

MANUAL DEL CULTIVO DE OSTIÓN DEL NORTE (*Argopecten purpuratus*)

Para la Acuicultura de Pequeña Escala

EN ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS (AMERB)



ACUICULTURA
EN ÁREAS DE MANEJO

CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA - COQUIMBO

Manual del cultivo de Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*) para la acuicultura de pequeña escala en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB).

PROGRAMA DE ACUICULTURA EN ÁREAS DE MANEJO, UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE, COQUIMBO, CHILE.

Coordinador: Cristian Sepúlveda

Editor: Felipe Rivera

Textos: Héctor Basaure

Fotografías: "Programa de Acuicultura en Áreas de Manejo"

Ilustraciones: Bianca Mettifogo

Asesores técnicos: Lorena Vega, Sebastián Messina, David Yáñez y Jesús López.

Corrector de estilo: Nicolás Ory

Mapas: Julio Bittencourt

Diseño y diagramación: Pedro Ríos

Financia: Gobierno Regional de Coquimbo

Ejecuta: Universidad Católica del Norte

ISBN: 978-956-287-502-8

Año 2025

Cita: Sepúlveda C, Rivera F, Basaure H, Vega L, Bittencourt J, Yáñez D, Mettifogo B, Messina S, Ory N, López A. (2025) Manual de cultivo de Ostión del Norte (*Argopecten purpuratus*), para la acuicultura de pequeña escala en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB). Programa de Acuicultura en Áreas de manejo, Universidad Católica del Norte. Coquimbo, Chile. ISBN 978-956-287-502-8. 27pp.

PRÓLOGO



Durante las últimas cuatro décadas, el cultivo del Ostión del norte ha desempeñado un papel clave en el desarrollo económico de la zona norte de Chile, especialmente en las bahías de Tongoy y, posteriormente, Caldera. Este impulso comenzó en 1985 gracias a la colaboración entre la Universidad Católica del Norte y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), a través del destacado trabajo del Dr. Shizuo Akaboshi, cuyo aporte técnico y visión sentaron las bases de esta importante actividad acuícola.

Desde sus inicios, el cultivo del Ostión del norte ha sido una herramienta fundamental para la diversificación productiva del sector pesquero, inicialmente en manos de la industria acuícola y, más adelante, adoptado con fuerza por el sector artesanal. Este proceso no estuvo exento de desafíos: El compromiso y la visión de dirigentes del ámbito pesquero artesanal fueron fundamentales, ya que supieron reconocer en el ostión una oportunidad concreta de desarrollo y sustento para sus familias.

Entre estos líderes destaca don "Leo" Carvajal junto a otros dirigentes de Tongoy, quienes lideraron la obtención de concesiones de acuicultura en la bahía. Este logro permitió al gremio artesanal administrar un espacio naturalmente único, que genera condiciones para la presencia de bancos de Ostión del norte, lo que a su vez aseguró una fuente continua de semilla a través de la captación natural.

A partir de allí, diversas iniciativas productivas comenzaron a tomar forma, reutilizando materiales descartados por la industria, muchas de estas pequeñas empresas de origen artesanal lograron establecer sus propios cultivos, desarrollándose paulatinamente hasta configurar la economía que hoy caracteriza a Tongoy. De esta manera, lo que alguna vez fue considerado residuo, se transformó en el pilar de una actividad económica de relevancia nacional. Gracias a este esfuerzo colectivo, el Ostión del norte ha logrado mantener su presencia en los hogares y restaurantes del país, incluso bajo un régimen de veda extractiva indefinida para los bancos naturales.

En este contexto, este manual de cultivo adquiere una relevancia especial, dado que no solo entrega conocimientos técnicos esenciales, sino que también representa una oportunidad concreta para impulsar nuevos proyectos donde mujeres y jóvenes, muchas veces marginados del sector pesquero artesanal, puedan participar activamente. Sin embargo, su cultivo requiere una dedicación significativa: implica labores constantes de mantención, limpieza, reflotes y desdobles, y está sujeto a variaciones ambientales que pueden afectar la mortalidad, como los niveles de oxígeno. No obstante, el Ostión del norte posee una alta demanda y un atractivo valor comercial en el mercado nacional.

Desde la perspectiva de la transferencia tecnológica, el cultivo del Ostión representa un paso adelante respecto a especies como el Piure, ya que demanda mayor inversión, manejo y compromiso. Para quienes han comenzado con el Piure, una progresión lógica es sumar el cultivo de la Ostra japonesa, de manejo similar al Ostión y luego el propio cultivo del Ostión del norte.

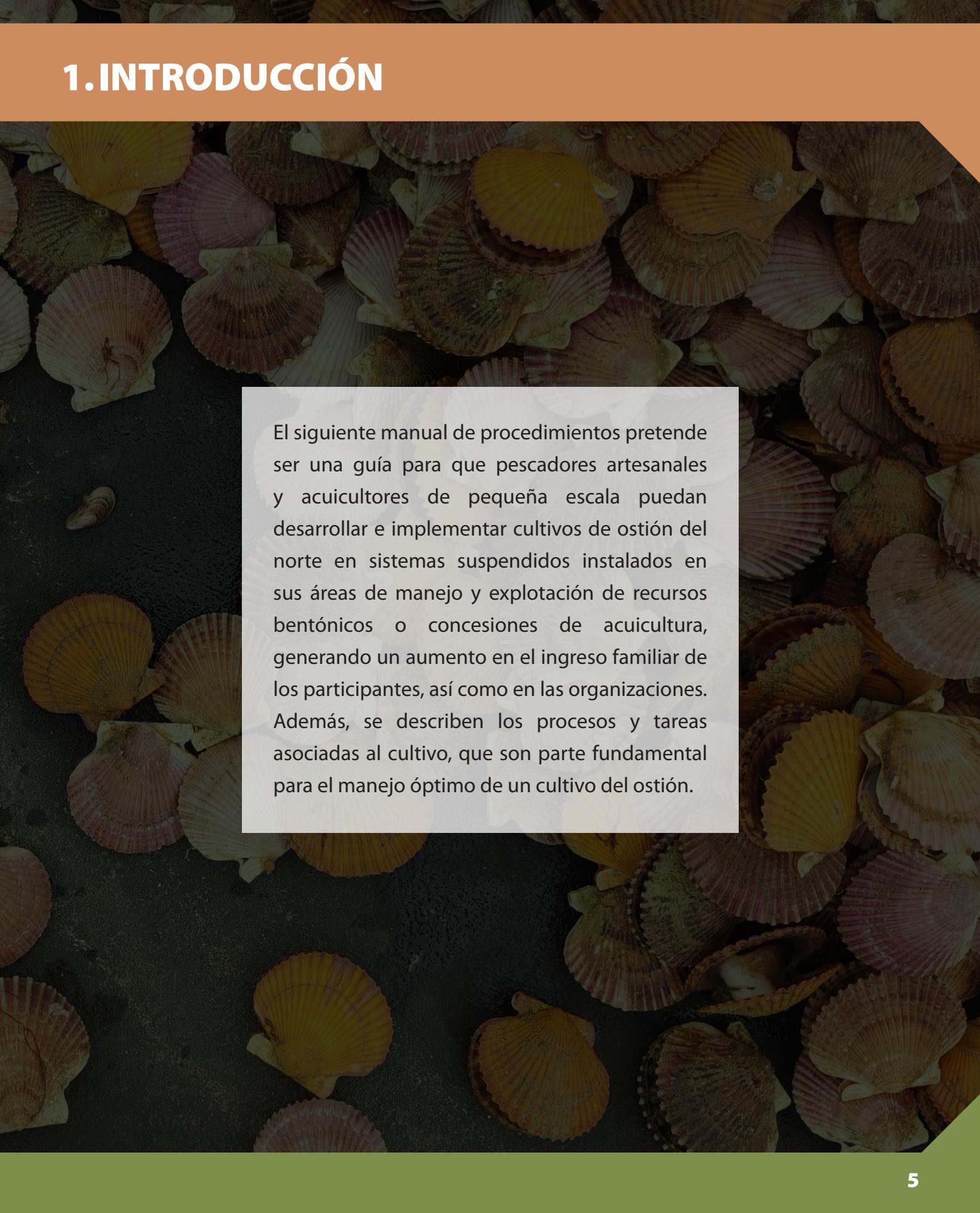
Este manual busca ser una herramienta útil para quienes deseen dar ese paso. Además de una guía técnica, es un testimonio del esfuerzo colectivo de comunidades pesqueras que han hecho del mar no solo su fuente de sustento, sino también su proyecto de vida.

Felipe Rivera Marín
Encargado de Transferencia Tecnológica
Programa de Acuicultura en Áreas de Manejo
Departamento de Acuicultura

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2. ANTECEDENTES GENERALES | 6 |
| 2.1. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS | 6 |
| 2.2. ACUICULTURA EN AMERB | 6 |
| 3. CULTIVO DE OSTIÓN DEL NORTE | 7 |
| 4. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE | 8 |
| 4.1. MORFOLOGÍA | 8 |
| 4.2. HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN | 8 |
| 4.3. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA | 8 |
| 4.4. CICLO DE VIDA | 9 |
| 5. ESTRUCTURA DE CULTIVO | 10 |
| 5.1. SISTEMA LONG-LINE | 10 |
| 5.2. SISTEMA DE FLOTACIÓN | 10 |
| 5.3. SISTEMA DE ANCLAJE | 11 |
| 5.4. SISTEMA DE CULTIVO | 12 |
| 5.5. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO | 12 |
| 6. TRASLADO DE SEMILLAS | 14 |
| 7. SIEMBRA EN EL MAR | 15 |
| 7.1. SIEMBRA DE SEMILLAS | 15 |
| 8. MANTENCIÓN DEL CULTIVO | 16 |
| 8.1. LIMPIEZA | 16 |
| 8.2. REFLOTES | 17 |
| 8.3. TENSADO DE LÍNEA | 18 |
| 9. DESDOBLE | 20 |
| 9.1. MONITOREO PRODUCTIVO | 20 |
| 9.2. PLANILLA DE MUESTREO | 22 |
| 9.3. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO | 23 |
| 9.4. DETERMINACIÓN DE SUPERVIVENCIA | 23 |
| 10. COSECHA | 24 |
| 11. BIBLIOGRAFÍA | 25 |

1. INTRODUCCIÓN

A dense, dark background filled with numerous scallop shells of various sizes and colors, including shades of yellow, orange, and pink. The shells are scattered across the entire page.

El siguiente manual de procedimientos pretende ser una guía para que pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala puedan desarrollar e implementar cultivos de ostión del norte en sistemas suspendidos instalados en sus áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos o concesiones de acuicultura, generando un aumento en el ingreso familiar de los participantes, así como en las organizaciones. Además, se describen los procesos y tareas asociadas al cultivo, que son parte fundamental para el manejo óptimo de un cultivo del ostión.

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS

Las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) representan una estrategia de manejo que implica la asignación de áreas específicas a organizaciones de pescadores artesanales legalmente establecidas, permitiéndoles administrar y explotar los recursos en conformidad con las normativas legales y reglamentarias establecidas por el Reglamento AMERB DS N°355/95, (SUBPESCA, 1995).

Enmarcadas en un contexto de sostenibilidad y regulación, las AMERBs facilitan diversas actividades, entre las cuales se incluyen:

- Actividades Extractivas con Cuotas:** Los pescadores artesanales, dentro de las AMERBs, tienen la oportunidad de realizar actividades extractivas según cuotas preestablecidas, garantizando una explotación equitativa y sostenible de los recursos bentónicos.
- Acciones de Repoblamiento:** Las AMERBs ofrecen un espacio propicio para implementar programas de repoblamiento, contribuyendo a mantener y restablecer poblaciones de especies clave, fortaleciendo así la biodiversidad marina.
- Instalación de Colectores:** La implementación de colectores de semilla en las AMERBs es una práctica que puede mejorar la captura de larvas y contribuir al desarrollo de estrategias para el manejo sostenible de las poblaciones bentónicas de interés comercial.
- Instalación de Arrecifes Artificiales:** La creación de arrecifes artificiales dentro de las AMERBs proporciona hábitats adicionales para diversas especies marinas, fomentando la biodiversidad y la recuperación de ecosistemas marinos.

- Actividades de Acuicultura:** Según el Decreto Supremo N° 96/15 (SUBPESCA, 2015), las AMERBs también permiten la realización de actividades de acuicultura, promoviendo la diversificación económica y sostenible de las comunidades pesqueras artesanales.

Este enfoque integral busca armonizar la actividad pesquera con la conservación de los recursos marinos, garantizando a su vez la participación activa y responsable de las comunidades pesqueras. Las AMERBs, como instrumento de manejo, se erigen como un modelo que equilibra la explotación de los recursos con la conservación a largo plazo de los ecosistemas marinos.

2.2. ACUICULTURA EN AMERB

En el año 2015, se estableció el reglamento de acuicultura en áreas de manejo (D.S. N°96/15), que define la superficie máxima para llevar a cabo actividades acuícolas, especifica las especies hidrobiológicas aptas para la acuicultura en áreas de manejo, regula el cultivo experimental y modifica el procedimiento de autorización para agilizar el trámite.

Desde la implementación de este reglamento, las organizaciones de pescadores artesanales han venido probando e implementando diversas tecnologías de cultivo acuícola en sus áreas de manejo como parte de un esfuerzo por diversificar su matriz productiva.

El propósito de este manual es proporcionar una guía clara sobre los indicadores productivos y la metodología necesaria para realizar un seguimiento efectivo del cultivo de ostión del norte en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).

3. CULTIVO DE OSTIÓN DEL NORTE



El Ostión del norte, *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), es un recurso de gran interés comercial. Inicialmente, su producción se basaba en la extracción de bancos naturales por parte de buzos mariscadores. Sin embargo, la sobreexplotación del recurso llevó a las autoridades a implementar medidas de manejo, incluyendo la declaración de una veda indefinida. Este contexto incentivó el desarrollo del cultivo comercial del ostión en 1986 (SUBPESCA, 2002; 2013).

Este molusco es especialmente valorado por el tamaño y calidad de su músculo aductor, conocido como “callo”, que se consume principalmente en presentaciones fresco-refrigerado o congelado.

Actualmente, su cultivo se lleva a cabo de manera intensiva en ecosistemas marinos asociados a áreas de manejo y principalmente en concesiones acuícolas de las regiones de Atacama y Coquimbo (III y IV regiones). Una parte del proceso puede realizarse en tierra, especialmente durante las etapas iniciales de

cultivo larval y producción de semillas en hatchery (SUBPESCA, 2009). Alternativamente, esta etapa puede sustituirse por la captación natural de semillas, mediante la instalación de colectores en períodos específicos entre el desove y la fijación larval, logrando obtener semillas de entre 8 y 10 mm.

En el medio marino, el cultivo se realiza principalmente mediante sistemas tipo “long-line”, a los que se incorporan unidades productivas de forma cilíndrica (internas) o piramidal (*pearl nets*). Estas estructuras se organizan en pisos y su uso varía según la etapa de desarrollo del Ostión: los *pearl nets* se emplean en fases tempranas de crecimiento, mientras que las internas son utilizadas cuando los ostiones alcanzan mayores tamaños. La producción de semillas puede realizarse a través de captación natural, predominantemente durante el verano, o mediante fecundaciones controladas en hatchery, disponibles durante casi todo el año.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

4.1. MORFOLOGÍA

El Ostión del Norte posee concha en forma de abanico, con ambas valvas convexas y la izquierda ligeramente más que la derecha. Las orejas son desiguales, la anterior más grande (Fig. 1). La oreja anterior de la valva derecha presenta una muesca bisal. La escultura de la concha se caracteriza por presentar entre 24 y 26 costillas radiales uniformes (Guzmán *et al.*, 1998). En los organismos adultos se observan laminillas finas de crecimiento. La coloración externa varía del rosado a púrpura oscuro, incluyendo el color anaranjado (Zúñiga, 2002). El interior de la concha es lisa brillante, la línea paleal es simple. La impresión del músculo aductor es notoria, grande, central. La concha alcanza una talla de hasta 17 cm de diámetro en su adultez (Osorio, 2002).



Figura 1. Vista externa e interna del Ostión del Norte. (*Argopecten purpuratus*)

4.2. HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN

El Ostión del Norte, *Argopecten purpuratus*, es un Bivalvo, de la familia Pectinidae, distribuido a lo largo de las costas del Pacífico de Perú y del Norte de Chile, entre Paita (5° LS) y Valparaíso (33° LS) (Fig. 2) (Boré & Martínez, 1980). Antiguos bancos han sido encontrados más al sur, hasta la Bahía de San Vicente,

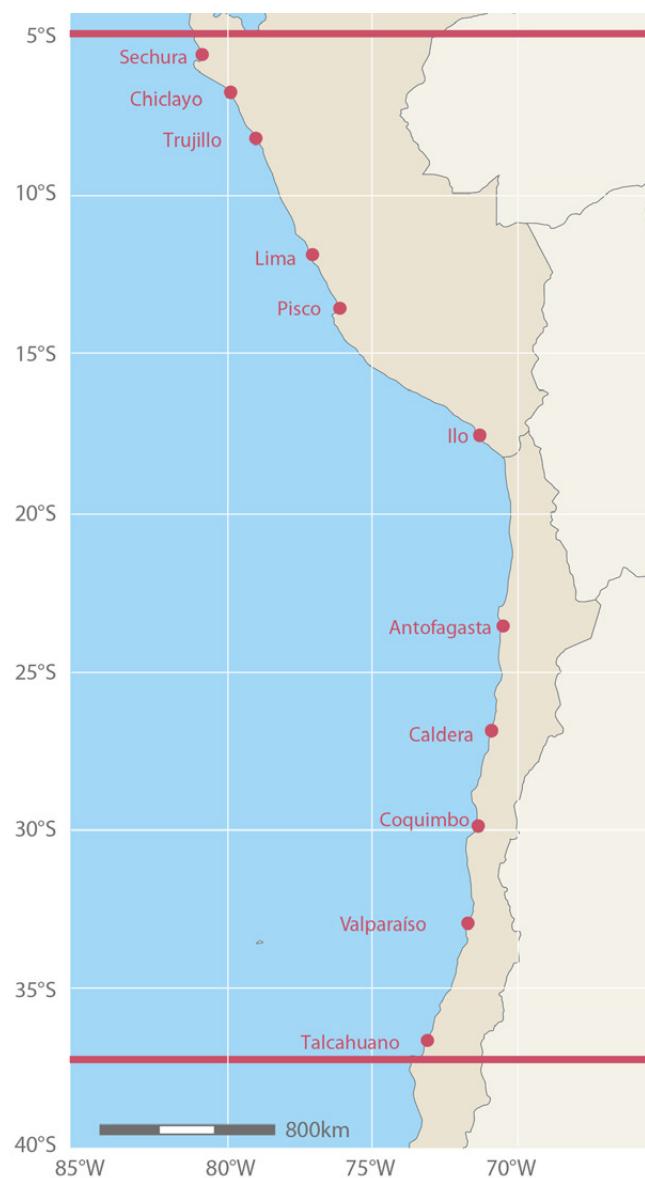


Figura 2. Mapa de distribución del Ostión del Norte.

Talcahuano, Chile (37° LS) (Wolff & Mendo, 2000). Vive en el submareal a profundidades de entre 5 y 30 metros, en fondos de arena y fango (Miranda *et al.*, 1968). El ambiente apropiado es un sustrato de grano medio a grueso, corrientes débiles, aguas ricas en oxígeno, sin contaminación, con temperaturas entre 12° y 25° C y salinidades entre 33 y 35 %o (Ávila *et al.*, 1994). Los ostiones son organismos filtradores, se alimentan de plancton y detritus suspendidos en la columna de agua. Los adultos viven agrupados formando bancos sobre fondos arenosos en ambientes semi protegidos.

4.3. CICLO DE VIDA

Esta especie es un hermafrodita simultáneo, es decir, ambos sexos están presentes en un solo individuo y maduran sexualmente al mismo tiempo. La fracción de gónada masculina es de color blanco cremoso, con

abundantes venas pequeñas, ramificadas, mientras que la fracción de gónada femenina es de color naranja o rojo brillante, con una fecundidad potencial promedio de 27 millones de ovocitos en reproductores de entre 95 a 105 mm (Avendaño *et al.*, 2001). Los gametos se liberan al medio mediante el desove, donde se realiza fecundación externa. Se ha constatado liberación de gametos durante todo el año. El desarrollo larval se inicia con una larva trocófora que vive 24 Hrs; que se transforma en una larva veliger (o larva D) formando parte del plancton por 20 o 30 días, terminando como una larva pediveliger, que al alcanzar un tamaño de 220-250 micrones, sufre una metamorfosis, iniciando su vida bentónica fijándose mediante un biso a una superficie dura. Después se desprende para vivir sobre los fondos arenosos. La primera madurez sexual ocurre durante el primer año de vida cuando el individuo alcanza una talla de 35 mm de longitud (Fig. 3).

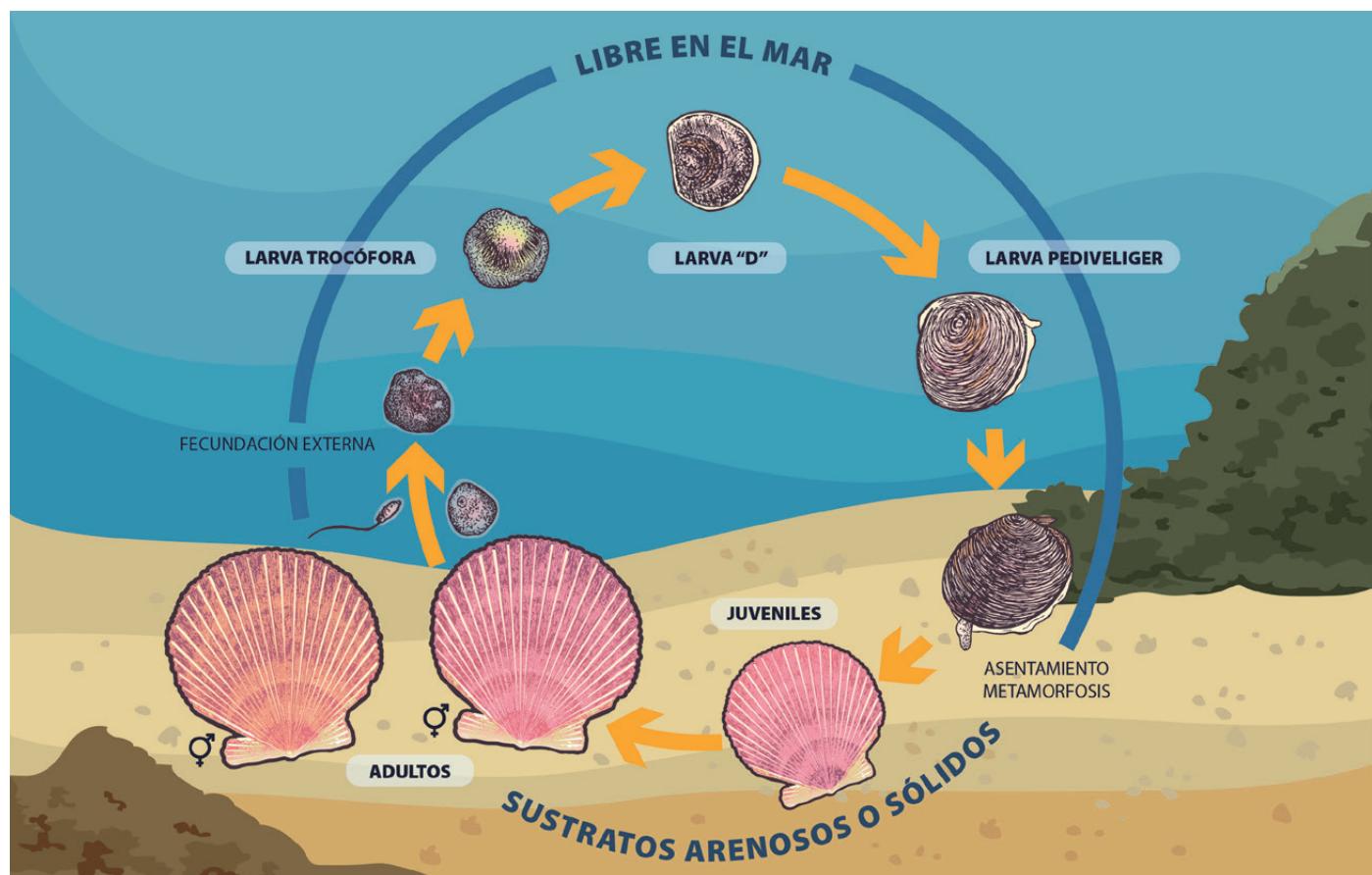


Figura. 3. Ciclo de vida de *Argopecten purpuratus* (modificado de Osorio, 2002)

5. ESTRUCTURA DE CULTIVO

5.1. SISTEMA LONG-LINE

La tecnología usada considera la instalación de un sistema suspendido, el cual entrega un soporte adecuado, y permite una libre circulación del agua, facilitando las condiciones óptimas de cultivo para favorecer el crecimiento y alimentación.

El método utilizado para el cultivo del ostión del norte son las linternas de cultivo instaladas en sistemas *Long-line*.

5.2. SISTEMA DE FLOTACIÓN

El sistema de flotación que sustenta verticalmente al sistema *Long-line*, puede ser superficial o subsuperficial (Fig. 4). Cuando se utiliza un sistema subsuperficial debe ser señalizado con boyas superficiales, las ventajas de usar este sistema es que al estar colocados directamente en la línea madre reducen la transmisión del movimiento de la superficie (oscilaciones en el agua generadas por el viento, corrientes y oleaje) a la línea madre. En la actualidad es posible encontrar en el mercado una gran variedad de boyas,

las que van desde altos costos hasta las más económicas. Dentro de esta variedad destacan:

Boyas de polietileno expandido: Este tipo de boyas es de muy bajo costo y de baja durabilidad ya que están expuestas directamente al medio. Son fuertemente afectadas por la radiación solar y después de un tiempo se llenan de agua, lo que hace que su flotabilidad se torne negativa y pierdan su funcionalidad. Solo se recomienda usar este tipo de boyas como un sistema de demarcación para *long-line*. Jamás se deben utilizar para dar flotabilidad a la línea madre.

Boyas plásticas: Este tipo de boyas esféricas son de un alto costo, pero son de alta durabilidad y resistencia a las altas presiones. Son ideales para ser usadas o instaladas a lo largo de la línea madre.

Boyas de polipropileno: Este tipo de boyas son de un costo mayor que las boyas plásticas, pero su particularidad es que pueden ser reparadas e infladas fácilmente, lo que les da una vida útil mucho mayor que cualquier otro tipo de boyas (5 a 6 años). Son ideales para ser usadas en *Long-line* dobles, ubicados en la superficie.

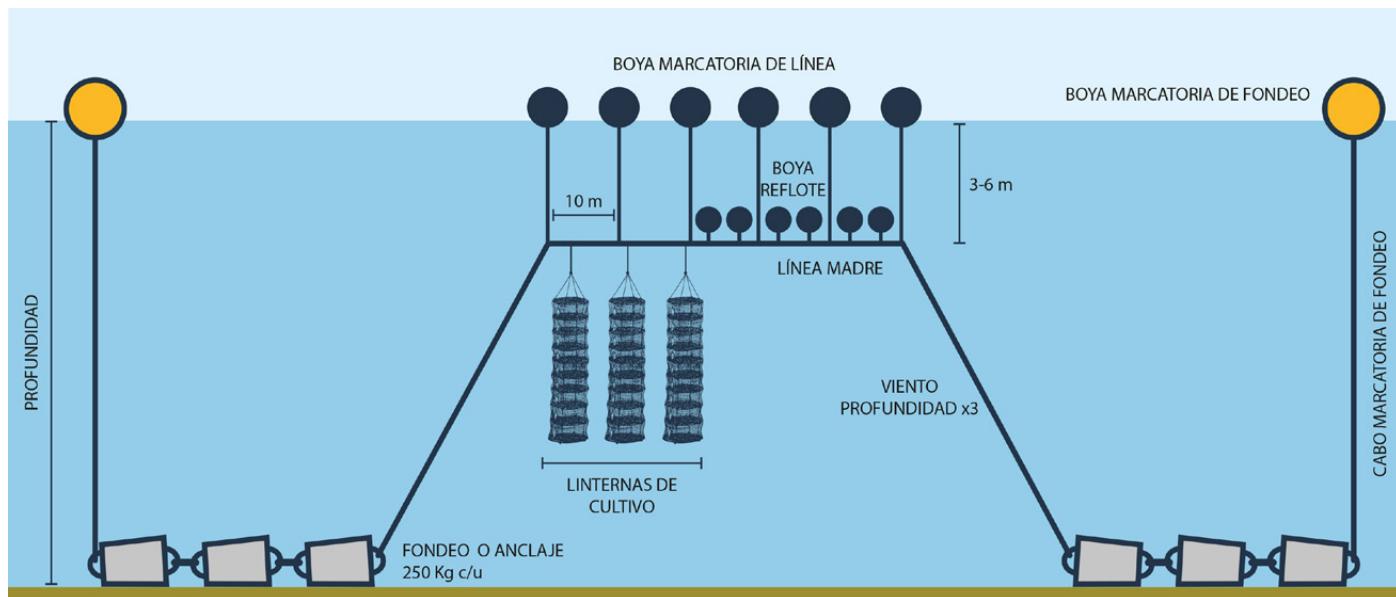


Figura 4. Sistema de cultivo *Long-line* con sus respectivos componentes.

5.3. SISTEMA DE ANCLAJE

Existen tres fuerzas: olas, corrientes y vientos, que actúan sobre el *Long-line*. Estas fuerzas también actúan sobre las embarcaciones de trabajo, y si ella está en maniobras de inspección de la línea, entonces las fuerzas serán transmitidas a la línea madre, a la línea de fondeo y por último al sistema de fondeo (Bonardelli, 1996). Por lo tanto, el sistema de fondeos deberá ser suficientemente grande para resistir la peor combinación posible de estas fuerzas, sin desplazarse o colapsar (Ostergaard & Schellin, 1995).

Fondeo tipo anclas: Este tipo de fondeos son recomendados para la instalación de líneas colectoras ubicados en fondos blandos. Una de las ventajas de este tipo de muerto es que son fáciles de instalar, de remover y trasladar cuando no están en uso. Son ideales para *long-line* de captación de larvas, pues se pueden mover fácilmente a otro lugar de fijación. Dentro de las desventajas que presentan este tipo de anclajes, es que al ser de metal están siendo afectados constantemente por la corrosión, la que les da una duración limitada, esto sumado a la desventaja de su alto costo.

Fondeo de concreto: Este tipo de fondeos son muy recomendados para líneas fijas como las usadas para engorde, debido a que una vez instalados se entierran en el fondo marino. El costo de fabricación es bajo, son de alta durabilidad y se pueden instalar en cualquier tipo de fondo marino (Fig. 5). Dentro de los fondeos de concreto existen una gran variedad de formas (piramidales truncadas, rectangulares, cuadradas) siendo el más usado y recomendado el de forma de pirámide. Este tipo de fondeo presenta ciertas características que lo hacen ideal para la instalación de un *Long-line*:

- A) Su terminación más fina (lado más pequeño), permite maniobrar y movilizar el fondeo bajo el agua para ubicarlo correctamente.
- B) Su porción más grande permite resistir la fuerza ejercida por la línea de cultivo, tendiendo a enterrarse en el fondo marino y mantener estable la línea de cultivo.
- C) Al ser una tecnología de baja complejidad, es posible realizar su fabricación dentro de las mismas caletas, sobre todo si los accesos a estas presentan dificultad para realizar su traslado en camiones.



Figura 5. Confección de sistemas de fondeo, donde se muestran los moldes para la estructura (A), confección de armazón para soporte interno del fondeo (B), armazón más orejas para atar los fondeos a la línea madre y al tren de fondeos (C) y fondeo al término de la confección (D).

5.4. SISTEMA DE CULTIVO

Para el cultivo del Ostión del norte, el sistema de cultivo que se utiliza es la linterna, la cual consiste en una estructura de forma cilíndrica, compuesta por piezas circulares de alambre plastificado. Cada pieza circular, tiene 50 cm de diámetro y se encuentran separadas verticalmente a 20 cm. Cada linterna se compone de 10 circunferencias de 50 cm de diámetro, atadas entre sí a través de 4 cordeles. Estas congregaciones de piezas circulares están cubiertas por malla plástica que puede ir desde los 2,5 mm hasta los 15 mm de apertura de maya (Fig. 6)

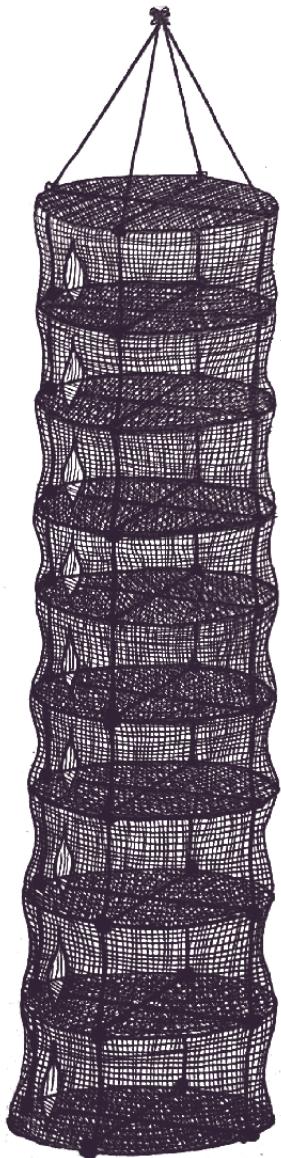


Figura 6. Linterna, estructura de cultivo utilizada para el confinamiento de Ostión del Norte

5.5. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO

Entre los equipos y maquinarias complementarios para el cultivo del Ostión del Norte podemos mencionar embarcaciones de fondo plano adaptadas para faenas de cultivo, motores fuera de borda, winche, roletes, arañas, burro o pescante, balanzas (Fig. 7).

► **Embarcación equipada con motor:** Es necesario contar con una embarcación de grandes dimensiones, con la cual se pueda instalar los fondeos que darán soporte a los long line, y realizar las actividades propias del cultivo, sean estas, siembras y cosechas de los sistemas de cultivo. Con las embarcaciones que normalmente poseen los pescadores artesanales, no es posible realizar estos manejos. Es importante que esta embarcación esté equipada con todo lo necesario para realizar las maniobras y que su característica principal sea de fondo plano, sin bancos, lo que permite realizar maniobras sobre la embarcación.

► **Winche embarcación:** Los winches son de mucha utilidad cuando hay que realizar trabajos en las líneas de cultivo. Con la fuerza que entregan y trabajando en conjunto al burro o pescante, permite acercar las líneas hasta depositarlas sobre los roletes. Esta acción disminuye los sobreesfuerzos de los operarios sobre la embarcación.

► **Roletes:** Estructuras metálicas similares a poleas, que permiten montar las líneas de cultivo en la borda del bote y desplazarse por toda la línea madre.

► **Araña:** Se utiliza para atrapar la línea madre de cultivo que se encuentra bajo el agua. Con la ayuda del winche se logra subir a la superficie el long line, como se explicó anteriormente.

► **Burro o pescante:** Estructura de acero utilizada en las maniobras de cosecha y muestreos de long line. Trabajan en conjunto con el winche para subir las líneas a la superficie.

► **Herramientas e implementos:** Es necesario contar con un ítem herramientas e implementos, en el cual se consideran cuchillos, tijeras, chinguilos y los materiales de trabajo (botas de agua, trajes de agua,

gorros, bloqueadores solares, guantes, bolsas plásticas para empaque, recipientes, etc.). Todos necesarios para el óptimo funcionamiento del cultivo.

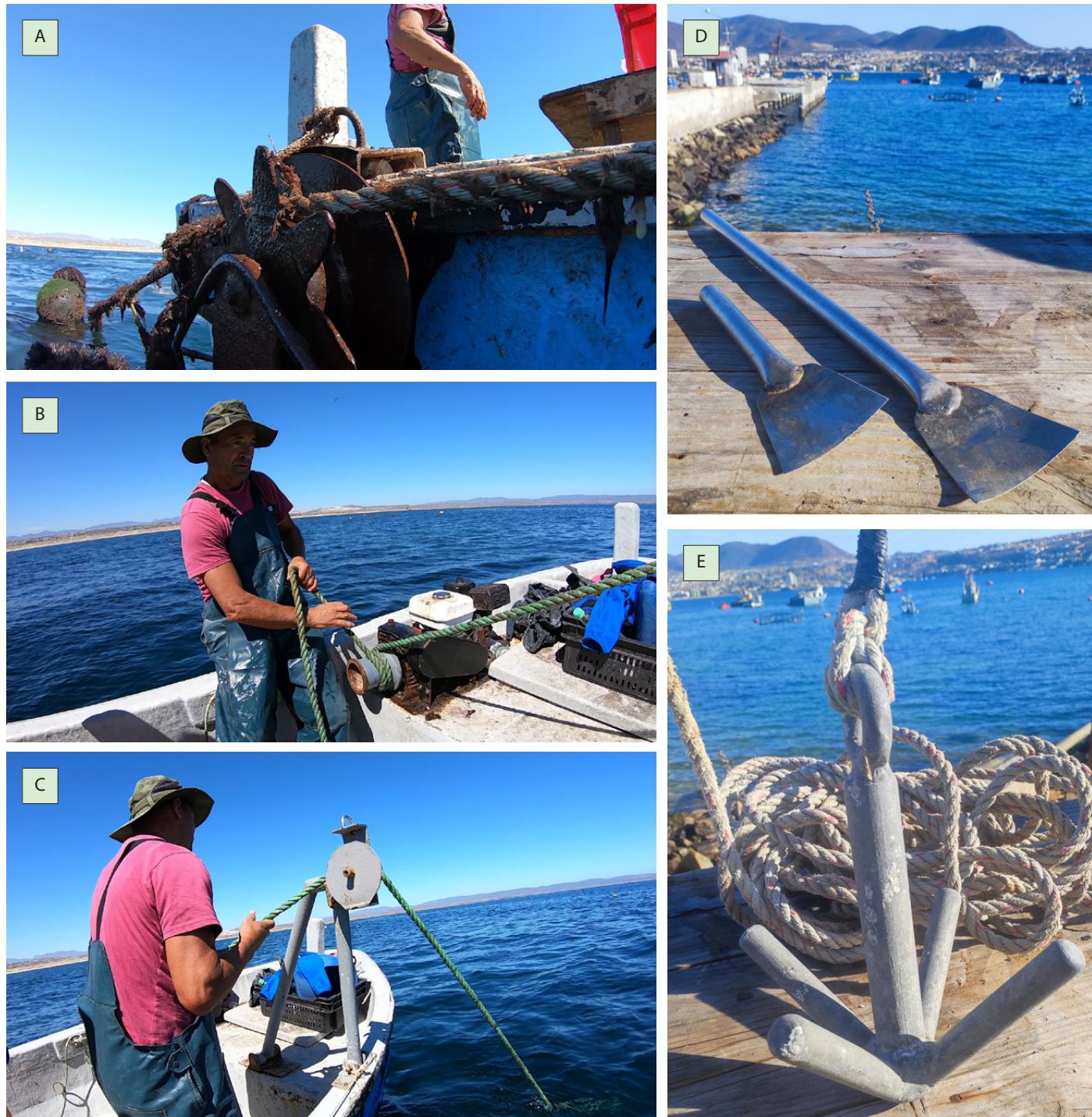


Figura 7. Equipamiento necesario para las tareas del cultivo donde se muestran (A) Rolete sosteniendo línea madre, (B) Winche, (C) Burro o pescante, (D) Espártulas para limpiado de boyas y (E) Araña galvanizada.

6. TRASLADO DE SEMILLAS

Las condiciones de traslado son críticas en el proceso de iniciar un cultivo de Ostión del Norte, ya que de ellas depende que las semillas lleguen con vida y en buen estado al lugar donde serán sembradas (Fig. 8). El transporte de semillas de Ostión del Norte debe realizarse en condiciones de semi-seco, ya que, en condiciones con agua, las semillas consumirán el oxígeno presente en el agua, lo cual, puede provocar un ambiente anóxico y con ello altas mortalidades. Algunas consideraciones para el traslado son:

► **Contenedor adecuado:** Se deben elegir contenedores que sean seguros, duraderos y que proporcionen un ambiente adecuado para las semillas. A menudo se utilizan coolers plásticos o cajas de poliestireno. Es fundamental que estos contenedores estén limpios y esterilizados para evitar la propagación de enfermedades o la contaminación de las semillas.



► **Mantenimiento de la Temperatura y el Oxígeno:** Dependiendo de la distancia y la duración del transporte, se deben tomar medidas para mantener la temperatura y el oxígeno disponible, una alternativa para viajes que no superan las 3 horas de traslado es el uso de esponjas húmedas al interior del contenedor con el fin de mantener una alta humedad, baja temperatura y evitar la desecación por contacto con el aire. Para transportes que requieran un tiempo mayor de traslado se recomienda utilizar estanques de agua equipados con aireadores.

► **Protección contra daños:** Es esencial asegurarse de que las semillas no estén expuestas a impactos bruscos o movimientos excesivos



Figura 8. Traslado de semillas de Ostión del Norte (A) Semillas de Ostión del norte de 10 a 20 mm, (B) contenedores tipo cooler, (C) Recepción de semillas al lugar de cultivo

7. SIEMBRA EN EL MAR

7.1. SIEMBRA DE SEMILLAS

Una vez realizado el traslado y arribado a la caleta objetivo, se procede a realizar la siembra de semillas en las linternas de cultivo (Fig. 9). Para el caso de Ostión del Norte y Ostra japonesa, se recomienda sembrar cada piso de la linterna con una cantidad de semillas que cubran como máximo el 25% de la superficie disponible en cada piso. El número de semillas por piso dependerá del tamaño de la semilla y el diámetro de la linterna.



Figura 9. Siembra de semillas de Ostión del Norte (A), Jarrones graduados utilizados para la siembra (B) medida de semillas por piso utilizando un jarrón graduado (C) llenado de linternas con semillas.

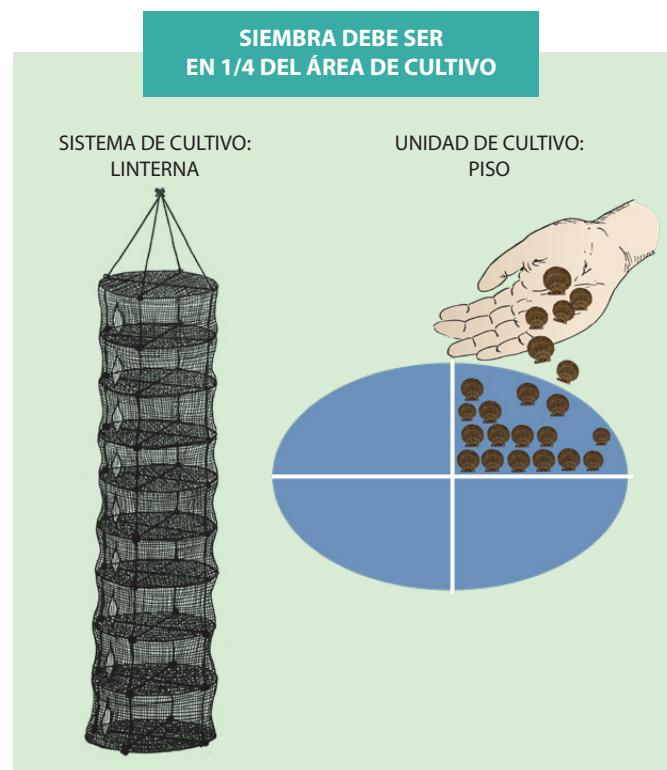
Ejemplo:

El cálculo de semillas de Ostión para sembrar dentro de una linterna de cultivo se considera que tanto las semillas como el piso de la linterna son circulares.

El área de cada semilla se basa en su diámetro promedio, mientras que el área del piso de la linterna es la que se utilizará. Sin embargo, solo se debe sembrar el 25% del área del sistema de cultivo para dejar espacio de crecimiento de los organismos.

Para saber cuántas semillas caben, se divide el área sembrable entre el área de una semilla o, también, estimar que lo depositado dentro del sistema de cultivo ocupa sólo $\frac{1}{4}$ del piso.

Luego, se eligen recipientes adecuados para contener la cantidad calculada de semillas por piso. Entre las opciones están botellas cortadas, maceteros o jarrones graduados. Si las semillas caben en un recipiente lleno al ras, esta medida se utiliza para simplificar la siembra y garantizar uniformidad.



8. MANTENCIÓN DEL CULTIVO

Para mantener los sistemas de cultivo en las condiciones óptimas para su crecimiento, cautelar el estado biológico de los ostiones en cultivo y evitar pérdidas de material de cultivo y biológico, es necesario llevar a cabo tareas de mantenimiento periódicas, las cuales se detallan a continuación. La falta de mantenimiento de los sistemas de cultivo puede provocar grandes pérdidas económicas que pueden afectar la rentabilidad de este. Es necesario contar con equipamiento y maquinaria especial para desarrollar estas tareas y disponer de tiempo para llevar a cabo un programa de mantenimiento a los sistemas de cultivo. Mientras más efectivas sean las actividades de mantenimiento, menor serán los costos económicos y tiempo que se destine a esta actividad (Fig. 10).

Para las actividades de mantenimiento es necesario contar con una embarcación, un buzo, herramientas que ayudaran en la faena como roletes, huinche y personal de apoyo. Esta actividad involucra trabajos de: Limpieza de líneas, boyas y sistemas de cultivo, reflote líneas de cultivo y tensado de líneas.



Figura 10. Operaciones de mantenimiento del cultivo.

8.1. LIMPIEZA

Se deben considerar realizar limpiezas de la línea madre en un periodo de entre 1 y 2 meses, para lo cual es necesario recorrer la línea de cultivo completa ya sea mediante el uso

de roletes en una embarcación, estructura que permite montar las líneas sobre la borda del bote y facilita poder recorrer la línea para la revisión y siembra de los sistemas. Otra alternativa para la limpieza de líneas es mediante buzos, que realizan trabajos submarinos (Fig. 11).

La idea central de realizar las limpiezas es, por un lado, poder contar con la línea madre libre y accesible a la instalación de sistemas de cultivo, así como también poder tener acceso a los sistemas ya instalados, evitando que el cable que une a los sistemas de cultivo con la línea madre se cubran de biofouling (organismos incrustantes), impidiendo el manejo y acceso a estos sistemas, en casos de que, si requieren ser reubicados, monitoreados o bien, cosechados.

El número y grupos taxonómicos de individuos incrustantes en las líneas de cultivo son amplios y pueden variar según la localidad, la estacionalidad y las variables biofísicas propias de cada zona de cultivo, por lo general, los grupos más fáciles de eliminar corresponden organismos blandos como algas, briozos y urocordados como *Ciona intestinalis* (Piure blanquecino), otros medianamente complejos de eliminar como, mitílidos, otros individuos de Piure, mientras que los que implican mayor esfuerzo corresponden principalmente a Picorocos, Huiros de gran tamaño y Piure en estado juvenil a adulto, que corresponden a organismos con una estructura corporal más rígida, lo cual implica mayor esfuerzo de trabajo para eliminarlas de la línea madre. Otra porción importante de las líneas madre que debe ser limpiada corresponde a los vientos de las líneas, esta labor debe ser abordada directamente por buzos, ya que corresponde a secciones hundidas de la línea madre inaccesibles para el trabajo en los botes, es importante evitar una acumulación grande de incrustantes en estas zonas, para cautelar el correcto funcionamiento de las líneas evitando que estas se hundan por el peso que generan estos organismos.

La limpieza de boyas, en tanto, se debe realizar en forma manual mediante el uso de espátulas. Es importante realizar

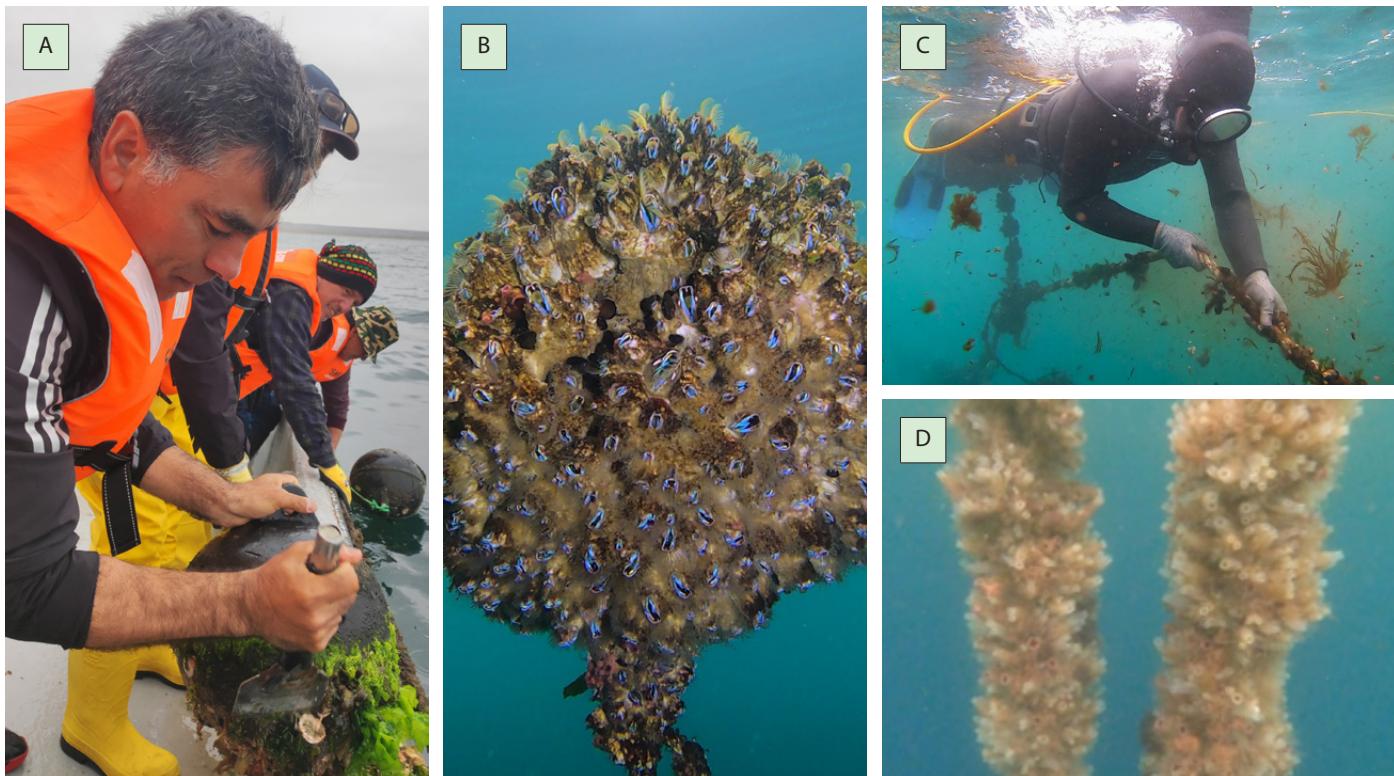


Figura 11. Faenas de limpieza en cultivos donde se muestra, (A) Limpieza de boyas con espátulas, (B) Boya con falta de mantención cubierta por “Picorocos”, (C) Limpieza manual de línea madre mediante buzos y (D) Colectores de Piure cubiertos con *Ciona intestinalis*.

esta actividad con la cual se recuperan una serie de boyas que pueden volver a utilizarse en el cultivo. Cuando están en la línea de cultivo, estas comienzan a adquirir peso producto de las incrustaciones, llegando a presentar una boyantes negativa, momento en el cual es imprescindible cambiarlas por boyas limpias o limpiarlas in situ de manera completa.

8.2. REFLOTES

A medida que los sistemas de cultivo adquieren mayor peso, producto de su engorda, es necesario realizar tareas de refloate de líneas (Fig. 12). Esto por un lado para evitar que la línea madre se hunda a zonas más profundas, lo que dificulta tanto el trabajo, como la pérdida de material producto del roce de las estructuras de cultivo con el fondo marino, así como también mantener las estructuras en una profundidad óptima para la captación de alimento y oxígeno por parte de los ostiones, para su correcta mantención, engorda y desarrollo.

Para realizar estas tareas, es necesario como primer paso realizar una inspección visual de la línea, en distintos tramos y debido a que no todos los sistemas engordan a un ritmo similar, puede haber zonas más hundidas que otras, así como otras porciones que puedan estar a una profundidad óptima.

La postura de boyas de refloate debe ser realizada idealmente mediante el uso de Roletes, lo que confiere menor esfuerzo que el trabajo realizado mediante buzos. Sin embargo, si la línea de cultivo se encuentra muy hundida producto de la falta de mantención y de mayor peso, se requiere en estos casos de buzos que puedan atar globos de refloate a las líneas, las cuales se inflan con aire y permiten que las líneas vuelvan a la superficie, una vez que la línea recupera la flotabilidad por ayuda de los globos, se puede realizar de manera más eficiente el boyado, los globos son recuperados una vez finaliza la instalación de boyas.

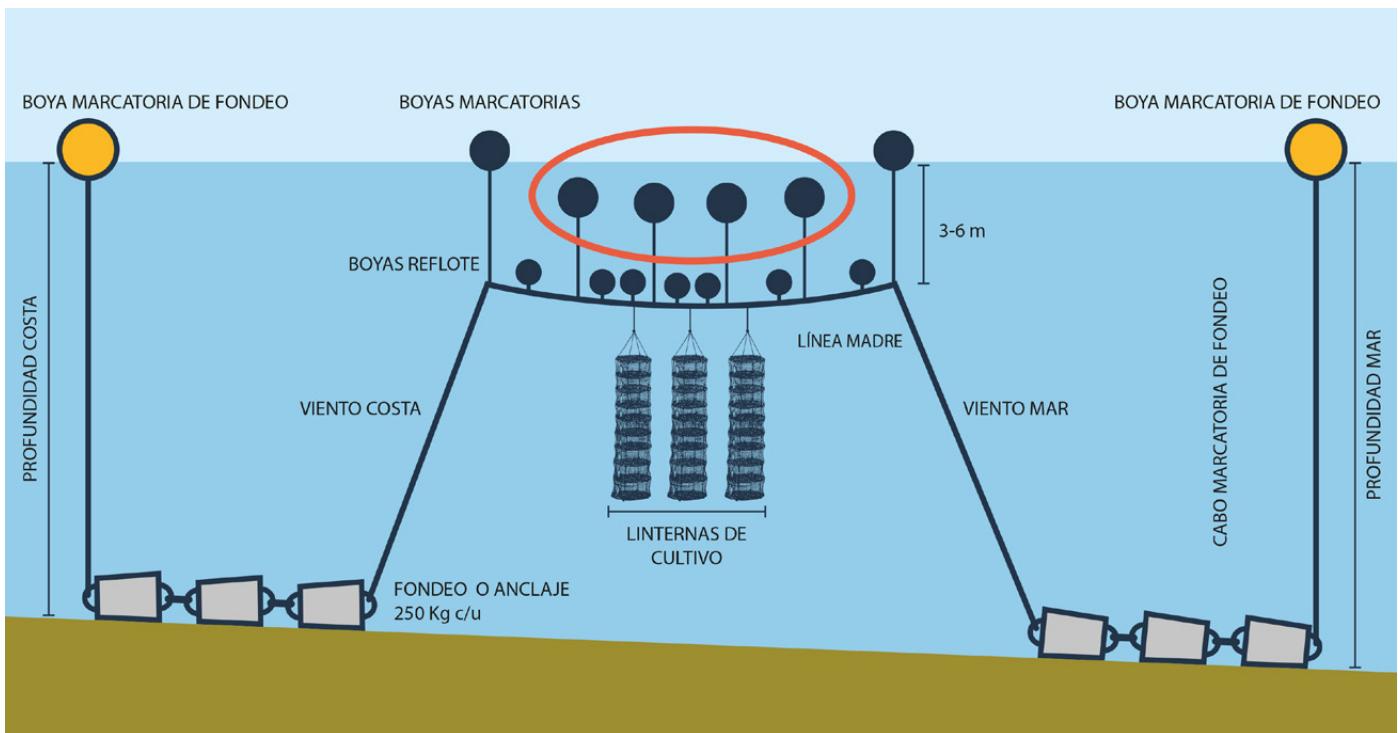


Figura 12. Línea madre destensada, que muestra el hundimiento de boyas demarcatorias y una curvatura sobre la línea madre.

8.3. TENSADO DE LÍNEA

Cuando se realiza la instalación del *long-line* es necesario realizar una operación denominada “tensado de línea”, lo que tiene como objetivo, por un lado, el ordenamiento del tren de fondeos para su correcto funcionamiento, además, de dejar la línea en forma recta, eliminando la curvatura que generalmente presentan las líneas al ser instaladas. Una línea de cultivo destensa genera dificultades para realizar el trabajo, además, de aumentar la probabilidad de enredos entre los componentes de la línea madre y la pérdida de material por hundimiento de la línea, generado por el mal funcionamiento de las boyas en falta de tensión.

Esta operación consiste en tomar la boyas demarcatorias de fondeo de mar, amarrarla a una embarcación y comenzar a tirar hasta que la primera y última boyas demarcatorias comiencen a sumergirse, siendo en este punto cuando la línea queda tensa (Fig. 13). La embarcación debe contar con un motor de 50 HP como mínimo para realizar esta operación

y debe ser empleado el uso de globos de refloote a nivel de cada fondeo (Fig. 14), en los casos que sea necesario, lo que se requiere por lo general zonas más rocosas que impiden el desplazamiento de los fondeos por atasco, o bien cuando la capacidad de los motores es menor a lo sugerido.

En el caso de utilizar globos, estos deben ser instalados por los buzos, en cada uno de los fondeos y utilizar una salida externa de aire (distinta a la que está utilizando el buzo), para inflar los globos bajo el agua, una vez que es posible para el buzo poder mover el fondeo sobre el fondo es cuando el globo tiene el suficiente aire para operar, se debe evitar sobrellevar los globos de aire, lo que puede ocasionar que los fondeos adquieran mucha flotabilidad, pudiendo llegar hasta la superficie en casos extremos y lo que confiere, por un lado, dificultades para realizar la maniobra, además de ser un peligro tanto para los buzos como para los demás operadores. Una vez dispuestos y llenados los globos se procede a jalar con los botes, completando la maniobra descrita anteriormente.

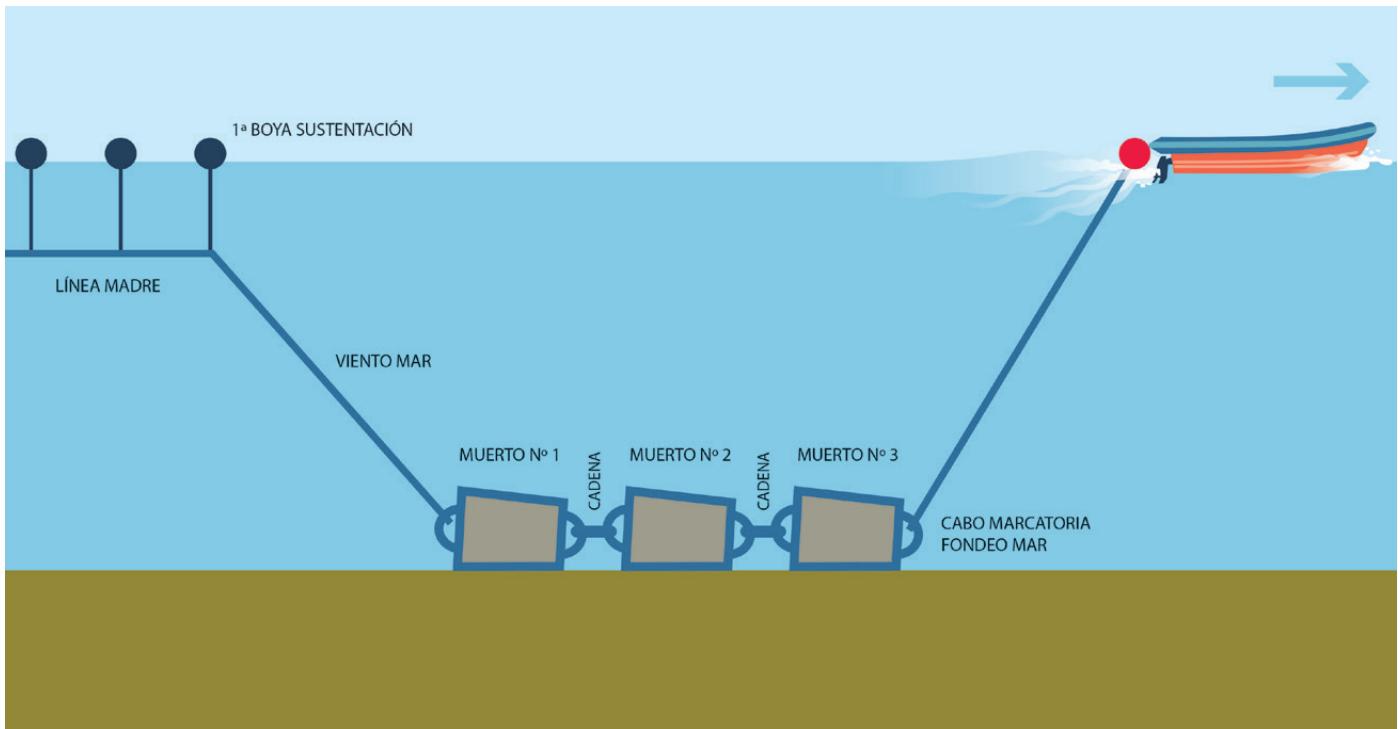


Figura 13. Esquema de maniobra de tensado de línea madre.



Figura 14. Detalle de maniobra de tensado empleando globos de reflote.

9. DESDOBLE

El desdoble es una operación crucial en el cultivo del ostión del norte. Esta técnica consiste en reducir el número de individuos por piso de linterna, proporcionando más espacio a medida que crecen (Fig. 15). Realizar desdobles periódicamente disminuye la mortalidad causada por el “clapeo” entre ostiones y fomenta su crecimiento al ofrecer un ambiente limpio y libre de fouling.

Además, los desdobles ayudan a mantener las linternas de cultivo en buen estado, evitando su desgaste y rotura debido a la fijación de fouling y el aumento de peso. Este proceso también permite tamizar y clasificar los ostiones por tamaño, asegurando un manejo más eficiente y productivo del cultivo.

El tamizado puede realizarse de forma mecánica, con tamizadores especializados para el cultivo, o de forma manual, utilizando bandejas perforadas con diferentes diámetros. Los diámetros más utilizados en tamices son 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm y 60 mm.

Una vez tamizados los ostiones vuelven a ser sembrados utilizando una proporción de individuos por volumen, al igual que en la siembra. Tamizar los ostiones permite establecer tallas, cuantificar organismos y calcular las mortalidades.

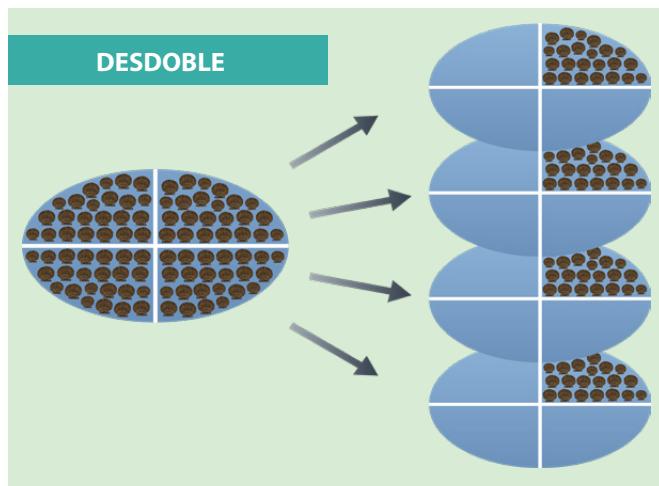


Figura 15. Proporción de llenado de una linterna.

9.1. MONITOREO PRODUCTIVO

Para poder contar con una medida productiva del cultivo es necesario realizar un monitoreo que considere el número de organismos en cultivo y sus respectivas tallas, esto puede ser medido mediante la clasificación de tallas resultante del tamizado y el número de linternas e individuos por piso al momento de la siembra o desdoble (Fig. 16). Estas mediciones se pueden complementar con el uso de fotografías con tamaños referenciales y el análisis de tallas mediante softwares de análisis de imágenes.

Para llevar a cabo las tareas de monitoreo es necesario contar con materiales para la medición de cada parámetro de interés, además de una planilla para la toma de datos, a continuación, se describe cada material requerido y su función:

- **Hoja milimetrada:** Utilizada para realizar un registro rápido de tallas cuando los organismos son menores a 5 cm
- **Huincha de medir:** utilizada para medir largo y diámetro de los organismos en cultivo cuando son mayores a 5 cm. También se puede utilizar como referencia de medida si se realiza una fotografía de registro para su posterior análisis
- **Tamices:** utilizados para clasificar por tallas a los organismos en cultivo
- **Jarros graduados:** utilizados para realizar la siembra y desdoble de los organismos utilizando una relación de individuos por volumen

Para realizar el monitoreo productivo en el cultivo del Ostión del Norte, este se debe realizar posterior al tamizado, al momento de la siembra o resiembra utilizando medidas volumétricas.

Para conocer la cantidad de individuos en cultivo, lo que se hace es tomar una muestra volumétrica al azar al momento de llenado de las linternas, esta muestra se contabiliza y registra repetidas veces para posteriormente calcular un promedio de individuos por piso de linterna. Entre más veces sea tomada la muestra mayor precisión se obtendrá en el monitoreo, se recomienda realizar al menos 5 muestras por talla.

Finalmente, para conocer cuántos organismos se tienen en cultivo se debe multiplicar el promedio de individuos por piso de linterna y multiplicarlo por el número de pisos de cada linterna (generalmente son 10) y por el número de linternas sembradas con esa medida, como se muestra en

la siguiente ecuación:

$$\text{Organismos en Cultivo} = \frac{\text{Organismos por piso}}{\text{Pisos por linterna}} \times \text{Linternas sembradas}$$

Realizando este seguimiento productivo en cada siembra y desdoble es posible calcular indicadores productivos como el porcentaje de supervivencia y la tasa de crecimiento específica experimentada en diferentes etapas del cultivo.

En las siguientes secciones se muestra como realizar el monitoreo productivo utilizando la planilla de muestreo y cómo se calculan los indicadores productivos antes mencionados.



Figura 16. Monitoreo de Ostión donde (A) se vacían las linternas seleccionadas en cajas para monitorear, (B) se trabaja en mesones con estanques con agua de mar, (C) ostiones monitoreados y (D) se desdoblan utilizando recipientes graduados y estanques con agua de mar.

9.2. PLANILLA DE MUESTREO

Para llevar un correcto registro de las actividades de monitoreo y evaluar el desempeño de los cultivos a lo largo del tiempo es necesario contar con una planilla de registro (Tabla 1), que considere las variables antes mencionadas. El registro de estos

valores nos puede facilitar, por un lado, tener detalle de la existencia de organismos en cada sistema y la talla en la que se encuentran, además de, poder realizar cálculos de tasas de crecimiento y la supervivencia asociada al cultivo.

Tabla 1. Planilla para el monitoreo productivo del cultivo de ostión del norte

PLANILLA DE SIEMBRA Y DESDOBLE DEL CULTIVO DE MOLUSCOS PROYECTO FIC GRANJAS MARINAS

| | |
|------------|--|
| Fecha: | |
| Lugar: | |
| Especie: | |
| Actividad: | |



1. Determinar el Número de organismos en un Volumen (V) determinado para realizar la siembra.

| Talla: _____ | | |
|---------------------|--------------------|-------------------------|
| | Volumen (_____) | Número de organismos |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| Organismos Promedio | | |
| Observaciones: | | |

| Talla: _____ | | |
|---------------------|--------------------|----------------------|
| | Volumen (_____) | Número de organismos |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| Organismos Promedio | | |
| Observaciones: | | |

2. Indicar el número de linternas sembradas con el Volumen establecido

| Siembra Talla | |
|------------------------|--|
| Número de Linternas | |
| Observaciones | |

| Siembra Talla | |
|------------------------|--|
| Número de Linternas | |
| Observaciones | |

3. Calcular el total de organismos sembrados

Total organismos por Talla - (Número de Linternas * 10 pisos) * Organismos Promedio

| | Número de linternas | Organismos promedio | Total |
|---------------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Total Organismos Talla | | *10 | = |
| Total Organismos Talla | | *10 | = |

4. Resumen

| | |
|-----------------------|--|
| Linternas Desdobladas | |
| Linternas Sembradas | |
| Total de Organismos | |

Observaciones:

9.3. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO

La Tasa de Crecimiento Específico en Peso total se determina con la ecuación:

$$(TCE) = [(\ln P_{t_f} - \ln P_{t_i}) \times 100] / N^{\circ} \text{ días}$$

Donde:

T_f = Talla promedio final del periodo (g).

T_i = Talla promedio inicial del periodo (g).

9.4. DETERMINACIÓN DE SUPERVIVENCIA

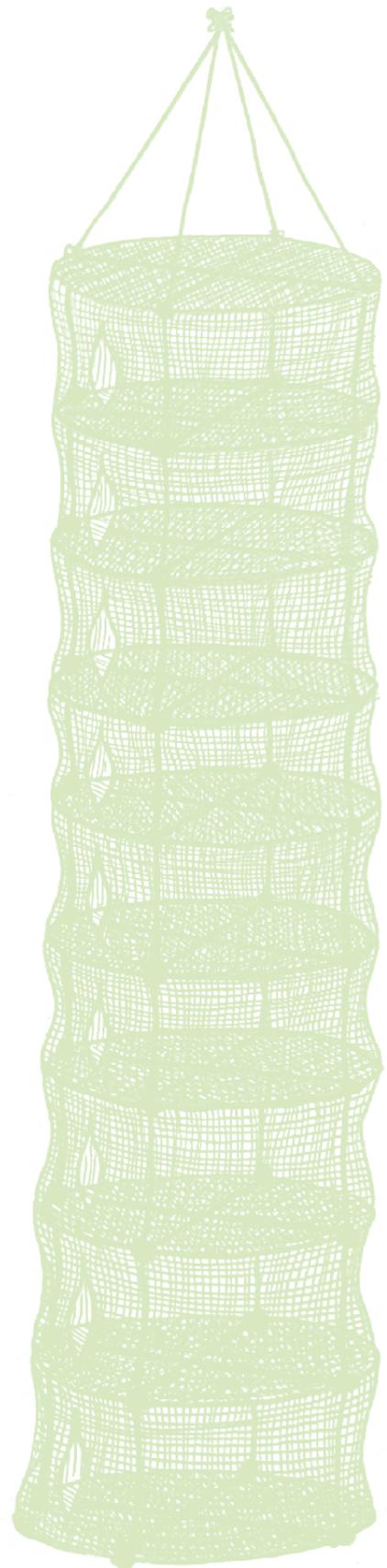
Para determinar el porcentaje de supervivencia se utilizará la fórmula:

$$\% S = (N_f / N_i) \times 100$$

Donde:

N_f = Número final de ostiones

N_i = Número inicial de ostiones



10. COSECHA

Si el cultivo fue iniciado a partir de semillas (10-20 mm), se estima que, a partir aproximadamente desde los 8 meses de cultivo, los ostiones hayan alcanzado los 50 mm de diámetro y se encuentren en condiciones de ser cosechados. En caso de querer ostiones de mayor tamaño el cultivo puede prolongarse indefinidamente, aunque las tasas de crecimiento tenderán a ser menores a medida que los ostiones crecen.

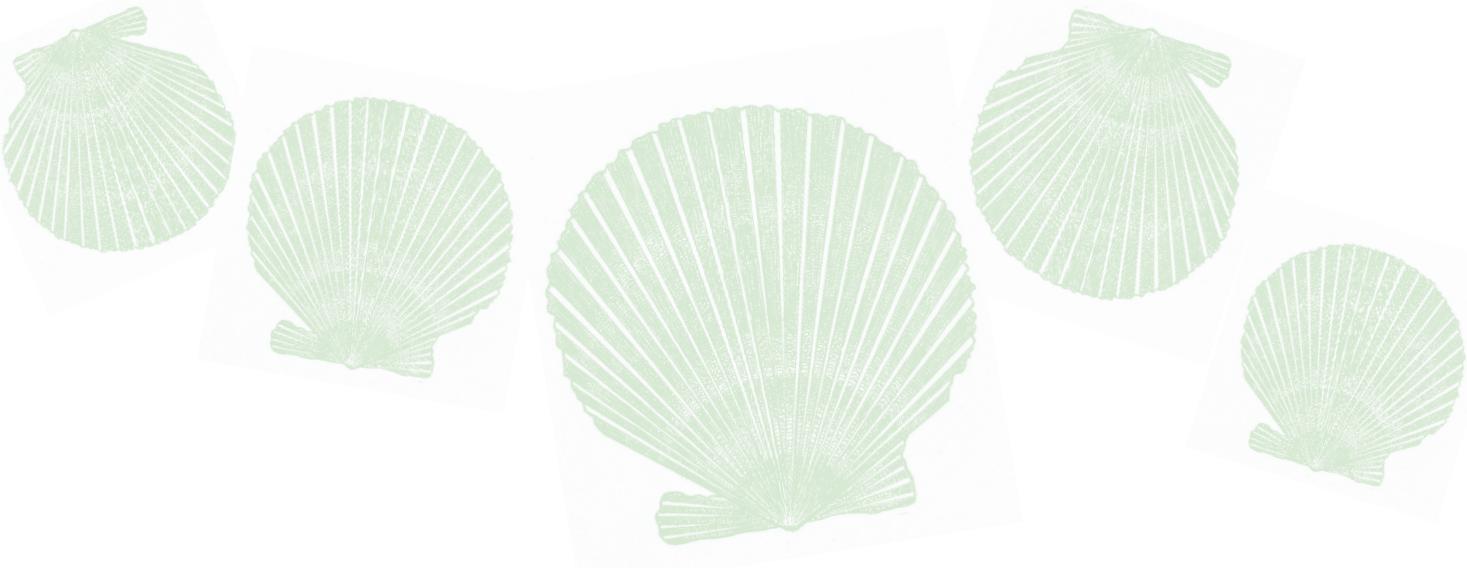
Una vez cosechados los ostiones (Fig. 17), es posible realizar venta directa de ostiones a granel, venta en vivo o en formato media concha, lo cual aumenta su valor comercial y permite su almacenamiento por mayores tiempos si son congelados.

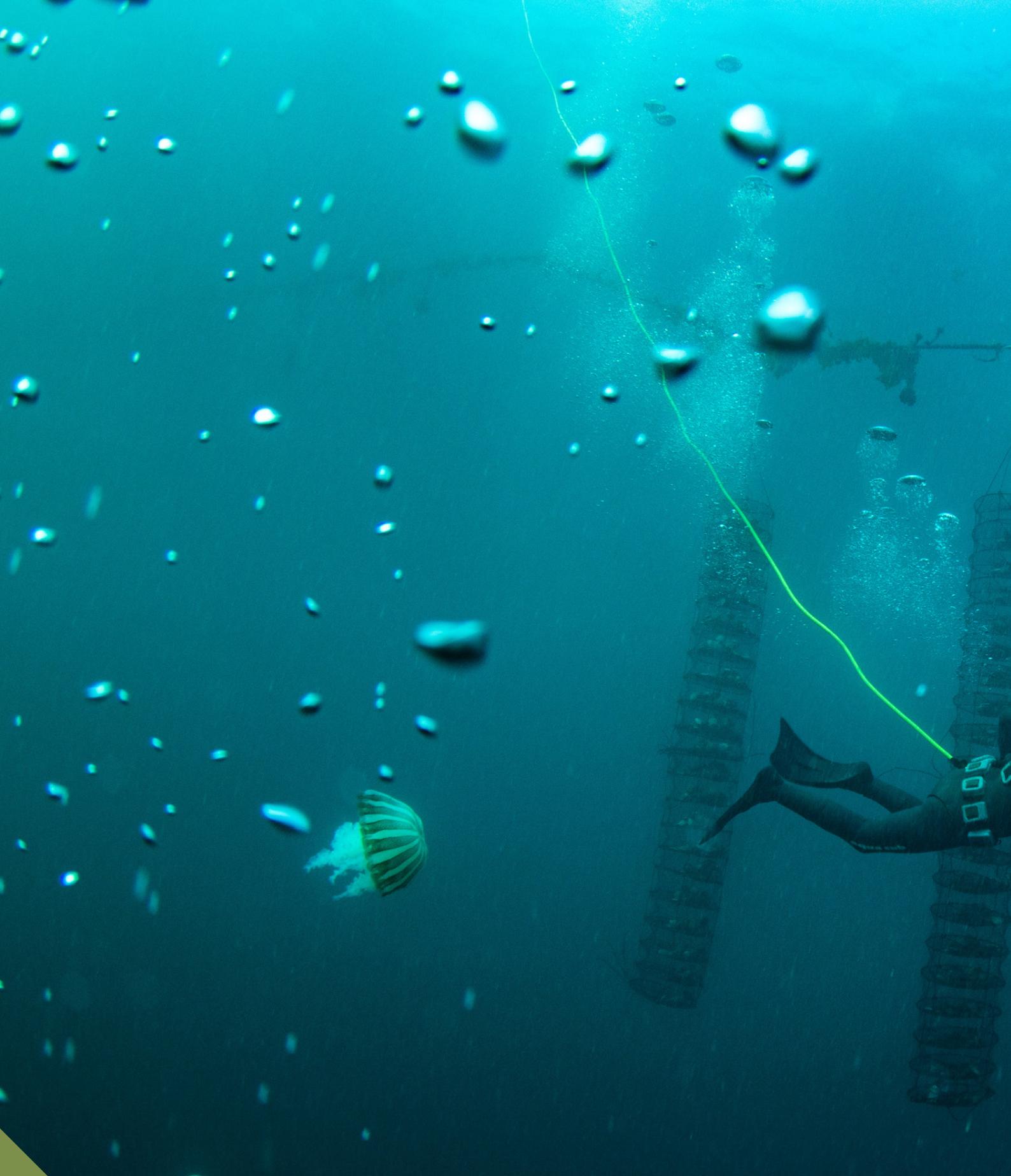


Figura 17. Cosecha de Ostión por el Sindicato Cascabeles, Región de Coquimbo, provenientes de acuicultura a pequeña escala. (A) se identifican los ostiones que están listos para cosecha, (B) se separa el calibre solicitado para el comercio, (C) son dispuestos en cajas para ser transportados y (D) uso de tamizadora mecánica para la selección de calibres aptos para la cosecha y desdoble.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Ávila, M. M. Seguel, H. Plaza, E. Bustos y R. Otaíza. 1994. Estado de situación y perspectivas de la acuicultura en Chile. Instituto de Fomento Pesquero. 166 págs.
- Bonardelli, J. 1996. Long- line shellfish culture in exposed and drift ice environments. Pp. 235-253. En: M. Polk (ed.). Open Ocean Aquaculture. Proceedings of an International Conference. Portland, Maine, May 8- 10, 1996.
- Bore, D. y Martinez, C. 1980. Catálogo de recursos pesqueros de Chile-Santiago. Chile, Instituto de Fomento Pesquero, Corfo, 83 pp.
- Guzmán, N., S. Sao y L. Ortlieb. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta 23° S., Chile. Estudios Oceanológicos. 17: 17-86.
- Miranda, O. 1968. El Locate, un molusco comestible poco explotado (*Thais chocolata*). Apuntes Oceanológicos 4: 24.
- Osorio, C. 2002. Moluscos marinos en Chile especies de importancia económica. Guía para su identificación. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. 216pp.
- Östergaard, C., & Schellin, T. E. (1995). Development of an hydrodynamic panel method for practical analysis of ships in a seaway. *Trans. Schiffbautechnische Gesellschaft*, 89, 561-576.
- SUBPESCA, 1995. Reglamento sobre áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. D.S.N° 355-1995. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Santiago, Chile.
- SUBPESCA. 2002. Informe técnico (r.pesq.) Nº 39. Regulación del recurso ostión del norte. 12pp.
- SUBPESCA. 2009. Chile Azul. Principales recursos pesqueros y de acuicultura. Gobierno de Chile.
- SUBPESCA. 2013. Informe Final. Estudio de emplazamiento de áreas de acuicultura de pequeña escala en la zona sur (VI a XIV regiones). Gobierno de Chile.
- SUBPESCA 2015. Establece reglamento de actividades de acuicultura en áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Decreto Supremo N° 96. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Santiago, Chile.
- Wolff, M. y Mendo, J. 2000. Management of the Peruvian bay scallop (*Argopecten purpuratus*) metapopulation with regard to environmental change. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* (10): 117-126.
- Zúñiga, O. 2002. Guía de Biodiversidad N°1. Vol I Macrofauna y algas marinas. Depto de Acuicultura. Facultad de Recursos del Mar, Universidad de Antofagasta. Proyecto Mecesup Ant 0003. Chile. 43pp.









Universidad
Católica del Norte
Sello Ediciones Universitarias



ACUICULTURA EN ÁREAS DE MANEJO

CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA - COQUIMBO



acuiculturaenareasdemanejo



programa_ape_ucn



@pdtcoquimbo8696



<https://acuiculturaenareasdemanejo.cl/>

