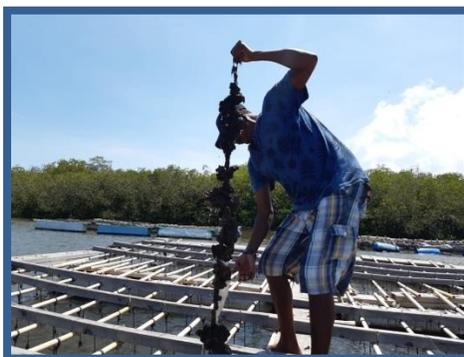
notablemente, por lo que, a partir de cierto momento del cultivo, es más útil determinar la dosis de alimento en función del color del agua del tanque, ya que si se observa que antes del siguiente cambio todavía se mantiene una importante cantidad de fitoplancton en el tanque, hay que disminuir la dosis y se ha proceder aumentando la dosis si el agua aparece completamente transparente.

El crecimiento de la postlarvas demanda entonces una gran cantidad de fitoplancton procedente de cultivos en cámara que resulta muy costoso para los criaderos, por lo que, cuando las postlarvas alcanzan una cierta talla (0,5–1 mm) que ya no necesitan unas condiciones de cultivo tan estrictas, se debe cambiar su manejo. Aunque no han sufrido ninguna transformación morfológica, y mantienen la forma definitiva, a partir de este momento se denominan semillas.

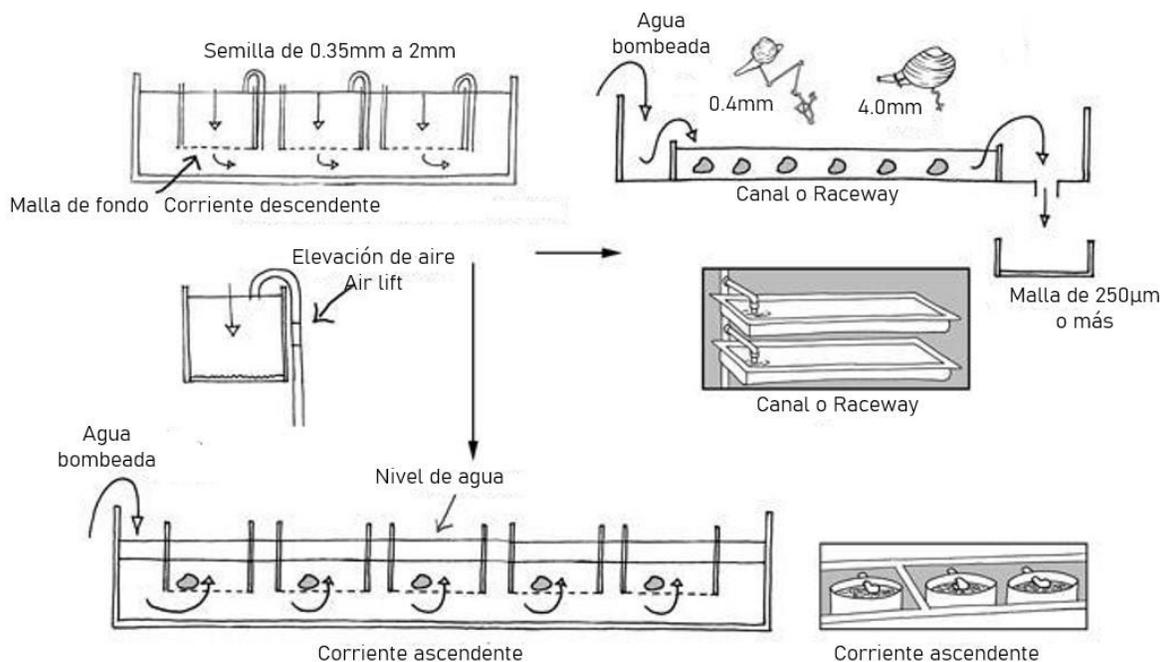
Cultivo de semillas

El cultivo de semillas se inicia después del tamizado de las postlarvas, separando los ejemplares mayores. La talla mínima en esta etapa de cultivo varía según los cultivadores, ya que algunos comienzan el cultivo en semillero cuando las postlarvas tienen todavía 400µm, por lo que se prescinde del cultivo postlarvario, quedando reducido a una semana mientras se completa la metamorfosis. En otras ocasiones el cultivo postlarvario se prolonga hasta un mes, cuando las semillas alcanzan 1mm. Estas diferencias de manejo dependen en cada criadero de sus instalaciones, infraestructuras disponibles, calidad del agua, calidad del fitoplancton en cultivos exteriores, etc. Algunos cultivadores prescinden del cultivo postlarvario, sometiendo los ejemplares a condiciones de cultivo de semillas después de sufrir la metamorfosis (400mm) mientras que otros prolongan el cultivo postlarvario y trasladan las semillas directamente al medio exterior al alcanzar 1 mm sin realizar el cultivo de semillas en el criadero.

Esta fase del cultivo se realiza también dentro de las instalaciones del criadero, controlando ciertos parámetros como la calidad del agua, la temperatura, o la alimentación y comprende hasta que las semillas alcanzan 4–5mm. A partir de ese momento, se pueden trasladar a otros sistemas de cultivo (preengorde) en medio natural, mucho menos costoso, ya que se trata ya de condiciones ambientales y alimentación natural. Al igual que en la etapa anterior, dependiendo de la ubicación de los criaderos y de sus condiciones, se puede prescindir del cultivo en semillero, estabulando los individuos de 1mm directamente en los sistemas de preengorde.



Fotografía: Escobar Pérez 2021.



Sistemas de cultivo de semillas de moluscos. Fuente: FAO. 2009

En el cultivo de semillas se utilizan tanques de mayor volumen (2000–5000 litros) en los que se incluyen contenedores con fondo de malla para estabular las semillas. Al igual que para las postlarvas, los contenedores disponen de un sistema de renovación del agua impulsado por aire (*air-lift*), pero ahora, la circulación del agua a través del contenedor ha de ser en sentido inverso (de abajo-arriba o corriente ascendente) con el fin de mantener las semillas en movimiento e impidiendo que se fijen a la malla por el biso, creando así un “lecho fluido”. Este procedimiento es más importante para las almejas, ya que tienden a agruparse formando aglomeraciones en una porción del contenedor sin que el agua y el alimento esté disponible para todos los individuos. Es igualmente útil para las demás especies, ya que el movimiento de los ejemplares favorece el acceso al fitoplancton a la vez que permite eliminar las heces a través de la malla del contenedor. El flujo del agua en el interior del contenedor ha de ser intenso y se puede evaluar fácilmente por el burbujeo producido en el *air-lift*.

El tanque se encuentra en circuito abierto con una renovación del 100% al día. En esta etapa del desarrollo ya no es necesaria una calidad del agua muy exigente, por lo que se puede utilizar una filtración de 25µm o por filtros de arena, pero se ha de mantener una temperatura constante de cultivo alrededor de 20°C. En algunas instalaciones, el desagüe de los contenedores se recoge en un colector común de manera que éste sea el desagüe del tanque. De esta forma se obliga a pasar toda el agua a través de los contenedores antes de salir del tanque, evitándose el desperdicio de microalgas por la salida sin ser consumidas.

La alimentación de las semillas es muy abundante, aumentando muy rápidamente conforme crecen. En la siguiente tabla se presenta una estimación del consumo de fitoplancton en semillas de ostras de diferentes tamaños y una estimación del volumen necesario para su cultivo.

Long. (mm)	Peso (mg/semilla)	Número en 200gr	Vol. de tanque (l) por millón de semillas	Alimento diario (litros*/millón de semillas)
0.3	0.01	2.0×10^7	50	2.9
0.5	0.07	2.9×10^6	350	20
1.0	0.3	666,700	1,500	86
2.0	2.2	90,990	11,000	629
3.0	7.0	28,700	34,840	1,999
4.0	17.0	11,765	85,000	4,856
5.0	32.0	6,270	160,000	9,130

* Litro de *Tetraselmis* a densidad de un millón cels. / ml.

Volumen del agua del tanque y requerimientos diarios de alimento para semillas de bivalvos de diferentes tamaños, cultivados a una densidad de 200 gr/m³. Los datos están referidos a ostras, pero la estima de pesos para otros bivalvos, como almejas o vieiras es aproximadamente el 70% del peso de la semilla de ostra para un peso dado. Tomado de Helm, et. al., 2004.

La densidad aconsejable para estos cultivos es de aproximadamente 1.0–1.2 gr/m³, ya que a densidades mayores se produce un retraso del crecimiento, por lo que es aconsejable realizar desdobles y tamizados cada 2 semanas. Para ello, se utilizan tamices de diferente luz de malla. El tamizado se puede realizar mediante agitación manual del cedazo, sumergido en agua y echando paulatinamente las semillas en pequeñas cantidades, o por una columna de tamices, ayudando al cribado con un chorro de agua salada.

Después del tamizado se realiza un control de talla media, midiendo 50 individuos; de peso, tomando varias muestras del lote, escurriéndolas, pesándolas y estimando el número total de individuos extrapolando estos valores al peso total del lote. También se debe estimar la mortalidad, mediante el conteo de vivos y muertos de una muestra representativa.

Los lotes obtenidos en los cribados se estabularán en contenedores independientes con la malla adecuada para el tamaño de las semillas. El mantenimiento de los cultivos requiere el vaciado de los tanques y el lavado de las semillas de cada contenedor, la disgregación de los acúmulos de semillas y la retirada de heces. Se utiliza agua dulce a la presión adecuada para no dañarlas, repitiendo este proceso al menos dos veces por semana. En este caso se utiliza agua dulce para evitar la proliferación de epibiontes que pueden venir en el agua y se pueden adherir al exterior de las conchas de las semillas.

La alimentación de las semillas se realiza mediante mezcla de especies de algas en las que deben predominar las diatomeas (*Skeletonema*, *Chaetoceros*) además de otras especies como *Tetraselmis*. Debido a los altos requerimientos alimenticios de estos cultivos, las microalgas provienen de cultivos en tanques exteriores de gran volumen (10.000–20.000 litros) o de “blooms” de algas, elaborados llenando los tanques de algas con agua sin filtrar a la que se le añade nutrientes para favorecer la proliferación de algas a altas densidades. Estos cultivos no son monoespecíficos, sino que se favorece el crecimiento de una gran variedad de especies, lo que permite una alimentación más equilibrada de las semillas y semejante a la disponible en los cultivos exteriores en sistemas suspendidos. La composición de algas del “bloom” va a depender de la cantidad de luz y de la temperatura, por lo que varía considerablemente en las diferentes épocas del año.

El aporte de fitoplancton a los tanques se realiza mediante bombeo continuo, de manera que la densidad en el tanque sea la adecuada y que se puede estimar por el color del agua en los cultivos. Esta etapa del cultivo, hasta alcanzar la talla para el cultivo en preengorde puede durar hasta 2 meses, dependiendo de la especie cultivada y de la talla de salida del criadero.

Producción de semilla a partir de asentamiento remoto (remote setting)

El asentamiento remoto es una técnica de producción de semilla de bivalvos que involucra la participación de los productores en engorda; esta técnica surgió en los Estados Unidos y fue realizado por primera vez en la década de 1960 para la producción de semilla de la ostra del Pacífico o japonesa, *Crassostrea gigas*. esta técnica posibilitó que los laboratorios productores de semilla (hatcheries) se volvieran viables a través de la división del trabajo entre sus operadores y los ostricultores; y permitió que ellos se concentrasen en la producción de grandes volúmenes de larvas.

A partir de este concepto, una hatchery puede producir billones de lavas con ojos por año y trasladarlas fácilmente a los productores que, con la práctica, pueden obtener semilla, por asentamiento remoto, con tasas satisfactorias del 20 al 30%. La facilidad con que el ostricultor pasó a producir semilla en la costa oeste de América del Norte está revolucionando la producción de ostras de esta región, por ejemplo, el año 2000, la producción anual combinada de las hatcheries de la costa oeste de EUA (California, Oregon y Washington) sobrepasó los 33 billones de larvas con ojos de ostra del pacífico.



En el manejo del asentamiento remoto tradicionalmente realizado, se necesita una infraestructura establecida en tierra, compuesta principalmente, de un sistema hidráulico de captación, filtración, abastecimiento y distribución de agua de mar, sistema de aireación, tanques con volúmenes compatibles; además de adquisición de grandes volúmenes de microalgas, para el alimento de las

larvas. Hasta el momento, solamente con esta infraestructura en funcionamiento era posible recibir de las hachteries los cargamentos de larvas con ojos y así procesar las etapas finales de la producción de semilla: metamorfosis y fijación. De ahí, el término de “asentar o fijar” las larvas remotamente, lejos de donde fueron producidas.

En nuestro país, le técnica de asentamiento remoto se practica en las costas de Baja California. Para la fijación de larva se utilizan sustratos calcáreos, como concha de ostión, almeja voladora y almeja catarina, las que previamente han sido seleccionadas, perforadas y lavadas, sometiéndolas a periodos prolongados de sol (Tapia Vázquez, *et. al.* 2008).

Para la elaboración de sartas, se requiere tener las conchas con una perforación al centro de la misma, para lo cual, se utiliza un martillo especial, al que se le conoce como “pico o pica”, una mesa o superficie de madera y recipientes o costales para colocar la concha; actividad que fundamentalmente es realizada por los familiares de los productores o bien por personal contratado eventualmente. Las conchas son lavadas ya sea en revolvedoras para cemento en cuyo caso, se les agrega piedra fina o grava con agua dulce, se dejan girar unos minutos y se vierten sobre un cernidor; el cual es colocado sobre un recipiente, con el fin de separar las conchas limpias, la grava y el agua, la que es reciclada y almacenada, o bien cuando se utilizan mangueras, se lavan a presión, mediante el uso de motobombas con motores de 6 u 8 Hp.



*Perforación de conchas de ostión para la elaboración de sartas y manojos de 10 sartas.
Fotografías: Tapia Vázquez, et. al. (2008)*

La cantidad de conchas que se requieren para elaborar una sarta va de seis a siete según el productor, las cuales se unen con un cabo delgado de polipropileno, haciéndolo pasar por el orificio central hecho en cada concha, posteriormente, se hace una lazada dejando una distancia aproximada de 10 cm. entre ellas. El cabo utilizado para la elaboración de sartas es de 3mm de diámetro, con una longitud de 2.20m el cual se corta y queman sus puntas, mediante el uso de implementos artesanales ideados por ellos mismos. Una vez elaboradas las sartas, se unen en manojos de 10 y se integran a su vez en manojos de 40 sartas, las cuales se lavan con agua para posteriormente transportarlas a las postas de fijación.

Preparación de las postas de fijación

La fijación de larvas se lleva a cabo en contenedores denominados postas, mismos que pueden ser rectangulares o circulares, ya sea de concreto o bien de fibra de vidrio, de distintos volúmenes.

Con el fin de proporcionar las condiciones adecuadas para la fijación de la larva, antes de utilizar las postas de fijación, se lavan con cepillos y con manguera a presión, se le suministra aireación, mediante el uso de tubería de PVC, perforada y colocada en el fondo de esta; la cual se conecta a un compresor de aire regenerativo, utilizando un motor de 6 u 8 Hp. La tubería instalada, debe ser acorde a la forma de la posta proporcionando un burbujeo uniforme y suave.

Los manojos de sartas o bien arpillas con conchas, se lavan con agua a presión, antes de colocarlas de manera ordenada dentro de la posta de fijación. Esta es llenada con agua de mar proveniente principalmente de los canales inmediatos a las instalaciones.



Tipos de postas de fijación en Bahía San Quintín, B.C. México. Fotografías: Tapia Vázquez, et. al. (2008)

Recepción y aclimatación de larvas

Las fijaciones de larva en San Quintín, por citar un ejemplo, se llevan a cabo durante los meses de marzo a octubre, cuando las temperaturas son mayores a 16°C, la larva se recibe del laboratorio de origen, dentro de una hielera de foam, envueltas en lienzos húmedos a una temperatura de 5 a 8°C. la larva debe llegar en un tiempo no mayor de 48 horas. Al inicio de la aclimatación (operación realizada para evitar los factores estresantes, causantes de mortalidad de la larva), se abre la hielera bajo la sombra y se deja unos minutos mientras alcanza la temperatura ambiente. A la par se prepara una cubeta con agua de mar proveniente de la posta de fijación y se introduce el lienzo con larva durante un corto tiempo. Una vez igualadas las temperaturas se abre el paquete dejando libres a las larvas en el agua, se agita con una vara o tubo y después de que se observa movimiento de las mismas, se distribuyen por toda la superficie de la posta, que con la ayuda del aire se homogeniza en la columna de agua.

La larva permanece en la posta de fijación, de 48 horas hasta más de una semana. A las 24 horas, se lleva a cabo el primer cambio de agua y se cuantifica la cantidad de larva que es retenida en el tamiz. De acuerdo a la experiencia y a lo expresado por los productores de la Bahía, consideran que el 50 % de las larvas se fijan durante las primeras 24 horas, y el resto se completa hasta el tercero, considerando además como buena fijación, aquella que tiene de 7 a 10 organismos por concha, la cual da un rendimiento final de cosecha de 4 a 5 docenas por sarta; sin embargo en el seguimiento biométrico realizado por el CESAIBC, durante el ciclo anual 2006 - 2007, en cinco productores, se observó que a partir de una siembra tradicional (120 larvas/concha) se obtuvo un promedio de 1.04 docenas por sarta, equivalente a 1.78 organismos/concha.



a) Recepción de la larva.



b) Paquete en el que se encuentra la larva.



c) Forma en que se aclimata.



d) Pasados unos minutos se abre el lienzo en el agua, soltando la larva.



e) Se hacen giros en el agua con un tubo, para que inicie el movimiento de la larva.



f) Distribución de larva en la posta.

g) Concha madre con fijaciones a los cinco días.



Fotografías: Tapia Vázquez, et. al. (2008)

Preengorda

Las balsas de preengorda son estructuras flotantes, construidas con diferentes tipos de materiales, como poliuretano o foam, fibra de vidrio o tambos de plástico de 200 litros, con emparrillado de madera o estacones, de diversas dimensiones.

Una vez verificado (mediante el tamiz), que no hay presencia de larvas en las postas de fijación, se considera que es el momento en que se deben trasladar las sartas con las semillas a las balsas, etapa que se conoce como preengorda. La permanencia de los manojos de sartas en las balsas de preengorda, es de tres a cuatro semanas, dependiendo del crecimiento de la semilla, la cual habrá alcanzado de cinco a diez milímetros según la ubicación y la estación del año, sin embargo, es frecuente que se dejen hasta tres meses o más, lo cual es considerado una mala práctica ya que se pierde gran cantidad de organismos.



*Diferentes tipos de balsas utilizadas, para la preengorda en Bahía San Quintín, B. C. México.
Fotografías: Tapia Vázquez, et. al. (2008).*

Fuentes.

- Paulino Núñez1*, C. L. (30 de 06 de 2006). <http://www.bioline.org.br/pdf?zt06037>.
- 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 p.
- FAO. 2009. *Mercenaria mercenaria*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Kraeuter, J. N. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual).
- Gómez León, J.; Castellanos Romero, C.; Acosta Ortiz, E.; Carreño Hernández, K.; Arias Ávila, E.; Virgüez Serrato, M. F. y Santos Acevedo, M. 2009. Criadero de Postlarvas de Pectínidos de Interés Comercial en el Caribe colombiano. Serie de Publicaciones Generales N° 28. Santa Marta, 60 Pág. ISBN: 978-958-8448-08-4
- 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
- Silveyra Junior, F.; Fabio Brognoli, F. y otros, 2009. Asentamiento remoto, directamente en el mar, de larvas de mejillón. Panorama da Acuicultura. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/_archivos//000000_Acuicultura%20marina/100325_Asentamiento%20remoto%20de%20larvas%20de%20mejillones.pdf consultado el 15 de febrero de 2021.
- Tapia Vázquez, O.; González Alcalá, H. M.; Sáenz Gaxiola, L. M. y García Hirales, R. 2008. Manual de buenas prácticas en granjas ostrícolas de San Quintín, Baja California, México. Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California, A. C. (SAGARPA-CONAPESCA). Ensenada. 36 p.



Actividad de aprendizaje

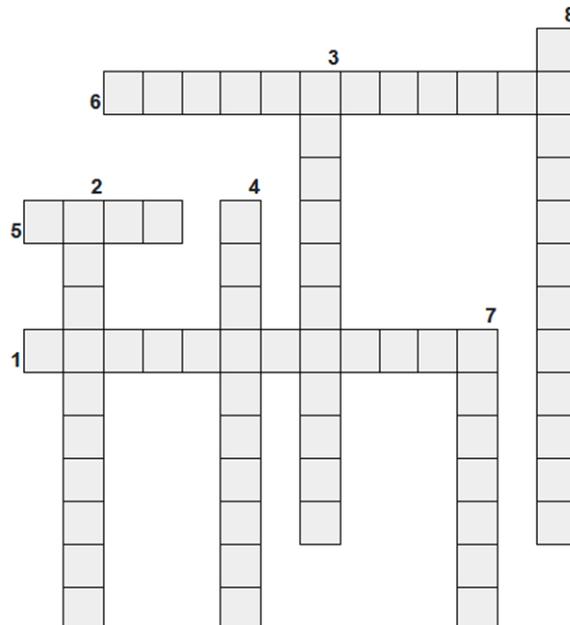
Elabora un resumen de los puntos importantes que intervienen en el cultivo larvario y realiza un dibujo de la interpretación del tema:

Tomando en cuenta los siguientes elementos:

1. Inicio del cultivo larvario.
2. Selección de las larvas.
3. Desarrollo larvario.
4. Recepción y aclimatación.
5. Alimentación.
6. Calidad del agua.
7. Mantenimiento de instalaciones.

Elabora el siguiente crucigrama con algunos términos o conceptos de cultivo larvario de moluscos, donde la palabra que falta en la línea de cada pregunta corresponde al crucigrama.

- 1.- _____ es el método que consiste en sumergir el sustrato en agua de mar con microalgas una semana antes de iniciar la fijación, acción que genera la formación de una película de bacterias sobre la superficie del sustrato y atrae las larvas a fijarse.
- 2.- La semilla de ostra sin material de fijación (semilla que ya no está adherida a un sustrato o a una partícula de concha) puede cultivarse como individuos separados hasta que alcancen una talla comercial, también se le denomina semilla _____.
- 3.- Aparece el pie, que permitirá a la larva, buscar sitios idóneos en el medio natural para establecerse definitivamente en el sustrato. este estadio de desarrollo se conoce como larva _____.
- 4.- Son sistemas de cultivo de semillas de moluscos con corriente ascendente, donde el agua que entra al sistema lo hace por la parte inferior, provocando que la pequeña semilla este en suspensión o despegada de la malla del fondo. También llamada de _____.
- 5.- Es utilizado para la fijación al sustrato y que favorece la agregación de las larvas en condiciones de hacinamiento y en agua sin turbulencia. _____.
- 6.- Dentro de esta clase de microalgas se encuentran las especies Isochrysis y Monochrysis, dos de las más empleadas como alimento para larvas de moluscos. _____.
- 7.- En algunas instalaciones se utilizan bandejas rectangulares de menor profundidad para el cultivo de semillas, donde estas aprovechan más eficientemente la superficie del tanque son conocidas como _____.
- 8.- Este proceso es irreversible y da lugar finalmente a la etapa juvenil, llamada postlarva en el cultivo de bivalvos _____.





Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo cada uno de los factores externos que influyen en el cultivo larvario, sobre la tasa de crecimiento, la supervivencia y la fijación de la semillas de moluscos.			
Puedo explicar los procesos que se realizan en la manipulación de las larvas con ojo o fijadoras hasta la obtención de semillas individuales de moluscos.			
Soy capaz de explicar el manejo del cultivo larvario y los factores que intervienen en la captación de semillas de moluscos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Captación de semilla de moluscos bivalvos en diferentes sustratos artificiales en la Ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000400007
- Ostras <https://youtu.be/9o6bX-R9kq4>

Obtención de semilla en el medio natural



Contextualizando

A nivel mundial, una gran proporción de la semilla se obtiene a partir de la captura silvestre, utilizando distintos materiales de fijación (concha madre) suspendidos de líneas y balsas. El semi-cultivo, que no es más que la colocación de colectores suspendidos al mismo manglar donde se ubican los bancos naturales, con objetivo de coleccionar las “semillas” por fijación natural y realizar el engorde en el mismo sitio hasta la cosecha, por otra parte, se tiene el cultivo artesanal, con captación de “semilla” natural y precría cerca de los bancos de ostión silvestre, utilizando zonas para crecimiento o engorde en granjas alejadas de los bancos naturales, en aguas de mejor calidad.

En lugares donde la semilla silvestre es abundante y segura, los ostricultores colocan colectores para asegurar su abastecimiento, prescindiendo de los criaderos, para ello es necesario evaluar y determinar la calidad de los sitios adecuados para fijación y colecta de semilla natural, como:

- 1) Variables fisicoquímicas del agua
- 2) El ciclo de mareas
- 3) Las corrientes
- 4) Profundidad de la zona
- 5) Las variables bióticas
- 6) La productividad, etc.

Una vez seleccionado un sitio para cultivo, se puede identificar en qué área del banco natural se presentan las mejores condiciones para la colecta de “semilla” natural, determinada mediante el uso de colectores testigos al menos durante la temporada del año en que se tienen los máximos periodos de desove y fijación. En la presente lección se abordarán estos importantes elementos.



¡Vamos a aprender!

Confección de colectores para la captación o fijación de “semillas”

A) Colector de ramas terminales aéreas o gajos de mangle rojo: Aunque no es factible la utilización de raíces y ramas de mangle rojo u otro arbusto, por las afectaciones a las formaciones forestales: Cortar ramas terminales aéreas de mangle rojo de entre 40 y 70 cm de largo, según amplitud vertical de la marea del sitio seleccionado.

Ramas con numerosas ramificaciones; Estos colectores, son de bajo costo y alto rendimiento en periodos de máxima fijación de larvas, pueden coleccionar hasta 300 ostrillas/rama; en este colector se lleva a cabo todo el proceso desde fijación hasta la cosecha.



Fotografía: Gloria Padilla Lardizábal 2021.

B) Colectores de conchas de ostras: Se utilizarán las conchas del mismo ostión desechadas y depositadas a la intemperie después del proceso de desconchado del ostión, seleccionando las conchas más grandes. Las conchas se perforan, apoyándolas en una madera, con un taladro, puntilla o punzón perforador, en la parte central o cercano al umbo según diseño del colector; perforando por la parte interior. La cantidad de conchas en la vertical dependerá de la amplitud de la marea en la localidad, para una amplitud de marea de 50cm, un mínimo de entre 20 y 30 conchas individuales o entre 40 y 60 si se colocan por pares.



Fotografía: Gloria Padilla Lardizábal 2021.

Los colectores de sartas de conchas pueden colocarse individuales con una separación de 15 o 20cm formando una cortina, o agrupados en 6-8 collares, o colectores suspendidos de un aro de alambón u otro material para formar un colector tipo sonajero, dejando una distancia prudencial entre cada ensarta para facilitar el crecimiento o engorde. Puede captar entre 200 y 400 ostrillas/colector según diseño.



Fotografía: Gloria Padilla Lardizábal 2021.

También se utilizan canastas, sacos o costales de malla llenos de conchas, que se colocan en suspensión o en "camas" para la colecta de semilla.

Los colectores no deben rozar los fondos marinos. Se considera una buena fijación cuando en cada concha "madre" se fijan más de 4 ostrillas.



Fotografía: Gloria Padilla Lardizábal 2021.

C) Colector de láminas de fibrocemento:

Para la confección del colector se cortan láminas de fibrocemento rectangulares, ejemplo: de 30 x 60 cm. Se realizan dos orificios por uno de los extremos de 30 cm para pasar un nylon monofilamento calibre 3. Amarrar el colector a las varas, estacas o ramas exteriores del mangle, dejándolo en suspensión, observando su inclinación debido a la acción de la corriente, agregando un peso en la parte inferior si fuese necesario.



Fotografía: Pablo Rodríguez Guillen 2021.

Se recomienda la teja acanalada de fibrocemento pues permite mayor superficie de fijación, debido al criterio de que las larvas se fijan con mayor o menor éxito según el ángulo de inclinación de la superficie del sustrato. Debido a su fragilidad, debe tenerse cuidado con su manipulación para garantizar varias cosechas. Estos colectores a veces colectan más “semillas” por una sola cara lo que incrementa la competencia; algunos pescadores utilizan el método de encalar (salpicar con una mezcla de cal viva, cemento y arena fina = 1:2:1) para desprender las “semillas” con facilidad y proteger la plancha de fibrocemento.

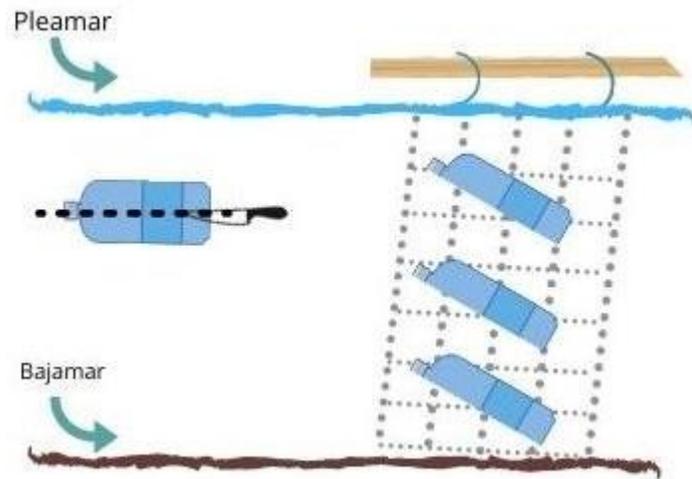


Fotografía: Pablo Rodríguez Guillen 2021.

D) Colectores de botellas plásticas o policarbonato:

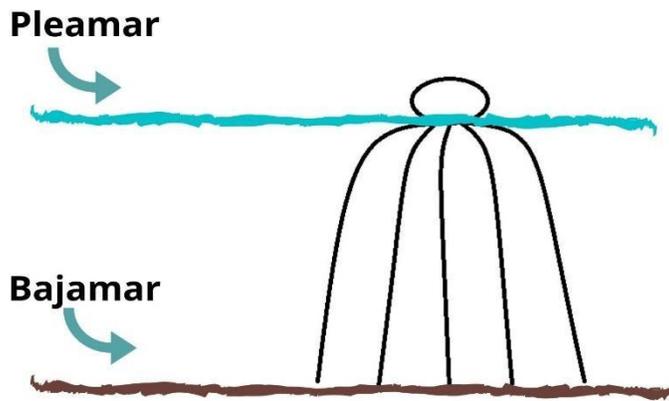
Se utilizan botellas de agua, refresco u El colector de botellas plásticas puede captar entre 300 a 600 ostrillas, pero tiene algunos inconvenientes: el peso de los ostiones puede desprender las botellas, y los ostiones se desprenden con facilidad. Se

utilizan mayormente para obtener “semillas” individuales de 5 a 10 mm para pasar a sistemas contenedores de engorde.



E) Colectores de alambre de aluminio:

Se construyen con alambre de aluminio o cables de alta tensión, calibre # 2/0 (3mm de diámetro) que se comercializa en rollos o trenzados de 6 filamentos. Su construcción es sencilla, reutilizables, livianos, permite obtener ostiones individuales y agrupados, fácil cosecha. Tienen un alto costo, pero se compensa con la durabilidad, más de 10 años si son bien cuidados.



Colocación de colectores y colecta de "semillas" silvestre. Los colectores se pueden sujetar a las ramas exteriores del manglar para la captación natural de ostrillas, donde recibirán sombra. Se recomienda colocar los colectores en tendales o estacadas, líneas de postes adyacentes a la franja de manglar donde se ubican los bancos naturales, donde recibirán sombra, disminuye la competencia y se facilita el trabajo. Los tendales para fijación se confeccionarán con postes o varas de 2 a 3 pulgadas de diámetro y unos 4m de largo, enterrados más de 1m en el fondo y sobresaliendo por más de 1m del agua, se colocan en línea.



Fotografía: Gloria Padilla Lardizábal 2021.

Los métodos inter-mareal y submareal para la colocación de los colectores:

El método inter-mareal semeja el hábitat natural del ostión de mangle, implica colocar los colectores de forma que queden expuestos en marea baja, y sumergidos en marea alta, según ciclo de la marea (generalmente cada 6 horas debido a dos bajamares y dos pleamares en 24 horas, aunque en algunas regiones se presentan ciclos de 12 horas). Este método disminuye la posibilidad de fijación de larvas durante 12 horas al día en los horarios de marea baja.



Fotografía: Gloria Padilla Lardizábal, 2021.

El método totalmente sumergido (submareal) es más eficiente. Los colectores se colocan en marea baja, de forma que la parte superior del colector quede sumergida, manteniendo las ostras siempre bajo del agua. Con este sistema se incrementa la posibilidad de captación de “semillas” y el tiempo de alimentación (unas 144 horas semanales), y no deben ocurrir diferencias entre tallas.

Los colectores con ostrillas fijadas, aunque pueden trasladarse a zonas de engorde cuando alcanzan entre 5 y 10 mm, se recomienda que se mantengan en pre- engorde hasta que más del 50% de las ostrillas alcancen una talla entre 15-20mm (entre 40 y 60 días según zonas). Posteriormente los colectores son trasladados a granjas de engorde separadas del manglar.



Fotografía: Gloria Padilla Lardizábal 2021.

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 p.
- FAO. 2009. *Mercenaria mercenaria*. In Cultured aquatic species fact sheets. Text by Kraeuter, J. N. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual).
- 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.
- Tapia Vázquez, O.; González Alcalá, H. M.; Sáenz Gaxiola, L. M. y García Hirales, R. 2008. Manual de buenas prácticas en granjas ostrícolas de San Quintín, Baja California, México. Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California, A. C. (SAGARPA- CONAPESCA). Ensenada. 36 p.
- Imágenes tomadas de *www.canva.com*



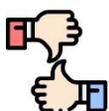
Actividad de aprendizaje

Realiza un cuadro comparativo en el cual identifiques las características de los diferentes tipos de colectores.

Característica	Tipo de colector				
	Colector de rama	Colector de Conchas de ostras	Colector de láminas de fibrocemento	Colector de botella plástica	Colector de alambre aluminio
Características de la sarta.					
Tamaño del colector					
Capacidad de captación					
Colocación y posición del arte de cultivo.					

Responde las siguientes preguntas

1. ¿Qué diferencias hallaste entre los colectores?
2. ¿Qué semejanzas encontraste?
3. ¿A qué conclusión llegaste?



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Identifico los materiales adecuados para la elaboración del arte de cultivo.			
Puedo explicar los procesos que se realiza para la colocación de los colectores de semilla de moluscos.			
Soy capaz de explicar cómo se confeccionan cada uno de los captadores de semilla del medio natural que se describen en el manual y seleccionar el más apropiado para mi región.			
Puedo distinguir el método más apropiado para la captación de semilla de moluscos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Producción de Semilla de Moluscos Bivalvos en un Hatchery
<https://www.youtube.com/watch?v=-wEg20SVcbA>
- Ostricultura <https://youtu.be/LYDon30ldxQ>

Monitorea condiciones ambientales



Contextualizando

La acuicultura en México es uno de los sectores de producción más importantes ya que genera alimento de origen animal y con un alto valor comercial y proteico, la producción de los organismos de origen acuícola supera a la carne de porcinos, vacunos y aves de corral.

La acuicultura o acuicultura es el conjunto de actividades, técnicas y conocimientos de crianza de especies acuáticas vegetales y animales. Estas especies se desarrollan en diversos cultivos agua salada o dulce, bajo condiciones totalmente controladas.

La acuicultura en México alcanza su auge en los años cincuenta, se inicia con el manejo en los ciclos reproductivos y desarrollo larvario de los moluscos bivalvos se atribuyen estos trabajos a Loosanof y Davis, estos autores experimentaron con especies de ostiones y almejas el conocimiento generado durante el manejo de estos organismos permite desarrollar cultivos intensivos al tener conocimiento de la manipulación de los organismos en sus diferentes etapas así como conocer sus parámetros físico - químicos, estos con la ayuda de aparatos e instrumentos que nos permiten conocer la calidad del agua.

El manejo adecuado de los reproductores de moluscos permite encontrar a lo largo del año algunos organismos con madurez media; estos organismos se pueden manipular para lograr la madurez total utilizando las técnicas adecuadas en el laboratorio dentro de estas técnicas se encuentra la manipulación de las condiciones ambientales en la maduración de los reproductores, desoves, fertilización, cultivo larvario, desarrollo y crecimiento de los organismos.



¡Vamos a aprender!

Condiciones ambientales para el cultivo larvario

Los seres vivos están adaptados a las condiciones ambientales idóneas que permiten minimizar la tasa de mortalidad, conseguir un mayor crecimiento en el menor tiempo posible, proporcionándoles a los organismos acuáticos un medio en el que los factores bióticos y abióticos pueden manipularse para estimular su crecimiento y disminución de estrés.

Los factores bióticos están formados por los organismos vivos que integran el sistema como las microalgas, las bacterias, los organismos en cultivo (moluscos bivalvos, gasterópodos y cefalópodos).

Los factores abióticos determinan las condiciones de vida de los organismos en cada una de sus etapas de vida, los moluscos son organismos que habitan ambientes de aguadulce, salobres y marinos, estos factores están conformados por la temperatura, salinidad, ph,

oxígeno disuelto, iluminación, turbidez, nitrito, nitratos, alcalinidad y dureza.

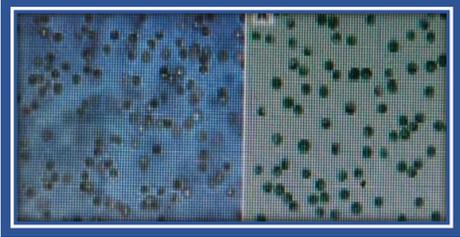
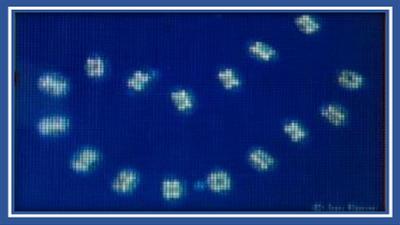
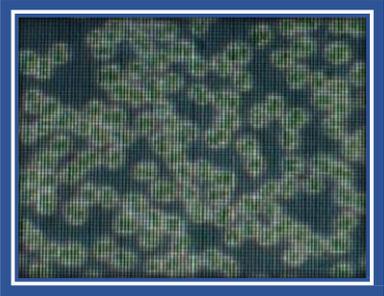
El objetivo de la acuicultura es optimizar la reproducción de las especies cultivables, para generar las condiciones ambientales óptimas para el cultivo larval de moluscos debemos considerar que el proceso es un sistema que se complementa de cuatro subsistemas:

- Cultivo de microalgas.
- Acondicionamiento de reproductores.
- Inducción al desove.
- Cría de larvas.

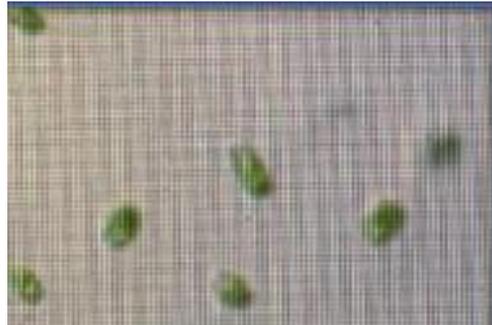
Estos subsistemas están ligados y son de suma importancia para llegar satisfactoriamente al éxito en la preparación de las condiciones ambientales del cultivo larvario, por tanto, es importante conocer el funcionamiento de cada uno.

Laboratorio productor de microalgas

Las microalgas son organismos microscópicos con capacidad fotosintética y son altamente eficientes para cubrir las necesidades alimenticias de los moluscos en todo su ciclo de vida, para su producción se requiere de un laboratorio.

Principales especies de microalgas cultivables para la alimentación de larvas de moluscos	
<p>Isochrysis galbana (3 – 6 μ)</p> 	<p>Chaetoceros calcitrans (4-7 μ) Ch. gracillis o mullen (5-9 μ)</p> 
<p>Thalassiosira sp</p> 	<p>Tetraselmis suecica</p> 

Dnaliella tertiolecta



Fotografías: Escobar Pérez, 2021.

El laboratorio de microalgas debe estar equipados con estantes para cajas petri para realizar el inicio del cultivo en un medio nutritivo (agar), estantes para los cultivos rotatorios, botellas con flujo de CO₂ y control de temperatura, luz, sistema de cultivo con botellas de 5 y 10 litros, dependiendo de la especie y escala del cultivo se utilizan bolsas o tanques usando sistemas de aireación.

Estantes de cultivo rotatorio



Cultivo con flujo de CO₂ y control de temperatura, luz



Cultivo con flujo de CO₂ y control de temperatura, luz



Sistema de aireación



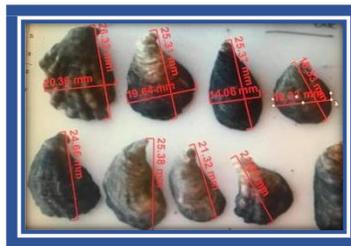
Acondicionamiento de reproductores.

Para que tengamos un desarrollo larvario exitosa debemos comenzar con un buen acondicionamiento de los reproductores mediante técnicas apropiadas como la manipulación del agua elevando la temperatura y suministrando la alimentación adecuada que cubra la necesidades energéticas que ayuden al desarrollo de las gónadas, en cualquier época del año esto nos permite no depender del medio natural.

En el acondicionamiento de los reproductores se realiza una selección ya sea que los organismos sean recolectados del medio natural o que en el criadero cuente con un stock de reproductores, el proceso para acondicionarlos inicia con un cepillado y lavado de la concha para retirar los organismos de la epifauna (incrustaciones) y sedimento, se realiza la biometría, se agrupan por tallas y se reparten en los tanque equitativamente con una baja densidad en los tanque que previamente han sido acondicionados con arena o concha triturada colocados los organismos se inicia con la manipulación de la temperatura principalmente.



Selección de organismos



Referencia para biometría



Medición

Fotografías: Escobar Pérez, 2021.



Manejo de condiciones ambientales de los reproductores

Fotografías: Escobar Pérez, 2021.

Inducción al desove

Para la expulsión de los gametos se estimula a los reproductores, utilizando diferentes métodos que pueden ser la estimulación mecánica esta se realiza de manera manual con el cepillado de los organismos o mediante estímulos eléctricos o térmicos.



Fotografía: Escobar Pérez, 2021.

Cultivo larval

El cultivo larval de los moluscos tiene como objetivo la obtención de semillas para destinarlas a diferentes acciones como: la posterior engorda en el medio natural, la repoblación de bancos naturales agotados, para cumplir dicho objetivo debemos conocer las condiciones ambientales (parámetros fisicoquímicos) para cada etapa del ciclo de vida de nuestros organismos. Para generar las condiciones adecuadas en el cultivo larvario es importante conocer el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos óptimos para la producción de larvas a continuación mencionamos cada una de las características que debe cumplir el cultivo.

Calidad del agua

Una buena calidad del agua es fundamental para el éxito del cultivo larvario ya que la alta relación superficie-volumen de las larvas y su exposición obligada a cualquier sustancia que se encuentre en el agua las hace altamente susceptibles a pequeñas concentraciones de sustancias tóxicas como desechos metabólicos o de carácter antropogénico, así como agentes patógenos. (Sánchez, 2006).

Temperatura

Es un factor que influye de manera directa en la distribución, supervivencia y abundancias de los moluscos y sus larvas este parámetro actúa sobre la velocidad de filtrado, respiración, alimentación, maduración gonádica, desove, y es factor limitante en el desarrollo de los huevos y en el crecimiento de las larvas.

Oxígeno disuelto

La concentración del oxígeno depende de manera natural de la temperatura y la salinidad, tendiendo a hacer menor conforme ambas aumenten. También depende de la intensidad de los procesos, cabe mencionar que en general los moluscos bivalvos sólo son capaces de utilizar una pequeña cantidad del 3 al 10% del oxígeno disponible, se considera que el rango de tolerancia general está entre 3 y 9.5 mg/l.

Analizando lo anterior podemos determinar que la cantidad de oxígeno disuelto en el agua está en función de la temperatura, salinidad y la actividad fotosintética de los vegetales acuáticos lo que da paso al proceso de óxido-reducción de materia orgánica y la presencia de contaminantes, ocasionando la disminución de oxígeno que puede afectar a los organismos ocasionando la muerte si el sistema no es estabilizado

Salinidad

La mayoría de las larvas de los moluscos bivalvos muestran tolerancia a amplios rangos de salinidad sin embargo cuando las salinidades son demasiado bajas el crecimiento se detiene y finalmente se colapsa el cultivo, la salinidad de un nivel de 25 a 27 ppm, también existen reportes que la salinidad de 20 a 21 ppm inhibe el proceso de fijación. (Sánchez, 2006, pág. 166).

pH

Para tener un buen control de pH, basta con mantener una buena circulación o recambio del agua empleada en el cultivo, así como eliminar la materia orgánica que se sedimenta, el pH del agua de mar puede fluctuar entre 6 y 9.5 sin afectar a las larvas de bivalvos no obstante fuera de dicho rango la alimentación cesa y consecuentemente el crecimiento disminuye. (Sánchez, 2006, pág. 166).

Iluminación

La iluminación está estrechamente relacionada con una creciente sensibilidad e las larvas conforme se desarrollan, de tal manera que su foto tactismo negativo se hace más fuerte.

- El control de la iluminación está relacionado de manera práctica con los siguientes aspectos:
- El establecimiento de una distribución homogénea en la columna de agua.
- La implementación de métodos de colecta de larvas aprovechando su foto tactismo negativo.
- La determinación de la orientación de superficies para el asentamiento, fijación y metamorfosis de las larvas pediveliger. (Sanchez, 2006, pag. 166).

Fuentes:

- Economía, I. N. (2018). Acuicultura, historia y actualidad en México. *Gobierno de México*, 1-2.
- Economía, I. N. (04 de 05 de 2018). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/acuicultura-historia-y-actualidad-en-mexico?idiom=es>
- Laboratorio de producción de semilla de moluscos bivalvos de importancia comercial en el noreste de México. (Agosto 2007). *laboratorio de producción de semilla de moluscos bivalvos de importancia comercial en el noreste de México*. La Paz B. C. S.
- Sánchez, D. J. (2006). *Cultivo de moluscos*. Méxio, D.F: Alfaomega.



Actividad de aprendizaje

Después de leer la información de las condiciones ambientales da respuesta a las siguientes preguntas.

1.- ¿Qué función tienen los factores bióticos y abióticos en el cultivo larvario de los moluscos?

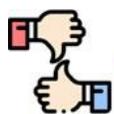
2.- ¿Cuál es el objetivo en el manejo de las condiciones ambientales para el cultivo larvario?

3.- ¿Por qué es importante cultivar microalgas en la producción de moluscos?

4.- Menciona las especies de microalgas que se cultivan para la alimentación de las larvas

Completa la siguiente tabla.

Condición ambiental o parámetros fisicoquímicos	Causas del mal manejo de los parámetros fisicoquímico	Consecuencias del mal manejo de parámetros fisicoquímicos
Temperatura		
Oxígeno disuelto		
Salinidad		
pH		
Iluminación		



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Identifico los factores bióticos y abióticos que conforman el sistema de cultivo.			
Reconozco el equipo utilizado en el laboratorio de microalgas.			
Comprendo la importancia de controlar las condiciones ambientales para el cultivo larvario.			
Puedo explicar las causas y consecuencias del mal manejo de las condiciones ambientales para el cultivo larvario			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes

- Cultivo de microalgas en 2 minutos <https://www.youtube.com/watch?v=BiK5Z5ohJbQ>
- Utilidad de las microalgas en acuicultura y acuarofilia <https://www.youtube.com/watch?v=RvDIEfUiQOI>

Uso y manejo de instrumentos de medición en el control de parámetros fisicoquímicos



Contextualizando

La calidad de agua para uso en la acuicultura es uno de los factores de mayor importancia, ya que mantener una calidad y cantidad de agua en el sistema disminuye el estrés y la generación de enfermedades, por ello, es trascendental tener en cuenta los límites de tolerancia que un organismo puede resistir y los niveles óptimos para su cultivo, con los cuales se obtiene un eficiente crecimiento y estado de salud de los organismos, teniendo como resultado la disminución del tiempo de cultivo y aumento de la biomasa.

Una labor eminente en el cultivo de los organismos es el monitoreo y control de los parámetros fisicoquímicos, el cual es posible llevar a cabo con el uso de kits que determinan los parámetros por métodos colorimétricos.

Es importante saber que muchos parámetros fisicoquímicos del agua pueden alterar y ocasionar problemas en los organismos acuáticos, por ello debemos conocer en uso y manejo de instrumentos para el monitoreo constante de ellos en el sistema.

- ¿Qué parámetros fisicoquímicos están presentes en el agua?
- ¿Qué ocasiona una mala calidad del agua?
- ¿Qué instrumentos, aparato o equipo conoces para determinar la calidad del agua en la acuicultura?

En la presente lección aprenderás sobre estos importantes aspectos.



¡Vamos a aprender!

¿Por qué es importante la calidad del agua?

Mantener la calidad del agua en nuestro cultivo es un punto crítico de producción por lo tanto se debe tener control en los parámetros físicos, químicos y biológicos, manteniéndolos dentro de los rangos aceptables para el buen desarrollo de los organismos de lo contrario los organismos podrían tener bajo crecimiento, proliferación de enfermedades, mortalidades eventuales y baja calidad del producto final.

Es importante considerar que la composición química del agua está en función de su origen, es trascendental asegurarnos que nuestra fuente de agua esté libre de algún tipo de contaminante (materia orgánica, hidrocarburos, metales pesados, etc).

Parámetros físico químicos

En el agua se encuentran disueltas sustancias de origen natural o antropogénicas (originadas por las actividades del humano), que conforman los parámetros físico químico estos son:

- Temperatura.
- Oxígeno disuelto.
- Salinidad.
- pH.
- Transparencia.
- Dureza.
- Alcalinidad.
- Amonio.
- Nitritos.
- Nitratos.

El proceso de muestreo de los parámetros deberá ser *in situ* esto quiere decir que son en el lugar de cultivo, debemos contar con un plan de actividades que nos permitan verificar constantemente los parámetros fisicoquímicos, en él se establecerán los procedimientos a seguir para conocer la calidad del agua, de tal manera que debemos contar con equipo apropiado como oxímetro, potenciómetro, refractómetro, kit colorimétrico, el uso adecuado de estos instrumentos o aparatos debe iniciar con una práctica de calibración con el propósito de avalar confiabilidad en los datos obtenidos.

En el proceso de medición de los parámetros fisicoquímicos se deben establecer horarios y puntos específicos para la medición de cada uno de los parámetros, con la finalidad de mantener condiciones similares en el tiempo y que no cambien los datos obtenidos en los muestreos.

En la siguiente tabla podremos observar el uso y manejo de los instrumentos, equipo y aparatos que nos ayudarán a tomar la medición de los parámetros fisicoquímicos.

Parámetro	Equipo e instrumentos de medición	Uso del equipo de medición	Descripción del parámetro
Temperatura. 	Termómetro de máximas y mínimas. Termómetro digital. Termómetro de	El equipo es utilizado directamente en el cuerpo de agua introduciéndolos en la columna de agua la escala de medición es en	La temperatura es un factor importante para el crecimiento y supervivencia de los organismos acuáticos ya que estos son poiquilotérmicos (de sangre fría).

	mercurio.	grados centígrados.	
<p>Oxígeno disuelto.</p> 	Oxímetro	Este aparato mide la concentración de oxígeno disuelto en el agua, mediante una sonda que es introducida a la columna de agua (en mg/l), también tiene un sensor que mide la temperatura.	Es un parámetro importante, ya que su variación afecta el crecimiento y la conversión alimenticia de los organismos, este parámetro puede aumentar o disminuir en función de la temperatura.
<p>Salinidad</p> 	Refractómetro	Este aparato mide la concentración de sal en dos escalas gramos de sal por miligramo de agua en escala de 0 a 100. Se colocan de dos a tres gotas de agua en el cristal con tapa, observando por el objetivo la ventana que tiene dos escalas que tiene un fondo azul y blanco el límite entre ellos indica la salinidad.	La salinidad es la concentración de iones de cloruro y minerales disueltos en el agua. En este parámetro es importante considerar la presión osmótica.
<p>Potencial de hidrogeno pH</p>  	<p>Peachímetro electrónico.</p> <p>Espetofotómetro.</p> <p>Métodos colorimétricos</p>	<p>Aparato que mide el pH del agua.</p> <p>El peachímetro se introduce a la columna de agua para tomar la lectura.</p> <p>Espetofotómetro es un aparato que tiene la capacidad de medir amonio, nitritos, nitratos, cloro, fosfatos, etc.</p>	<p>Este parámetro nos indica si el agua es acida o básica, la escala de medición que se maneja es de 0 a 14 en donde un pH 7 es neutro.</p> <p>Los cambios de pH en el agua están relacionados con la cantidad de oxígeno disuelto en el sistema.</p>

		<p>Método colorimétrico consta de unas tiras que almojarlas con el aguacambian de color yse comparan con unpatrón establecido.</p> <p>Valores menor a 7 acido, mayor a 7 básico</p>	
<p>Turbidez</p> 	<p>Disco de secchi</p>	<p>Consiste en un disco metálico pintado de color blanco y negro sostenido por una cuerda que marca la profundidad en centímetro o metros nos ayuda a determinar la transparencia en el agua.</p>	<p>La turbidez determina la claridad del agua que es provocada por la presencia o ausencia de materia orgánica, dicha transparencia limita la captura de alimento y reduce la cantidad de oxígeno disuelto en el sistema.</p>
<p>Alcalinidad</p> 	<p>Kit colorimétrico</p>	<p>La lectura del parámetro se realiza tomando una muestra de agua a la cual se le adicionan diferentes reactivos que determinarán la cantidad de iones de carbonatos de calcio en el sistema en mg/l.</p>	<p>La alcalinidad se mide en mg/l yes la concentración de iones de carbonato y bicarbonato disueltosen el agua</p>

<p>Dureza</p> 	<p>Kit colorimétrico</p>	<p>La lectura del parámetro se realiza tomando una muestra de agua a la cual se le adicionan diferentes reactivos que determinarán la cantidad de iones de carbonatos de calcio y magnesio en el sistema en mg/l.</p>	<p>Es la concentración de iones decarbonato y magnesio.</p> <p>Se determina en:</p> <p>Dureza blanda (0 -75 mg/l).</p> <p>Dureza moderada (75- 150 mg/l).</p> <p>Dura (150-300 mg/l)</p> <p>Muy dura (mayor a 300 mg/L)</p> <p>Dureza y alcalinidad recomendada rango de 20 a 200 mg/l.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Adaptado de: *Bioaquafloc, 2019.*

En conclusión, sabemos que la calidad del agua se ve afectada por el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos ya que la variación de un factor ocasiona el desequilibrio de sistema por ejemplo al aumentar la temperatura disminuye el oxígeno disuelto, aumenta la salinidad dando como resultado una mala calidad de agua en el cultivo afectando la sobrevivencia, reproducción, crecimiento y producción de los moluscos.

Recordemos que los parámetros principales son: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto; pH, Transparencia, dureza, alcalinidad, etc.

El uso de aparatos como el oxímetro mide la concentración de oxígeno disuelto en el agua, mediante una sonda que es introducida a la columna de agua que con ayuda de un sensor mide la temperatura., instrumentos como el disco de secchi nos permite calcular la transparencia en el agua y equipo como los kit colorimétricos nos ayudan a determinar la dureza del agua mediante una muestra a la cual se le adicionan diferentes reactivos que determinarán la cantidad de iones de carbonatos de calcio y magnesio en el sistema.

Fuentes

- Documento elaborado por la FAO. “Recursos marinos vivos y su desarrollo sostenible.” Disponible el 20 de junio de 2015. En < <http://www.fao.org/docrep/003/V5321s/V5321S06.htm>>
- Economía, I. N. (2018). Acuicultura, historia y actualidad en México. *Gobierno de México*, 1-2 Disponible en <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/acuicultura-historia-y-actualidad-en-mexico?idiom=es>
- Laboratorio de producción de semilla de moluscos bivalvos de importancia comercial en el noreste de México. (Agosto 2007). *laboratorio de producción de semilla de moluscos bivalvos de importancia comercial en el noreste de México*. La Paz B. C. S.
- Sánchez, D. J. (2006). *Cultivo de moluscos*. Méxio, D.F: Alfaomega.

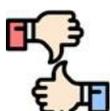


Actividad de aprendizaje

Complementa la siguiente tabla de acuerdo con la información que hace falta.

Parámetro y dibujo	Equipo de medición	Uso del equipo de medición	Descripción del parámetro
Temperatura. 			
	Oxímetro		
			
Salinidad			
Potencial de hidrogeno pH			

	Disco de secchi	.	
Alcalinidad	Kit colorimétrico		
		La lectura del parámetro se realiza tomando una muestra de agua a la cual se le adicionan diferentes reactivos que determinarán la cantidad de iones de carbonatos de calcio y magnesio en el sistema en mg/l	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo la importancia de la calidadde agua para el cultivo.			
Soy capaz de identificar los instrumentos de medición de los parámetros fisicoquímicos.			
Puedo explicar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos cuando es adecuado para el cultivo de los organismos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Cultivo de Molusco - Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
<https://www.youtube.com/watch?v=rdFjQiWPLJQ>
- Laboratorio de Ostiones <https://www.youtube.com/watch?v=uf5KoUzySqw>

Interpretación gráfica del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos



Contextualizando

Para tener un control sobre el cultivo de los moluscos debemos llevar a cabo un proceso importante para la investigación, que es la observación.

Al observar el comportamiento de un objeto, medio o espécimen podremos ser capaces de establecer un ambiente óptimo, respecto a los factores físicos, químicos y biológicos que son necesarios para garantizar el éxito en el cultivo.

Recordemos que existen parámetros fisicoquímicos que afectan la disponibilidad de alimento en el sistema, así como el crecimiento y sobrevivencia de los organismos acuáticos por ello es indispensable la realización de muestreos constantes y generar un registro de los datos obtenidos, mediante este registro seremos capaces de realizar gráficas y llevar una bitácora que nos permitirá llevar el control óptimo de nuestro cultivo.

En la presente lección abordaremos los siguientes aspectos:

¿Qué es un muestreo?

¿Para qué sirve un registro?

¿Qué es una bitácora?



¡Vamos a aprender!

Los moluscos son animales típicamente bentónicos que tienen una estrecha relación con el fondo ya que pueden ser sésiles, nadadores o excavadores esto les limita la locomoción pese a las relativas ventajas que ello pudiera suponer. Los principales factores que influyen en su desarrollo son la temperatura, salinidad, cantidad de oxígeno disuelto, naturaleza de los fondos, movimientos de las aguas, nutrientes, etc. (Polanco, 2000).

El conocimiento del comportamiento de cada uno de estos parámetros es de suma importancia para nuestro cultivo, por lo tanto, debemos de realizar registros que nos permitan efectuar una valoración continua de las variables relevantes, orientándonos a tomar decisiones regulatorias, ambientales y productivas.

Un muestreo es una técnica que nos permite seleccionar una muestra a partir de una población o espacio, el tamaño de la muestra puede ser total o parcial, el muestreo es una herramienta de investigación que nos permite determinar parte de una realidad en estudio.

La recopilación de los datos que se obtiene a través del trabajo que se realiza a diario en las instalaciones con el apoyo de los instrumentos y aparatos que nos ayudaran a conocer cada uno de los factores fisicoquímicos podremos identificar el comportamiento en diferentes horas del día y en espacios específicos por lo tanto debemos realizar las siguientes actividades:

- Elaborar y mantener los registros en una bitácora.
- Analizar e interpretar frecuentemente los datos obtenidos.
- Los datos deben de ser vaciados a una grafía.
- Interpretación de datos.

Bitácora

La bitácora es el documento que contiene el registro diario, semanal y mensual de los parámetros fisicoquímico obtenidos en los diferentes muestreos se colocan datos específicos de la especie; como plan de trabajo, parámetros físico químicos, siembra, alimentación, crecimiento que vamos a cultivar.

El registro de datos es parte fundamental dentro del proceso de monitoreo de las instalaciones acuícolas, los cuales deben ser correctamente ordenados y analizados lo que nos permitirá pruebas estadísticas cuyos resultados nos apoyen a una toma correcta de decisiones que favorecerán el bienestar de los organismos en cultivo.

El análisis se realiza con el conjunto de resultados obtenidos de los diferentes muestreos, estos datos nos permitirán tener conocimiento del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en un tiempo y espacio determinado dando lugar a una adecuada interpretación del sistema para una mejora de nuestro trabajo.

El conjunto de datos recabados en el sistema de cultivo a través de los diferentes muestreos realizados a diario deben ser compilados en una bitácora.

Para el análisis del conjunto de datos obtenidos debemos vaciar la información en una hoja de cálculo de Excel este programa nos permite graficar los datos una vez realizado este proceso podemos observar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y analizar el mal o buen funcionamiento del sistema, de acuerdo con el comportamiento de los diferentes factores nos daremos cuenta de datos como los siguientes:

- Crecimiento de los organismos
- Disponibilidad del alimento.
- Cuando debemos realizar un desdoble de los organismos.

A continuación, observaremos como se elabora una bitácora que determina la calidad del agua mediante el monitoreo diario de los parámetros fisicoquímicos y que datos debemos anotar para obtener un mayor conocimiento en el funcionamiento de nuestro cultivo.

Simbología que utilizaremos para realizar el registro de calidad del agua en las bitácoras:

Parámetro	Simbología	unidad	Significado
Temperatura	T	°C	Grados centígrados
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	Miligramos por litro
Salinidad	S°/∞	ppm	Partes por millón
Potencial de hidrogeno	pH	6 a 1 7 8 a 14	Ácido Neutro Base
Transparencia	Transparencia	cm	Centímetros
Mortalidad	mortalidad	%	Porcentaje

Ejemplo de la elaboración registros o bitácoras

Bitácora de calidad del agua.

Datos de la especie a cultivar. Nombre

científico: Crassostrea gigas Nombre

común: Ostión japonés Número de

tanque: 3

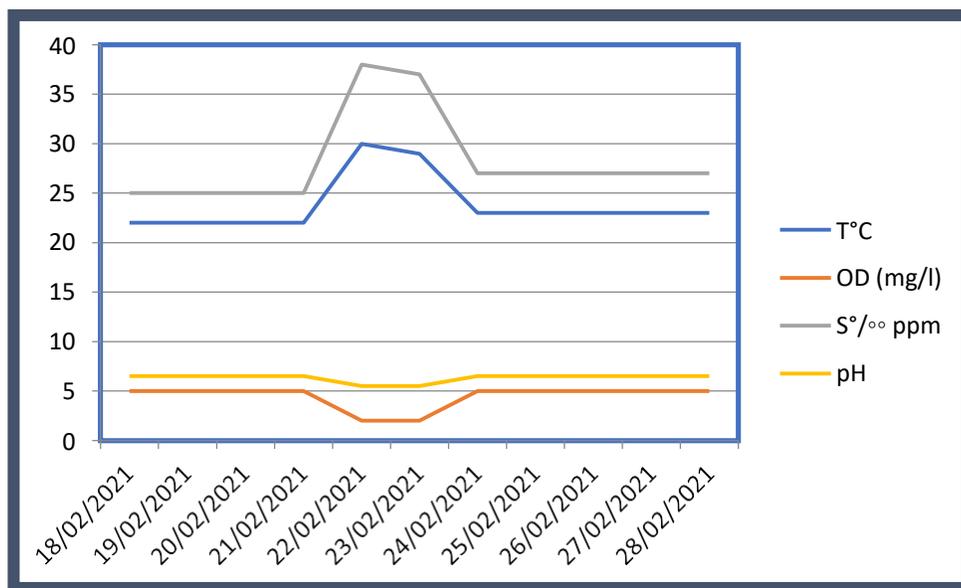
Responsable: Ana María Fuentes

Fecha	T° C	OD (mg/l)	S°/∞ ppm	pH	Transparencia (cm)	Mortalidad (%)	Observaciones
18/02/21	22	5	25	6.5	26		
19/02/21	22	5	25	6.5	26		
20/02/21	22	5	25	6.5	26		

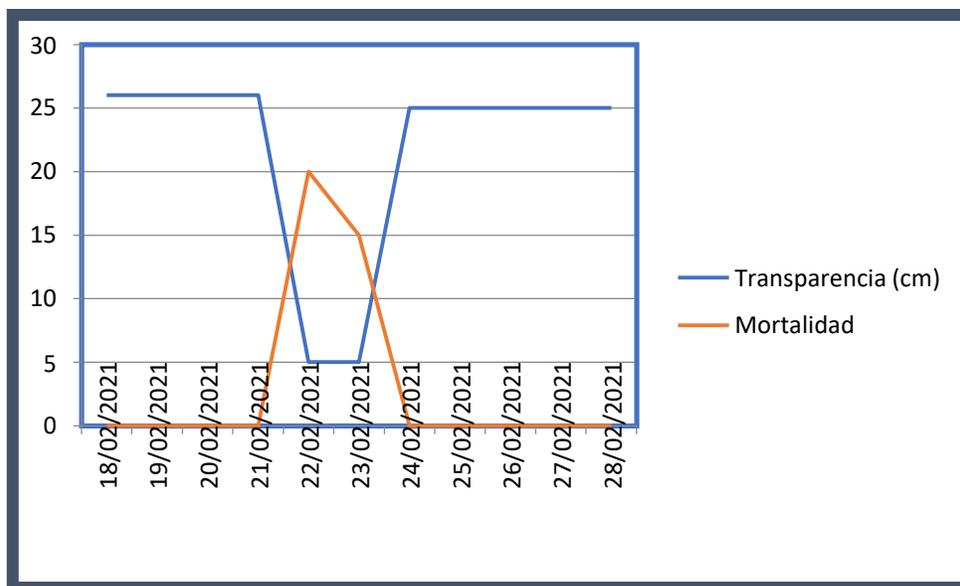
21/02/21	22	5	25	6.5	26		
22/02/21	30	2	38	5.5	5	20	Acumulación de materia orgánica y muerte organismos
23/02/21	29	2	37	5.5	5	19	Acumulación de materia orgánica y muerte organismos
24/02/21	23	5	27	6.5	25		
25/02/21	23	5	27	6.5	25		
26/02/21	23	5	27	6.5	25		
27/02/21	23	5	27	6.5	25		
28/02/21	23	5	27	6.5	25		

Elaboró: Fuentes Serrano, 2021.

En la siguiente grafica se muestra la interpretación del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos; se observa el comportamiento de la temperatura contra la salinidad podemos determinar que al aumentar la temperatura ocurre el incremento de la salinidad y como consecuencia baja el oxígeno disuelto.



En esta gráfica podemos observar que como consecuencia del desequilibrio de los factores anteriores se afecta la transparencia del agua aumentando los sólidos suspendidos en el sistema ocasionando la mortalidad de los organismos.



Plan de trabajo para el cultivo de moluscos.

Este documento nos sirve de guía para calendarizar cada una de las actividades que realizaremos el tiempo que dure el cultivo, marcaremos con una palomita o rellenando el cuadro correspondiente de tal manera que indiquemos que la actividad fue realizada.

Nombre de la granja: Cetac 02

Número de tanque: 3

Responsable: Ana María Fuentes Serrano

ACTIVIDAD/MES	OCTUBRE			NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4
SEMANA											
Instalación del cultivo											
Limpieza de instalaciones											
Mantenimiento											

Recambio de agua												
Biometrías (longitud, peso y volumen)												
Índice de mortalidad												
Registro de factores físicoquímicos												

Elaboró: Fuentes Serrano, 2021.

Bitácora de biometrías.

Este formato nos ayudará a tener el registro de crecimiento de los organismos permitiendorealizar los desdoblés correspondientes, el ajuste de la alimentación y conocer la biomasa.

Datos de la especie a cultivar.

Nombre científico: *Crassostrea gigas*

Nombre común: Ostión japones

Número de tanque: 3

Responsable: Ana María Fuentes

N° DE ORGANISMOS	Peso (grs)	Altura (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	OBSERVACIONES
1	18	62	52	12	Se observa acumulación de materia orgánica
2					
3					
PROMEDIO					

Elaboró: Fuentes Serrano, 2021.

Bitácora de siembra

La bitácora de siembra nos permite conocer la cantidad de organismos sembrados en el cultivo, la biomasa inicial, estos datos serán comparados con registros posteriores y sabremos el avance del cultivo, la mortalidad de organismos.

Datos de la especie a cultivar. Nombre

científico: *Crassostrea gigas* Nombre

común: Ostión japonés Número de

tanque: 3

Responsable: Ana María Fuentes

Fecha de siembra	Número de bolsa, canasta, tanque	Biomasa (grs)	Densidad de siembra.	Mortalidad %	Observaciones
18/02/21	5	800	400/m ²	6	

Elaboró: Fuentes Serrano, 2021.

Bitácora de alimentación

Es el registro de la cantidad de alimento que le debemos de suministrar y cuando debemos ajustar la ración del alimento.

Datos de la especie a cultivar.

Nombre científico: Crassostrea gigas

Nombre común: Ostión japones

Número de tanque: 3

Responsable: Ana María Fuentes

Fecha	Número de bolsa, canasta, tanque	Densidad de siembra	Biomasa (grs)	Ración diaria. (cel/ml)	Observaciones
18/02/21	6	400/m ²	800	7.5*10 ⁸ cel/ml	

Elaboró: Fuentes Serrano, 2021.

Fuentes:

- Documento elaborado por la FAO. "Recursos marinos vivos y su desarrollo sostenible." Disponible el 20 de junio de 2015. En < <http://www.fao.org/docrep/003/V5321s/V5321S06.htm>>
- Economía, I. N. (2018). Acuicultura, historia y actualidad en México. Gobierno de México, 1-2.
- Economía, I. N. (04 de 05 de 2018). Gobierno de México. Obtenido de <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/acuicultura-historia-y-actualidad-en-mexico?idiom=es>
- Laboratorio de producción de semilla de moluscos bivalvos de importancia comercial en el noreste de México. (Agosto 2007). laboratorio de producción de semilla de moluscos bivalvos de importancia comercial en el noreste de México. La Paz B. C. S.
- Sánchez, D. J. (2006). Cultivo de moluscos. Méxio, D.F: Alfaomega.



Actividad de aprendizaje

Con ayuda de los datos que se te proporcionan realiza el llenado del siguiente formato, con sus respectivas gráficas y explica el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos

Tenemos un cultivo de ostión japonés, se realizó un muestreo durante 10 días con una temperatura inicial de 24°C que mantuvo por espacio de 5 días posterior a este día se registran variaciones de temperatura durante 3 días siendo, el día 6 de 26°. Los días restantes de 30, 7 y 8 de 27°T OD hasta el día 5 = 6.5 mg/L, días 6 = 6mg/l, 7 y 8 =5 mg/l, día 9 y 10 = 4 mg/l; la salinidad inicia con 30 ppm hasta el día 5, teniendo posteriormente tres días consecutivos de 32 ppm y dos días posteriores de 35 ppm; el pH se mantiene con un nivel de 6.5; la transparencia se mantiene hasta la mitad del periodo en 35 cm posteriormente tiene un comportamiento de 20cm.

Bitácora de parámetros fisicoquímicos.

Datos de la especie a cultivar.

Nombre científico:

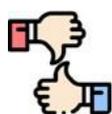
Nombre común:

Número de bolsas, camas, canastas, tanque o pileta:

Responsable:

Fecha	T° C	OD (mg/l)	S°/∞ ppm	pH	Transparencia (cm)	Mortalidad	Observaciones
Día 1							
Día 2							
Día 3							
Día 4							
Día 5							
Día 6							
Día 7							
Día 8							
Día 9							
Día 10							

Gráficas



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo el concepto de muestreo			
Soy capaz de identificar los datos que debe contener una bitácora.			
Reconozco el comportamiento adecuado de los parámetros fisicoquímicos del sistema de cultivo.			
Comprendo la importancia de la relación que hay entre los factores ambientales.			
Puedo explicar la interpretación gráfica de los parámetros fisicoquímicos.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Avances tecnológicos en acuicultura <https://www.youtube.com/watch?v=g7irtbulp5s>
- Medidor de oxígeno disuelto en agua para acuicultura <https://www.youtube.com/watch?v=HXC-5shWejc>

Sistemas de cultivo para la pre-engorda de moluscos



La densidad de siembra es fundamental para lograr una buena productividad en el cultivo de organismos acuáticos, a través de la biomasa. Esta es una práctica de manejo para determinar la capacidad de un cultivo, el cual está dado por el número de organismos que se requiere sembrar en una determinada superficie o volumen de agua.

Así en esta etapa de cultivo, la densidad de siembra determinará el éxito del cultivo, es decir, si se contempla el número correcto de organismos por metro cuadrado, por superficie, en el tipo de sistema seleccionado dará como resultado un buen desarrollo y crecimiento de las semillas de moluscos, evitando así la propagación de enfermedades o mortalidades por exceso de confinamiento.

Este factor es vital tenerlo presente ya que la cantidad de organismos sembrados también dará como resultado mantener la calidad del agua en condiciones propicias para el crecimiento.

¿Sabías que? los sistemas de cultivo de pre-engorda más empleados son: las sartas, Long line, racas, nautilinas y camas francesas. ¿Has escuchado sobre estos?



¿Qué diferencia hay entre la pre-engorda y la engorda?



Fotografía: Sosa Koh, 2018.



¡Vamos a aprender!

Como ya se ha descrito, la densidad de siembra es un factor de suma importancia y depende en gran medida del mercado al cual se dirige la producción final del cultivo, es decir, mientras más organismos sembremos, mayor cantidad de organismos se cosechará al final del ciclo del cultivo, dando como resultado poder abastecer la demanda del mercado al cual está dirigido.

Por ello la densidad de siembra se entiende como el número de organismos a sembrar en una determinada área o volumen, para obtener una gran biomasa (peso total de organismos cosechados).

Partiendo de esta información en la etapa de pre-engorda (moluscos bivalvos en cultivo de menos de 4 cm), se deben de considerar una serie de factores que involucra llevar a buen término el cultivo, siendo la selección del sitio un factor muy importante, ya que debe de reunir ciertos criterios como:

- Las características hidrológicas, las cuales ayudarán a tomar la decisión del lugar de cultivo, conociendo detalles como la profundidad, dinámica de movimiento principal de las aguas, tipo de sustrato, entre otras.

- Calidad de agua, se debe conocer el comportamiento de ciertas variables como: temperatura, salinidad, dureza, alcalinidad, pH, nutrientes, oxígeno disuelto, amonio, nitrito, concentraciones de sustancias contaminantes, florecimientos algales nocivos, entre otros.

- Ubicación geográfica, ayudará en el buen manejo y control de estos organismos en cultivo, ya que son relevantes en: suministro de los servicios básicos (electricidad, transportación, comunicaciones, agua potable, etc.), considerar si el sitio de cultivo se encuentra dentro de áreas naturales protegidas sujetas a regulación ambiental.

El tomar en cuenta estos criterios para establecer el cultivo de bivalvos, permitirá también seleccionar los sistemas de cultivo a emplear. Se manejan densidades para evitar competencia con alimento, espacio y luz.

Obtención de semilla	Características (mantenimiento, materiales, etc.)			Desventajas
	Organismo	Tipo de colectores (donde se fijan las larvas)	Mantenimiento	
Medio natural	Mejillón	Colectores Filamentosos (rocas, cuerdas).	Monitoreo de la calidad de agua. Limpieza de Contenedores para eliminar organismos nocivos.	Se explota el recurso de manera irracional en todas sus fases de desarrollo. Cambios en la estacionalidad. La temporalidad y la localización del fenómeno de fijación. Efecto de las aguas domésticas residuales o de industrias que puede afectar el desarrollo y supervivencia de los organismos.
	Ostiones, ostras	Sustratos duros (conchas de ostiones adultos)		
Laboratorio	Ostras	Tanques (fibra de vidrio, hormigón, cemento, etc).	Control de la calidad de agua. Producción de Alimento vivo (microalgas), Control de enfermedades.	Instalaciones especializadas Costos de producción.
	Almejas			

La siembra de semilla consiste en colocar un número determinado de semillas en el arte de cultivo elegido, el cual debe tener un área suficiente para establecer una densidad aceptable que favorezca su crecimiento en el menor tiempo posible. La semilla debe ser colocada primeramente en bolsas de siembra que son confeccionadas con malla de tipo mosquetera de 2 mm.

En el caso de los juveniles de ostión (semilla) pasan de una talla inicial de siembra de 0.5-5 mm de largo a una talla promedio ≥ 30 mm. En esta fase se requieren normalmente bolsas (sacos) de malla fina tipo mosquetero (1 o 2 mm) u otras estructuras de contención para que los ostiones por su pequeña talla no se salgan a través de los orificios y aberturas de las estructuras de cultivo, además sirve para evitar la depredación por parte de jaibas, peces, rayas, etc. Esta fase es crítica debido a que los juveniles además son más susceptibles que los adultos a las variaciones del medio ambiente y pueden ocurrir altas mortalidades. En esta etapa de crecimiento ocupa alimento las 24 horas.

Obtenidas las semillas para la pre-engorda se selecciona el sistema de cultivo a emplear, entre los que podemos encontrar:

- **Long Line** (líneas largas sostenidas por flotadores).

Consta de una línea principal de cabo grueso de una pulgada de diámetro o más, el material puede ser de polipropileno, poliéster o polietileno. Las líneas largas son suspendidas por boyas o flotadores separados a intervalos regulares. En la línea madre se pueden sujetar diferentes estructuras de cultivo: canastas, sargas de ostión o cuerdas mejilloneras.

Estos sistemas están fijados al fondo por fuertes líneas de anclaje. Es un sistema bastante productivo, aunque necesita de mucha mano de obra para el mantenimiento y manejo del equipo.



Fotografías: Escobar Pérez, 2021

- **Cajas ostrícolas.**

Otra forma de cultivo que es muy utilizada son las cajas ostrícolas (conocidas también como canastas o charolas), éstas son de plástico con perforaciones de 8 mm de diámetro y un tamaño aproximado de 60 x 60 x 10 cm (lado por lado y alto). Para el cultivo se colocan normalmente de 4 a 5 cajas conteniendo a los organismos, sobre la caja superior se instala un cuadro de poliestireno (50 x 50 x 5 cm) que sirve como flotador (éste puede estar o no cubierto por otra caja). Las cajas junto con el flotador se amarran con una cuerda (1/4" de diámetro) y a todo el conjunto se le llama módulo de cultivo.



Fotografía: Juan Carlos Espinoza, 2021

Para la pre-engorda se utilizan bolsas hechas con malla mosquitero (2 mm de luz de malla) que se instalan dentro de las cajas ostrícolas, dentro de las bolsas se coloca la semilla y se mantiene hasta que los juveniles alcanzan más de 20-30 mm de largo en un lapso de dos a tres meses. Para la engorda no se utilizan las bolsas de malla, los ostiones se colocan directamente dentro de las cajas y la fase puede durar de 5 a 10 meses dependiendo del sitio y las condiciones ambientales.

- **Balsas.**

Son estructuras de tamaños distintos construidas de madera, bambú, PVC u otros materiales flotantes. Es común que se utilicen barriles o boyas de plástico para la flotación. Esta estructura mantendrá a flote las cuerdas con los organismos. Estas balsas pueden estar unidas en serie o ancladas al fondo individualmente.

Las balsas se utilizan principalmente para la pre-engorda de los ostiones en sartas de cultivo. Una sarta se construye utilizando de 6 a 8 conchas de bivalvos (ostiones, almejas, etc.) previamente lavadas, las cuales se perforan y se amarran cada 10-15 cm a cuerdas de 1/8" de diámetro y 2.2 metros de largo. Después 10 sartas se atan juntas formando una unidad y luego cuatro de estas unidades se amarran formando un manojo. Los manojos se colocan en las postas de fijación durante 1 a 7 días para la fijación de las larvas (7-10 ostiones por concha), después se trasladan al mar donde se amarran a las balsas para la pre-engorda que puede durar hasta 3 meses (Tapia- Vázquez et al., 2008).



Fotografía: Gloria Padilla, 2021

- **Racks.**

Los racks son marcos o recuadros construidos con tubería plástica de ABS (plástico duro; Acrilonitrilo-butadienestireno) o de PVC de 1½ pulgada de diámetro, también se pueden emplear concreto o madera. Estas molduras se colocan en el área de cultivo, en serie, y se fijan enterrando una parte de la estructura al sustrato marino, dejando una separación aproximada de 1.5 m entre cada marco o rack. En estas estructuras se colocan, en la parte superior y perpendicularmente travesaños o vigas del mismo material de construcción para amarrar las artes de cultivo (ejemplo: sartas), se instalan con una separación de 30 cm entre cada una, colocando aproximadamente 110 sartas por rack. Esta arte de cultivo se realiza en estanques donde las sartas son depositadas en piletas de cemento o estanques de fibra de vidrio, después se llenan de agua donde luego se procede

a depositar las larvas de ostión que se fijaran a las conchas, este procedimiento se realiza una sola vez para la fase de preengorda y engorda, hasta finalmente ser cosechados.

- **Cama francesa (cultivo de fondo).**

Se preparan depositando conchas vacías en el fondo, sea éste lodoso o arenoso. Cada cama debe medir unos 10 metros de largo por 5 de ancho. El espesor de la capa de conchas depositadas no debe ser menor de 30 centímetros. Para obtener mejores resultados y no desperdiciar material se recomienda señalar el sitio. Esto, facilitará posteriormente determinar la ubicación de los nuevos bancos.



Fotografías: Escobar Pérez, 2021

La pre-engorda dura hasta que los organismos (ejemplo: ostiones) alcancen una talla promedio mayor a 20-30 mm de largo, lo que sucede entre 2-4 meses, dependiendo la región donde se cultiven. Muchos productores combinan diferentes sistemas durante el desarrollo de sus cultivos, esto con el objetivo de ir implementando mejores técnicas e innovando.

Fuentes:

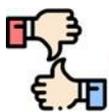
- Cáceres Martínez, J., R. Vásquez Yeomans. 2014. Manual de buenas prácticas para el cultivo de moluscos bivalvos. OIRSAOSPESCA pp. 117
- Acuicultura | Sistemas de cultivo para moluscos bivalvos: Línea madre o larga, Balsas, Racks o estante, 2012. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-sistemas-de-cultivo-para-moluscos-bivalvos>



Actividad de aprendizaje

Como resultado de la revisión de la sección Vamos a Aprender sobre los sistemas de cultivo en la pre-engorda de moluscos, responde con una F si el texto es falso o V si es verdadero.

No.	Descripción	F / V
1	Los sistemas de cultivo más empleados, en función del tipo de obtención de semilla son: long line, estanques, balsas y camas.	
2	Las semillas de moluscos se pueden obtener solamente del medionatural.	
3	La etapa de pre-engorda en los ostiones dura aproximadamente entre 2 -4 meses.	
4	El conocer las características hidrológicas del lugar para la siembra de estos organismos nos permiten tomar mejores decisiones para el cultivo.	
5	Cuando se explota el recurso (semilla) de manera irracional en todas sus fases de desarrollo, estamos teniendo una gran ventaja para los cultivos.	
6	Para la pre-engorda se utilizan bolsas hechas con malla mosquitero (2mm de luz de malla) que se instalan dentro de las cajas ostrícolas,	
7	Las bolsas de malla fina (mosquitero) (1 o 2 mm) u otras estructuras de contención permiten que los ostiones estén expuestos a susdepredadores.	
8	En el caso de los ostiones juveniles, se dice que alcanzan más de 20-30mm de largo en un lapso de dos a tres meses.	



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Reconozco la importancia de la pre-engorda en los bivalvos.			
Distingo los lugares de obtención de semilla.			
Puedo explicar los sistemas de cultivo en la pre-engorda de estos bivalvos.			
Identifico las tallas de las semillas de bivalvos en esta etapa de cultivo.			
Comprendo los criterios a considerar en la selección del sitio para la pre-engorda.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes

- Funcionamiento del criadero: acondicionamiento de los reproductores, puesta y fecundación <http://www.fao.org/3/y5720s/y5720s08.htm#TopOfPage>.

Densidad de siembra para la pre-engorda



Contextualizando

La densidad de siembra es fundamental para lograr una buena productividad en el cultivo de organismos acuáticos, a través de la biomasa. Esta es una práctica de manejo para determinar la capacidad de un cultivo, el cual está dado por el número de organismos que se requieren sembrar en una determinada superficie o volumen de agua.

Así en esta etapa de cultivo, la densidad de siembra determinará el éxito del cultivo, es decir, si se contempla el número correcto de organismos por metro cuadrado, por superficie, en el tipo de sistema seleccionado dará como resultado un buen desarrollo y crecimiento de las semillas de moluscos, evitando así la propagación de enfermedades o mortalidades por exceso de confinamiento.

Este factor es vital tenerlo presente ya que la cantidad de organismos sembrados también dará como resultado mantener la calidad del agua en condiciones propicias para el crecimiento.



Fotografía: Escobar Pérez, 2020

¿Qué es densidad de siembra?, ¿Por qué es importante la densidad de siembra en el cultivo de organismos acuáticos?

En la presente lección, aprenderás la importancia de esta temática.



¡Vamos a aprender!

Como ya se ha descrito, la densidad de siembra es un factor de suma importancia y depende en gran medida del mercado al cuál se dirige la producción final del cultivo, es decir, mientras más organismos sembremos por metro cuadrado o metro cúbico, mayor cantidad de organismos se cosechará al final del ciclo del cultivo, dando como resultado poder abastecer la demanda del mercado al cual está dirigido.

Por ello la densidad de siembra se entiende como el número de organismos a sembrar en una determinada área para obtener una gran biomasa (peso total de organismos cosechados)

En la pre-engorda la densidad de siembra es un factor clave a considerar si requerimos

ejemplares grandes, sanos, en cantidad y en un periodo corto de tiempo.

El número de organismos por área o volumen también está determinado por otros factores: los parámetros fisicoquímicos (temperatura, oxígeno disuelto, pH, amonio); aprovechamiento del alimento, crecimiento homogéneo, recambios de agua, etc.) Todos estos factores estarán en función de la especie a cultivar para lograr el éxito en la etapa de cultivo que se desarrolle.

En los moluscos bivalvos una vez definido el sistema de cultivo a emplear, las estructuras a utilizar y la talla del organismo, ahora si se define la densidad de siembra, es decir, se cuenta el número total de semillas a utilizar por contenedor (nautilinas, charola, sarta, cama, etc.), y posteriormente se procede a realizar la siembra de los organismos para la pre-engorda.

Para el caso de ostiones-ostreas, se requiere contar con semillas (larvas que ya se han asentado) de calidad. Una vez que se reciben estos organismos del laboratorio, ya pueden llevarse a las zonas de pre-engorda, previamente a esto se realiza el conteo de semilla, a través del pesaje de los mismos



Fotografía: Juan Carlos Espinoza, 2020



Fotografía: Escobar Pérez, 2021

El conteo de la semilla se realiza mediante el método de peso húmedo, para poder estimar la densidad total de la semilla, considerando 10 gr. de muestra y contando la cantidad total de organismos en la misma. Determinándose así la biomasa (peso total de los organismos por unidad de área donde se realiza el cultivo).

Posteriormente la cantidad de semilla se distribuye en bolsas cuadrangulares y costales, después se colocan en cajas para ser llevados a la zona de pre-engorda en un sistema tipo long-line o en costales sobre estantes



Foto: Juan Carlos Espinoza, 2020



Foto: Juan Carlos Espinoza, 2020



Foto: Escobar Pérez, 2021

También se suelen colocar las semillas en bolsas de pre-engorda y después colocarlas adentro de las canastas tipo linterna, o en bolsas campanitas, esta siembra es variada en los lugares donde se cultivan las ostras.

En el caso de la semilla del medio natural, el proceso de densidad de siembra es variado, es decir, depende de sustratos o concha madre para el asentamiento, por lo que no se usan los costales o canastas para su cultivo. Este solamente es posible mediante la utilización de sartas colocadas en estructuras fijas llamadas empilotados o en estructuras flotantes o balsas, en este caso, se colocan de 25 a 32 conchas madre por sarta y esta se traslada a las zonas de captación de semilla en los meses de julio a septiembre cuando ocurre la fijación natural en dicha zona, aquí permanecen por periodos de 2 - 4 meses, etapa conocida como pre- engorda.

Otro ejemplo muy representativo de la densidad de siembra en la preengorda, con las semillas de ostión, es la que se realiza en las nautilinas (estructura que lleva integrada 5 bolsas), como se puede apreciar en las siguientes imágenes en donde se presenta el pesaje, la siembra de las semillas en las bolsas hasta la colocación de las nautilinas en el mar:

1. Inicialmente se cuentan 5000 semillas de 2 mm y se calcula su peso en una balanza granataria.



2. Después se repite el procedimiento, para calcular las 5000 semillas en cada bolsa.

3. Las semillas son depositadas cuidadosamente en cada bolsa de la Nautilina. Cada Nautilina lleva 5 bolsas.

4. Las Nautilinas con 25 000 semillas son sujetadas a boyas, donde permanecen por dos meses en la etapa de preengorda.

Cada Nautilina lleva integrada 5 bolsas y cada bolsa contiene 5000 semillas, entonces cada estructura contiene 25 000 semillas de ostión. Las semillas son de 3-4 mm, no pasan de este tamaño.

Cuando llegan las semillas se calcula el peso húmedo, es decir, se cuenta una submuestra para no contar todas las semillas:

- En una balanza se determina el peso húmedo, es decir, se toma una muestra (10 gr) con un recipiente y se pesan en una balanza granataria, estas son contabilizadas para

determinar cuántas semillas están contenidas en esos gramos (por ejemplo, si en 10 gramos tenemos 420 semillas) y se pesan sucesivamente de a 10 gr hasta llegar a las 5000 semillas por bolsa. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las semillas sean homogéneas en cuanto a tamaños.

- Este cálculo lo puedes hacer a través de una regla de tres, ejemplo, si en 10 gr, hay 1000 semillas, cuantos gramos necesitas pesar para llenar la nautilina, es decir hasta completar las 25000 semillas.

10 gr - 1000 semillas

X - 25000

= 250 gramos

Se necesita pesar 250 gramos y distribuirlos en las bolsas (cantidad semilla de acuerdo con la capacidad de cada bolsa) que contiene la nautilina. Una vez que cada bolsa tiene contenida las 5000 semillas se lleva a sembrar y se le da seguimiento a través de muestreos, los cuales pueden ser cada 15 días o cada mes.

Sin duda esta fase de pre-engorda en los bivalvos es crítica, debido a que los ya juveniles son más susceptibles que los adultos a los cambios del medio ambiente por lo que pueden ocurrir altas mortalidades.

Fuentes:

- Cáceres Martínez, J., R. Vásquez Yeomans. 2014. Manual de buenas prácticas para el cultivo de moluscos bivalvos. OIRSAOSPESCA pp. 117
- Juárez Romero, L., Plan Maestro, Sistema Producto Ostión, Sonora. SAGARPA, CONAPESCA, Instituto de Acuicultura pp 107.
- Chávez Villalva, J., 2014. Cultivo de ostión *Crassostrea gigas*: Análisis de 40 años de actividades en México.
- <http://mujeresdegestion.blogspot.com/p/densidad-de-siembra-y-alimentacion.html>



Actividad de aprendizaje

Después de leer sobre la densidad de siembra en la pre-engorda de moluscos bivalvos. completa el siguiente texto, apoyándote de las palabras del recuadro siguiente:

Adultos	Semilla	Siembra	Metros cúbicos
Individual	Pre-engorda	Laboratorios	Biomasa
Parámetros fisicoquímicos	Metros cuadrados	Biometría	Conteo
Peso seco	Alimento	Crecimiento homogéneo	Medio natural
Densidad	Recambios de agua	Juveniles	Cantidad

1. En la pre-engorda de moluscos bivalvos, la _____ se puede obtener de dos fuentes principales, es decir, del _____ y _____.
2. Antes de la siembra es necesario realizar el conteo de semilla, a través del _____, para conocer el número de organismos a sembrar.
3. La _____ de _____ nos permite conocer la cantidad de organismos a sembrar en un determinado espacio, y también nos permite determinarla _____ que es el peso total de organismos en una determinada área de cultivo.
4. En el momento de determinar la densidad de siembra en un cultivo, es importante considerar otros factores como son _____, _____ y _____ ya que todos ellos en conjunto nos ayudaran a lograr el éxito del cultivo en la etapa en desarrollo.
5. La densidad de siembra se puede determinar por _____ o _____, dependiendo de la especie.
6. Sin duda esta fase de _____ en los bivalvos es crítica, ya que los _____ son más susceptibles que los _____ a _____ los cambios del medio ambiente, por lo que hay grandes mortalidades.

Resuelve el siguiente ejercicio de densidad de siembra de semilla de ostión

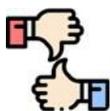
Se requiere realizar la siembra de semilla de ostión en 6 nautilinas, en donde cada nautilina tiene integrada 5 bolsas, cada bolsa tiene una capacidad de 5000 semillas. Se realizó el pesaje de las semillas las cuales proviene de dos lotes de laboratorios, por lo que las siembras se dividirán en 3 nautilinas para el primer lote y las otras 3 nautilinas para el segundo lote.

En el primer lote, se contabilizó el peso húmedo de 5 gr gramos que contiene 935 semillas de 2-3 mm y en el segundo lote se pesaron los 5 gramos contabilizándose 780 semillas de 3-4 mm.

Considerando los datos que te ofrece el ejercicio, responde lo que se te pide

1. ¿Cuántos gramos requieres pesar- del primer lote de semillas- para sembrar en las tres primeras nautilinas?

1. ¿Cuántos gramos requieres pesar- del segundo lote de semillas -para sembrar en las otras tres nautilinas?



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Distingo el periodo de tiempo que comprende la pre-engorda de los bivalvos.			
Reconozco la importancia de la densidad de siembra en la pre-engorda de moluscos bivalvos.			
Puedo explicar el proceso a seguir para la siembra de la semilla.			
Comprendo la importancia de la obtención de la semilla para la pre-engorda al momento de determinar la densidad de siembra.			
Identifico el método de conteo de la semilla antes de la siembra.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes

- Funcionamiento del criadero: telecaptación en criadero y en semillero
<http://www.fao.org/3/y5720s/y5720s0b.htm>