

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 45, Número 2



Abril - Junio 2018
Callao, Perú



MANUAL: CULTIVO DE ERIZO COMERCIAL *Loxechinus albus* EN LA REGIÓN MOQUEGUA

MANUAL: COMMERCIAL SEA URCHIN *Loxechinus albus* CULTIVATION IN MOQUEGUA REGION

Roger Ayerbe Ochoa¹
Fernando Lope

Sheyla Zevallos Fera
Heydi Bendita Yhordan Vizcarra

Vicente Castañeda Muñoz
Ygor Sanz Ludeña

RESUMEN

AYERBE R, ZEBALLOS S, CASTAÑEDA V, LOPE F, BENDITA H, VIZCARRA Y, SANZ L. 2018. Manual: Cultivo de erizo comercial *Loxechinus albus* en la Región Moquegua. Inf Inst Mar Perú. 45(2): 210-241.- En este manual se expone la tecnología de cultivo del erizo comercial *Loxechinus albus* (Molina) en medio controlado así como el cultivo experimental en sistema suspendido en medio natural en la zona sur del Perú. Se abarcan tópicos que van desde la instalación, sistemas de tratamiento del agua, sistemas de cultivo, necesidades y requerimientos de la especie en cultivo.

PALABRAS CLAVE: erizo comercial, *Loxechinus albus*, medio controlado, sistemas suspendidos

ABSTRACT

AYERBE R, ZEBALLOS S, CASTAÑEDA V, LOPE F, BENDITA H, VIZCARRA Y, SANZ L. 2018. Manual: Commercial sea urchin *Loxechinus albus* cultivation in Moquegua region. Inf Inst Mar Peru. 45(2): 210-241.- This manual describes the technology used to cultivate the commercial sea urchin *Loxechinus albus* (Molina) as well as the experimental cultivation in a suspended system located in a natural environment in southern Peru. Topics covered include installation, water treatment systems, cultivation systems and the needs and requirements of the species under cultivation.

KEYWORDS: commercial sea urchin, *Loxechinus albus*, controlled environment, suspended systems

1. INTRODUCCIÓN

En el Perú el equinodermo de mayor importancia comercial es el erizo verde *Loxechinus albus* (Molina, 1782), por su reconocida calidad en el mercado nacional e internacional, que lo cotiza como un producto de gran demanda y alto precio (YAMASHIRO *et al.* 1996). Además, su pesquería, como ocurre con otras especies, se ha incrementado en los últimos años por la importante demanda sobre todo de países asiáticos; lo que ha intensificado la explotación de la especie (YAMASHIRO *et al.* 1996), reflejado en la disminución del stock (LAWRENCE 2007) de los principales bancos naturales de la costa peruana. Frente a esta problemática se han planteado una serie de alternativas de solución, entre las cuales destacan medidas reguladoras para las tallas mínimas de captura y tolerancia máxima de ejemplares juveniles de principales peces marinos e invertebrados (R.M. 209-2001-PE), así como la prohibición de la extracción, procesamiento, transporte, comercialización y utilización del recurso erizo en el litoral de Marcona (R.M. 100-2006-PRODUCE) y veda del recurso erizo en el área del litoral de San Juan de Marcona (R.M. 238-2011-PRODUCE).

En el Laboratorio Costero de Ilo, durante el 2015, se desarrolló el proyecto "Producción de juveniles del erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782) en medio controlado y desarrollo experimental en sistema de cultivo suspendido en medio natural en la zona sur del Perú", como propuesta para la generación de tecnologías que permitan obtener juveniles del recurso en laboratorio y posterior engorde en sistema de cultivo suspendido en el mar.

ASPECTOS GENERALES

Phylum	: Echinodermata
Clase	: Echinoidea
Orden	: Echinoidea
Familia	: Echinidae
Especie	: <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782)

El erizo *L. albus* (Fig. 1) presenta simetría pentaradial y un esqueleto rígido globoso llamado "testa". Su estructura está formada por placas cohesionadas entre sí. Cuenta con un sistema único de canales internos y apéndices superficiales que integra el denominado «sistema vascular acuífero» cumpliendo funciones de locomoción y transporte de gases respiratorios (BARNES 1989).

¹ Laboratorio Costero de Camaná. rmuñoz@imarpe.gob.pe

² Laboratorio Costero de Pisco

³ Laboratorio Costero de Ilo

⁴ Área Funcional de Investigaciones de Invertebrados Marinos y Macroalgas

Se distribuye latitudinalmente desde la isla Lobos Afuera ($6^{\circ}53'50''S$) en Perú, hasta las islas del extremo sur austral de Chile ($57^{\circ}58'00''S$) y batimétricamente desde la zona intermareal hasta 340 m de profundidad, sobre fondos duros cubiertos de algas (LARRAÍN 1975).

Es una especie sedentaria de conducta gregaria que conforma bancos sobre sustratos duros,



Figura 1.- Ejemplares de erizo comercial

utiliza las espinas y pies ambulacrales para movilizarse con desplazamientos muy reducidos; generalmente en zonas de alta corriente los bancos están diseminados; su dieta consiste básicamente en algas marinas (*Lessonia*, *Macrocystis*, *Ulva*, *Polysiphonia*, etc.).

Entre los depredadores del erizo se encuentran las estrellas de mar, sol de mar, moluscos gasterópodos, nutrias y peces.

Es una especie dioica (machos y hembras) que no presenta dimorfismo sexual. Durante el periodo de reproducción se reconocen las hembras cuando las gónadas evacúan un líquido color amarillo - anaranjado, mientras que de las gónadas masculinas fluye el líquido color blanco cremoso. La primera madurez sexual se produce entre 40 a 50 mm de diámetro y tienen cinco gónadas, conocidas como lenguas. El ciclo reproductivo depende de la latitud geográfica; en la zona sur la época de reproducción es de setiembre a diciembre. Puede alcanzar un diámetro de 140 a 150 mm, sin considerar las púas y la talla comercial es de 70 mm.

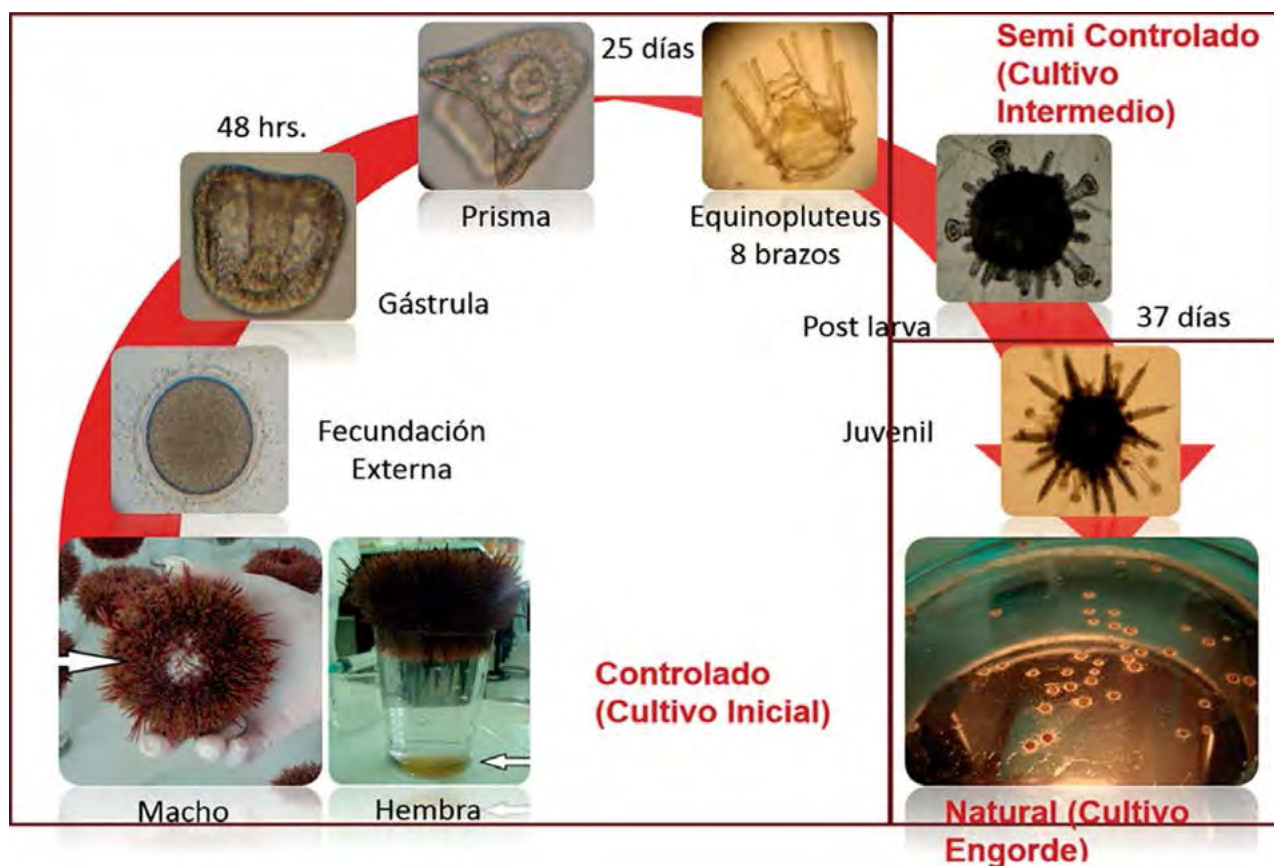


Figura 2.- Ciclo de vida de erizo comercial hasta la etapa juvenil

En el período reproductivo liberan los gametos masculinos y femeninos al medio, donde se fecundan; pasado un minuto se inician dos etapas: embrionaria hasta las 48 horas aproximadamente y larvaria que comprende las fases: prisma, 4 brazos, 6 brazos y 8 brazos durante 25 días aproximadamente, al cabo de ese tiempo se produce la metamorfosis seguida del asentamiento y cambio de vida planctónica a bentónica (ARRAU 1958, BUSTOS y OLAVE 2001). Estas dos etapas (embrionaria y larvaria) forman parte del cultivo inicial que se ha podido desarrollar en condiciones controladas de temperatura, aireación, agua estéril (microfiltrada e irradiada).

La etapa post larvaria conforma el cultivo intermedio, abarcando un período de 37 días de desarrollo asentadas en superficies colonizadas con diatomeas (ZAMORA y STOTZ 1992) hasta alcanzar 1 mm de diámetro total y se desarrolla en condiciones semicontroladas (agua de mar filtrada hasta 75 μm). Finalmente, los ejemplares son trasladados a un sistema de cultivo suspendido en medio natural donde se inicia la etapa de engorde (Fig. 2).

Las principales de áreas de extracción de *Loxechinus albus* en el litoral peruano son: Pisco, San Juan de Marcona, Lomas, Atico, La Planchada, Matarani, Ilo. Los desembarques anuales del erizo son fluctuantes desde 1970, con cifras menores a 40 t/año (en la década 1970), 107 y 135 t/año (1979 y 1981) 1381 t/año (1995). Posteriormente disminuyó drásticamente (YAMASHIRO *et al.* 1996).

Las principales zonas de desembarque en la costa sur del Perú son Quilca, Atico, La Planchada, Matarani, Ilo, Picata y Morro Sama, con volúmenes que alcanzaron 550 TM para el período 2004–2012; mientras que a nivel nacional alcanzó a 16.099 TM para el mismo período; constituyendo una de las pesquerías bentónicas más importantes de nuestro país.

FLUJO DE CULTIVO.- A continuación se muestra un diagrama que esquematiza la producción de juveniles en medio controlado y semicontrolado (Fig. 3)

PRODUCCIÓN DE POST-LARVAS DE ERIZO EN CULTIVO EXPERIMENTAL DE LABORATORIO

TRATAMIENTO DEL AGUA

El Laboratorio de Investigación de Moluscos (LIM) está diseñado para cumplir los requisitos de reproducción de moluscos marinos en ambiente controlado a escala experimental. Cuenta con infraestructura construida en base a la tecnología de cultivo de conchas de abanico, con un diseño flexible fácilmente adaptable al cultivo de otros bivalvos e incluso a ciertas especies de gasterópodos, cefalópodos y equinodermos.

El proceso de producción de juveniles de erizo en el LIM, implica operaciones de tratamiento del agua de mar que incluye un tanque de sedimentación (20 m³) conteniendo agua del ambiente natural, la que atraviesa un set de filtros de arena (50 μm) y filtro de tierra de diatomea para almacenarse en un tanque elevado (13 m³). El agua es filtrada por una batería de filtro Cuno hasta 1 μm e irradiada con el esterilizador ultravioleta (UV) (Fig. 4).

SISTEMAS DE CULTIVO PARA EQUINODERMOS

Se emplean tanques de 200 L para el cultivo larvario. Cuando se produce la metamorfosis y el asentamiento larvario, se trasladan a estanques rectangulares de FRV que cuentan con placas de fijación, en esta etapa se utiliza agua de mar sedimentada y filtrada a 75 μm .

Para contar con agua que mantenga las características propias del medio natural (temperatura, salinidad, oxígeno, nutrientes, composición fitoplanctónica, etc.) se trabaja con el sistema de flujo abierto “tipo cascada” que consiste en la dotación de agua de mar con un caudal de flujo continuo controlado, con el propósito de adaptar a los ejemplares de erizo al medio semicontrolado antes de continuar su desarrollo en medio natural.

El sistema con flujo abierto continuo tipo cascada, permite alimentar, por gravedad, con agua de mar filtrada (malla nytal de 750 y 75 μm) los estanques distribuidos a una altura de 20 cm uno respecto del siguiente; el caudal (Q) promedio apropiado es de 3,7 L/min.

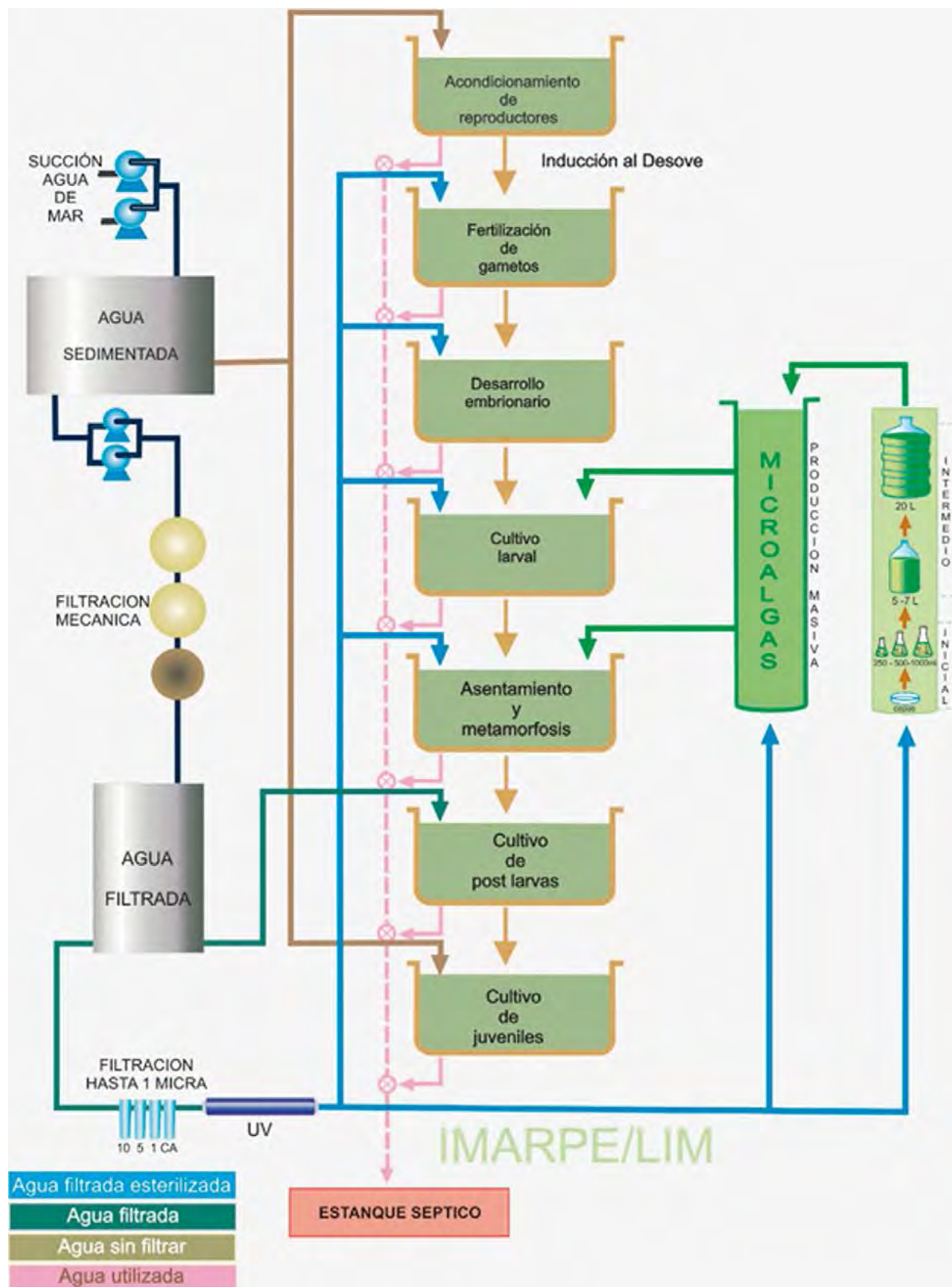


Figura 3.- Ciclo de vida de erizo comercial hasta la etapa juvenil

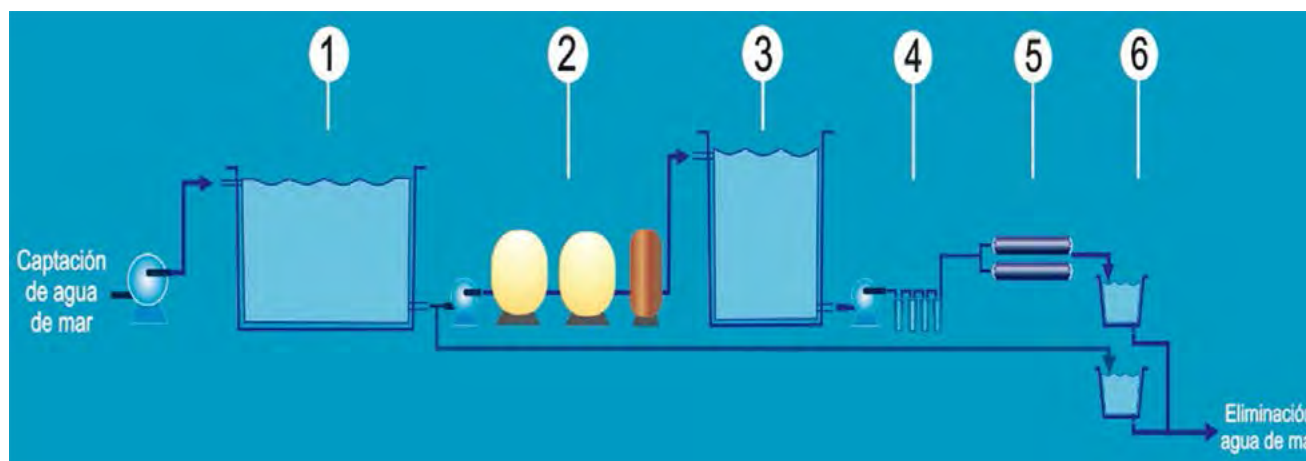


Figura 4.- 1) Estanque de sedimentación, 2) filtración mecánica, 3) estanque de agua filtrada, 4) filtración hasta 1 µm, 5) esterilización con UV, 6) sistemas de cultivo



Figura 5.- Sistema de cultivo intermedio de erizo (semicontrolado)

Para tal efecto, se diseñaron y elaboraron 4 estanques de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PFRV) de 23 x 29 x 169 cm y 110 L; con sistema de aireación permanente a través de difusores y disposición de tres estructuras modulares armadas con placas de policarbonato (Fig. 5).

La fuente de abastecimiento de agua de mar para este sistema está constituido por un tanque de sedimentación de 20 m³, el transporte hasta el sistema se realiza por gravedad a través de tuberías de 2 y ½" Ø, donde el agua discurre una sola vez por los estanques y descargan en el alcantarillado del LIM para su eliminación mediante el desagüe de la ciudad.

PRODUCCIÓN DE ALIMENTO VIVO PARA LARVAS Y POST LARVAS

Mantenimiento de ambientes

Los ambientes de cultivo de microalgas (cepario, sala de cultivo inicial, sala de cultivo intermedio y sala de cultivo masivo) donde se distribuyen el mesón de trabajo, anaqueles, gavetas y organizadores son desinfectados usando cloro diluido en agua potable en proporción 1:1 (Fig. 6).

Mantenimiento de instrumental

Lavar el material de vidrio (tubos de ensayo, matraces de 250 mL a 1000 mL, pipetas, botellas



Figura 6.- Limpieza de anaqueles de la sala de cultivo masivo de microalgas



Figura 7.- Materiales de vidrio en jabón neutro



Figura 8.- Estufa con materiales de vidrio

toma muestra, placas Petri, vasos de precipitados, etc.) con jabón neutro diluido en agua potable (1 mL: 1L) dejando reposar por 24 horas y proceder al enjuagado con agua potable y agua destilada (Fig. 7). Esterilizar con calor seco mediante estufa los materiales lavados alrededor de 30 minutos a 150 °C (Fig. 8).

CULTIVO DE MICROALGAS PLANCTÓNICAS (Cepa hasta nivel masivo en sistema tradicional)

Según el protocolo de cultivo de microalgas, se debe proceder de la siguiente forma:

Paso 1. Enriquecer el agua de mar estéril suministrando F/2 Guillard compuesto por macronutrientes, micronutrientes, vitaminas y metasilicato de sodio (este último solo en el caso de diatomeas).

Paso 2. Sembrar el contenedor con el inóculo de microalgas procedente del volumen inferior, considerando la etapa de cultivo (inicial, intermedio, masivo) y el flujo de cultivo (Fig. 9).

Paso 3. Inyectar aire proveniente de un generador de aire (blower) en los recipientes a partir de 500 mL; los volúmenes menores serán agitados manualmente.

Paso 4. Mantener la temperatura ambiente constante en un rango de 18 – 20 °C con ayuda de aire acondicionado tipo ducto.

Paso 5. Distribuir matraces, botellas y botellones inoculados en estantes con iluminación artificial procedente de fluorescentes (50 wats) para favorecer la fotosíntesis y desarrollo del cultivo.

Paso 6. Cada tanque (200 L) será sembrado con dos garrafones de microalga durante el término de la fase exponencial y el inicio de la fase estacionaria.

Paso 7. Se determinará diariamente la concentración microalgal mediante el recuento usando una cámara Neubauer con muestras procedentes de tanques de microalgas de las diferentes especies cultivadas, en un número de 6 pseudorepeticiones, para calcular el promedio de la concentración y determinar el volumen de cosecha.

Paso 8. Entregar el volumen calculado de microalga según el requerimiento nutricional y estadio de los organismos filtradores (Fig. 10).



Figura 9.- Cultivo intermedio (izquierda) y masivo (derecha) de microalgas



Figura 10.- Esquema del cultivo de microalgas para larvas de erizo comercial



Figura 11.- Set de placas de policarbonato con microalga bentónica



Figura 12.- Inyección de aire moderado en tanques con set de placas

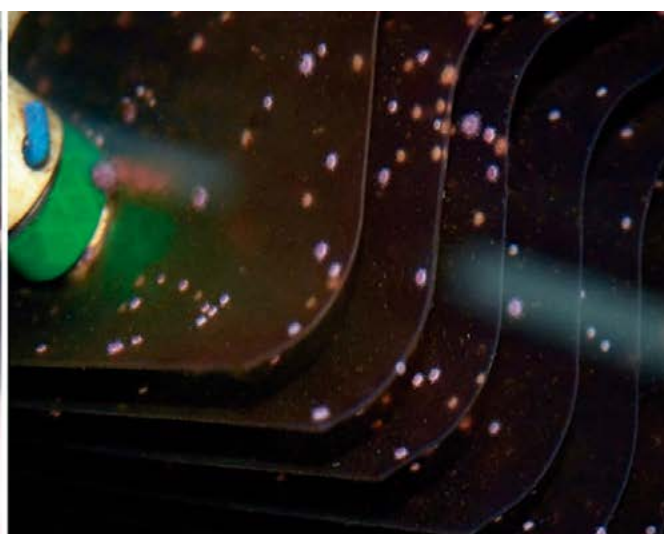


Figura 13.- Sets biologizados (izquierda) y postlarvas asentadas en placas (derecha)

CULTIVO DE MICROALGAS BENTÓNICAS (De cepa hasta el masivo en sistema de biologización)

Paso 1. Enriquecer el agua de mar estéril suministrando F/2 Guillard compuesto por macronutrientes, micronutrientes, vitaminas y metasilicato de sodio (este último solo en el caso de diatomeas).

Paso 2. Inocular el set contenido en la bandeja con microalga bentónica procedente del volumen inferior, considerando la etapa de cultivo (inicial, intermedio, masivo) y el flujo de cultivo (Fig. 11).

Paso 3. Inyectar aire moderado proveniente del blower en los recipientes a partir de 2 L (Fig. 12), los volúmenes menores serán agitados manualmente.

Paso 4. Mantener la temperatura ambiente constante en un rango de 18 a 20 °C con ayuda de aire acondicionado tipo ducto.

Paso 5. Distribuir bandejas de 2 L y 40 L inoculados en estantes con iluminación artificial procedente de fluorescentes (50 wats) para favorecer la fotosíntesis y desarrollo del cultivo.

Paso 6. Transcurridos 5 días aproximadamente, se obtendrá el set biologizado listo para ser trasvasado al ambiente de cultivo post larvario de erizo (Fig. 13).

OBTENCIÓN DE EJEMPLARES ADULTOS DE ERIZO DEL MEDIO NATURAL Y ACONDICIONAMIENTO EN MEDIO CONTROLADO

COLECTA DE EJEMPLARES ADULTOS Y TRASLADO AL LABORATORIO

Mensualmente coleccionar alrededor de 30 ejemplares adultos (>70 mm diámetro de testa) mediante buceo semiautónomo, usando embarcación con motor fuera de borda implementada con compresora para surtir de aire al buzo colector. Los ejemplares serán extraídos del submareal rocoso, donde se asientan praderas de macroalgas pardas empleando un gancho metálico (almejo), introducirlos a una bolsa de malla anchovetera (capacho) evitando deteriorar los ejemplares (Fig. 14).

Una vez en la cubierta, deberán ser estibados en una caja isotérmica con agua de mar sobre

una camilla de algas pardas; se trasladan al laboratorio y retiran tratando de no desgarrar los pies ambulacrales de los organismos (Fig. 15).

ACONDICIONAMIENTO DE REPRODUCTORES

Los ejemplares se mantienen en tanques rectangulares con 200 L de agua de mar sin filtrar a 17 ± 1 °C, recambiar el 100% de agua diariamente; instalar aeración constante, y alimentar con frondas de *Lessonia* sp., que se renuevan a medida que se consumen. Antes de ser medidos, se retiran de los tanques alrededor de 3 minutos para desecarlos y registrar datos morfométricos (Fig. 16).

MUESTREO BIOMÉTRICO Y SELECCIÓN DE REPRODUCTORES

Medir los organismos considerando: longitud total (LT) y peso total (PT), se utiliza para tal efecto un vernier (0,1 mm) y una balanza electrónica (g). Los datos se registran en hoja de cálculo Excel. Se seleccionan los ejemplares con mayor peso y se descartan los que presenten epibiontes (Fig. 17).

INDUCCIÓN AL DESOVE DE EJEMPLARES ACONDICIONADOS

Inducción al desove

Los ejemplares se distribuyen sobre vasos de policarbonato conteniendo agua de mar estéril (microfiltrada hasta 1μ , irradiada con UV) teniendo en cuenta que la posición aboral (ubicación de estructuras reproductivas) esté en contacto con el agua (Fig. 18).



Figura 14.- Recolección de ejemplares adultos en submareal rocoso (arriba) y praderas de algas pardas (abajo)



Figura 15.- Estabulación de ejemplares adultos en caja isotérmica

Se emplea la técnica de inducción química con los erizos sexualmente maduros, que consiste en inyectar en la membrana peristomal 3 mL de KCl 0,5 M para la liberación de gametos. Las hembras evacúan los gametos (óvulos) color amarillo-naranja y los machos (espermios) color blanquecino (Fig. 19).

Los óvulos liberados a través de la placa madreporica se receptionan en vasos transparentes de policarbonato con agua de mar estéril (150 mL); en el caso de los espermios se recolectan en placas Petri, colocando la parte aboral hacia arriba para evitar su activación (Fig. 20).

Fertilización

Se usan tres machos por cada hembra, la concentración fluctúa entre 100 a 1000 espermios por 1 óvulo. El tiempo de fertilización es de 60 segundos y los huevos se trasvasan a un acuario de 20 L (Fig. 21).

Después de 30 minutos, los huevos decantados en bandejas de 20 L se lavan y se renueva el 80% de agua de mar estéril, proceso que se repite alrededor de tres veces dependiendo de la calidad de agua del hatchery.



Figura 17.- Biometría de ejemplares seleccionados

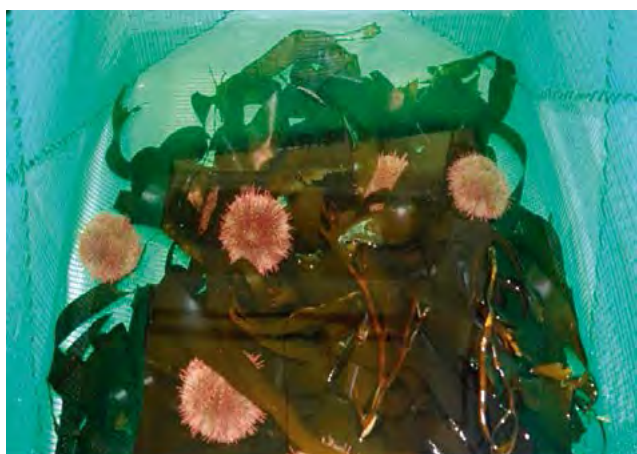


Figura 16.- Acondicionamiento reproductivo (izquierda) y desecación de ejemplares colectados (derecha)

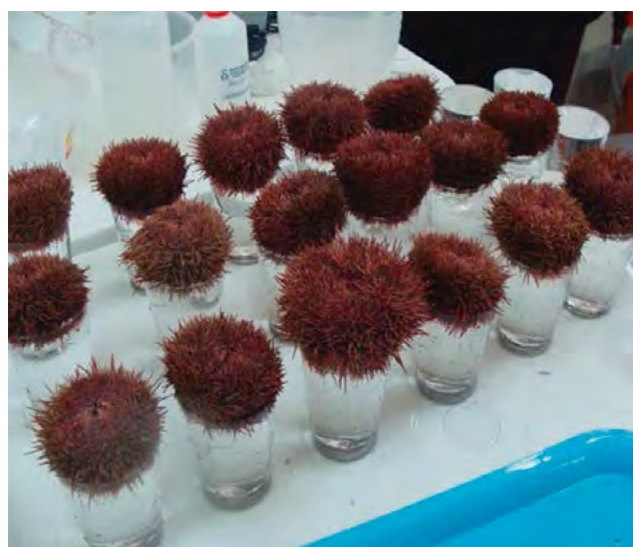


Figura 18.- Ejemplares distribuidos en vasos de policarbonato



Figura 19.- Inyección de KCl 0,5 M en membrana peristomial (arriba) y liberación de productos sexuales en posición aboral (abajo)



Figura 20.- Gametos femeninos u óvulos (arriba) y gametos masculinos o espermios (abajo)



Figura 21.- Gametos masculinos (izquierda) tomados para fertilización de gametos femeninos (derecha)



Figura 22.- Toma de muestra de óvulos (izquierda superior), óvulos fertilizados (izquierda inferior), observación microscópica del proceso de fertilización (derecha)

El volumen fertilizado se trasvasa a diferentes tanques de cultivo con 250 L de agua de mar estéril, donde se mantienen a 17 ± 1 °C constante, sin aire y sin recambio de agua por 48 horas.

Determinación de índice de fertilidad

Se toma una muestra de óvulos fertilizados en una luna de reloj para observación microscópica y se estima el índice de fertilización, proceso en el que el espermatozoide penetra en el óvulo para fusionar el material genético formando la membrana de fertilización (Fig. 22).

CRIANZA DE EMBRIONES, LARVAS Y POST LARVAS EN CAUTIVERIO

Desarrollo embrionario (Tabla 1)

Una vez producida la fecundación, el óvulo forma una membrana que impide la poliespermia

y se estimula el inicio del desarrollo embrionario del cigoto diploide (10 x) (Fig. 23).

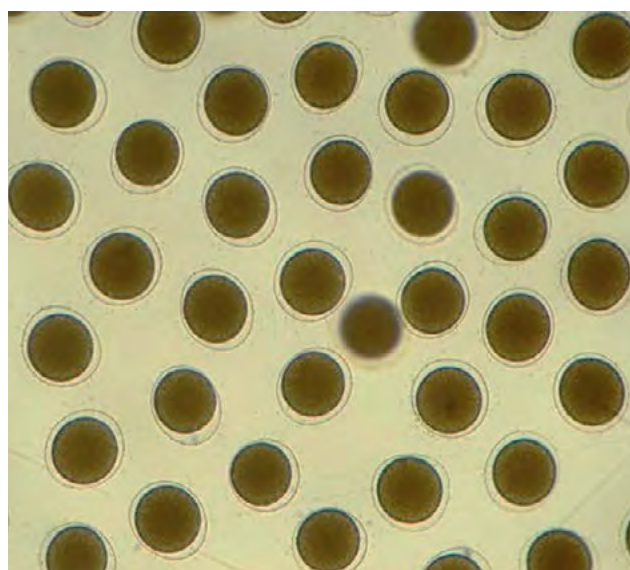


Figura 23.- Ovulo fecundado

A los 50-60 minutos post fecundación el embrión sufre divisiones mitóticas simétricas y sincrónicas (2, 4, 6, 8, 16, 32 células) siguiendo un patrón por planos meridionales perpendiculares o ecuatoriales y forma blastómeros cada vez más pequeños hasta llegar al estadio de mórula, la misma que presenta similar tamaño que el cigoto (120-130 μ) (10 x) (Figs. 24, 25, 26). Entre las 6:30 o 7:00 horas de desarrollo embrionario la mórula se ahueca formando una esfera llamada blástula (10x) (Fig. 27).

A las 12:30 horas post fecundación se inicia la gastrulación en el interior del blastocelo, específicamente en el polo vegetativo, poco después se perfila la formación de la gástrula por embolia o invaginación (10 x) (Fig. 28).

Se inicia la organogénesis y morfogénesis; proceso en el que las células interactúan entre ellas y se diferencian; sufren un cambio bioquímico y funcional para generar células especializadas mediante una expresión específica de genes. Se

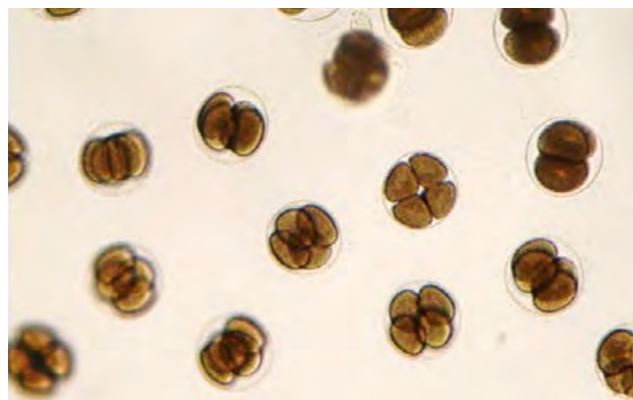
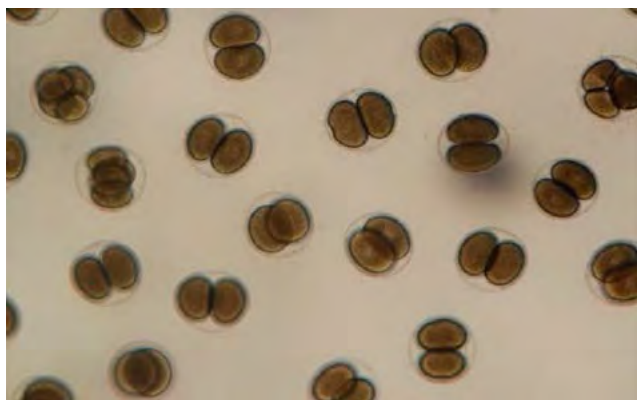


Figura 24.- Divisiones mitóticas con 2 (izquierda) y 4 células (derecha)

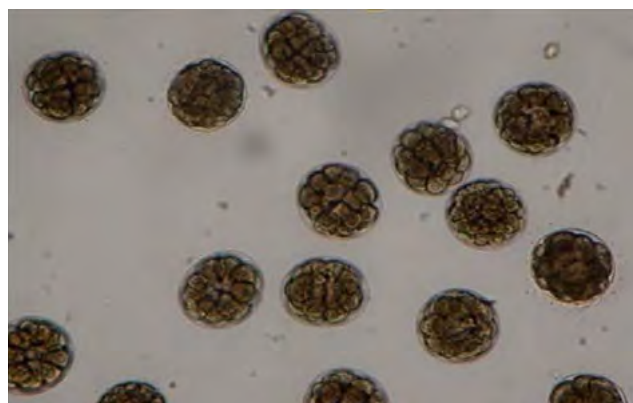
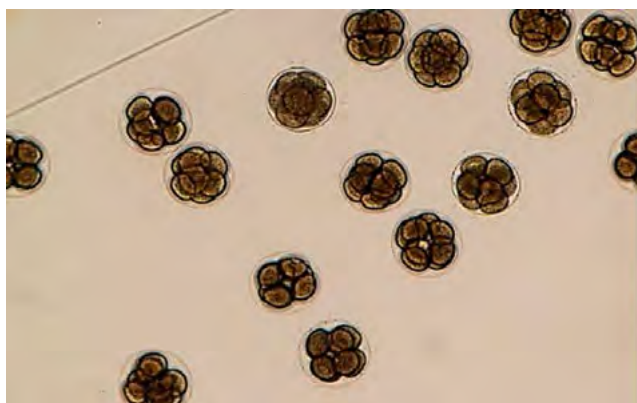


Figura 25.- Divisiones mitóticas con 8 (izquierda) y 16 células (derecha)

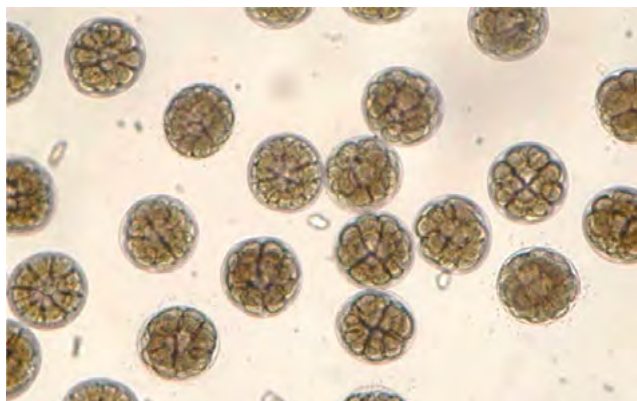


Figura 26.- Divisiones mitóticas con 32 células



Figura 27.- Fase de mórula

desarrollan órganos y se va moldeando la forma del cuerpo, llegando a un estadio larvario ciliado nadador planctónico capaz de alimentarse por sí mismo (10x) (Fig. 29).

Desarrollo larvario

Al segundo día de cultivo, se obtienen larvas prisma, al cuarto día las larvas equinopluteus de 4 brazos, larvas equinopluteus de 6 brazos al séptimo día y larvas equinopluteus de 8

brazos a los 11 días de cultivo hasta el proceso de metamorfosis alcanzado el día 25 post fecundación (10x) (Tabla 2, Fig. 30).

Durante este período, el cultivo debe desarrollarse en agua de mar estéril; para alimentar las larvas se proporciona dieta mixta de microalgas (Tabla 3). El sistema de cultivo debe contar con aireación moderada, recambiar el 10% de agua diariamente y el 100% una vez por semana, la temperatura mantenerla a 17 ± 1 °C.

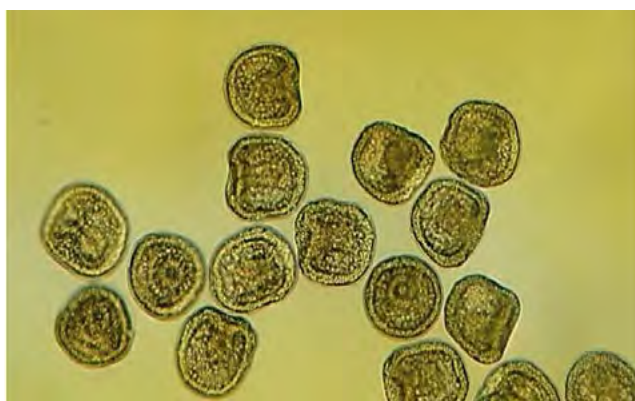


Figura 28.- Inicio de gastrulación



Figura 29.- Fase de gástrula rotaria (gira en su propio eje y es capaz de desplazarse en la columna de agua)

Tabla 1.- Etapas de desarrollo embrionario del erizo (*L. albus*)

Tiempo	Descripción
00:01	Una vez fecundados, los huevos presentan la membrana de fertilización y mantiene forma esférica (120 - 130 μ m)
00:30	Huevos esféricos manteniendo membrana de fertilización
01:00	Inicio de primera división celular parcial (2 blastómeros)
01:30	División celular, con 2 - 4 - 8 blastómeros (macrómeros y micrómeros)
02:30	División celular radial de 8 - 16 blastómeros (macrómeros y micrómeros)
03:30	División celular radial de 16 - 32 blastómeros (macrómeros y micrómeros)
04:30	División celular radial de 32 - 64 blastómeros (macrómeros y micrómeros), se desarrolla el estado de mórula con 130 μ m (similar al cigoto)
05:30	División celular radial de 32 - 64 blastómeros (macrómeros y micrómeros). Inicio de Blastulación con formación de la blástula
06:30	Blastómeros de la mórula se reagrupan dejando una cavidad central o Blastócele
07:30	Rotación en su eje por el desarrollo de cilios durante el proceso de Blastulación, medidas oscilan entre 130 - 140 μ m
12:30	Inicio de gastrulación con la migración de blastómeros, persiste movimiento rotatorio sobre su eje, medidas oscilan entre 130 -140 μ m
13:30	Continúa gastrulación con micrómeros que migran al interior del Blastócele a manera de invaginación; inicia desplazamiento en la columna de agua
14:30	Continúa gastrulación con micrómeros que migran al interior del Blastócele a manera de invaginación; inicia desplazamiento en la columna de agua
16:30	Continúa gastrulación con micrómeros que migran al interior del Blastócele a manera de invaginación; inicia desplazamiento en la columna de agua y adquiere forma cónica
20:30	Embriones totalmente desarrollados se desplazan en la columna de agua
21:30	Embriones totalmente desarrollados se desplazan en la columna de agua
22:30	Embriones totalmente desarrollados se desplazan en la columna de agua

Cultivo post larvario

Las larvas pre metamórficas (25 días post fecundación) se instalan en tanques conteniendo placas de policarbonato organizadas en set, previamente biologizadas con una biopelícula de la microalga bentónica *Navicula salinicola* (Fig. 31).

Después de una semana de fijación y hasta que la mayoría de larvas se asientan, cambia su estilo de alimentación de filtrador a ramoneador y deben permanecer en agua de mar estéril (10x) (Fig. 32).

Tabla 2.- Etapas de desarrollo larvario del erizo (*Loxechinus albus*)

Edad larval (días)	Estadio
2	Prisma
4	4 brazos
7	6 brazos
11	8 brazos
25	Pre metamórfica

Durante este período el cultivo debe permanecer en agua de mar estéril, se alimenta por ramoneo con una dieta de microalgas de la especie *Navicula* (Tabla 3), recibe aire moderado, recambio del

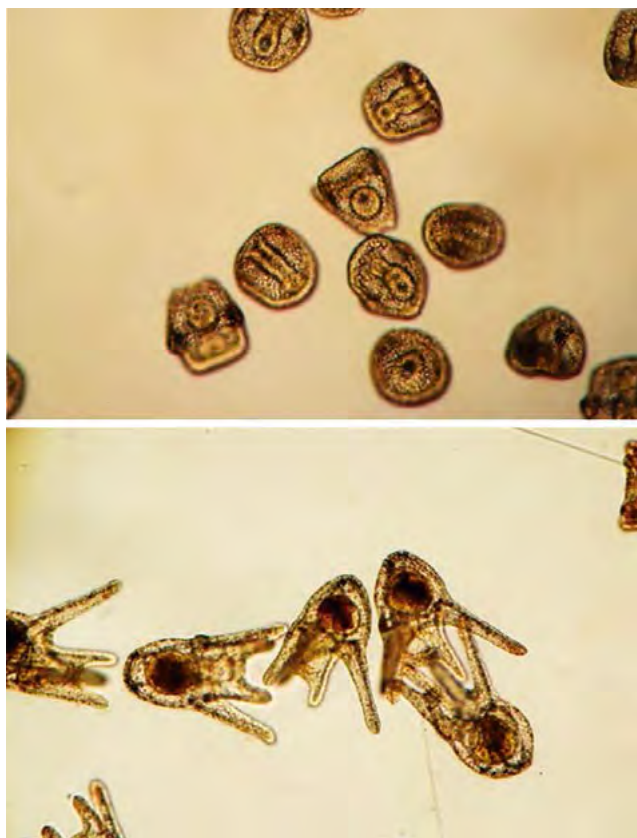


Figura 30.- Larvas Prisma (izquierda superior), larvas 4 brazos (derecha superior), larvas 6 brazos (izquierda inferior) y larvas 8 brazos (derecha inferior)



Figura 31.- Larvas pre metamórficas

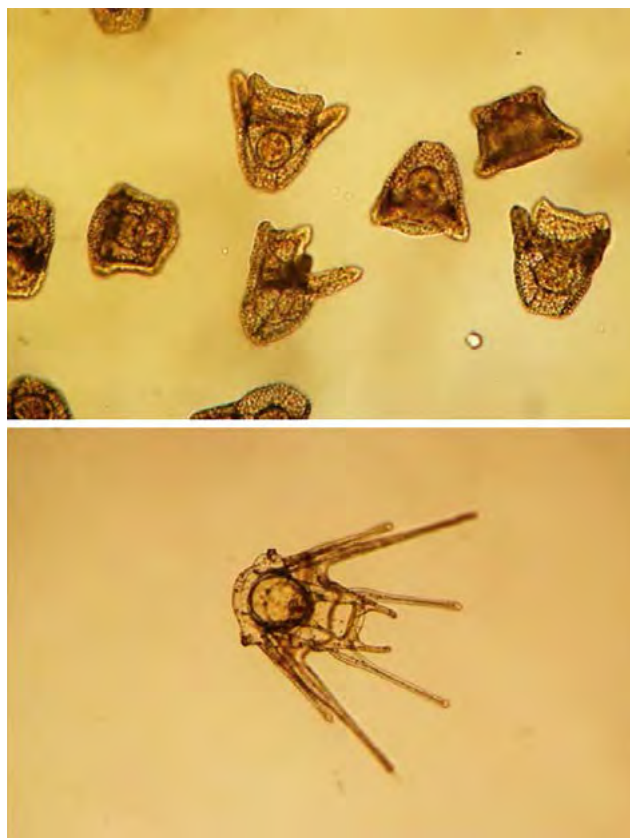


Figura 32.- Post larva asentada en placa de policarbonato

10% de agua diariamente y del 100% una vez por semana, la temperatura se mantiene a $17\pm1^\circ\text{C}$.

Posteriormente son trasvasados a un sistema de flujo abierto continuo tipo “cascada” con agua de mar filtrada a $75\ \mu\text{m}$, donde reciben aire moderado, se mantiene a temperatura ambiente y permanecen hasta alcanzar 1 mm luego de 87 días aproximadamente (5x) (Fig. 33).

Crecimiento y supervivencia en laboratorio

A partir de la fase de larva equinopluteus de 4 brazos, se inicia la rutina de recambio diario del 10% de agua estéril tamizando el contenido por una malla de $75\ \mu$ de abertura.

a Determinación del crecimiento: Se recogen muestras de larvas de la base del tamiz (donde permanecen retenidas) antes de su reposición al tanque, con la finalidad de registrar el crecimiento. Para tal efecto, se emplea un microscopio compuesto para realizar las mediciones usando el micrométrico ocular y objetivo 10x, se consigna la longitud del cuerpo (μm) considerando los brazos (Fig. 34).

b Determinación de supervivencia: Una vez concluido el recambio de agua de mar estéril y reposición de larvas retenidas en el tamiz, se obtienen 5 muestras de 13 mL de la columna de agua para el registro de la densidad; las larvas de las diferentes fases (4 brazos, 6 brazos y 8 brazos) son observadas y cuantificadas usando el objetivo panorámico (5x) de un microscopio compuesto; por diferencia de densidades se calcula el porcentaje de supervivencia.

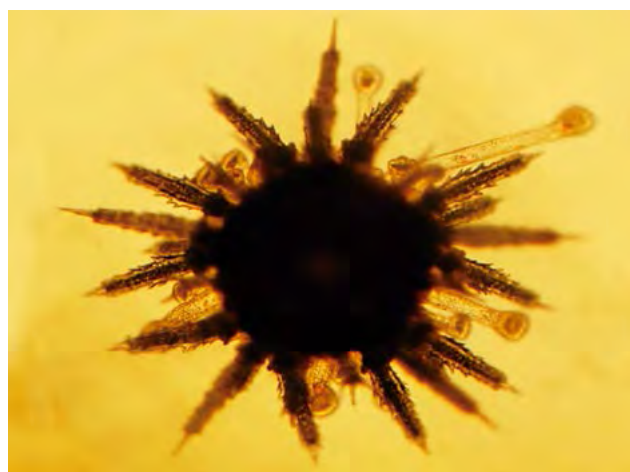


Figura 33. Post larva asentada en sistema de flujo abierto

Tabla 3.- Dieta mixta de microalgas según tiempo de cultivo (*post fecundación) durante etapa larval y post larval

Tiempo de cultivo*	Fase de la etapa larval	Densidad	Proporción It: Ch: Nav
	Prisma		
48 horas		3×10^4	1,0 - 0,0 - 0,0
	4 brazos		
72 horas		4×10^4	0,5 - 0,5 - 0,0
	6 brazos		
8 – 10 días		6×10^4	0,4 - 0,6 - 0,0
	8 brazos		
20 – 25 días		8×10^4	0,2 - 0,8 - 0,0
	Premetamórfica		
>30 días		8×10^4	0,0 - 0,4 - 0,6

Monitoreo de parámetros ambientales

Diariamente se registra la temperatura del agua de los tanques de cultivo 2 veces al día (08:00 y 13:00 horas) empleando un equipo multiparámetro YSI 550; y semanalmente se toman muestras de agua para la determinación de oxígeno disuelto (mL/L) por el método clásico de Winkler y salinidad (UPS) usando un equipo Portasal.

JUVENILES DE ERIZO EN CULTIVO EXPERIMENTAL SUSPENDIDO EN MEDIO NATURAL

SISTEMA DE CULTIVO SUSPENDIDO

La línea de cultivo tipo "Long line" tiene una extensión de 100 metros de largo de línea madre conformado por cabo de polipropileno (PP) de Ø 18 mm, anclados a dos "muertos" (estructuras de concreto) de 1000 kg; fijados a 6 metros de profundidad en el punto más costero y 12 metros en el punto más alejado de la costa; boyas de vestolén de 30 cm de diámetro y 15 kg de empuje y asegurados con "reynales" de PP de Ø 8 mm

a la línea madre, que permite su flotabilidad a 2 metros de la superficie del mar.

Se emplean boyas demarcatorias esféricas de 30 a 36 cm de diámetro y 15 kg de empuje; y boyas sumergidas de 30 cm de diámetro, de vestolén (polietileno) o plástico inyectadas con poliestireno, para suspender la línea madre, las que se instalan a medida que aumenta el peso en la línea.

El fondeo de la línea madre consiste en bloques de concreto con forma tronco piramidal cuadrangular con cáncamos en los lados. Estos cáncamos constituyen los puntos de conexión para la sujeción del cabo de fondeo y para conectar la línea que permite desplazar el fondeo bajo el agua durante la tensión.

Los contenedores de confinamiento están compuestos por jaulas de malla de 2, 5, 10, 21 y 31 mm de apertura, son estructuras de fierro corrugado de ½" para las bases superior e inferior, para los cuadrados intermedios y crucetas, cabo de polipropileno de 5 mm para la fijación e hilo monofilamento japonés de polietileno para la costura y cierre (Fig. 35).

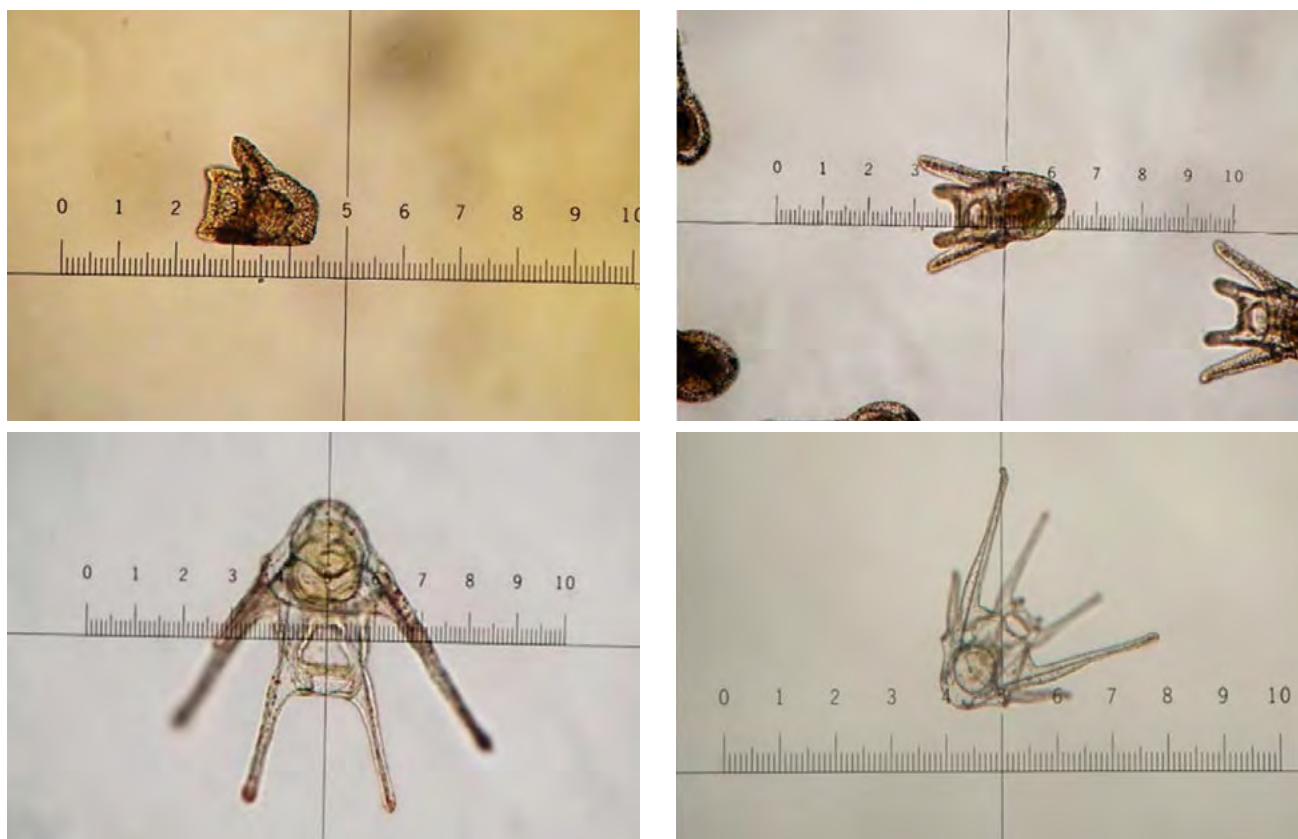


Figura 34.- Registro de medidas de larvas prisma (izquierda superior), larvas de 4 brazos (derecha superior), larvas de 6 brazos (izquierda inferior) y larvas de 8 brazos (derecha inferior)

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CULTIVO SUSPENDIDO

En la zona de emplazamiento se realiza periódicamente la limpieza y reparación de los componentes del "Long line" (línea de fondeo, línea madre, boyas, reynales, orejas, snaps, etc.) y sistemas de confinamiento (jaulas con base rectangular, cuadrada y cilíndrica) para

asegurar la durabilidad del sistema de cultivo. Es necesario eliminar los epibiontes ya que el desarrollo de estos hace que la línea pierda tensión, dinámica y flotabilidad. Aunque el actual sistema de cultivo está demostrando ser eficiente se siguen haciendo constantes intentos de innovación tanto en la línea como en los sistemas de confinamiento (Fig. 36).

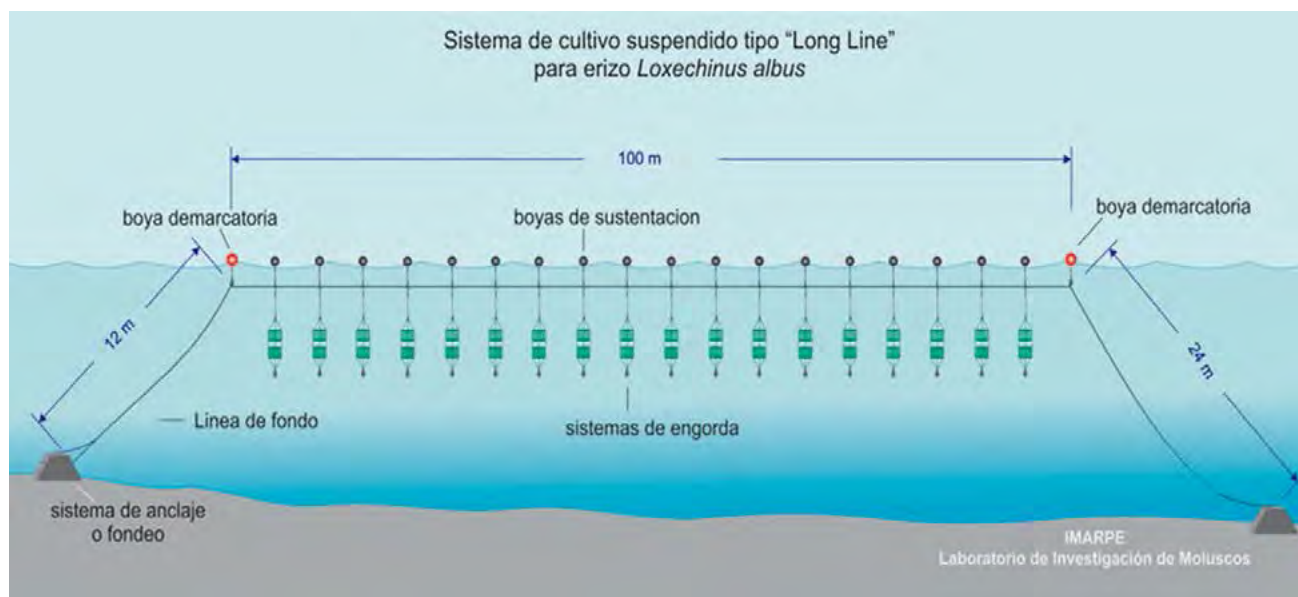


Figura 35.- Sistema de cultivo suspendido para erizo comercial



Figura 36.- Limpieza de jaula rectangular (izquierda), jaula circular (derecha superior) y mantenimiento de oreja de línea madre (derecha inferior)

SUMINISTRO DE ALIMENTO A ORGANISMOS EN CULTIVO

Los juveniles, confinados en el sistema de cultivo suspendido, mantienen un régimen alimenticio basado en una dieta natural compuesta por algas de la especie *Lessonia trabeculata*; macroalga suministrada semanalmente en forma manual (Fig. 37).

Los ejemplares mantenidos en cultivo de engorde son alimentados *ad libitum* (Fig. 38)

CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA EN MEDIO NATURAL

Los juveniles mantenidos en condiciones semicontrolados en laboratorio y que superan 1 mm de diámetro son trasladados al long line, donde se distribuyen en jaulas con apertura de malla de 1 mm. A medida que incrementan en talla, se realizan desdobles y son dispuestos en jaulas con mayor apertura de malla.



Figura 37.- *Lessonia trabeculata*, alimento del erizo

a **Determinación del crecimiento (mm):** periódicamente se registra la longitud total empleando un vernier (0,01 mm) y el peso total con una balanza electrónica (0,01 g) para la determinación del crecimiento (Fig. 39).

b **Determinación de la supervivencia (%):** mensualmente se cuantifica el número de ejemplares confinados en cada jaula codificada y por diferencia de densidades se calcula el porcentaje de supervivencia.

MONITOREO DE PARÁMETROS AMBIENTALES

Se monitorea la dirección y velocidad de corrientes superficiales (1 m) y subsuperficiales (4 m) mediante el método Lagrangiano (Fig. 40).

Los valores de oxígeno disuelto, salinidad, pH, temperatura superficial del mar y plancton son registrados mensualmente. Las muestras son trasladadas al laboratorio para su análisis (Fig. 41).



Figura 38.- Erizos mantenidos en engorde



Figura 39.- Registro de longitud de testa (izquierda) y peso total (derecha) de erizo confinado en sistema de cultivo de engorde

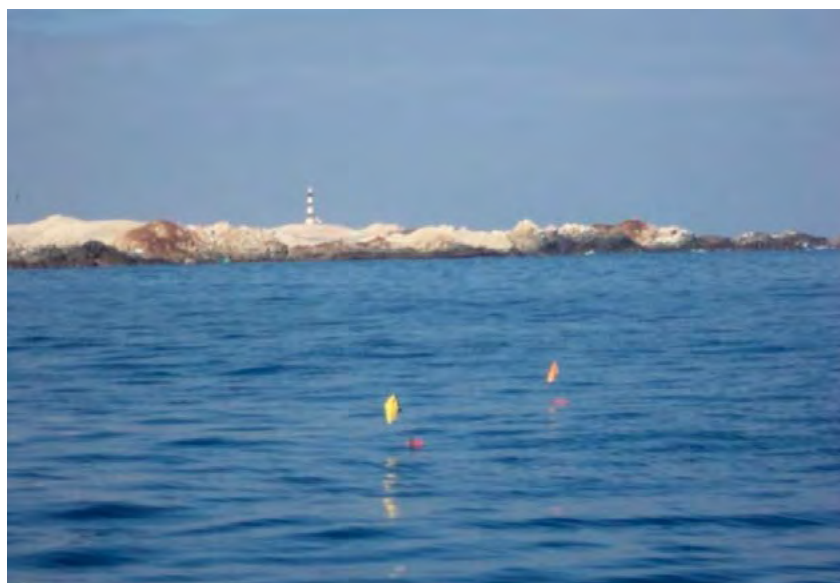


Figura 40.- Veletas superficial y subsuperficial



Figura 41.- Recolección de muestras de agua para determinar: a) oxígeno disuelto, b) salinidad y temperatura con botella Niskin, c) registro de pH, d) plancton

GLOSARIO

A

Abastecimiento de semilla: obtención de semilla para cultivo, la misma que puede realizarse a través del aprovisionamiento desde un centro productor o desde el medio natural.

Abonamiento: actividad referida a la distribución de material orgánico o inorgánico al fondo del estanque antes y después del llenado, con la finalidad de generar o incrementar la productividad primaria.

Aclimatación: adaptación paulatina de los organismos acuáticos a nuevas condiciones medioambientales de vida.

Acondicionamiento del medio: ajuste o modificación del ambiente natural o artificial que se efectúa para favorecer el desarrollo del cultivo.

Actividad acuícola: conjunto de elementos interactuantes para la obtención de recursos hidrobiológicos provenientes de cultivo, la misma que incluye todas sus fases productivas.

Acuícola: dicho de un animal o de un vegetal que vive en el agua.

Acuicultor: persona que desarrolla la actividad de la acuicultura.

Acuicultura: conjunto de actividades tecnológicas, orientadas al cultivo o crianza de especies acuáticas que abarca su ciclo biológico completo o parcial y se realiza en un medio seleccionado y controlado, en ambientes hídricos naturales o artificiales, en aguas marinas, dulces o salobres.

Acuicultura de ciclo completo: abarca el desarrollo del cultivo de todo el ciclo vital de las especies cultivadas.

Acuicultura de ciclo incompleto o parcial: comprende el desarrollo de parte del ciclo vital de las especies cultivadas.

Acuicultura marina o maricultura: se realiza en ambientes marinos o utilizando aguas marinas en terrenos ribereños al mar.

Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (AMYPE): actividad desarrollada mediante cultivos a nivel extensivo, semi intensivos e intensivos, practicada con fines comerciales por personas naturales o jurídicas. La producción anual de la AMYPE no supera las 150 toneladas brutas.

Acuicultura de Mediana y Gran Empresa (AMYGE): actividad desarrollada mediante cultivos a nivel semi intensivo e intensivo, practicada con fines comerciales por personas naturales o jurídicas. La producción anual es mayor a las 150 toneladas brutas.

Acuicultura de Recursos Limitados (AREL): actividad desarrollada mediante cultivos a nivel extensivo, practicada de manera exclusiva o complementaria por personas naturales; alcanza para cubrir la canasta básica familiar; y, es realizado principalmente para el autoconsumo y emprendimientos orientados al autoempleo. La producción anual no supera las 3,5 toneladas brutas (Reglamento de ley 1195, 2015).

Acuicultura sostenible: práctica de la acuicultura que en armonía con el medio ambiente asegura una productividad permanente.

Aeróbico: condición o proceso donde está presente o es requerido el oxígeno gaseoso. Organismos aeróbicos que obtienen la energía para el crecimiento a partir de la respiración aeróbica.

Aerobio: organismo que vive y crece en presencia de oxígeno molecular libre.

Afloramiento: ascenso de agua profunda rica en nutrientes producida por la acción de vientos regulares a lo largo de la costa.

Aforo: medida del caudal de una corriente de agua que fluye por un cuerpo de agua natural (arroyo, quebrada, puquial) o en un canal artificial de una granja acuícola.

Agar-agar: polisacárido obtenido de algunas algas rojas que tiene aplicación como medio de cultivo en los laboratorios de microbiología.

Agente etiológico: factor, frecuentemente un ser vivo, cuya existencia o acción puede provocar o perpetrar un proceso patológico en el hospedador.

Agua ácida: aquella con un pH menor a 7.

Agua básica o alcalina: aquella con un pH mayor a 7.

Agua blanda: aquella que posee generalmente menos de 75 partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg/L) de carbonato de calcio (CaCO_3).

Agua dulce: agua que generalmente contiene menos de 1000 miligramos de sólidos disueltos por litro de agua.

Agua dura: aquella que posee generalmente más de 150 ppm o miligramos por litro (mg/L) de carbonato de calcio (CaCO_3).

Agua neutra: aquella con un pH igual a 7.

Aireación: exposición del agua a la acción del aire, se suele realizar por burbujeo o por pulverización.

Aireador: instrumento, aparato, artefacto, para provocar la aireación del agua en los cultivos; hay tres grandes categorías de aireadores: sistemas mecánicos, gravitacionales y de difusión.

Alcalinidad: concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua capaz de neutralizar un ácido hasta llegar a un pH de 7 a más y determina la habilidad del agua para el crecimiento de algas y vida acuática.

Alga: organismo unicelular o pluricelular simple con capacidad fotosintética.

Alimento: cualquier sustancia que un organismo puede ingerir y emplear como fuente de nutrientes.

Amoniaco: compuesto químico, formado por tres átomos de hidrógeno y uno de nitrógeno, en acuicultura es producto de la excreción, orina de los organismos acuáticos y la descomposición de la materia orgánica nitrogenada.

Amonio: término específico para el ión NH_4^+ , que es la forma ionizada del amoniaco.

Análisis de riesgos y de puntos críticos de control (ARPC): en Inglés HACCP. Sistema que identifica, evalúa, controla, los peligros o riesgos que resultan relevantes para la seguridad e inocuidad de los alimentos.

Anoxia: falta de oxígeno u oxigenación en las células o tejidos de un organismo.

Antibiótico: compuesto químico producido por un ser vivo o fabricado por síntesis, capaz de impedir el desarrollo o de causar la muerte de ciertos microorganismos patógenos.

Antioxidante: sustancia que protege químicamente otros compuestos contra la oxidación, mejorando así su estabilidad y prolongando su conservación.

Antropogénico: efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas, normalmente se usa para describir contaminaciones ambientales en forma de desechos químicos o biológicos como consecuencia de las actividades económicas, tales como la producción de dióxido de carbono por consumo de combustibles fósiles.

Aptitud acuícola: propiedad de un recurso acuático que reúne las características fisicoquímicas y biológicas adecuadas para desarrollar la acuicultura.

Áreas acuícolas habilitadas: áreas de mar, ríos y lagos navegables, que cuentan con la conformidad de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas de la Marina de Guerra del Perú (tráfico marítimo y defensa nacional), del Instituto del Mar del Perú (bancos naturales y zonas de pesca) y la autoridad sanitaria competente (SANIPES) que acredita la salubridad, para su otorgamiento con fines del desarrollo de actividades de acuicultura.

Áreas naturales protegidas: delimitaciones geográficas, marinas o continentales, determinadas por la autoridad competente (MINAGRI) para la producción de los recursos hidrobiológicos con fines de reproducción, conservación de poblaciones en situación de riesgo, cultivo y repoblamiento.

Áreas potenciales para el desarrollo de la acuicultura: áreas que presentan condiciones ambientales favorables para el cultivo de una o varias especies hidrobiológicas.

Áreas remotas: partes del dominio marítimo o áreas de extracción que no están afectadas por contaminación de origen humano, o sujetas a otra fuente real o potencial de contaminación.

Aséptico: libre de contaminación, estéril.

Autorización acuícola: derecho administrativo que otorga el Ministerio de la Producción para el desarrollo de la actividad de acuicultura en predios de propiedad privada y el desarrollo de actividades de investigación.

Autótrofo: organismo capaz de sintetizar su propio alimento desde fuentes inorgánicas, como ocurre en la mayor parte de las plantas verdes y algunas bacterias.

B

Bacteria: grupo de organismo unicelulares pequeños sin núcleo definido por una membrana, algunas producen enfermedades (las patógenas), mientras que otras son beneficiosas para el hombre.

Bahía: entrada amplia de mar en las costas, con profundidad, protección y buen acceso.

Banco natural: es la concentración predominante de una determinada especie en un área geográfica.

Batimetría: determinación y estudio métrico de la profundidad de los cuerpos de agua.

Bentónicos: referido a los organismos del bentos.

Bentos: conjunto de animales o plantas que habitualmente viven en contacto con el fondo del mar o de aguas dulces.

Bioacumulación: proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las del medio ambiente o de los alimentos.

Bioanálisis: determinación del efecto de cualquier sustancia sobre organismos vivos probándolo en condiciones estandarizadas.

Bioensayo: prueba de laboratorio en la cual la naturaleza peligrosa de una sustancia es determinada por su reacción con un tejido o un organismo vivo.

Biomasa: suma total de la materia de los seres que viven en un ecosistema determinado, expresada habitualmente en peso estimado por unidad de área de volumen.

Biomasa acuícola: cantidad total de biomasa existente en los sistemas de cultivo (estanque, jaulas flotantes, etc.).

Biometría: determinación de la talla y peso de los organismos acuáticos para el control de su crecimiento.

Biotecnología: conocimientos y avances biológicos aplicados a procesos tecnológicos o de interés industrial.

Bivalvos: nombre común para una clase de moluscos acuáticos caracterizados por dos valvas calcáreas unidas por un ligamento flexible a lo largo de una charnela o bisagra.

Bloom: término que se refiere a un aumento explosivo de la densidad de los organismos ("florecimiento"). Se caracteriza por un aumento cuantitativo considerable y localizado de algunas especies de plancton produciendo notables decoloraciones del agua.

Boyas: flotadores que se colocan mayormente con fines de señalización y de suspensión de infraestructuras de cultivo.

Brote: presentación súbita de una enfermedad en proporciones epizooticas. Aparición identificada de casos de una enfermedad en una población de especies hidrobiológicas provocadas por un agente infeccioso, asociados a mortalidades o signos clínicos.

Buenas prácticas en acuicultura: conjunto de procedimientos del manejo productivo en la actividad acuícola, que son necesarios para obtener productos inocuos y de calidad, conforme a las leyes y reglamentaciones de los sectores competentes.

C

Cadena alimenticia o cadena trófica: describe la transferencia de energía y de nutrientes entre las distintas especies de un ecosistema, estructurada en una sucesión de niveles.

Cadena de producción: conjunto de etapas que se inicia con la preparación del ambiente de cultivo, obtención de semillas, siembra, manejo del cultivo, cosecha y termina con la venta del producto al comercializador.

Caja de distribución: estructura denominada partidor, desde donde se realiza la distribución del agua a través de los canales secundarios a los estanques de cultivo.

Cal: compuesto químico usado para desinfectar las infraestructuras destinadas a la actividad acuícola. Se presenta como cal viva (CaO : óxido de calcio) y cal apagada (Ca(OH)_2 : hidróxido de calcio).

Calidad sanitaria: conjunto de requisitos microbiológicos, físicos y químicos que deberá reunir un alimento o el agua para ser considerado inocuo para el consumo humano.

Campana de producción: periodo de tiempo transcurrido desde el inicio del cultivo de determinada especie hasta su cosecha. Comprende también, de ser el caso, el periodo transcurrido desde el inicio de la producción de larvas hasta la cosecha de semillas.

Canal de abastecimiento: estructura que sirve para conducir el agua hacia los estanques.

Capacidad de carga: cantidad de biomasa que puede soportar un sistema de cultivo o recurso hídrico.

Capacidad instalada: infraestructura acuícola que soporta un determinado volumen de producción.

Catastro acuícola: registro de información relacionada a los cuerpos de agua con potencial acuícola y a las áreas otorgadas en concesión y autorizadas para desarrollar la actividad de acuicultura.

Caudal: cantidad de fluido que circula por unidad de tiempo en determinado sistema o elemento; fundamental en el dimensionamiento de presas, embalses, obras de control de avenidas y granjas acuícolas.

Cautiverio: mantenimiento de especímenes de fauna silvestre fuera de su hábitat natural en medios controlados.

Centro de cultivo: lugar e infraestructura donde se realizan las actividades de cultivo acuícola.

Centros de producción acuícola: infraestructura destinada a la producción de especies

hidrobiológicas mediante la aplicación de técnicas de cultivo.

Certificado CITES: documento extendido por la autoridades administrativas de las partes de la convención CITES, para amparar la exportación, importación o la reexportación de especímenes vivos y sus productos.

Certificado sanitario: documento oficial extendido por un médico veterinario autorizado, en el que consta que los organismos o los productos se encuentran en buen estado para su cultivo o consumo, de ser el caso.

Cigoto: célula formada por la unión de dos gametos.

Cola: denominación que reciben los ejemplares cultivados de menor desarrollo o crecimiento dentro de una población.

Colector: sistema de mallas, mediante el cual se captan las larvas de moluscos para su posterior cultivo.

Coliforme: bacterias aeróbicas y facultativas anaeróbicas, Gram negativas en el que se incluyen distintas bacterias que tienen en común vivir en el intestino del hombre, animales, suelos y que en ocasiones pueden provocar enfermedades, es relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

Competidores: organismo de la misma o de diferentes especies que compiten para satisfacer sus necesidades vitales.

Contaminación: introducción indeseable de impurezas de naturaleza química o microbiológica o de un material extraño durante la producción, muestreo, empaque o reempaque, almacenamiento o transporte.

Contaminación cruzada: transmisión de elementos contaminantes desde una superficie a otra.

Contaminante: elemento químico, físico y/o biológico contenidos en las aguas en niveles que pueden causar daño a la especie y al consumidor.

Correntómetro: instrumento para medir la velocidad de la corriente de agua.

Cosecha: corresponde a la fase final del proceso de cultivo, en la cual, empleando determinadas técnicas, se recogen recursos hidrobiológicos de un centro de producción acuícola. La cosecha puede ser parcial o total.

Crecimiento: incremento en talla y/o peso que alcanza un individuo en función al tiempo de vida.

Cuarentena: medida regulatoria para la movilización o confinamiento de especies hidrobiológicas que se establece con el propósito de prevenir o retardar la introducción de plagas y enfermedades en áreas donde no se sabe que existan.

Cultivo: proceso que abarca la producción controlada de especies hidrobiológicas en cualquiera de sus fases, en ambientes naturales o artificiales debidamente seleccionados y acondicionados.

Cultivo asociado: producción en forma conjunta de especies hidrobiológicas con otras especies no acuáticas de origen animal o vegetal.

Cultivo de fondo: sistema de cultivo sobre sustrato de fondo donde se acondicionan ejemplares a cultivar.

Cultivo en long line o suspendido: sistema de cultivo en aguas abiertas, en los cuales las especies crecen sobre cuerdas o en diversos contenedores (Pearl nets, canastos, bandejas, redes de linterna) suspendidos de una estructura anclada y con boyas, o de cuerdas (long line) que están por debajo de la superficie.

Cultivo extensivo: Sistema de producción caracterizado por el no uso de alimento balanceado, escaso grado de control en la producción, bajo costo, bajo nivel tecnológico y bajas densidades de cultivo.

- **Cultivo intensivo:** Sistema de producción con alto grado de control; altos costos iniciales, alto nivel tecnológico y alta eficiencia productiva, tendencia a independizarse del clima y de la calidad del agua del sitio y uso de sistemas de cultivo artificiales.

- **Cultivo semi-intensivo:** Sistema de producción que depende fuertemente del alimento natural

que puede ser incrementado por fertilización, o también mediante la adición de alimento suplementario, abastecimiento con juveniles silvestres capturados o producidos en laboratorio, uso regular de fertilizantes orgánicos o inorgánicos, abastecimiento de agua de mareas o de lluvia, monitoreo simple de la calidad del agua. Se realiza por lo general en estanques tradicionales o mejorados y también en simples sistemas de jaulas.

D

Declaración de impacto ambiental (DIA): documento en forma de declaración jurada, en el cual se expresa el compromiso para el cumplimiento de la legislación ambiental vigente frente a la autoridad competente, incluye una evaluación de la situación actual de la zona donde se ubica el proyecto.

Densidad de población: número de especímenes por unidad de volumen de agua.

Densidad de siembra: número de individuos en cultivo sembrados por unidad de área o volumen en estanques o jaulas flotantes.

Depredador: animal que se alimenta de otro (animal o planta) causándoles daño, generalmente la muerte inmediata. A los organismos que mueren por este acto se les denomina presas.

Depuración: acción de eliminar una sustancia, órgano u organismo, lo mezclado o incluido en ellos, que les perjudica o perjudica su aprovechamiento.

Desechos: material orgánico o inorgánico que queda inservible con ocasión de la actividad de acuicultura. Para efectos del glosario se excluyen las mortalidades.

Desechos metabólicos: productos derivados de los procesos del metabolismo que son eliminados por los organismos.

Desinfección: es la aplicación, después de una limpieza completa, de procedimientos destinados a eliminar, destruir, inactivar o disminuir los agentes infecciosos o parasitarios responsables de enfermedades.

Desinfectantes: designa las sustancias químicas o procedimientos físicos capaces de destruir los microorganismos patógenos o evitar su desarrollo o crecimiento en diversas estructuras, superficies y organismos vivos.

Desove: expulsión de gametos femeninos o masculinos de manera natural o artificial.

Deterioro: proceso por el cual una condición empeora gradualmente.

Detritus: restos que quedan de la desintegración y descomposición de vegetales y animales. Residuos de descomposición de un cuerpo, término dado para un fragmento de material orgánico generalmente proveniente de la descomposición animal o vegetal.

Dimorfismo sexual: diferencias marcadas de tipo morfológico entre machos y hembras.

Diversidad biológica: variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente incluidos los ecosistemas terrestres, marinos, otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad, dentro de cada especie, entre las especies y entre los ecosistemas.

Dosis: cantidad o porción de una sustancia u otros que se da por unidad de toma, unidad de volumen o de peso que se administra de una vez.

E

EAR: enfermedad de alto riesgo.

Ecosistema: comunidad integrada por un conjunto de seres vivos interrelacionados por el medio que habitan.

Encalar: acción de adicionar cal con fines sanitarios y regulación de pH.

Engorde: etapa final de crecimiento previo a la cosecha, durante la cual se emplea un conjunto de técnicas para obtener animales de talla comercial a partir de ejemplares juveniles.

Especie de agua fría: organismo cultivado en aguas con temperatura entre 8 °C y 20 °C.

Especie de agua templada: organismo cultivado en aguas con temperatura entre 20 °C y 25 °C.

Especie endémica: organismos que se consideran autóctonos o nativos del país o región en que viven. Propio de un lugar.

Especie exótica (foránea, introducida o alóctona): especie no nativa a un país o ecosistema en particular (se aplica a los organismos que se han introducido intencional o accidentalmente).

Especie nativa: referida a la especie acuática vegetal o animal que es originaria de un lugar específico.

Estabulación: confinamiento de organismos acuáticos en ambientes de cultivo controlado a determinada densidad.

Estanque: en acuicultura es una estructura artificial, construida de diferentes materiales y dimensiones con fines de cultivo, diseñado de acuerdo a la tecnología de crianza de cada especie.

Estanques en paralelo: estructura de crianza cuyo abastecimiento y desagüe de agua es independiente.

Estanques en serie: estructura de crianza cuyo abastecimiento y desagüe de agua son de reúso.

Estudio de impacto ambiental (EIA): documento técnico que deberá presentar el titular de un proyecto acuícola que contiene una descripción de las actividades a realizar, el pronóstico de los posibles impactos en el medio ambiente, las medidas necesarias para evitar o mitigar dichos impactos y el compromiso para su cumplimiento, acorde a la normatividad vigente.

Eutroficación: estado de un cuerpo de agua con un gran aporte de nutrientes, alta producción de materia orgánica y consecuente disminución de oxígeno. Viene a significar un enriquecimiento indeseable del agua.

F

Factor de conversión alimenticia (FCA): relación entre la cantidad de alimento consumido y el incremento de peso en un periodo determinado. También se le denomina conversión alimenticia y tasa de conversión alimenticia.

Fenotipo: conjunto de características observables de un organismo o grupo.

Fertilización: en biología, conjunto de procesos físico químicos que interviene en la fecundación y formación del cigoto. En piscicultura, tratamiento específico de los productos sexuales para lograr la fecundación y descendencia. En los estanques de los sistemas productivos se refiere a la adición de compuestos nutritivos de origen orgánico o inorgánico al medio de cultivo con la finalidad de generar o incrementar la productividad primaria.

Filtrador: organismos que se alimentan de partículas muy pequeñas como el plancton.

Fitoplancton: seres vivos de origen vegetal suspendidos en la columna de agua, con poca o ninguna capacidad de controlar su posición en la masa de agua; frecuentemente referidas como microalgas.

Florecimiento planctónico: aumento cuantitativo notable y localizado de algunas especies de plancton produciendo cambios de color del agua (mareas rojas).

Foco infeccioso: lugar geográfico donde se inicia una infección.

Fotosíntesis: proceso metabólico por el que algunas células vegetales transforman sustancias inorgánicas en orgánicas, gracias a la transformación de la energía luminosa en la química producida por la clorofila.

Fouling: Denominación que se da a la colonización de un sustrato (cabos, linterna, jaula, boya), con organismos marinos vegetales y animales.

G

Gases tóxicos: compuestos químicos producidos por la degradación de materia orgánica que afectan los cultivos acuícolas.

Genotipo: constitución genética contenida en los cromosomas de un organismo, referida a todos o a una parte de sus caracteres genéticos.

Gónada: órgano reproductor de los animales, en los que se forman los óvulos y los espermatozoides.

H

Hábitat: ambiente en el que vive un organismo o población.

Hatchery: lugar para la reproducción artificial, eclosión y cultivo de los estados de desarrollo temprano de ejemplares acuáticos para obtener semilla.

Hidratación de ovas o huevos: proceso de absorción de agua después de la fecundación.

Hipoxia: tensión reducida o inadecuada del oxígeno. Estado de un organismo sometido a un nivel bajo de oxígeno.

Huésped: organismo sobre el que, o en cuyo interior, vive un parásito que toma de él los productos metabólicos que necesita.

Huevo (cigoto): célula resultante de la unión de dos gametos, un óvulo y un espermatozoide.

I

Incubación: proceso durante el cual el huevo u óvulo fecundado sufre el proceso de embriogénesis.

Indicador de marea: tipo de medidor de mareas, diseñado para indicar claramente, en una escala adecuada, la altura de la marea en cualquier momento, en relación al plano de referencia.

Indicadores: dispositivo o señal que comunica o pone de manifiesto un hecho, indicios de procesos, entradas, salidas, efectos, resultados, egresos, impactos, etc. que permiten juzgar o medir un fenómeno.

Inocuidad: garantía de que el alimento no causará daño al consumidor.

Invernadero: infraestructura diseñada para crear condiciones medio ambientales adecuadas, para especies fuera de su ambiente y clima habituales.

J

Jaula acuícola: recinto o infraestructura acuícola flotante o sumergida de diferentes diseños y formas, utilizadas para la crianza de especies acuícola.

Juvenil: intervalo del ciclo de vida de una especie desde post-larva o alevinaje hasta que alcanza la madurez sexual o el inicio de la fase de engorde.

L

Larva: fase del ciclo vital de numerosos animales que, tras sufrir cambios morfológicos más o menos profundos, se transforman en adultos.

Linterna: estructura de cultivo suspendido en el cual se acondicionan moluscos bivalvos para su engorde.

Litoral: zona intermareal, se considera generalmente la zona entre los niveles promedios de la pleamar y la bajamar.

Lote de ovas: grupo de ovas de un centro de cultivo que pertenecen a la misma especie, proceden del mismo desove y han compartido siempre el mismo suministro de agua.

M

Macroalgas: algas macroscópicas.

Madurez sexual: estado biológico de los animales cuyos órganos reproductores, contienen gametos que han alcanzado el estado de maduración.

Marea roja: proliferación extraordinaria de dinoflagelados que llega a colorear con tonos rojizos zonas más o menos amplias de la superficie del mar, puede ser tóxica y sofocar a los organismos acuáticos.

Maricultura: cultivo, manejo y cosecha de organismos marinos en su hábitat natural o en estructuras especialmente construidas, por ejemplo estanques, jaulas, corrales, linternas entre otras.

Material genético: cualquier material de origen vegetal, animal o microbiano u otro que tenga información genética (ADN y ARN), que la transmita de una generación a la siguiente.

Medio ambiente acuático: conjunto de circunstancias físico-químicas que rodean a los seres vivos acuáticos e influyen en su desarrollo y en sus actividades fisiológicas.

Microalgas: algas microscópicas utilizadas como alimento vivo en los primeros estadios del ciclo de vida de los organismos acuáticos.

Moluscos: animales invertebrados de cuerpo blando sin segmentar, que pueden o no poseer concha calcárea.

Moluscos bivalvos: animales de cuerpo blando protegido por dos valvas o conchas calcáreas.

Monitoreo: proceso continuo de recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos, con base en los objetivos planteados en un programa o proyecto, que tiene como propósito descubrir fortalezas y/o debilidades para establecer líneas de acción, permitiendo brindar correcciones y reorientaciones técnicas en la ejecución.

Monocultivos: cultivo de una sola especie acuática. Incluye desde sistemas semi intensivos hasta intensivos.

Mortalidad: referido al índice o tasa de mortalidad. Proporción de individuos muertos en relación con los organismos vivos de una población.

Mortandad: multitud de muertos debido a una causa extraordinaria.

Muestra: parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa de él.

Muestreo: operación de separar un número previo fijado de muestras de un lote, comunidad, población, etc. con el fin de obtener resultados analítica, ideales representativos del conjunto.

N

Nasa: aparejo a modo de trampa utilizado para la captura de algunas especies, principalmente crustáceos.

Nivel trófico: cada uno de los pisos de la pirámide trófica. El primer nivel está representado por los productores (organismos autótrofos) y los siguientes por los consumidores (organismos heterótrofos).

Nutrición: conjunto de funciones orgánicas (ingestión, digestión, asimilación y excreción) que transforman los alimentos para obtener los nutrientes necesarios para el organismo.

Nutriente: sustancia orgánica o inorgánica utilizada en el metabolismo de un organismo.

O

Oocito: célula germinal femenina madura que tras sufrirla la meiosis produce óvulo.

Ordenamiento acuícola: conjunto de medidas que se da para un mejor desarrollo de la actividad de acuicultura.

Organismos acuáticos: organismos que habitan y completan su ciclo vital en medio acuático.

Ova: óvulo fecundado y viable de animal acuático. Término referido al óvulo fertilizado denominado comúnmente como huevo.

Ovario: órgano esencial femenino de la reproducción sexual que produce óvulos y hormonas femeninas.

Oviductos: conducto a través del cual se transportan los huevos desde el ovario.

Ovulación: proceso de liberación por el ovario de un óvulo maduro.

Óvulo: célula sexual femenina sin fertilizar, tiene forma esférica, ovoide o elipsoide.

Oxigenación: inyección de oxígeno en el agua de cultivo.

P

Parásito: organismo que vive a expensas de otro (huésped), del cual obtiene sus nutrientes pudiendo causarle daño en mayor o menor proporción.

Patógeno: organismo capaz de producir enfermedad a otro organismo.

Pediluvios: depósitos que contienen una solución desinfectante que permite sanitizar el calzado de las personas. También puede cumplir esta función un material esponjoso embebido de suficiente solución desinfectante.

Pellet: alimento constituido por pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido.

Pearl net: estructura suspendida donde se acondicionan las semillas de moluscos como concha de abanico u otros.

pH: medida que se emplea para caracterizar el grado de acidez o alcalinidad en una determinada sustancia. El pH del agua pura es 7 y se refiere como neutro. Una solución con pH bajo 7 se dice que es ácida, mientras que una solución con pH sobre 7 es alcalina.

Plancton: conjunto de organismos minúsculos que origen animal (zooplancton) o vegetal (fitoplancton) presentes en aguas marinas y de lagos, que constituyen el alimento básico de diversos animales superiores en sus primeros estadios.

Poblamiento acuícola: siembra o introducción de una especie hidrobiológica por primera vez a un ecosistema acuático.

Post larva: etapa de la vida de los crustáceos después del estado larval, se le denomina así cuando los individuos han pasado todo su desarrollo larvario y ya tienen todas las características de un adulto.

Productividad primaria: producción primaria de organismos autótrofos por unidad de tiempo en un hábitat determinado.

Productor acuícola: persona natural o jurídica dedicada al cultivo de especies hidrobiológicas, en cualquiera de sus estadios biológicos.

Protocolo: programa en el que se especifica por escrito los procedimientos útiles que deberán seguirse para lograr los fines requeridos.

Pudelación: remoción o desmenuzando del suelo del estanque, previo al apisonado, para reducir pérdidas de agua por filtración.

Puntos críticos de control (PCC): etapas durante la producción o el procedimiento que tiene una influencia significativa en la seguridad de los alimentos, relacionados básicamente con la inocuidad y que pueden al mismo tiempo, controlarse y monitorearse de manera continua.

R

Raceway: conjunto de estanques en serie, que reutilizan el mismo caudal.

Ración alimenticia: cantidad total de alimento que se suministra a un animal en un periodo de 24 horas.

Raleo: actividad que consiste en disminuir la carga de individuos en un estanque o área de cultivo.

Recurso hídrico: cuerpos de agua marinos o continentales con características adecuadas para su uso en acuicultura.

Recurso hidrobiológico: denominación que reciben los diferentes organismos acuáticos, sean de origen animal o vegetal.

Registro: documento que genera una evidencia objetiva de una actividad realizada.

Renovación de agua: acción de ingresar agua desde una fuente natural (río, lago, laguna, vertiente, mar) a los estanques que contienen los peces vivos y cuyo rebalse regresa nuevamente a la fuente natural.

Repoblamiento: siembra o resiembra de especies hidrobiológicas en ambientes marinos o continentales, con o sin acondicionamiento del medio, con semilla del medio natural o procedente de centros de producción de semilla.

Reproducción artificial: manipulación de reproductores con la finalidad de extraer los productos sexuales de hembra y macho para facilitar el proceso de la fertilización.

Reproducción natural: función de los organismos acuáticos en la que se forman nuevos individuos a partir de otro u otros progenitores en ambientes naturales.

Reproductor: individuo adulto seleccionado, que ha alcanzado la madurez sexual y aporta los gametos para la obtención de nuevos individuos.

S

Salinidad: medida de cantidad de sales disueltas en el agua.

Saneamiento: desarrollo y aplicación de medidas diseñadas para promover la salud y prevenir enfermedades.

Sanidad acuícola: área de conocimiento que atiende a todas aquellas enfermedades de origen infeccioso (virus, bacterias, etc.) y no infecciosa (nutricional o funcional) de

los organismos cultivados, incluye además al conjunto de prácticas encaminadas a la prevención, diagnóstico y control de las mismas.

Sanitizar: proceso para reducir a niveles seguros la cantidad de microorganismos sobre una superficie limpia.

Sedimentación: acumulación de partículas orgánicas y/o inorgánicas en el fondo de una instalación acuícola.

Semilla, en acuicultura: larvas o juveniles que se colectan del medio natural o se producen en viveros o laboratorios y se emplean en un sistema acuícola para su engorde.

Siembra: actividad de distribución de semilla de un recurso hidrobiológico en el agua para que proliferen.

Sistema: conjunto de reglas o principios sobre una materia que ordenadamente relacionados entre sí contribuyen a un fin determinado.

Sistema de anclaje: conjunto de instrumentos y equipos utilizados para la fijación de la estructura de cultivos suspendidos en el mar, lagunas y reservorios.

Sistema de captación de semilla: conjunto de colectores para la fijación de semilla.

Sistema de cultivo: modalidades de producción acuícola, que en función al tipo de alimento y los fines comerciales se clasifica en extensivo, semi intensivo e intensivo y cada sistema puede presentar diferente intensidad de carga y grado de tecnificación.

Sustancia prohibida: producto químico cuya administración no es permitida por la legislación nacional y/o internacional.

T

Tasa de crecimiento: biomasa ganada por unidad de tiempo, medida como gramos por día.

Tasa de mortalidad: porcentaje de individuos de una población que mueren en un periodo determinado.

Tasa de supervivencia: porcentaje de individuos de una población que sobrevive en un periodo determinado.

Temperatura ambiental: parámetro físico que indica el grado de calor o frío del aire circundante.

U

Unidad de cultivo: área o espacio destinado para el cultivo de especies hidrobiológicas. Corresponde a la infraestructura mínima dentro de un centro de cultivo en que son mantenidos ovas o peces, tales como artesas, estanque, jaulas flotantes, etc.

V

Valva: cada una de las dos partes de las conchas de los moluscos bivalvos.

Veda: acto administrativo establecido por la autoridad competente en la que se prohíbe la captura o extracción de un recurso hidrobiológico en un área determinada por un espacio de tiempo.

Véliger: larva de algunos moluscos que siguen a la fase larvaria de trocófera y se caracteriza por poseer una franja ensanchada de células ciliadas o velo.

Velo: órgano ciliado con funciones natatorias de la larva véliger de los moluscos.

Vivero: granja acuícola para la incubación de huevo y cría de primeros alevines. En el caso de moluscos y crustáceos se les designa comúnmente como laboratorios, hatchery o ecloseries.

Y

Yodóforo: sustancia que contiene yodo en diferentes concentraciones, utilizado como desinfectante. En ovas embrionadas de trucha se emplea yodóforo al 10%.

Z

Zona de producción: las partes del dominio marítimo o continental donde están en forma natural o se mantienen a las especies a cultivar.

Zona de uso especial (ZUE): ubicadas dentro de la reserva nacional de Paracas, pueden ser otorgadas en concesión con ciertas restricciones.

Zona eufótica: zona de la capa superior de un cuerpo de agua en la cual penetra suficiente cantidad de luz para la fotosíntesis.

2. REFERENCIAS

- ARRAU L. 1958. Desarrollo del erizo comestible de Chile *Loxechinus albus*. Revista de Biología Marina Vol. VII. N° 1, 2 y 3.
- BARNES R. 1989. Zoología de los Invertebrados. Nueva Editorial Interamericana, México. 957 pp.
- BUSTOS E, OLAVE S. 2001. Manual: El cultivo del erizo (*L. albus*). IFOP. División de Acuicultura. 22 pp.
- EL PERUANO. 2016. Reglamento de la Ley General de Acuicultura. N° 1195. D.S. 003-2016.PRODUCE.
- GUILLARD R. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: "Culture of Marine Invertebrate Animals." (Eds: Smith W.L. and Chanley M.H.) Plenum Press, New York, USA. pp 26-60.
- LARRAÍN A. 1975. Los equinoideos regulares fósiles y recientes de Chile. Gayana (Zool.).
- LAWRENCE J. 2007. Edible Sea Urchins: Biology and Ecology. Second edition. Developments in Aquaculture and Fisheries. Science. Volume 37. Elsevier.
- YAMASHIRO C, BENITES C, ZEBALLOS J, TAFUR R. 1996. Algunos aspectos biológico – pesqueros del recurso erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782). Instituto del Mar del Perú. Informe Progresivo N° 38.
- ZAMORA S, STOTZ W. 1992. Cultivo masivo en Laboratorio de juveniles de erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea). Departamento de Biología Marina. Universidad Católica del Norte Investigación Pesquera N°38: 37 - 54.