



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 43, Número especial

Manual para el cultivo del erizo comercial *Loxechinus albus* en la región Moquegua



Octubre 2017

Callao, Perú

MANUAL PARA EL CULTIVO DEL ERIZO COMERCIAL *Loxechinus albus* EN LA REGIÓN MOQUEGUA

MANUAL FOR THE CULTIVATION OF SEA URCHIN *Loxechinus albus* IN THE REGION OF MOQUEGUA

Roger Ayerbe, Sheyla Zevallos, Vicente Castañeda, Fernando Lope, Heydi Bendita, Yhordan Vizcarra, Ygor Sanz*

RESUMEN

Ayerbe R, Zevallos S, Castañeda V, Lope F, Bendita H, Vizcarra Y, Sanz Y. 2016. Manual para el cultivo del erizo comercial *Loxechinus albus* en la región Moquegua. Inf Inst Mar, Per. Inf. 43(especial): 000-000. El presente manual forma parte de los resultados obtenidos en el proyecto por resultados "Producción de juveniles de 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" realizado durante el 2015. En este documento se describen y dan pautas que deben tenerse en cuenta para cada etapa de cultivo, abarcando tópicos desde la instalación, sistemas de tratamiento del agua, sistemas de cultivo, las necesidades y requerimientos de la especie en cultivo.

PALABRAS CLAVE: acuicultura; erizo de mar; larvas pluteus; cultivo suspendido.

ABSTRACT

Ayerbe R, Zevallos S, Castañeda V, Lope F, Bendita H, Vizcarra Y, Sanz Y. 2016. Manual for the cultivation of sea urchin *Loxechinus albus* in the region of Moquegua. Inf Inst Mar, Per. Inf. 43(especial): 000-000. The aims of this manual is showing the results obtained in the project "Producción de juveniles de 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" carried out during 2015. This document describes and gives guidelines to be develop in each stage of cultivation, covering topics from the installation, water treatment systems, aquaculture systems, and environmental requirements.

KEYWORDS: aquaculture; sea urchin; Larvae pluteus; suspended culture.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el equinodermo de mayor importancia comercial es el erizo verde *Loxechinus albus* (Molina, 1782), siendo una pesquería que se ha incrementado notablemente por la importante demanda (YAMASHIRO *et al.* 1996), produciendo la disminución del stock en los principales bancos naturales de la costa peruana. Esta problemática ha venido obligando a la toma de medidas reguladoras como la determinación de Tallas Mínimas y Porcentaje de Tolerancia Máxima de Juveniles (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 posteriormente la veda del recurso erizo en área del litoral de San Juan de Marcona (R.M. 238-2011-PRODUCE).

En este sentido, el Laboratorio Costero de Ilo del Instituto del Mar del Perú ejecutó el proyecto "Producción de juveniles de erizo *Loxechinus albus* en medio controlado y desarrollo experimental en sistema de cultivo suspendido en medio natural en la zona sur del Perú" durante el 2015; como propuesta que genere de una tecnología que permita llevar a cabo planes de repoblamiento y cultivo que conduzcan a la sustentabilidad del recurso erizo.

ASPECTOS GENERALES

TAXONOMÍA

- Phylum: Echinodermata
- Clase : Echinoidea
- Orden : Echinoida
- Familia : Echinidae

*labilo@imarpe.gob.pe. Laboratorio de Investigación Acuicola, Laboratorio descentralizado de Ilo del Instituto del Mar del Perú.

- Género : *Loxechinus*
- Especie : *Loxechinus albus* (Molina, 1782)

MORFOLOGÍA

El “erizo” *Loxechinus albus* presenta simetría pentaradial y un esqueleto rígido globoso llamado “testa”. Su estructura formada por placas cohesionadas entre sí. Presenta 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) (Figura 1).

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El “erizo” *Loxechinus albus* se distribuye desde la Isla Lobos Afuera (6°53'50"S) en Perú, hasta las islas del extremo sur austral de Chile (57°58'00"S) y batimétricamente desde la zona intermareal hasta los 340 m de profundidad, sobre fondos duros cubiertos de algas (LARRAÍN 1975).

ECOLOGÍA

Es una especie sedentaria de conducta gregaria, vive formando bancos sobre sustratos duros, utiliza las espinas y pies ambulacrales para movilizarse, generalmente dispersado en zonas de fuerte corriente, con desplazamientos muy reducidos, su dieta consiste básicamente en algas marinas (*Lessonia* spp., *Macrocystis* spp., *Ulva* spp., *Polysiphonia* spp., etc.). Entre los depredadores de erizo se encuentra las estrellas de mar, sol de mar, moluscos gasterópodos, nutrias y peces.

REPRODUCCIÓN

Loxechinus albus es una especie dioica (machos y hembras), no presenta dimorfismo sexual. Durante el periodo de reproducción se reconocen a las hembras por las gónadas amarillo-anaranjado, mientras que a los machos por un color blanco. Su primera madurez sexual se produce entre 40 a 50 mm de diámetro (BAY-SCHMITH et al. 1981), la época de reproducción en la zona sur del Perú es de setiembre a diciembre. Puede alcanzar un diámetro de 140 a 150 mm, sin considerar las espinas y la talla comercial es de 70 mm.

CICLO DE VIDA

Durante el período reproductivo liberan los gametos masculinos y femeninos al medio, donde se fecundan pasado un minuto; luego inicia la etapa embrionaria que dura 48 horas aproximadamente, luego se inicia la etapa larvaria, atravesando por la fase prisma, 4 brazos, 6 brazos y 8 brazos durante 25 días aproximadamente; posteriormente se produce la metamorfosis seguido del asentamiento y cambio de vida planctónica a bentónica (ARRAU 1958; ZAMORA 1994; BUSTOS y OLAVE 2001; ASTUDILLO et al. 2004) (Figura 2).



Figura 1. Erizo comercial *Loxechinus albus*

Estas dos etapas (embrionaria y larvaria) conforman el cultivo inicial y se desarrollan 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 1994) hasta alcanzar 1 mm diámetro total y se desarrolla en condiciones semicontroladas (agua de mar filtrada hasta 75 µm), finalmente son trasladados a un sistema de cultivo suspendido en medio natural donde se inicia el cultivo de engorde.

PESQUERÍA

Las principales áreas de extracción de *Loxechinus albus* en el litoral peruano son: Pisco, San Juan de Marcona, Lomas, Quilca, Atico, La Planchada, Matarani, Ilo. Los desembarques anuales del erizo son fluctuantes desde 1970, con cifras menores a 40 t/año (en década 70), 107 y 135 t/año (1979 y 1981) 1381t/año (1995). Posteriormente disminuyó drásticamente (YAMASHIRO et al. 1996).

Esta especie ha sido intensamente explotada en las últimas décadas en las costas del sur del Perú, siendo Quilca, Atico, La Planchada, Matarani, Ilo, Picata y Morro Sama las principales zonas de desembarque, con volúmenes que alcanzaron 550 TM para el período 2004 – 2012; mientras que a nivel nacional alcanzó un total de 16099 TM de equinodermos (ANUARIO ESTADÍSTICO PESQUERO ACUICOLA 2014) 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 (Figura 3)

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

a. Tratamiento del agua

El Laboratorio de Investigación de Moluscos (LIM) está diseñado para cumplir los requisitos de repro-

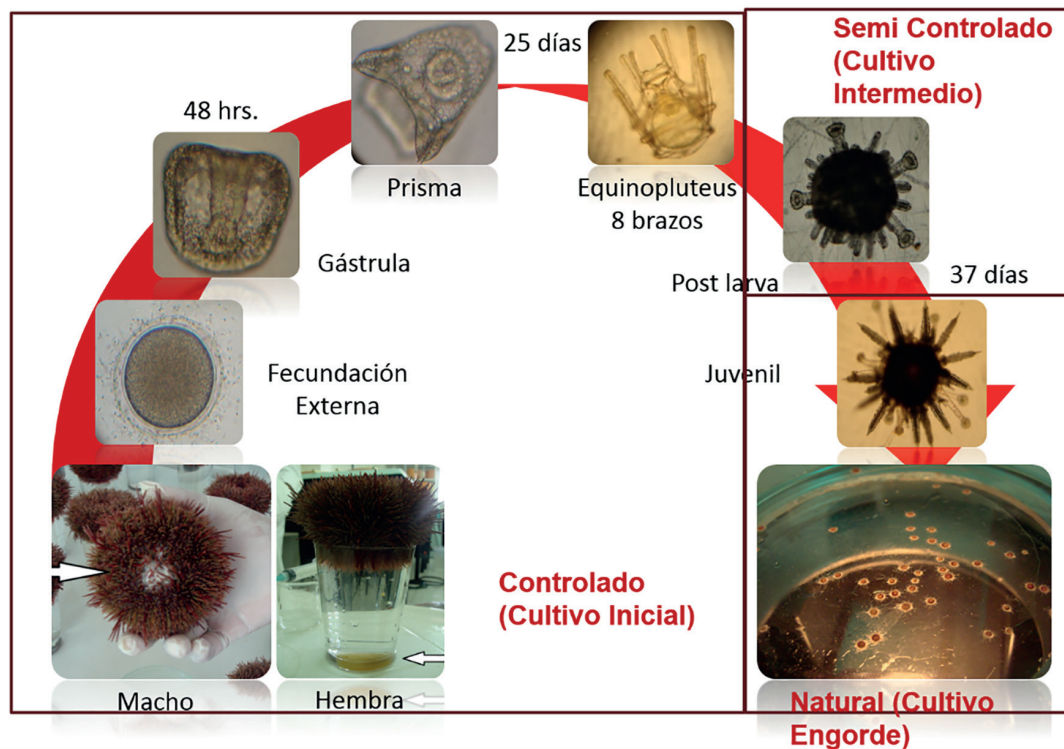


Figura 2. Ciclo de vida de erizo comercial, *Loxechinus albus*, hasta la etapa juvenil

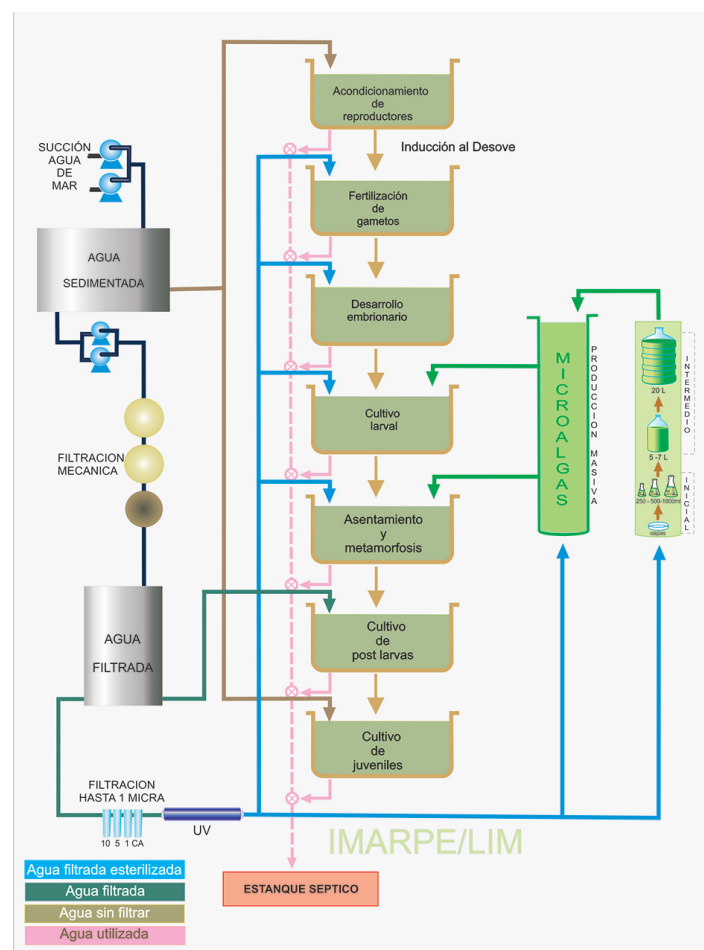


Figura 3. Diagrama que esquematiza la producción de juveniles *Loxechinus albus* en medio controlado y semicontrolado

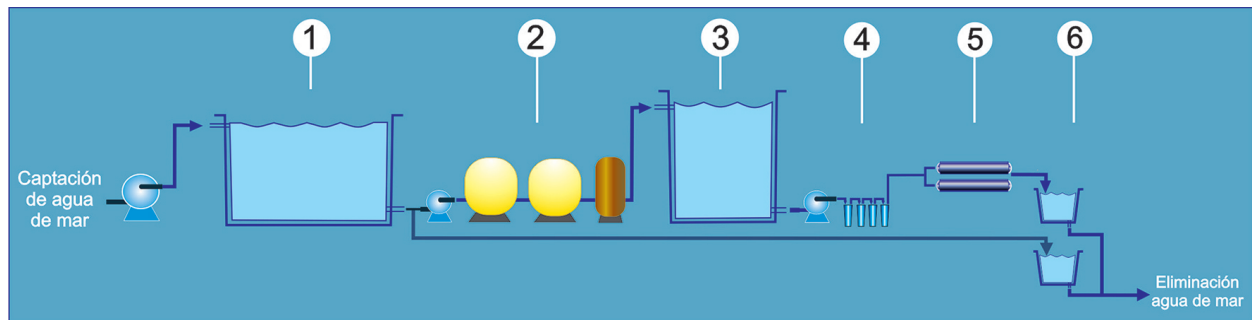


Figura 4. 1) Estanque de sedimentación; 2) Filtración mecánica; 3) Estanque de agua filtrada; 4) Filtración hasta 1 µm; 5) Esterilización con UV; 6) Sistemas de cultivo

ducción de moluscos marinos en ambiente controlado a escala experimental; 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 incluyen un tanque de sedimentación (20 m³) conteniendo agua del ambiente natural, 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 conos hasta 1 µm e irradiada con el esterilizador ultravioleta (UV) (Figura 4).

b. Sistemas de cultivo para equinodermos

Se emplean tanques de 200 L para el cultivo larvario; cuando se produce su metamorfosis y asentamiento son trasladados a estanques rectangulares de FRV con placas de fijación utilizando agua de mar sedimentada filtrada a 75 µm.

El mantenimiento de las características del agua propias del medio natural (temperatura, salinidad,

oxígeno, nutrientes, composición fitoplanctónica, etc.); se realiza mediante el sistema de cultivo 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 las postlarvas de erizo al medio semicontrolado antes de continuar su desarrollo en medio natural.

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 110L; con un sistema de aireación permanente a través de difusores y disposición de tres estructuras modulares armadas con placas de policarbonato (Figura 5).

El sistema con flujo abierto continuo tipo cascada, permite alimentar por gravedad los estanques con agua de mar filtrada (malla *nytal* de 750 y 75 µm), los que están distribuidos a una altura de 20 cm uno respecto del siguiente, con un caudal (Q) promedio oscila en 3.7 L/min.

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 1½” Ø, donde



Figura 5. Sistema de cultivo intermedio de erizo *Loxechinus albus* (semicontrolado).

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 DE *Loxechinus albus*

a. 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 (Figura 6).

b. Mantenimiento de instrumental

Lavar el material de vidrio (tubos de ensayo, matraces entre 250 mL a 1000 mL, pipetas, botellas toma muestra, placas Petri, vasos de precipitados, etc.) con jabón neutro diluido en agua potable (1 mL: 1 L) dejando reposar por espacio de 24 horas y proceder al enjuagado con agua potable y agua destilada (Figura 7).

Esterilizar con calor seco mediante estufa los materiales lavados anteriormente alrededor de 30 minutos a 150 °C (Figura 8).

c. Cultivo de microalgas planctónicas desde cepa hasta el 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 meta-silicato 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 (Figura 9).
- Paso 3. Inyectar aire proveniente de un regenerador de aire (blower) en los recipientes a partir de los 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, botellones inoculados en estantes con iluminación artificial procedente de fluorescentes (50 Watt) 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



Figura 6. Anaqueles de la sala de cultivo masivo de microalgas.



Figura 7. Materiales de vidrio en jabón neutro.



Figura 8. Estufa con materiales de vidrio

especies cultivadas, en un número de 6 repeticiones, 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 estado de los organismos filtradores (Figura 10).

d. *Cultivo de microalgas bentónicas desde cepa hasta el nivel masivo en sistema de Biologización.*

- Paso 1. Enriquecer el agua de mar estéril suministrando F/2 Guillard compuesto por macronutrientes, micronutrientes, vitaminas y meta-silicato de sodio (este último solo en el caso de diatomeas).
- Paso 2. Inocular el set contenido en la bandeja

con la microalga bentónica procedente del volumen inferior, considerando la etapa de cultivo (inicial, intermedio, masivo) y el flujo de cultivo (Figura 11).

- Paso 3. Inyectar aire moderado proveniente de un regenerador de aire (blower) en los recipientes a partir de 2 L; los volúmenes menores serán agitados manualmente (Figura 12).
- Paso 4. Mantener la temperatura ambiente constante en un rango de 18 – 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 Watt) para favorecer la fotosíntesis y desarrollo del cultivo.

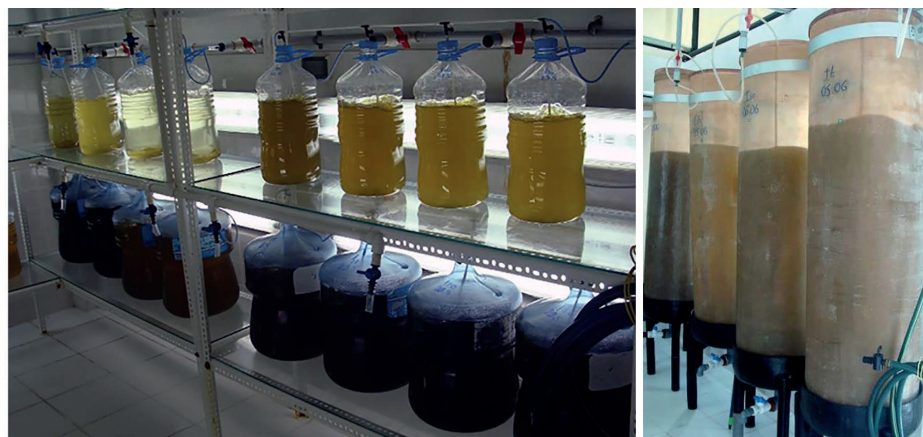


Figura 9. Cultivo intermedio (izquierda) y masivo (derecha) de microalgas.



Figura 10. Esquema del cultivo de microalgas para larvas de erizo comercial, *Loxechinus albus*

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

e. *Obtención de ejemplares adultos de Loxechinus albus del medio natural y acondicionamiento en medio controlado*

Colecta de ejemplares adultos y traslado al laboratorio

Mensualmente se colectan alrededor de 30 ejemplares adultos (>70 mm diámetro de testa) mediante buceo semiautónomo. Los ejemplares son extraídos

del submareal rocoso empleando un gancho metálico evitando deteriorar la testa (Figura 14). Una vez en la cubierta, son estibados en una camilla de algas pardas dentro de una caja isotérmica con agua de mar; y trasladados al laboratorio donde se retiran tratando de no desgarrar los pies ambulacrales de los organismos (Figura 15).

Acondicionamiento de reproductores

Los ejemplares se mantienen en tanques rectangulares con 200 L de agua de mar sin filtrar a 17 ± 1 °C, aeración constante, alimentados con frondas de *Les-*

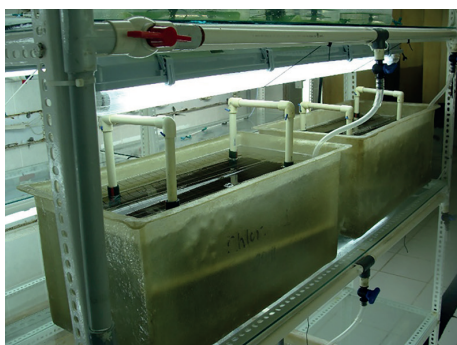


Figura 11. Set de placas de policarbonato con microalga bentónica.

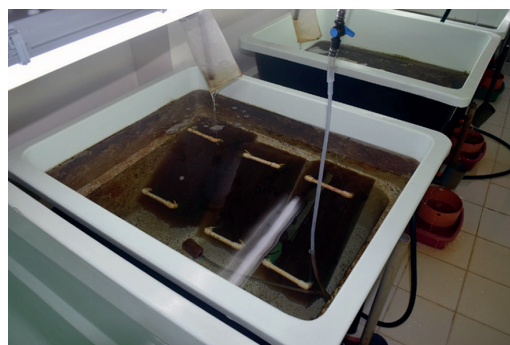


Figura 12. Inyección de aire moderado en tanques con set de placas.

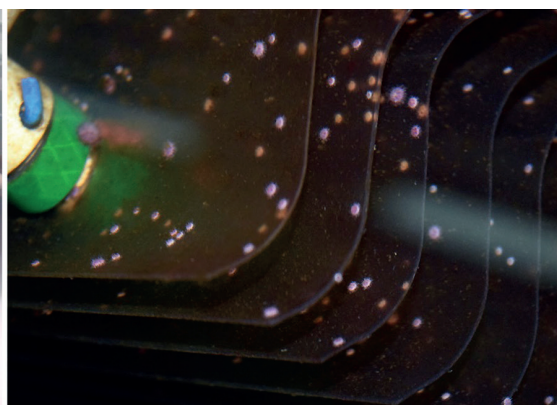
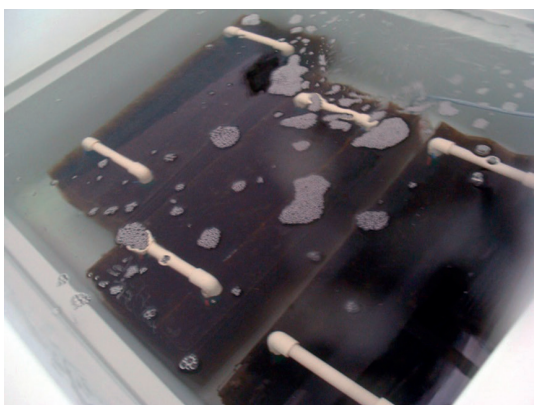


Figura 13. Sets biologizados (izquierda) y postlarvas asentadas en placas (derecha).



Figura 14. Colecta de ejemplares adultos de *Loxechinus albus* en submareal rocoso (izquierda) y praderas de algas pardas (derecha).

sonia spp. que se renuevan a medida que se consumen y recambia el 100% de agua en forma diaria. Antes de ser medidos, se retiran de los tanques para desecarlos alrededor de 3 minutos y registrar datos morfométricos (Figura 16).

Muestreo biométrico y selección de reproductores

Los organismos son medidos considerando la longitud total (LT) y el peso total (PT); para lo cual se emplea un vernier (0.01 mm) y una balanza digital (0.01 g); los datos son registrados en la hoja de cálculo Excel. Aquellos organismos con mayores pesos son seleccionados considerando su estado físico externo y descartando los que presenten epibiontes (Figura 17).



Figura 15. Estabulación de *Loxechinus albus* adultos en caja isotérmica.

Inducción al desove de ejemplares acondicionados, fecundación artificial

Inducción al desove.- Los ejemplares son distribuidos sobre vasos de polycarbonato conteniendo agua de mar esteril (microfiltrada hasta 1 μ e irradiada con UV), teniendo en cuenta que la posición aboral (ubicación de estructuras reproductivas) esté en contacto con el agua (Figura 18).

Se emplea la técnica de inducción química, que consiste en inyectar en la membrana peristomal 3 mL de KCl 0.5 M, para inducir a los erizos sexualmente maduros, con la posterior liberación de gametos, de color amarillo-naranja en el caso de los óvulos de las hembras y de color blanquecino en el caso de espermios de los machos (Figura 19).

Obtención de gametos viables.- Los óvulos liberados a través de la placa madreporica se reciben en vasos transparentes de polycarbonato con agua de mar estéril (150 mL); en el caso del esperma, se colecta en placas Petri, colocando la parte aboral hacia arriba para evitar su activación (Figura 20).

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



Figura 16. Acondicionamiento reproductivo (izquierda) y desecación de *Loxechinus albus* colectados (derecha).



Figura 17. Biometría de *Loxechinus albus* seleccionados.

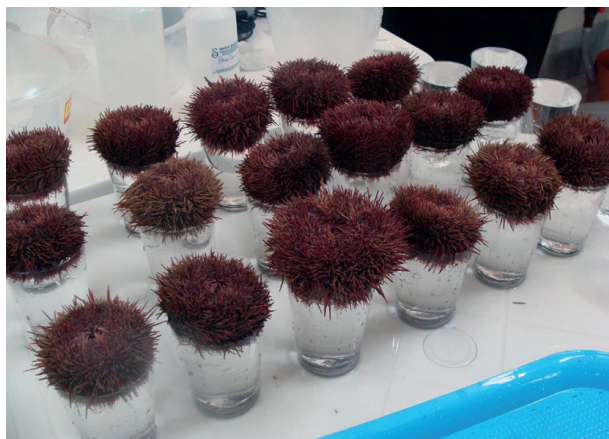


Figura 18. Ejemplares de *Loxechinus albus* distribuidos en vasos de policarbonato.



Figura 19. Gametos femeninos u óvulos (izquierda) y gametos masculinos o espermios (derecha).



Figura 20. Inyección de KCl 0.5 M en membrana peristomial (izquierda) y liberación de productos sexuales en posición aboral (derecha).

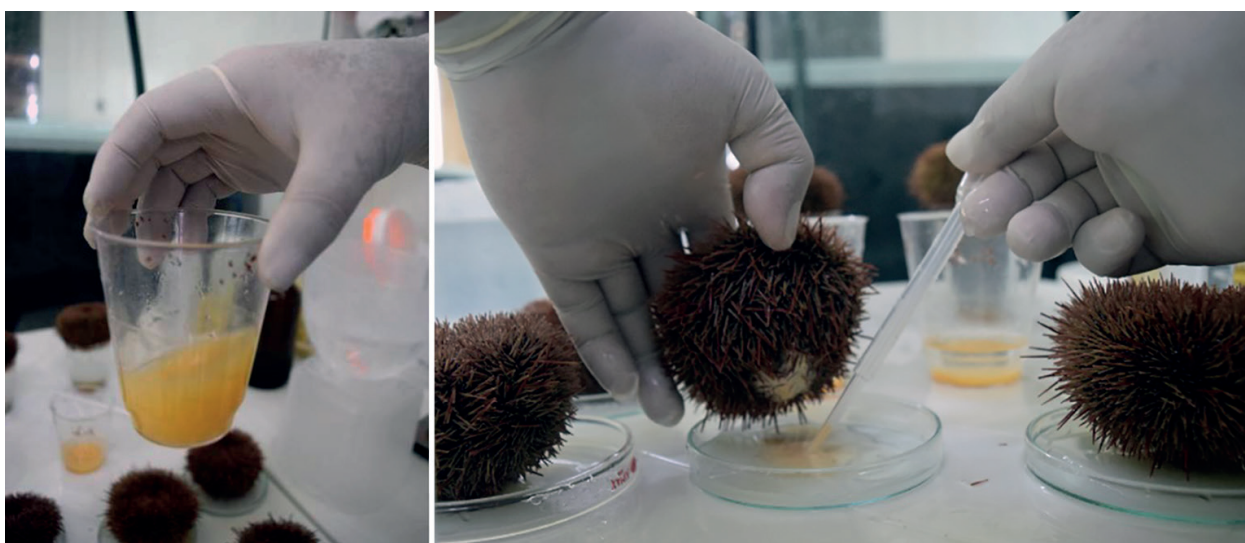


Figura 21. Gametos masculinos(derecha) tomados para la fertilización de gametos femeninos (izquierda)

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

El volumen fertilizado se trasvasa a diferentes tanques de cultivo con 250 L de agua de mar estéril, donde son mantenidos a una temperatura constante 17 ± 1 °C, 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 su observación microscópica y se estima el índice de fertilización, determinado por la formación de la membrana de fertilización (Figura 22).

f. Crianza de embriones, larvas y post larvas de Loxechinus albus en cautiverio

Cultivo embrionario.- Una vez producida la fecundación; el óvulo forma una membrana de fecundación que impide la poliespermia; se estimula el inicio del desarrollo embrionario del cigoto diploide (10x) (Figura 23).

A los 50 – 60 minutos post fecundación el embrión sufre divisiones mitóticas simétricas y sincrónicas (2, 4, 6, 8, 16, 32 células) hasta llegar al estadio de mórula, la misma que presenta similar tamaño que el cigoto ($120\text{--}130\mu$) (10x) (Figura 24, 25 y 26). Aproximadamente, después de 6:30 ó 7:00 horas de desarrollo embrionario la mórula se ahueca formando la blástula con un espacio interior correspondiente a la blastulación (10x) (Figura 27).

Después de 12:30 horas post fecundación se inicia la gastrulación en el interior del blastocelo, específicamente en el polo vegetativo, un grupo de células que constituye el primer indicio del mesenquima primario en medio de ellas se perfila poco después la formación de la gástrula por embolia o invaginación (10x) (Figura 28). Se inicia la organogénesis y morfogénesis; desarrollan órganos y se organizan moldeando la forma del cuerpo y finalmente se llega a un estadio larvario ciliado nadador planctónico capaz de alimentarse por sí mismo (10x) (Figura 29).

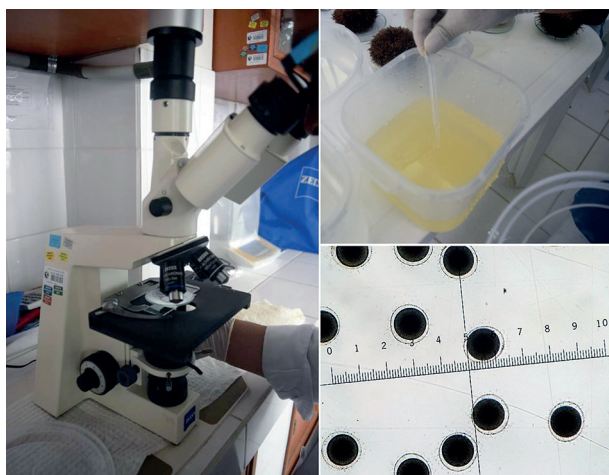
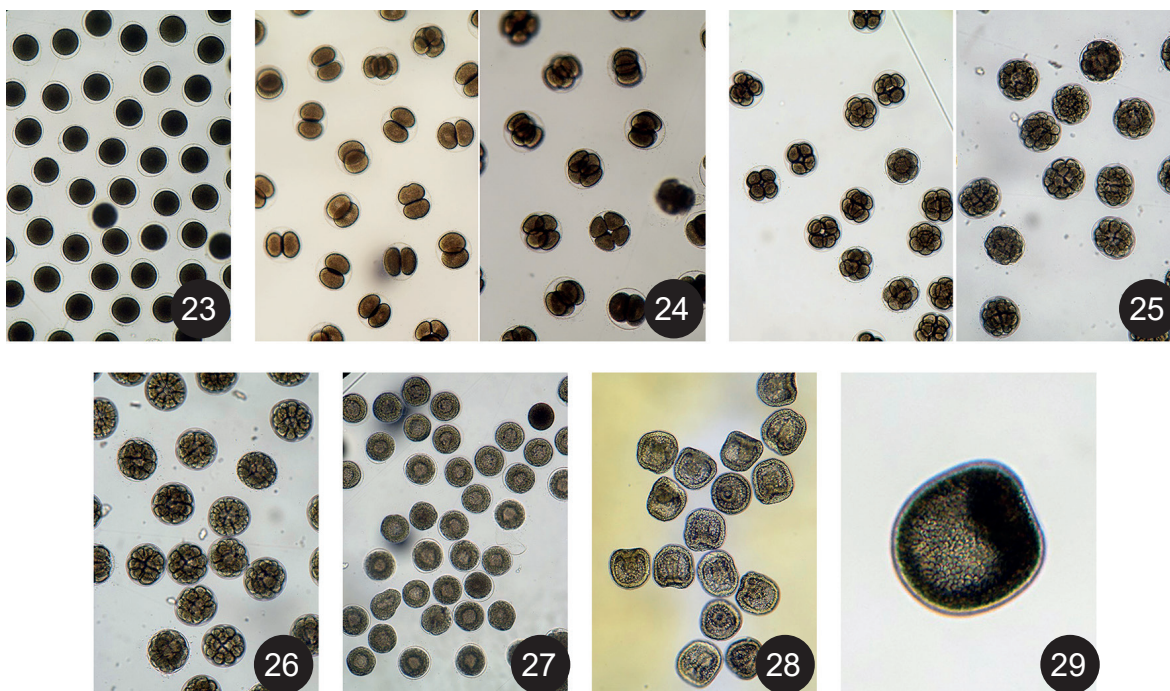


Figura 22. Toma de muestra de óvulos (derecha superior), observación microscópica del proceso de fertilización (izquierda) y óvulos fertilizados (derecha inferior).



Figuras 23 – 29. *Loxechinus albus*: (23) Ovulo fecundado, (24) Divisiones mitóticas con 2 (izquierda) y 4 células (derecha), (25) Divisiones mitóticas con 8 (izquierda) y 16 células (derecha), (26) Divisiones mitóticas con 32 células, (27) Fase de mórula, (28) Inicio de gastrulación, (29) Fase de gástrula rotaria (gira en su propio eje y es capaz de desplazarse en la columna de agua).

En la Tabla 1 se describe detalladamente las fases de desarrollo de la etapa embrionaria.

Cultivo larvario.- Se obtienen larvas prisma al segundo día, larvas equinopluteus de 4 brazos al cuarto día, larvas equinopluteus de 6 brazos al séptimo día y larvas equinopluteus de 8 brazos a los 11 días de cultivo hasta el proceso metamorfosis alcanzado

el día 25 post fecundación (10x) (Figura 30). En la Tabla 2 se presentan los estadios de la etapa larvaria. Durante este período permanece en agua de mar estéril, se alimenta por filtración con una dieta mixta de microalgas (Ver Tabla 2), recibe aire moderado, recambio del 10% de agua diariamente y del 100% una vez por semana, la temperatura se mantiene a 17 ± 1 °C.

Tabla 1. Etapas de desarrollo embrionario del erizo (*Loxechinus 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 blastocele
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

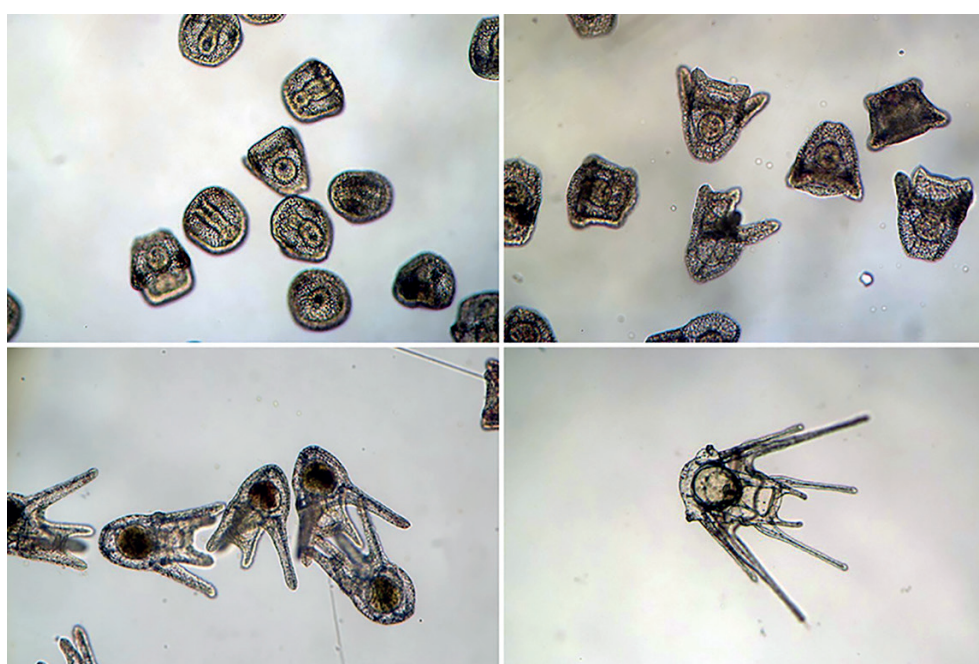


Figura 30. *Loxechinus albus*: Larvas Prisma (izquierda superior), larvas 4 brazos (derecha superior), larvas 6 brazos (izquierda inferior) y larvas 8 brazos (derecha inferior)

Cultivo post larvario.- Las larvas pre metamórficas (25 días post fecundación) son inoculadas en tanques conteniendo placas de policarbonato organizadas en set, previamente biologizadas con una biopelículas de la microalga bentónica *Navicula salinicola*. (Ver sección *Cultivo de microalgas bentónicas*) (10x) (Figura 31). Transcurre alrededor de una semana de fijación hasta que la mayoría se asienta, cambia su estilo de alimentación de filtrador a ramoneador y permanecen en agua de mar estéril (10x) (Figura 32).

Durante este período permanece en agua de mar estéril, se alimenta por ramoneo con una dieta de microalgas de la especie *Navicula* (Ver Tabla 2), recibe aire moderado, recambio del 10% de agua diariamente y del 100% una vez por semana, la temperatura se mantiene a 17 ± 1 °C (Tabla 2).

Posteriormente son trasvasados a un sistema de flujo abierto continuo tipo “cascada” con agua de mar filtrada a 75 μm , donde reciben aire moderado, se mantiene a temperatura ambiente y permanecen

Tabla 2. Dieta mixta de microalgas según tiempo de cultivo (*post fecundación) durante etapa larval y post larval

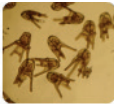
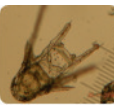
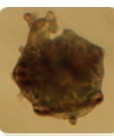
Tiempo de cultivo*	Fase de la etapa larval	Densidad	Proporción It:Ch:Nav
	Prisma		
48 horas		3×10^4	1.0 – 0.0 – 0.0
	4 brazos		
72 horas		4×10^4	0.5 – 0.5 – 0.0
	6 brazos		
8 – 10 días		6×10^4	0.4 – 0.6 – 0.0
	8 brazos		
20 – 25 días		8×10^4	0.2 – 0.8 – 0.0
	Prematamórfica		
>30 días		8×10^4	0.0 – 0.4 – 0.6



Figura 31. *Loxechinus albus*: Larvas pre metamórficas

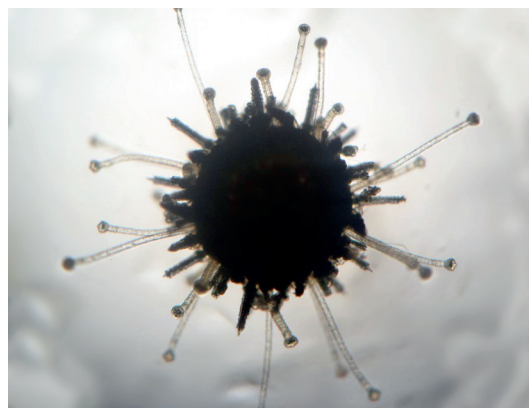


Figura 32. *Loxechinus albus*: Post larva asentada en placa de policarbonato

hasta alcanzar 1 mm luego de 87 días aproximadamente (5x) (Figura 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 μ de abertura.

Determinación del crecimiento: Se colectan 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 (μ m) considerando los brazos. (Figura 34).

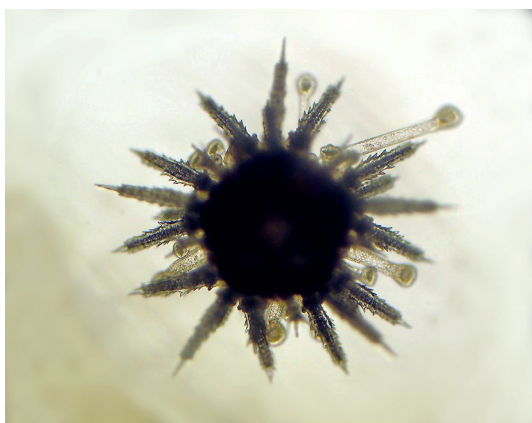


Figura 33. *Loxechinus albus*, post larva asentada en sistema de flujo abierto

Determinación de la supervivencia: Una vez concluido el recambio de agua de mar estéril y reposición de larvas retenidas en el tamiz, se colectan 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.

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 h) 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 (Figura 35).



Figura 35. Registro de temperatura (izquierda) y toma de muestra de agua para determinación de oxígeno disuelto (derecha)

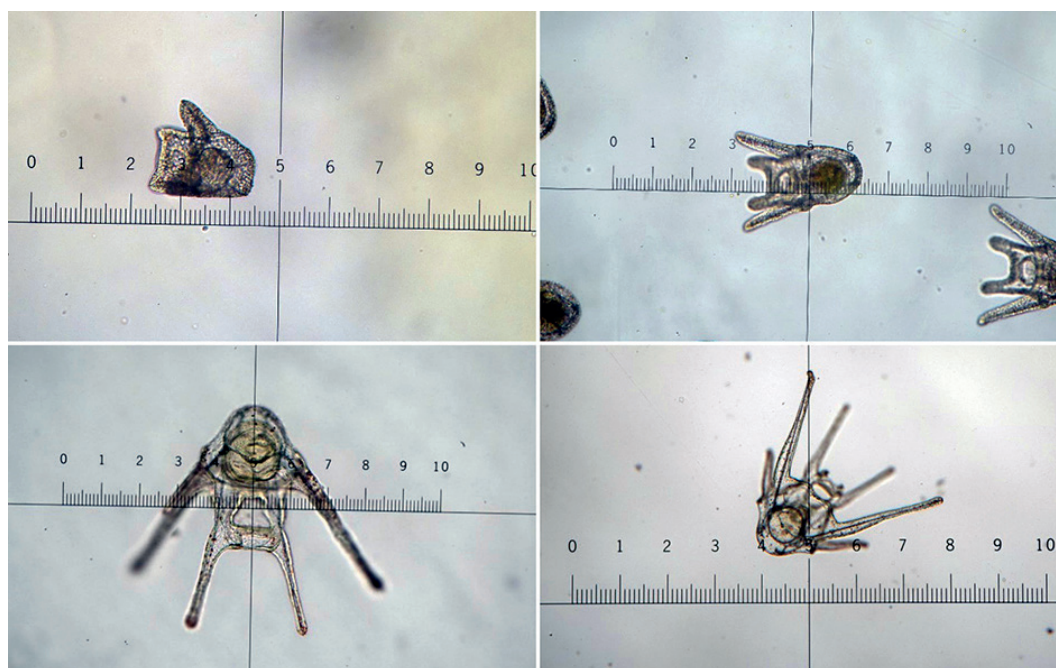


Figura 34. *Loxechinus albus*: Registro de medidas de larvas prisma (izquierda superior), larvas de 4 brazos (derecha superior), larvas de 6 brazos (izquierda inferior) y larvas de 8 brazos (derecha inferior)

OBTENCIÓN DE 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 m 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 m de profundidad en el punto más costero y 12 m 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 esféricas de 30

cm de diámetro, de vestolen (polietileno) o plástico inyectadas con poliestireno, para suspender la línea madre, las que se instalan a medida que aumenta el peso en la línea (Figura 36).

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 (Figura 37).

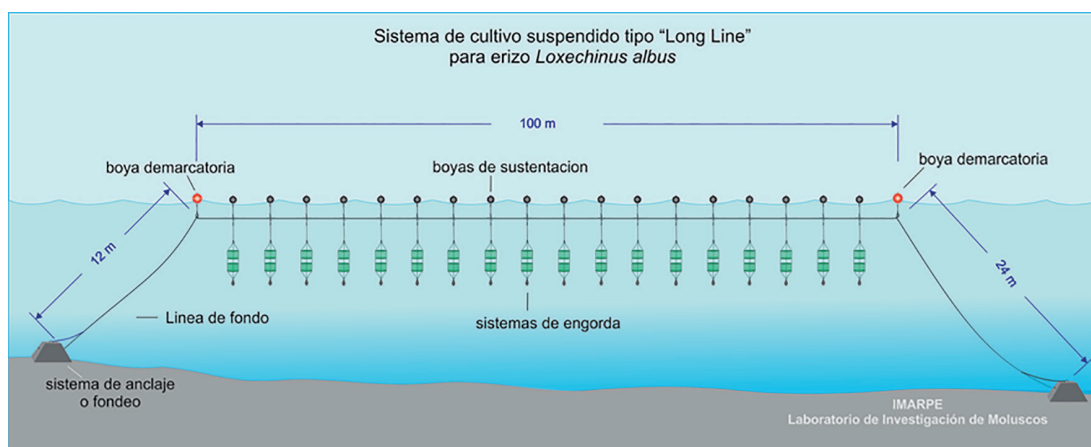


Figura 36. Sistema de cultivo suspendido para erizo comercial



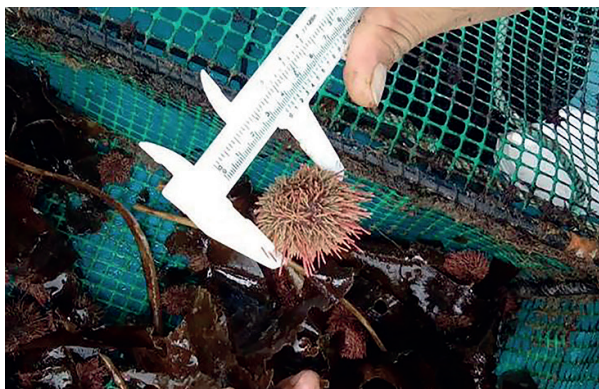
Figura 37. Limpieza de jaula rectangular (izquierda), jaula circular (derecha superior) y mantenimiento de oreja de línea madre (derecha inferior)

Figura 38. Suministro de *Lessonia trabeculata*

Figura 39. Extracción de macroalgas



Figura 40. Erizos mantenidos en cultivo de engorde



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, *snap*s, etc.) y sistemas de confinamiento (jaulas con base rectangular, cuadrada y cilíndrica), para asegurar la durabilidad del sistema de cultivo; primordialmente se eliminan 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 (Figura 37).

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 (Figura 38). Las algas se extraen considerando la metodología recomendada por IMARPE para *Lessonia* (Figura 39).

Los ejemplares mantenidos en cultivo de engorde son restituidos a sus respectivos contenedores y alimentados *ad libitum* (Figura 40).

CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA EN MEDIO NATURAL

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

Determinación del crecimiento (mm): Periódicamente se registran 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 (Figura 41).

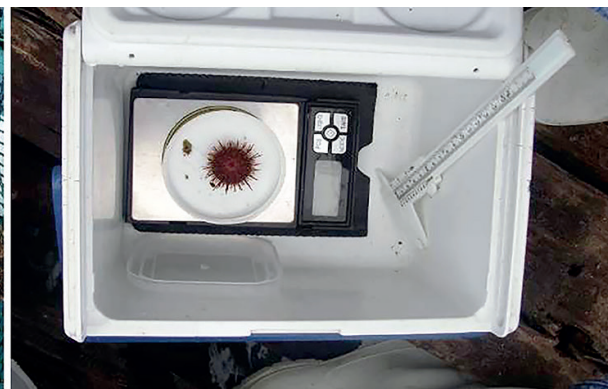


Figura 41. Registro de longitud de testa (izquierda) y peso total (derecha) de erizo confinado en sistema de cultivo de engorde.

Determinación de la supervivencia (%): Mensualmente se cuantifican 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 (Figura 42). Los valores de oxígeno disuelto, la salinidad, el pH, la temperatura superficial del mar y el plancton son registra-

dos mensualmente. Muestras que son trasladadas al laboratorio para su respectivo análisis (Figura 43).

REFERENCIAS

- ARANA PM. 2005. Demografía y pesquería del erizo *Loxechinus albus* (Echinodermata: Echinidae) en la región sur-austral de Chile. Revista de Biología Tropical/International Journal of Tropical Biology and Conservation 53:367–382.
- ARRAU L. 1958. Desarrollo del erizo comestible de Chile *Loxechinus albus*. Revista de Biología Marina Vol. VII. N° 1, 2 y 3.



Figura 42. Veletas superficial y subsuperficial.



Figura 43. Colecta de muestras de agua para determinación de oxígeno disuelto (derecha superior), salinidad y temperatura con botella Niskin (izquierda), registro de pH (derecha inferior) y colecta de plancton (central)

- BERNEDO D., H. LEÓN Y J. QUISPE. 2014. Anuario Estadístico Pesquero Acuicola 2014. Ministerio de la Producción. Dirección General de Políticas y Desarrollo Pesquero. 196 pp
- BAY-SCHMITH, E.; C. WERLINGER Y J. SILVA. 1981. Ciclo Anual de Reproducción del Recurso Erizo *Loxechinus albus* entre la X y XII regiones de Chile. Informe final del proyecto de investigación Subsecretaría de Pesca. Univ. Concepción, 68 pp.
- BUSTOS E, OLAVE S, TRONCOSO R. 1990. Investigación en el erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782) en investigación repoblamiento de recursos bentónicos, área piloto IV Región III. CORFO- IFOP
- BUSTOS E, OLAVE S. 2001. Manual: El Cultivo del Erizo (*L. albus*). IFOP. División de Acuicultura. 22 pp.
- BUCKLE LF, GUISADO C, TARIFEÑO E, ZULETA A, CORDOVA L, SERRANO C. 1978. Biological Studies On The Chilean Sea-Urchin *Loxechinus Albus* (Molina) (Echinodermata- Echinoidea) IV.- Maturation Cycle And Seasonal Biochemical Changes In The Gonad. Ciencias Marinas 5:1-18.
- BUITRAGO E, LODEIROS C. 2005. Producción de larvas y post larvas del erizo verdiblanco del Caribe *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea) en condiciones de cultivo. Revista de Biología Tropical. 53: 319 – 328.
- FLORES D. 2000. Cultivo y traslado de larvas pre-metamórficas, postlarvas y juveniles de erizo rojo, *L. albus* (Molina, 1782), en términos de supervivencia y crecimiento, desde el ambiente controlado a un sistema confinado en el mar. Universidad Católica del Norte. 125 pp.
- GERDES D. 1983. The Pacific oyster *Crassostrea gigas*. Part 1. Feeding behaviour of larvae and adults. Aquaculture 31:195-219.
- GONZÁLEZ SJ, CÁCERES CW, OJEDA FP. 2008. Ecología nutricional y alimenticia del erizo comestible *Loxechinus albus* en el norte de Chile. Revista chilena de historia natural 81:575-584.
- 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.
- GULLAN J. 1971. Manual de método para la evaluación de las poblaciones de peces. Editorial Acribia.FAO. 164 pp.
- LARRAIN AP. 1975. Los equinoideos regulares fosiles y recientes de Chile. Gayana (Zool) 35:5-189.
- LAWRENCE JM, EDITOR. 2007. Edible sea urchins : biology and ecology. Second edition. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Volume 37. Amsterdam: Elsevier.
- PAFFENHÖFER G-A. 1971. Grazing and ingestion rates of nauplii, copepodids and adults of the marine planktonic copepod *Calanus helgolandicus*. Mar. Biol. 11:286-298.
- PEREIRA L. 1996. Curso Internacional de producción de erizo rojo *Loxechinus albus* en ambiente controlado. Guía práctica sobre el cultivo de Erizo Rojo (*L. albus*) en Hatchery. Cultivo masivo del erizo del mar. Universidad Católica del Norte. Departamento de Acuicultura. 12 pp.
- SCHUHBAUER A, BRICKLE P, ARKHIPKIN A. 2010. Growth and reproduction of *Loxechinus albus* (Echinodermata: Echinoidea) at the southerly peripheries of their species range, Falkland Islands (South Atlantic). Mar Biol 157:1837-1847.
- YAMASHIRO C, BENITES C, ZEBALLOS J, TAFUR R. 1996. Algunos aspectos biológico – pesqueros del recurso erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782). Informe Progreso N° 38. Instituto del Mar del Perú.
- ZAMORA S, STOTZ W. 1992. Cultivo Masivo en Laboratorio de Juveniles de Erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea). Investigación Pesquera (Chile) 38: 37-54.

PROYECTO

PRODUCCIÓN DE JUVENILES DE ERIZO *LOXECHINUS ALBUS* (MOLINA, 1782) EN MEDIO CONTROLADO Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN SISTEMA SUSPENDIDO EN MEDIO NATURAL EN LA ZONA SUR DEL PERÚ

Integrantes

Coordinador del Laboratorio Costero de Ilo

– Ygor Sanz Ludeña

Investigadores

– Roger Ayerbe Ochoa

– Sheyla Zevallos Fera

– Vicente Castañeda Muñoz

Colaboradores

– Fernando Lope Sosa

– Heydi Bendita Mayta

– Yhordan Vizcarra Piérola

– Rusbel Cuayla Mamani

– Julio Choque Paco

GLOSARIO

A

Abastecimiento de semilla: Obtención de semillas para cultivo, la misma que puede realizarse desde el medio natural o mediante el aprovisionamiento desde un centro productor.

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.

Acuícola: Relativo a la actividad de acuicultura.

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, tanto en aguas marinas, dulces o salobres.

Acuicultura de ciclo completo: Abarca el desarrollo del cultivo de todo el ciclo vital de las especies utilizadas.

Acuicultura de ciclo incompleto o parcial: Comprende el desarrollo de parte del ciclo vital de las especies utilizadas.

Acuicultura extensiva: La siembra o resiembra de recursos hidrobiológicos en ambientes naturales o artificiales cuya alimentación se sustenta en la productividad natural del ambiente pudiendo haber algún tipo de acondicionamiento del medio.

Acuicultura intensiva: Cultivo que utiliza avanzadas tecnologías y un mayor nivel de manejo y control que permitan obtener elevados rendimientos por unidad de área, empleando además como alimentación principal dietas balanceadas.

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

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 de 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: Es la 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 (ARPPC): 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: Se refiere a los 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: Son 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), el Instituto del Mar del Perú (bancos naturales y zonas de pesca) y del Instituto Tecnológico Pesquero (aspectos sanitarios) para su otorgamiento con fines de desarrollar actividades de acuicultura.

Áreas naturales protegidas: Delimitaciones geográficas, marinas o continentales, determinadas por la autoridad competente (INRENA) 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: Son las 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 acuícola: Cantidad total de biomasa existente en los sistemas de cultivo (estanque, jaulas flotantes, etc.).

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.

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

Biotechnología: 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: Es 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 partidador, 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.

Campaña 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: Es el 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: Es la cantidad de fluido que circula por unidad de tiempo en determinado sistema o elemen-

to; 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.

Concesión acuícola: Derecho otorgado para el desarrollo de actividades de acuicultura en terrenos públicos, fondos de aguas marinas o continentales.

Concesión especial: Es la que se otorga en áreas naturales protegidas no declaradas intangibles, para el desarrollo de actividades de acuicultura.

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

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.

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: Recolección de los productos provenientes de un cultivo en cualquiera de sus modalidades.

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 asociado: Referido a la 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 (por ej: Pearl nets, canastos, bandejas, redes de linterna) suspendidas de una estructura anclada y con boyas, o de cuerdas (long line) que están por debajo de la superficie.

Cultivo: Proceso que abarca la reproducción y producción de especies hidrobiológicas en ambientes naturales o artificiales debidamente seleccionados y acondicionados.

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

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

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 en los animales acuáticos.

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 óvulos 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 a 20 °C.

Especie de agua templada: Organismo cultivado en aguas con temperatura entre 20 °C a 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 los 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 rehúso.

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 de esta 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): Es la 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.

Floreceimiento planctónico: Se caracteriza por un aumento cuantitativo notable y localizado de algunas especies de plancton produciendo notables 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 (linterna, jaula, boya), con organismos marinos vegetales y animales.

G

Gases tóxicos: Son 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 los miles de ejemplares acuáticos para obtener la semilla.

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

Hipoxia: Tensión reducida o inadecuada del oxígeno. Estado de una 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: Es un 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 (*Gymnodinium* sp.) 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 ej., 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 bivalvos: Son animales generalmente marinos, de cuerpo blando protegido por dos valvas o conchas calcáreas.

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

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

Zona de reinstalación: Las partes del dominio marítimo concesionadas por el Ministerio de la Producción, claramente delimitadas y señalizadas por boyas, postes o cualquier otro material fijo, exclusivamente destinadas a la depuración natural de moluscos bivalvos vivos.

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.