

MANUAL DEL CULTIVO DE PIURE (*Pyura chilensis*)

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 Piure (*Pyura Chilensis*) 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 y David Yáñez.

Corrector de estilo: Nicolás Ory

Mapas: Julio Bittencourt

Diseño y diagramación: Pedro Ríos

Financia: Gobierno Regional de Coquimbo

Ejecuta: Universidad Católica del Norte

ISBN: 978-956-287-499-1

Año 2025

Cita: Basaure H, Sepúlveda C, Rivera F, Vega L, Bittencourt J, Yáñez D, Mettifogo B, Messina S, & Ory N. (2025). Manual del cultivo de Piure (*Pyura chilensis*) 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:978-956-287-49-1. 35pp.

PRÓLOGO



Este *Manual del Cultivo de Piure* forma parte de una serie de publicaciones pensadas para acercar y difundir tecnologías de cultivo ya disponibles y probadas, con el fin de apoyar su incorporación en el sector pesquero artesanal. Su objetivo principal es ofrecer información útil, práctica y accesible tanto a pescadores, buzos y recolectores —titulares de áreas de manejo— como a cualquier persona interesada en conocer y aplicar estas técnicas de bajo coste.

La acuicultura sostenible es un camino cada vez más necesario, y dentro de ella, la acuicultura multitrófica se presenta como una alternativa prometedora. Este enfoque busca integrar distintas especies que interactúan entre sí de forma beneficiosa. Por ejemplo, los desechos generados por piures u ostiones pueden ser aprovechados por camarones de roca, pepinos de mar o algas, generando un ciclo natural que no solo reduce el impacto ambiental, sino que también mejora la eficiencia del sistema mediante soluciones basadas en la naturaleza.

El propósito es claro: mejorar las condiciones de vida de las comunidades costeras a través de tecnologías sencillas, eficaces y respetuosas con los ecosistemas marinos. Se trata de potenciar los desembarques mediante cultivos de pequeña escala, que a su vez fortalezcan los servicios ecosistémicos prestados por las comunidades bentónicas en las áreas de manejo.

Bajo esta mirada, las granjas marinas se conciben como espacios productivos mixtos, donde conviven las capturas naturales con cultivos marinos sostenibles. Estos sistemas pueden desarrollarse de caleta en caleta a lo largo del extenso litoral chileno, generando mayor oferta, mejorando los medios de vida y modernizando la actividad pesquera artesanal para afrontar los desafíos del siglo XXI.

Por ello, es de interés público que el conocimiento sobre estas tecnologías esté al alcance de todos. Este manual pretende ser una herramienta concreta que facilite el acceso a información útil, acortando brechas tecnológicas y reduciendo desigualdades.

Esperamos que este esfuerzo contribuya al desarrollo económico local, ponga en valor el rol de los pescadores en la mejora continua de estas tecnologías, y fomente la formación de nuevas generaciones capaces de dialogar con el mundo acuícola. Solo así será posible avanzar hacia una mayor equidad territorial y un desarrollo sostenible de nuestras comunidades costeras a través de la acuicultura de pequeña escala.

Cristian Sepúlveda Cortés
Coordinador – Programa Acuicultura en Áreas de Manejo
Departamento de Acuicultura
Universidad Católica del Norte

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES GENERALES	4
2.1. ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS	4
2.2. ACUICULTURA EN AMERB	4
3. CULTIVO DE PIURE	5
4. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE	6
4.1. MORFOLOGÍA	6
4.2. HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN	7
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	13
6. TRASLADO DE SEMILLAS	15
7. SIEMBRA EN EL MAR	18
7.1. SIEMBRA DE SEMILLAS	18
7.2. SIEMBRA DE COLECTORES	19
8. MANTENCIÓN DEL CULTIVO	20
8.1. LIMPIEZA	20
8.2. REFLOTES	21
8.3. TENSADO DE LÍNEA	22
9. MONITOREO PRODUCTIVO	24
9.1. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	24
9.2. PLANILLA DE MUESTREO	25
9.3. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO	25
9.4. DETERMINACIÓN DE SUPERVIVENCIA	25
10. COSECHA	27
11. BIBLIOGRAFÍA	28

1.INTRODUCCIÓN

El siguiente manual de procedimientos pretende ser una guía para que pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala puedan desarrollar e implementar cultivos de piure 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 de piure.

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 gestión 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:

- 1. 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.
- 2. 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.
- 3. Instalación de Colectores:** La implementación de colectores 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.
- 4. 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.

- 5. 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 gestión, se erigen como un modelo que equilibra la explotación de los recursos con la preservación 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 peces en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).

3. CULTIVO DE PIURE



El Piure o *Pyura chilensis* (Molina, 1782), constituye una de las especies de menor complejidad para iniciar el ejercicio de las tareas de cultivo, a diferencia de otros organismos tales como los Ostiones, Ostras y peces que requieren de un mayor manejo y constancia en sus actividades asociadas al cultivo. El Piure es una especie de ascidia que se puede presentar en la naturaleza en forma individual, formando parches o densas agregaciones (Manríquez & Castilla, 2005; Bustos, 2006). Es un recurso de importancia económica en el sector pesquero artesanal (Tapia & Barahona, 2007).



Es considerada una especie de importancia ecológica, por concentrar una gran diversidad biológica en sus agregaciones y de importancia económica por ser un recurso de objetivo de

extracción por pescadores artesanales (Astorga & Ortiz, 2006); sin embargo, durante los últimos 34 años se ha observado una drástica disminución, cercana al 35%, en los desembarques pesqueros nacionales de esta especie, decreciendo desde un promedio de extracción de 3.500 ton durante el período 1989-1997, hasta un promedio cercano a las 2.285 ton durante el período 2016-2020 (SERNAPESCA, 2020).

El proyecto FONDEF HUAM AQ08I1030 ejecutado por

la Universidad Católica del Norte, permitió generar una tecnología de cultivo para la producción de la ascidia de interés comercial de *P. chilensis* en la zona norte de Chile, como alternativa productiva de venta directa para consumo humano o para su aprovechamiento como alimento para el mejoramiento de la producción y rendimientos del recurso "loco" (*Concholepas concholepas*) en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). Como resultado de la investigación realizada, la tecnología desarrollada de cultivo de "Piure" para su consumo humano abarca todo el ciclo de cultivo, desde la producción de nuevos individuos en laboratorio ("Hatchery"), hasta la etapa de engorda en el mar al interior de las Áreas de Manejo (AMERB), quedando disponible para su implementación en las organizaciones de pescadores artesanales interesadas en desarrollar su cultivo, mediante este método.

Hoy en día, el método de cultivo más empleado es mediante la captación natural de juveniles de Piure en sustratos artificiales, los que posteriormente engordan y crecen hasta llegar a la fase adulta y tallas comerciales.

Las experiencias en cultivo de piure todavía son incipientes, pese a que existe un gran interés por desarrollar su cultivo, por parte de organizaciones de pescadores artesanales, como lo indican resultados del proyecto "Estudios de emplazamiento de áreas de Acuicultura de pequeña escala en la zona norte" de IFOP (2015), debido a que este cultivo requiere de un bajo nivel de inversión, menor capital de trabajo y con retornos de dinero en un corto tiempo.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

4.1. MORFOLOGÍA

Pyura chilensis, es una especie de ascidia solitaria que puede presentarse en el medio en forma individual, formando parches o en densas agregaciones. Estas agregaciones generan microhabitats donde habita una abundante y diversa epifauna, teniendo una importante funcionalidad ecológica al albergar, proveer de refugio, alimento y sustrato a un amplio espectro taxonómico de especies.

A nivel externo posee una túnica semirrígida, de superficie irregular (Fig. 1A), que en su interior es lisa y de color rosado, y envuelve un cuerpo rojizo y blando que puede alcanzar tallas de hasta 20 cm de longitud (Fig. 1B) y que presenta en su sector apical dos sifones, un canastillo branquial, además de otras estructuras con diversas funciones (Fig. 1 C; Fig. 2 A y B).

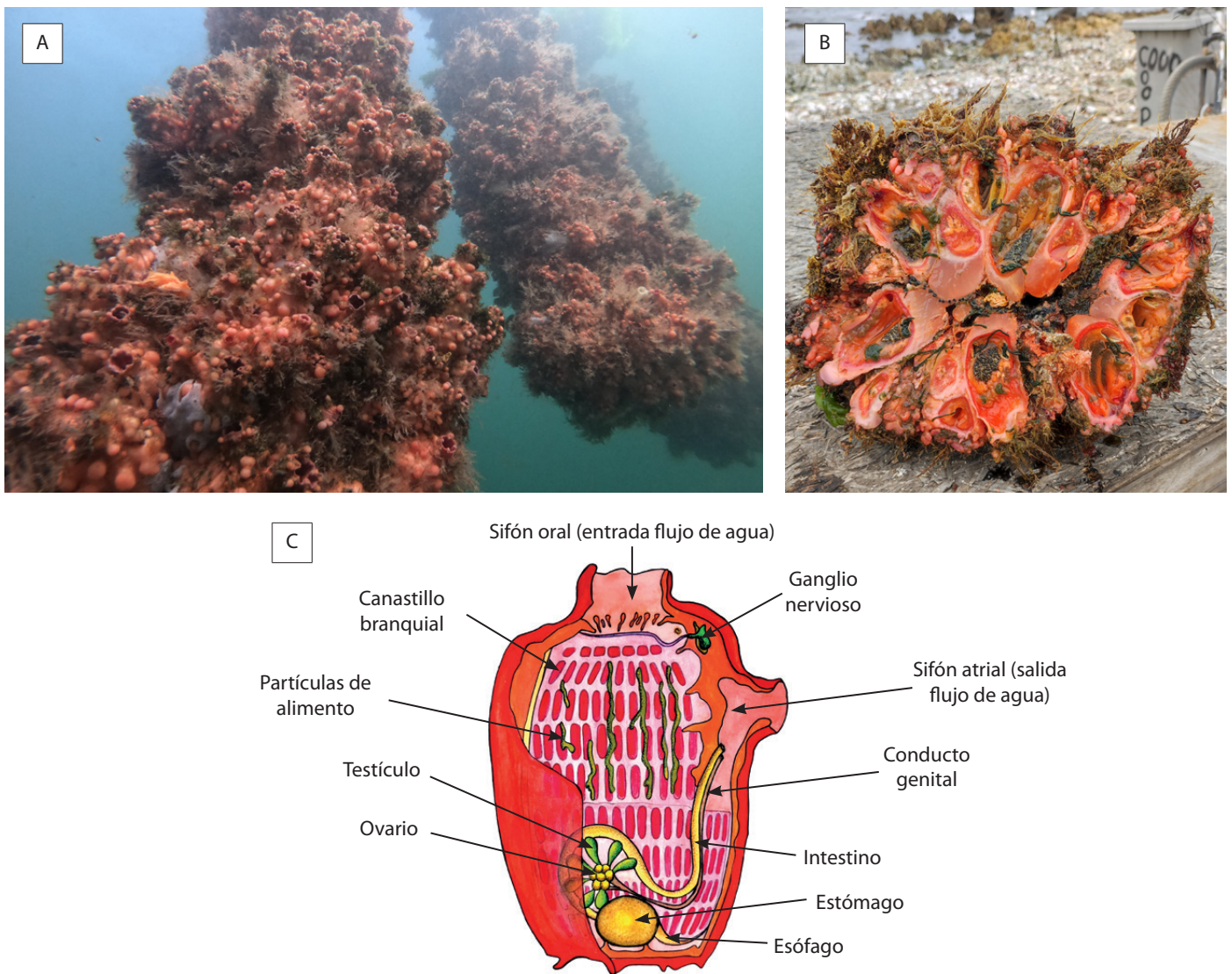


Figura 1. Vista externa de *Pyura chilensis* en cuelgas de cultivo en mar (A). Vista interna del Piure (B). Vista lateral interna de un piure (C)

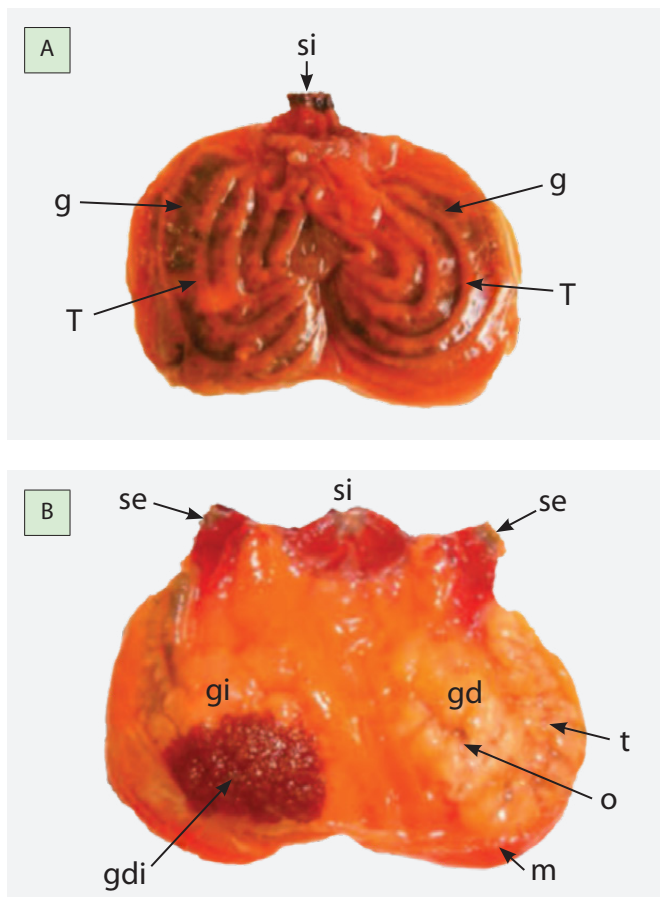


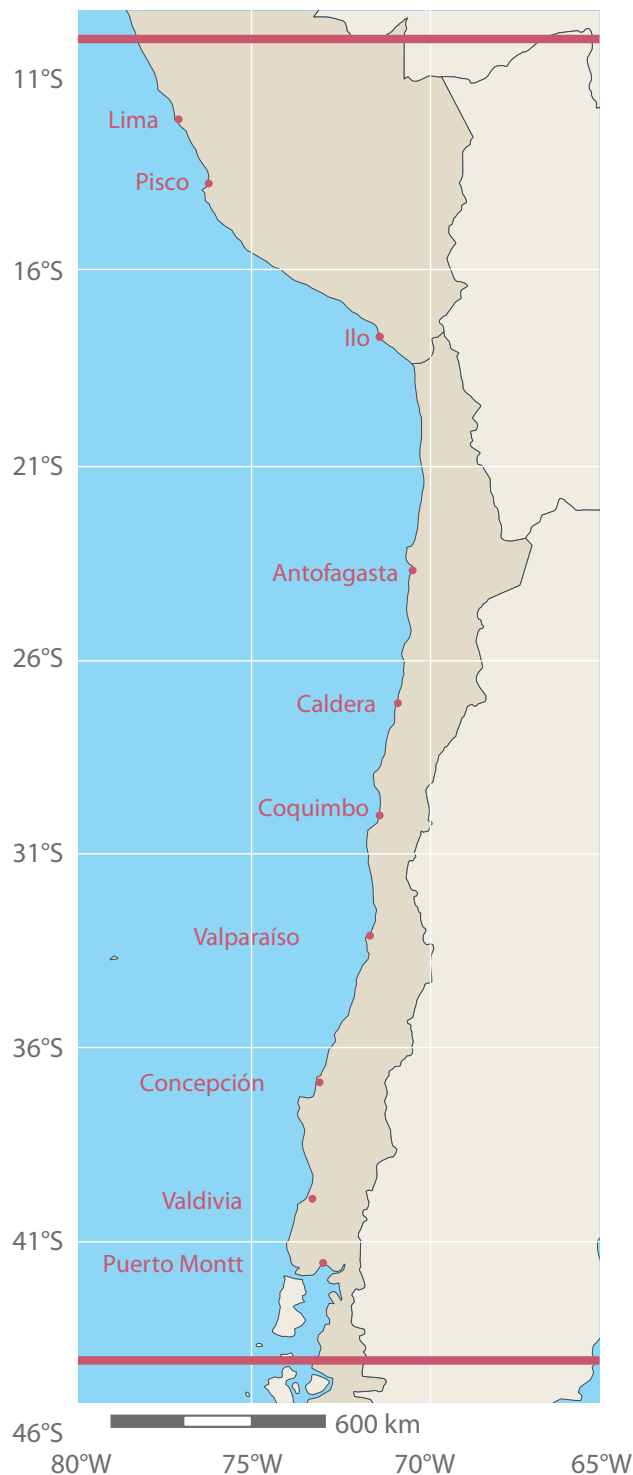
Figura 2. Corte longitudinal de individuo de *P. chilensis*, donde se muestran, (A) Gónadas cubiertas por el canastillo branquial (Si: sifón inhalante, g: gónada, t: testículo) y (B) Gónadas adheridas al manto, siendo eliminado el canastillo branquial (gd: gónada del lado derecho, gi: gónada del lado izquierdo, gdi: glándula digestiva, se: sifón exhalante, si: sifón inhalante cortado a la mitad, o: ovario, t: testículo). (Extraído de Stotz, 2013).

4.2. HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN

En nuestro país, el Piure se extrae desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Los Lagos, siendo esta última la región en la cual se extrae la mayor cantidad, alcanzando las 1.356 toneladas durante el año 2016. Esta especie alcanza la talla comercial entre los 16 y 18 meses. Junto a esta especie, *Pyura praeputialis* también es explotada con fines comerciales, pero su distribución está restringida sólo a una porción de la costa de la bahía de Antofagasta.

Para *Pyura chilensis* se ha descrito una distribución geográfica que se extiende desde Huarmey en Perú (10° LS) hasta la X Región (42° LS) (Bustos, 2006). Sin

embargo, se ha observado presencia de este recurso hasta la XII Región. En términos batimétricos, esta especie habita entre el intermareal bajo hasta el submareal somero, en fondos rocosos, siendo una especie de transición de las aguas frías de la región Magallánica (Stotz *et al.*, 1995).



4.3. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

El Piure es hermafrodita simultáneo, lo cual quiere decir que las gónadas masculina y femenina forman una sola estructura (Fig. 3) (Tapia & Barahona, 2007), posee capacidad para la autofecundación cuando está solitario y la fecundación cruzada como principal estrategia reproductiva cuando individuos se encuentran suficientemente cerca (Manríquez & Castilla, 2005; Haye & Muñoz-Herrera, 2013). Basado en el seguimiento del índice gonadosomático y del análisis histológico de la gónada, realizados en animales procedentes de banco natural, se estableció que el período de madurez sexual en la zona de Concepción, Región del Biobío, abarca entre septiembre y marzo, con un máximo en enero (Cea, 1970); Sin embargo, se presentan individuos en gametogénesis la mayor parte del año (Cancino *et al.*, 1998). Mientras que, en Bahía La Herradura, Región de Coquimbo, la predominancia de gametos maduros se da en junio y julio coincidiendo con las temperaturas más bajas (Romero *et al.*, 2011).

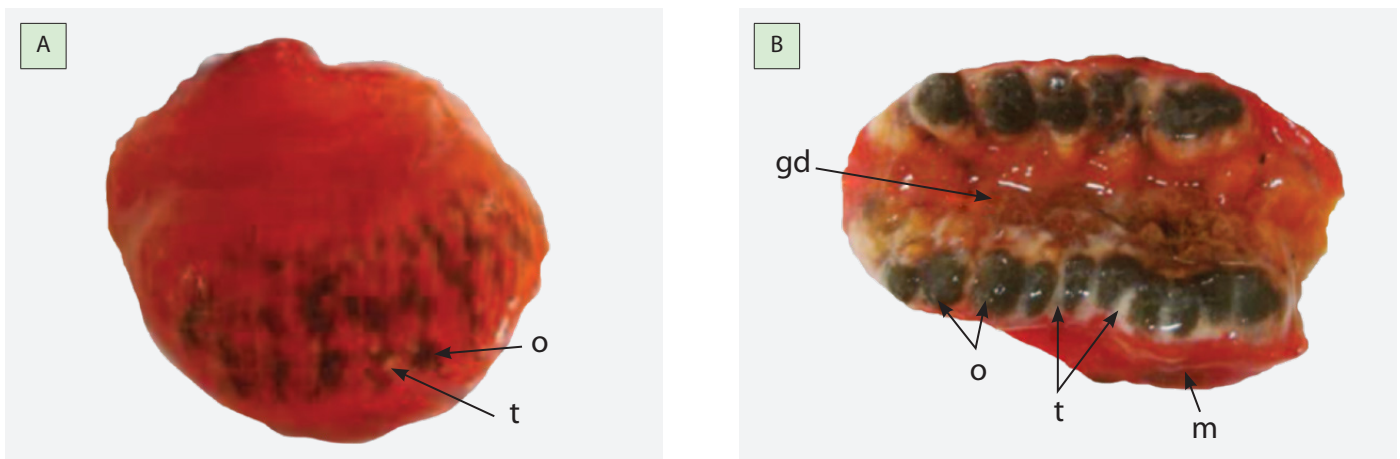


Figura 3. Estructuras reproductivas de *P. chilensis*, donde se muestra (A) Gónada vista a través de la pared del cuerpo (o: ovario, t: testículo). Y (B) Corte transversal de un individuo en estado de máxima madurez, se muestran ambas gónadas adheridas al manto (gd: glándula digestiva, m: manto, o: ovario, t: testículo). (Extraído de Stotz, 2013).

4.4. CICLO DE VIDA

El desarrollo embrionario del Piure tiene un tiempo que varía entre 14 y 16 Hrs. a 15 °C, emergiendo una larva renacuajo que se mantiene en el plancton durante 12 a 24 Hrs (Cea, 1970). La larva se adhiere a un sustrato rugoso preferentemente a la túnica de adultos (Cea, 1970; Clarke *et al.*, 1999; Manríquez & Castilla, 2007) o sobre rocas, troncos, conchas de otros organismos y por lo general en cualquier sustrato duro del intermareal o del submareal (Yáñez & Castilla, 1973) (Fig. 4). El incremento de la acuicultura ha proporcionado nuevas superficies (conchas de ostras y mejillones, cuerdas, redes, jaulas, flotadores, entre otros) para la colonización por filtradores sedentarios, siendo uno de los grupos más exitosos las ascidias (Adams *et al.*, 2011; Fletcher *et al.*, 2013), ello tiene como consecuencia el sobrecrecimiento y asfixia de los mariscos (Lambert, 2005; Fletcher *et al.*, 2013); estos sustratos han sido aprovechados por *P. chilensis*, ya que tiene una gran capacidad de colonizar rápidamente sustratos artificiales (Ambler & Cañete, 1991).

Para la población de *P. chilensis* de Bahía la Herradura, Coquimbo (20°58'S; 71°22'W) se observa la presencia de larvas y reclutas desde septiembre a marzo con la máxima abundancia en noviembre (Ambler & Cañete, 1991). La talla mínima para reconocer a los reclutas es de 5 mm de diámetro dorsoventral (Ambler & Cañete, 1991), la que se alcanzaría en aproximadamente 2 meses (Cea, 1973).

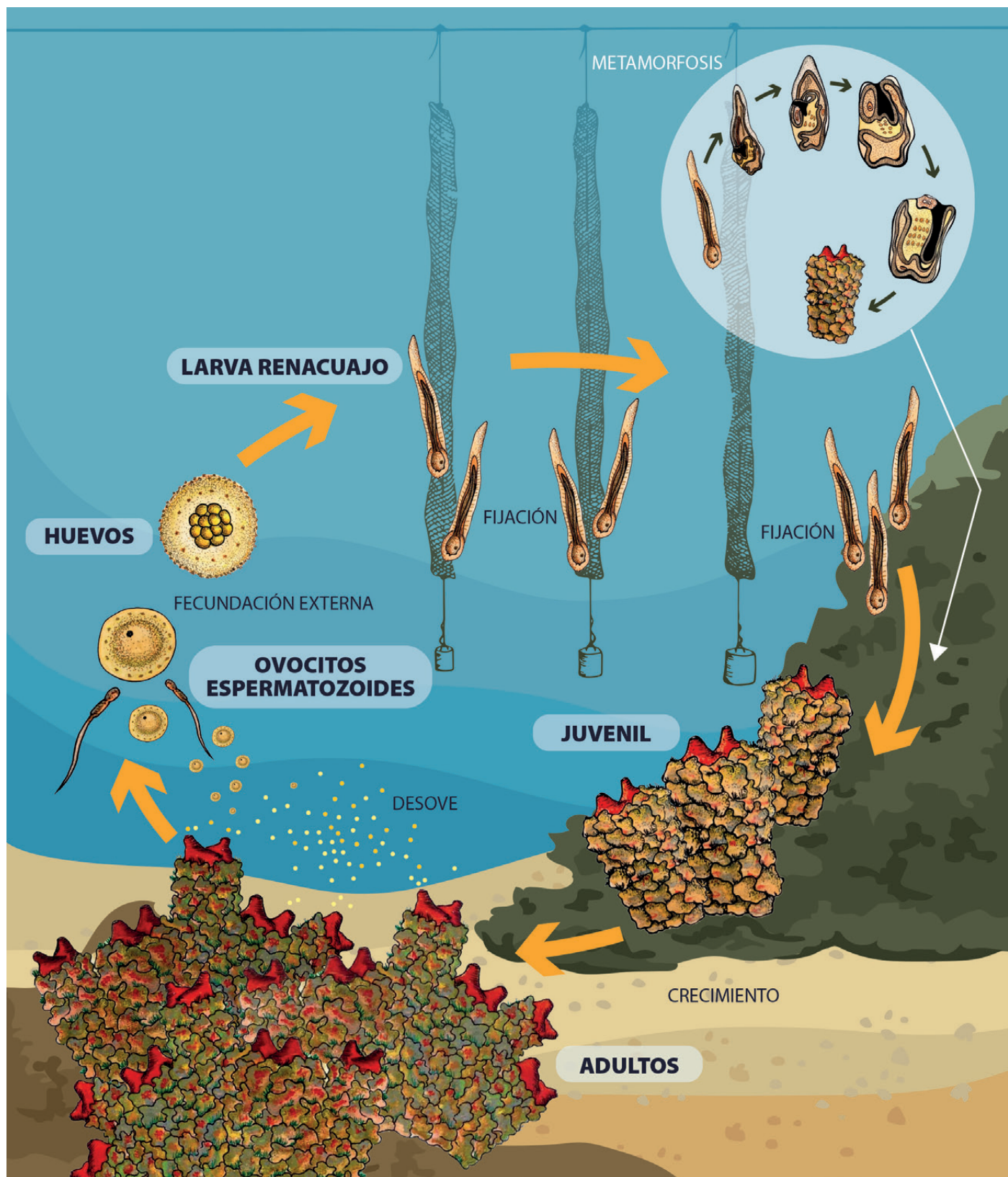


Figura 4. Esquema del ciclo de vida de *P. chilensis* (Modificado de Olguín, 2006).

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 de Piure es en cuelgas instaladas en sistemas Long-line, lo conforman: cabos estructurales, las unidades productivas (cuelgas de Piure) y subsistemas como lo son, sistema de anclaje, flotación y accesorios (Fig. 5).

5.2. SISTEMA DE FLOTACIÓN

El sistema de flotación que sustenta verticalmente al sistema Long-line, puede ser superficial o subsuperficial. Cuando se utiliza un sistema subsuperficial debe ser señalizado con boyas marcatorias 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-lines dobles, ubicados en la superficie.

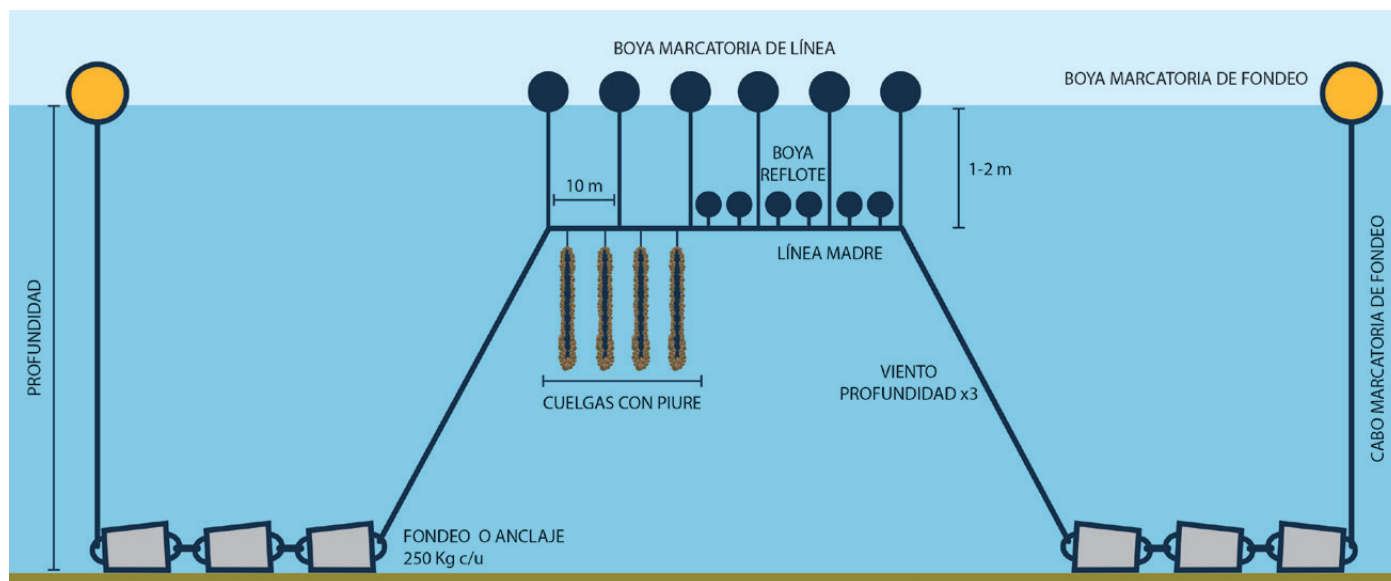


Figura 5. Sistema de cultivo Long-line con sus respectivos componentes.

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 (Schellin & Ostergaard, 1995).

Fondeo tipo anclas: Este tipo de fondeos son recomendados para la instalación de líneas colectora ubicados en fondos blandos. Una de las ventajas de este tipo de fondeo es que son fáciles de instalar, de remover y trasladar cuando no están en uso. Son ideales para long-lines 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. 6). 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), permiten poder 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 6. 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 de Piure, el sistema de cultivo que se utiliza es la cuelga de red anchovetera, el cual consiste en un trozo de malla de 10 cm de grosor, por 3 a 4 metros de largo. Una vez realizado los cortes se procede a reforzar el colector con cabos de entre 8 a 10mm de grosor, para ello se deben cortar cabos de una longitud superior a la de los colectores (1,5 metros mayor), esto con el fin de dejar un excedente de cabo a cada extremo ("Chicotes"), de los cuales uno estará destinado para atar

la cuelga a la línea madre, mientras que el otro extremo será atado a un estabilizador (peso de concreto), para evitar enredos del material de cultivo (Fig. 7).

Para asegurar de buena manera el cabo al colector, este debe ser entrelazado al menos en 5 oportunidades a lo largo del colector, añadiendo además tres nudos, uno en el extremo superior, otro en el medio y uno final al extremo inferior del colector.



Figura 7. Confección de colectores para Piure, en donde se muestran (A) Cortes de malla anchovetera, (B) Entrelazado del cabo sobre el trozo de malla, (C) Colectores completos y (D) Estabilizadores de concreto.

5.5. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO COMPLEMENTARIO

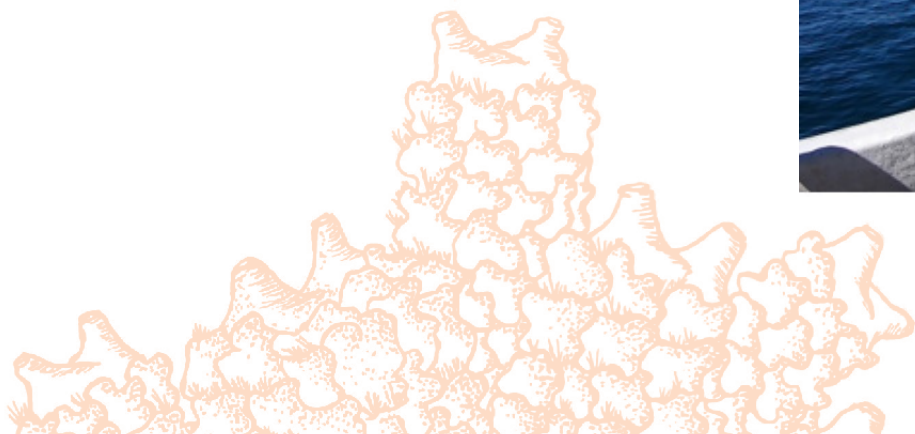
Las instalaciones requeridas para el normal funcionamiento de un cultivo de Piure son básicas. Poder disponer de un área donde se pueda maquilar (faenar) el producto es fundamental para obtener una mayor rentabilidad del cultivo. Esto debido a que, al maquilar el Piure cultivado, se aumentan las ganancias que se pueden obtener respecto al kilo de Piure bruto o en Coipa. También, es ideal poder contar con un muelle con grúa donde poder embarcar los equipos utilizados en las actividades de cultivo y desembarcar las cosechas de Piure cultivado.

Entre los equipos y maquinarias complementarios podemos mencionar embarcaciones de fondo plano adaptadas para faenas de cultivo, motores fuera de borda, winche, roletes, arañas, burro o pescante, balanzas.

► **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.

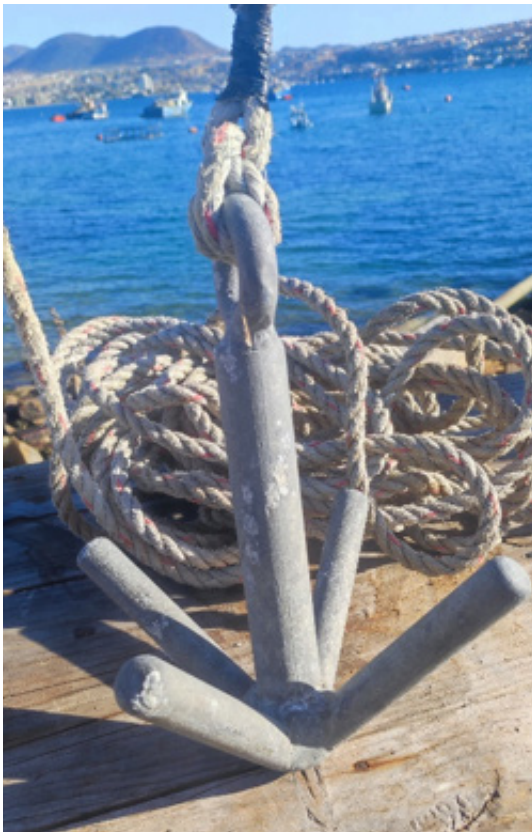




- ▲ **Roletes:** Estructuras metálicas similar a poleas, que permiten montar las líneas de cultivo en la borda del bote y desplazarse por toda la línea madre.



- ▲ **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.



- ▲ **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.



- ▲ **Herramientas e implementos:** Es necesario contar con un ítem herramientas e implementos, en el cual se consideran cuchillos, tijeras, chinguillos 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.

6. TRASLADO DE SEMILLAS

Las condiciones de traslado pueden variar según los volúmenes y tamaño de las cuelgas a ser transportadas, además de la distancia que el material biológico de cultivo debe recorrer, por lo que se proponen 3 métodos para realizar el traslado de manera correcta. Independiente del método de traslado, es necesario realizar el empaquetamiento y movimiento de cuelgas inmediatamente cuando estas salen del agua, teniendo en consideración de que los individuos de Piure comienzan a estresarse una vez salen del agua, por lo que hacer un manejo rápido y eficiente tendrá un beneficio en el estado final de las cuelgas una vez realizado el traslado y la siembra en las AMERBS objetivo.

► **Bajo volumen y cuelgas pequeñas:** Para este caso, se realiza un traslado mediante el uso de cajas de Aislapol, en donde también se utilizan esponjas humedecidas previamente con agua de mar, disponiendo una en el fondo de la caja y otra encima del material biológico, una vez se complete el volumen de la caja con las cuelgas de Piure. Cabe destacar que no es necesario llenar

la caja con agua de mar, lo que puede generar asfixia de los individuos si estos consumen todo el oxígeno disponible; sino que basta con que las esponjas estén bien humedecidas y la caja sellada para evitar el ingreso de aire que pueda resecar y estresar a los individuos de Piure (Fig. 8).

Los individuos de talla pequeña pueden ser más sensibles a la resequeidad, roce y la radiación solar, debido a que la túnica en fases iniciales de crecimiento, son más delgadas y menos rígidas que en fase adulta, por lo que se requiere de especial cuidado al trasladar individuos en fases tempranas de crecimiento.

Esta metodología confiere el mecanismo óptimo para el traslado de cuelgas de Piure, pero tiene limitaciones con respecto a los volúmenes de transporte y los costos asociados al uso de cajas de Aislapol, de modo que se recomienda utilizar para volúmenes pequeños. Este método permite el transporte de distancias tanto cortas como largas.

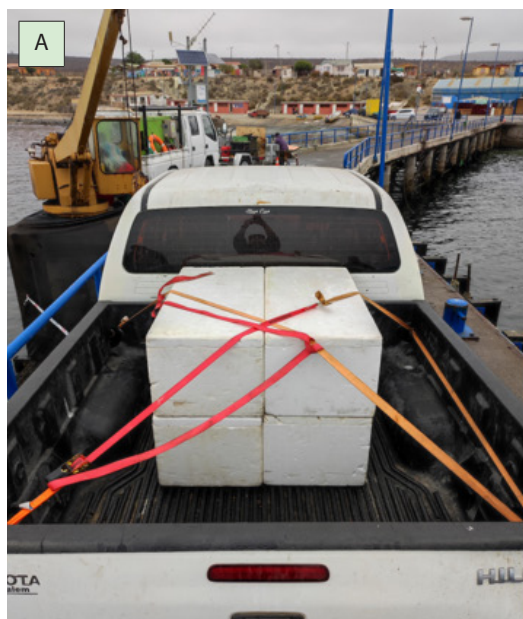


Figura 8. Transporte de Piure donde se muestra su almacenamiento en cajas de Aislapol (A), y la siembra y monitoreo de cuelgas en engorda transportadas (B).

► **Volumen medio, cuelgas medianas a grandes:**

Cuando los volúmenes de transporte no superan los 0.5 m³, es posible realizar el transporte en camioneta, mientras que, si este es mayor o igual a los 3 m³, se requiere de un camión ³/₄ cerrado. En estos casos es necesario contar con planchas de esponja de 2,5 x 2,5 metros y de un grosor mínimo de 3 cm, las que deben ser dispuestas bajo las cuelgas, a modo de colchón y otras por encima de las cuelgas a modo de sellado, las cuelgas quedan dispuestas entre estas dos capas de esponja previamente humedecidas, similar al ejercicio con cajas de Aislapol (Fig. 9).

Para ambos casos, también es necesario contar con tela de nylon, que recubre completamente las cuelgas más las esponjas, con el fin de que esta tela selle toda la estructura, para mantener óptimas las condiciones de humedad y temperatura durante el transporte. Adicionalmente, para el traslado en camionetas o camiones abiertos, se recomienda

recubrir todo el paquete con varias capas de malla raschel, minimizando el impacto que puede generar la radiación solar sobre las cuelgas.

Para emplear este método y cautelar el buen estado de las cuelgas, se sugiere no realizar viajes mayores a 4 horas e idealmente durante las primeras horas de la mañana, donde la radiación solar es más baja que en el resto del día.

► **Volúmenes grandes, cuelgas grandes:** Para el caso de traslado de volúmenes mayores a los 3 m³ y cuelgas de gran tamaño, es necesario contar con un camión de mayor tamaño, en donde se puedan montar "Bins", donde se deben acomodar las cuelgas.

Para esto también es necesario contar con una grúa, que facilite el retiro de las cuelgas desde el bote y permita descargarlas dentro de los Bins. Para el caso de traslados menores a 2 horas, se



Figura 9. Almacenamiento de cuelgas de Piure en camioneta, previo a su empaquetado final y transporte.

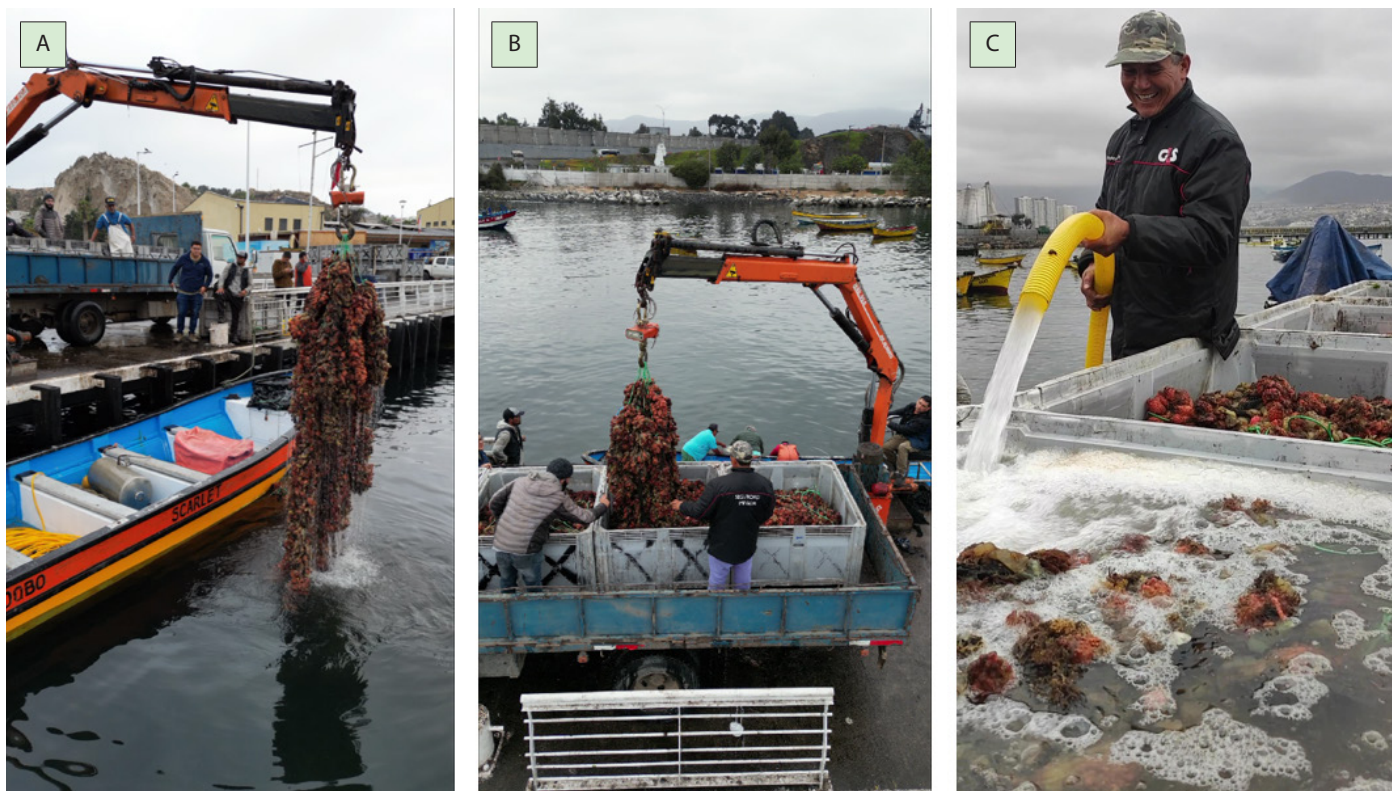


Figura 10. Procedimiento de traslado de Piure donde se muestran, el desembarque de cuelgas desde el bote (A), la disposición de las cuelgas en Bins (B) y el llenado de los Bins mediante una motobomba (C).

sugiere llenar los Bins con cuelgas de Piure no más allá de $\frac{3}{4}$ del volumen total del Bin. Además, es posible, pero no crítico, llenar los Bins con agua, hasta cubrir completamente las cuelgas, mediante el uso de una motobomba. Una vez realizada la carga de cuelgas y el llenado con agua, se recomienda cubrir cada Bins con tela de nylon, para minimizar el estrés por radiación solar y el viento. El transporte con Bines llenos de agua permite disminuir el rose entre distintas cuelgas, así como también su peso, evitando que las cuelgas acomodadas en los fondos de los Bines se aplasten con el peso de las demás cuelgas, a su vez esta alternativa disminuye el estrés producto del aumento de temperatura, la que se regula de mejor manera en el medio acuoso (Fig. 10).

Por otro lado, si el traslado excede las dos horas de recorrido, se sugiere realizar el transporte de Bines "en seco", es decir, sin cubrir con agua las cuelgas, ya que en periodos superiores los individuos de

Piure pueden consumir el oxígeno disponible hasta agotarlo y ocasionar la asfixia de todos los individuos. En el caso contrario, si estos son transportados en seco, los individuos suelen cerrar sus sifones, almacenando agua en su interior, lo que ha permitido observar la capacidad de soportar mayores tiempos de traslado. Para llevar a cabo esta alternativa, se requieren de planchas de esponja húmeda, que deben ser posicionadas bajo y por encima de las cuelgas, generando un "sellado" de estas y que finalmente cada Bins esté cubierto por tela de nylon, con el fin de mantener las condiciones de humedad, similar al transporte en cajas de Aislapol. Para esta última alternativa se debe considerar realizar un volumen llenado de los Bines con cuelgas menor que el transporte con agua, con el fin de que el peso de las cuelgas posicionadas en la zona superior del Bin no generen un mayor estrés por peso a las cuelgas de la base (No llenar los Bins más allá de la mitad de su volumen total).

7.SIEMBRA EN EL MAR

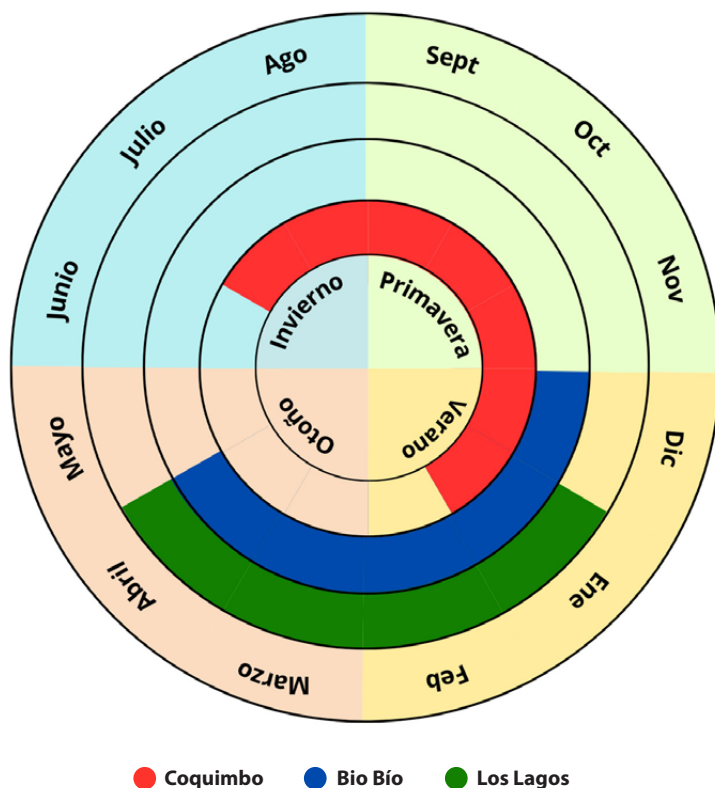
7.1. SIEMBRA DE COLECTORES

Las larvas de Piure se encuentran disponibles en gran parte de la costa chilena, siendo posible realizar su captación natural en sustratos artificiales, de preferencia con coloración oscura por sobre sustratos más claros (Stotz, 2013). De modo que se sugiere instalar intercaladamente colectores vacíos entre las cuelgas en engorda, lo que proporciona el contar con Piure en distintos estados de crecimiento, pudiendo disponer simultáneamente de Piure próximo a sus tallas de cosecha, otros en procesos de engorda, todo esto mientras los colectores vacíos fijan nuevos reclutas para ciclos de cultivo posteriores.

Estos procedimientos permiten disponer de Piure para cosecha a lo largo de todo un ciclo anual, evitando limitar el periodo de cosecha solo a una fecha, lo cual también se adapta de mejor manera al trabajo parcializado y los mercados de venta que también suelen fluctuar en ritmo y precios a lo largo de todo un ciclo anual (modelo rotativo). Adicionalmente, al disponer de sistemas de Piure en estado de madurez sexual adulta dentro del cultivo, se pueden generar desoves, y las larvas producidas pueden reclutar en los mismos sistemas de cultivo o bien en zonas aledañas, aumentando la cantidad de larvas disponibles en estas áreas y promoviendo la repoblación natural de bancos naturales de Piures en zonas históricas de explotación.

¿Cuándo poner los colectores?

- A) El período de instalación de los colectores dependerá de la zona de Chile donde se quiera comenzar con su cultivo. En el calendario circular, se indica en rojo el periodo propuesto para la zona norte, representada en rojo por Coquimbo, mientras que en la zona de Concepción en azul y para la región de Los Lagos en el período del año plasmado de color verde.



Calendario de instalación de colectores de Piure.



- B) Los colectores son de malla anchovetera de 8cm de ancho por largo variable, generalmente de 3 metros. El estabilizado o potala, dependerá de la exposición de la zona. A mayor corriente, mayor peso 3, 2 y 1 kilo (A-B-C).

7.2. SIEMBRA DE SEMILLAS

Una vez realizado el traslado y arribado a la caleta objetivo, se procede a realizar la descarga del material biológico y su transporte hacia los botes. Si el traslado es realizado en cajas de Aislapol, estos deben ser cargados tal como están hacia los botes y una vez llegando a la línea de cultivo abrir las cajas y disponer las cuelgas en la línea madre de manera vertical. Adicionalmente, es necesario añadir un estabilizador de entre 1 a 2 kg de peso, en el extremo inferior de la cuelga, con el fin de entregarle estabilidad para que esta supere la acción de las corrientes y no termine enredada (“acorbatada”) con la línea madre o con el resto de las cuelgas.

Para el caso de cuelgas de mayor tamaño y grandes volúmenes de traslado, es idóneo contar con una grúa de muelle o bien un camión con pluma, esta permite realizar el traspaso de los bins a los botes de manera rápida y eficiente, cautelando aún más el estado fisiológico del Piure, minimizando los tiempos en que estas se encuentran expuestas al aire y radiación solar. Con la ayuda de esta grúa, se levantan las cuelgas dispuestas en los Bins y se acomodan directamente sobre los botes que participan de la siembra, una vez acomodadas se procede a navegar hacia la zona de cultivo para realizar la siembra (Fig. 11).

Las cuelgas de Piure en engorda suelen presentar un crecimiento desigual a lo largo de la cuelga, por lo general se observa un mayor crecimiento de la zona superior y un crecimiento más retardado de las partes más bajas, cuando las cuelgas están cercanas a las tallas de cosecha, el crecimiento se estabiliza y se observa una cuelga de gran tamaño y con un diámetro uniforme a lo largo de toda la estructura (Fig. 12). Sin embargo, y con el propósito de favorecer los tiempos de engorda, se sugiere realizar la siembra, colgando la parte de menor crecimiento de la cuelga hacia la línea madre, quedando la porción de mayor tamaño hacia la parte más profunda, esto ha mostrado una mejora en los tiempos de cosecha, pudiendo disponer de cuelgas uniformes y de talla comercial en pocos meses luego de la siembra.

La incorporación de estabilizadores a las cuelgas dependerá del peso que estas tengan, siendo crítico para cuelgas pequeñas o vacías y optativo (según el volumen) para cuelgas de mayor tamaño, a su vez el peso del estabilizador a emplear dependerá de las condiciones de corrientes en la zona de cultivo, las que suelen variar ampliamente en cada una de las AMERB.

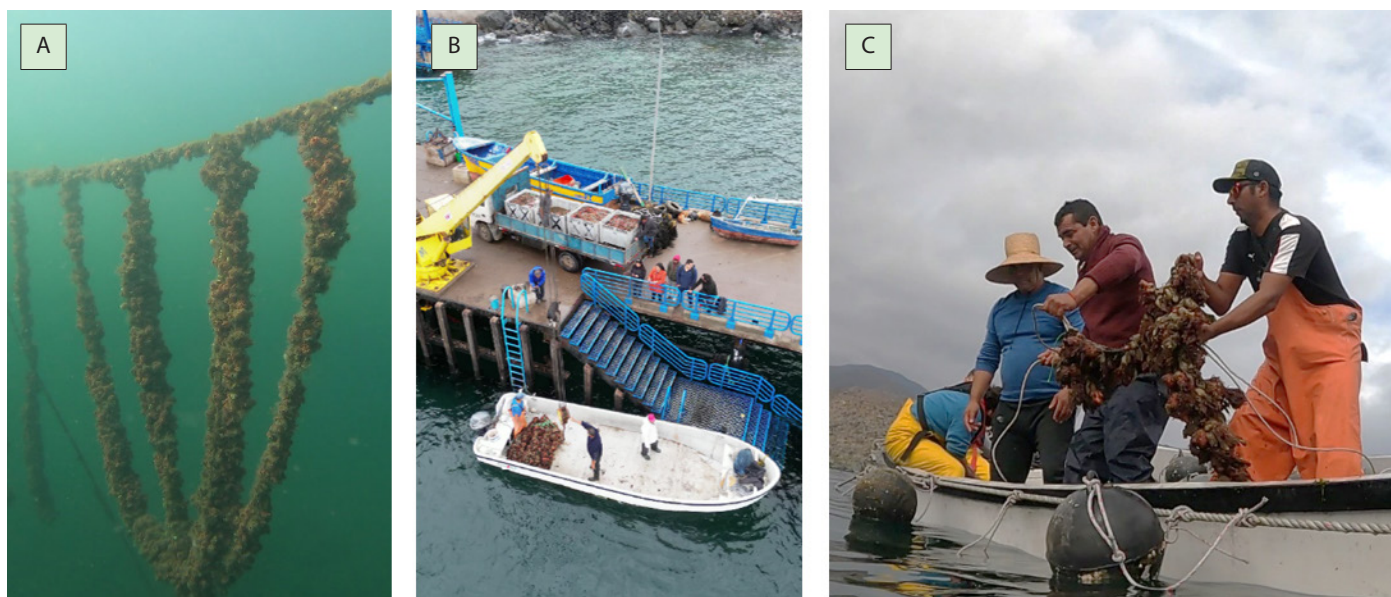


Figura 11. Cultivo de Piure donde se muestran, cuelgas acorbatadas entre sí (A), Traspaso de cuelgas desde el camión a la embarcación de cultivo (B) y la siembra de cuelgas en engorda, a la línea madre (C).

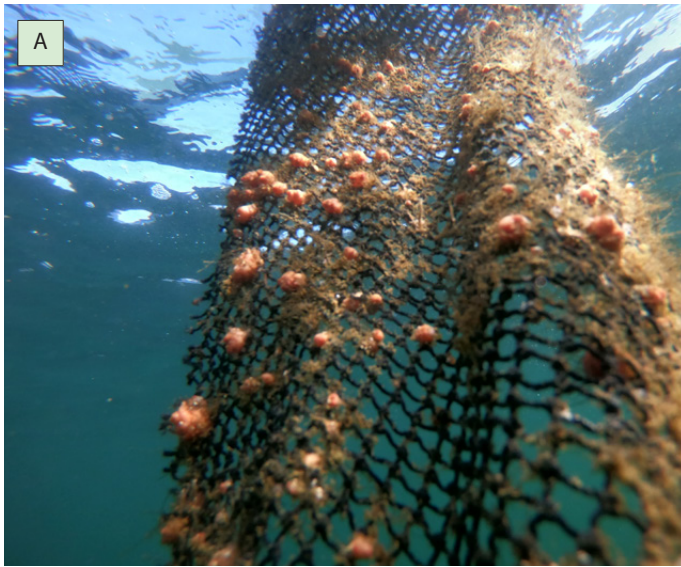
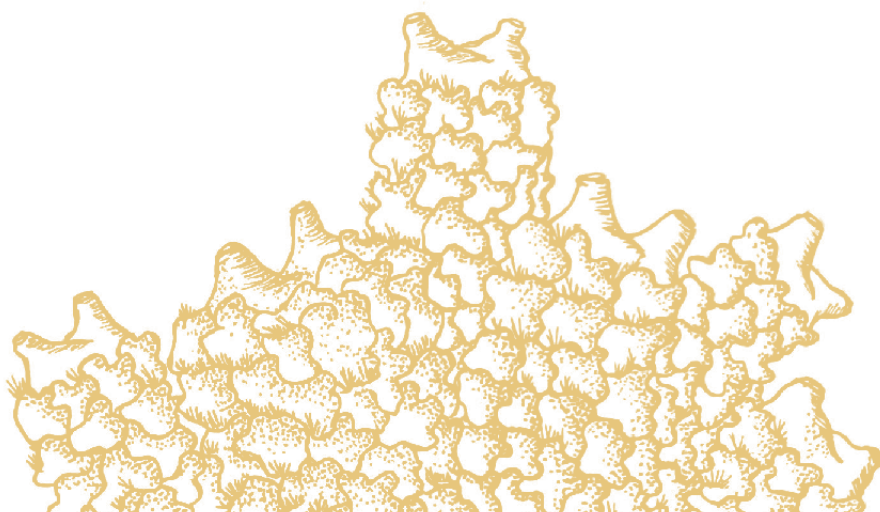


Figura 12. Colectores de Piure en distintos estados de desarrollo, donde (A) corresponde a colectores entre 4 a 6 meses de tiempo en mar, (B) colectores entre 8 a 10 meses en mar, (C) Colectores con un año en mar y (D) colectores con 18 o más meses en mar.



8. MANTENCIÓN DEL CULTIVO

Para mantener los sistemas de cultivo en las condiciones óptimas para su crecimiento, cautelar el estado biológico de los Piures en cultivo y evitar pérdidas de material de cultivo y biológico, es necesario llevar a cabo tareas de mantención 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.

Para las actividades de mantención es necesario contar con una embarcación, un buzo, herramientas que ayudaran en la faena como roletes, huiñche 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.

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 realicen el trabajo subacuáticamente.

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 cabo 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, briozoos 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 genera la acumulación de estos organismos.

La limpieza de boyas, en tanto, se debe realizar en forma manual mediante el uso de espátulas. Es importante realizar 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 (Fig. 13).

Si bien, se observa una sucesión ecológica en los colectores de Piure, en la que finalmente estos organismos se hacen predominantes, es necesario en muchos casos eliminar competidores directos por el sustrato de manera manual, como lo son principalmente el urocordado *Ciona intestinalis* y el Picoroco (*Balanus spp* o *Austromegabalanus psittacus*), los cuales compiten activamente con el Piure por el sustrato disponible para la fijación. Otra

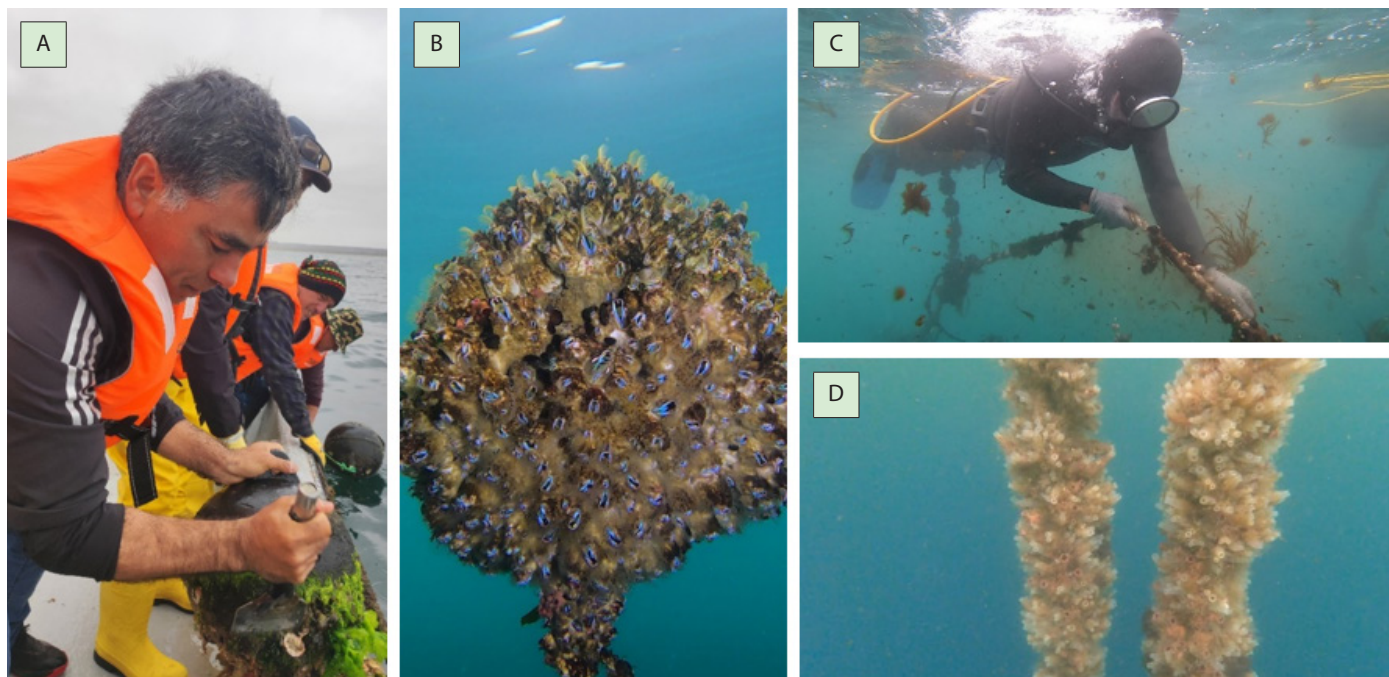


Figura 13. Faenas de limpieza en cultivos donde se muestra, (A) Limpieza de boyas con espátulas, (B) Boya con falta de mantención cubierta por “Picorocos”, (C) Limpieza manual de línea madre mediante buzos y (D) Colectores de Piure cubiertos con *Ciona intestinalis*.

alternativa para el caso de *C. intestinalis* es hundir la línea madre, quitándole boyas y ubicándola a una profundidad de entre 5 a 6 metros, por un periodo no mayor a 2 semanas. Esto confiere una condición de stress sobre tanto sobre el Piure como en la Ciona, sin embargo, el Piure tiene una mayor capacidad de acondicionamiento a estas profundidades, por lo cual la Ciona termina siendo desplazada, posteriormente se desprende de los sistemas de cultivo, dejando el sustrato libre para ser colonizado por nuevos individuos de Piure. Cabe destacar la necesidad de reflotar la línea a su profundidad original una vez eliminada la Ciona, evitando así comprometer al Piure en cultivo.

8.2. REFLOTES

A medida que los sistemas de cultivo adquieren mayor peso, producto de su engorda, es necesario realizar tareas de reflote de líneas. 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 del Piure, 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 reflote debe ser realizada idealmente mediante el uso de Roletes, lo que confiere de 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 reflote 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.

8.3. TENSADO DE LÍNEA

Quando 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 (Fig. 14). 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 boya marcatoria del tren de fondeo de mar (tren de fondeos instalados a la mayor profundidad), amarrarla a una embarcación y comenzar a tirar hasta que la primera y última boya marcatorias comiencen a sumergirse, siendo en este punto cuando la línea queda tensa (Fig. 15). 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 reflote a nivel de cada fondeo (Fig. 16), 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 sobrellenar 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 conlleva, 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.

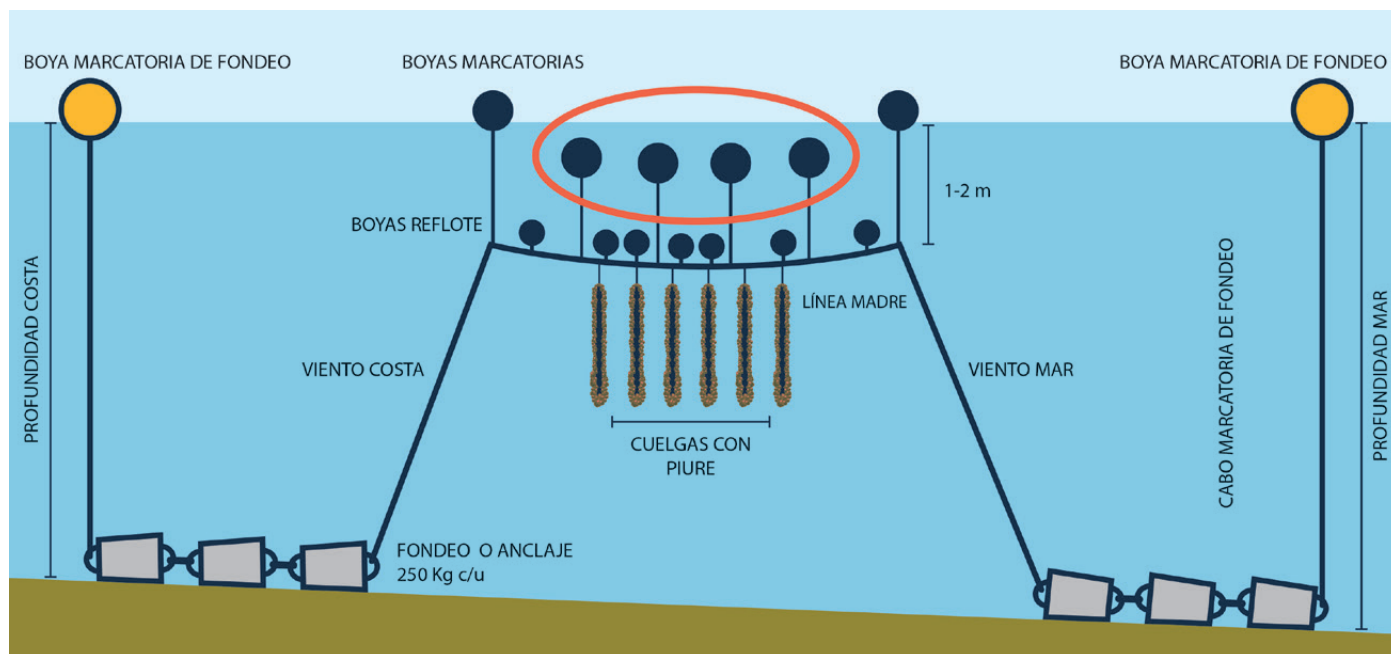


Figura 14. Línea madre destensada, que muestra el hundimiento de boyas marcatorias y una curvatura sobre la línea madre.

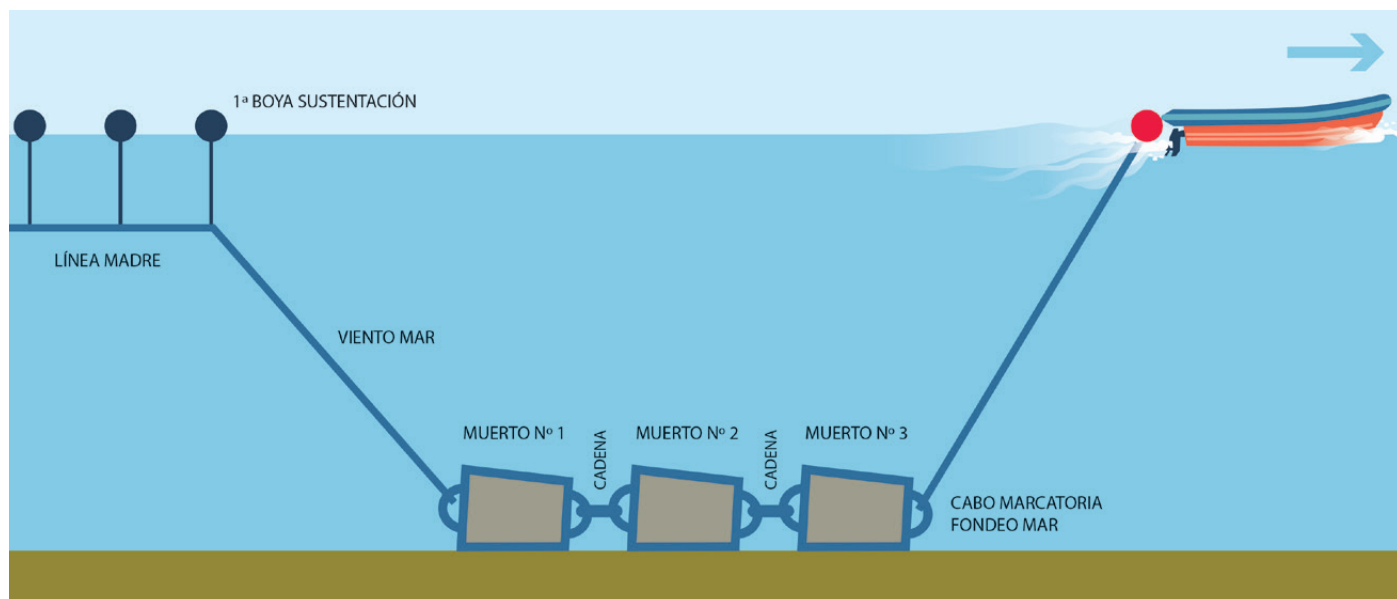


Figura 15. Esquema de maniobra de tensado de línea madre.

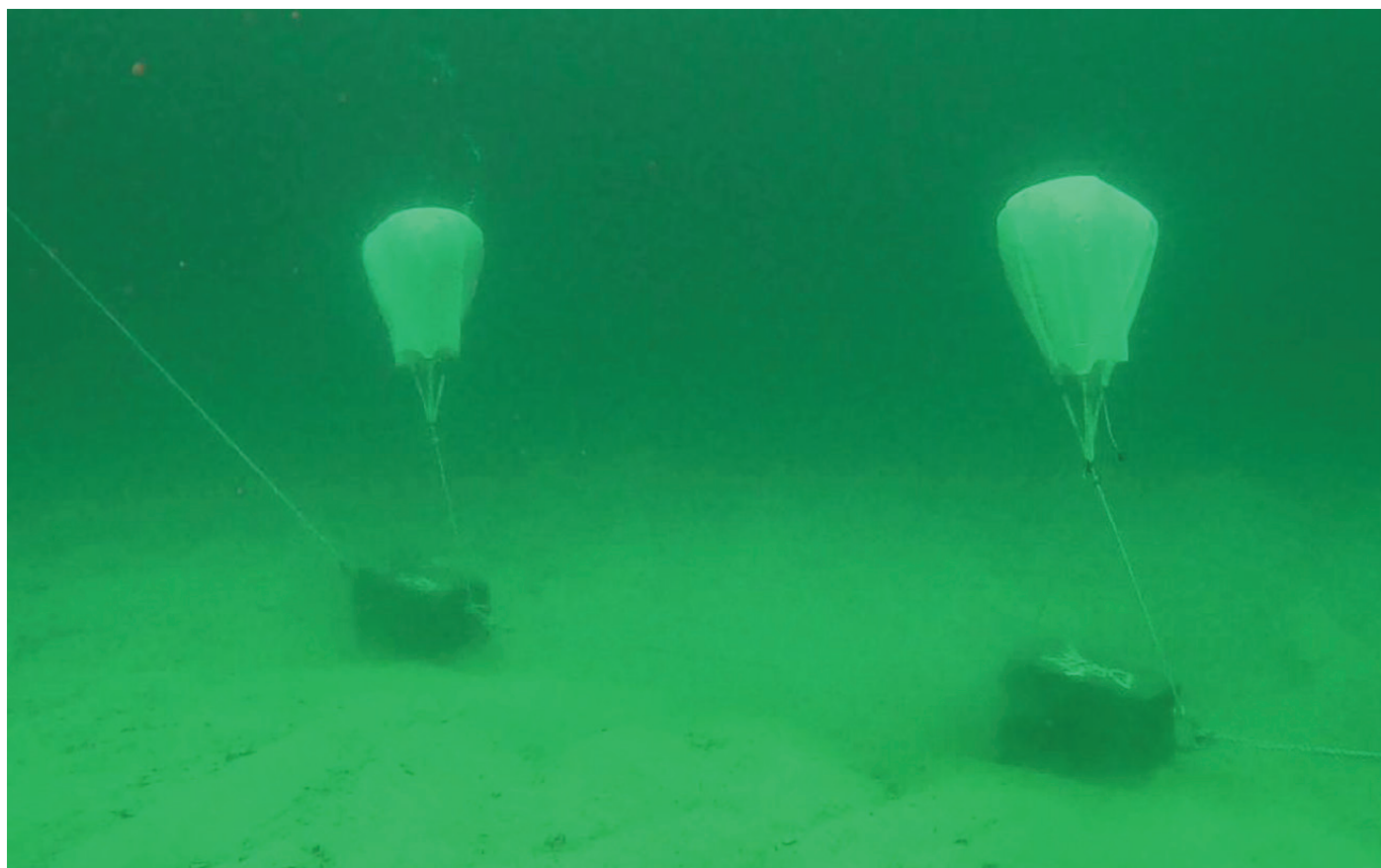


Figura 16. Detalle de maniobra de tensado empleando globos de reflote.

9. MONITOREO PRODUCTIVO

Una vez instaladas las cuelgas de Piure en las líneas de cultivo, es necesario realizar un monitoreo constante de estas. Esto se requiere para llevar un control del estado de los sistemas de cultivo, programar tareas dentro del cultivo, además de las cosechas y llevar una estadística mensual para informar al Servicio Nacional de Pesca las existencias que presenta el cultivo, así como los ingresos y cosechas.

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:

- ▶ **Balanza o Pesa:** Utilizadas para medir el peso de cuelgas completas en el primer caso y tomar el peso de Piure faenado (carne) en el segundo, para los cálculos de rendimiento.
- ▶ **Huinchita de medir:** Requerido para medir el largo y diámetro de los sistemas de cultivo.

9.1. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Para poder contar con una medida productiva del cultivo es necesario realizar un monitoreo que considere tomar el peso completo de las cuelgas (Fig. 17 b), la que puede ser medida mediante una balanza de piso o una romana, con ello se realiza el pesaje de un número representativo del cultivo. Si consideramos que, en una línea de cultivo de 100 metros útiles, se instalan 100 cuelgas, un porcentaje muestreado del 5% puede ser representativo de toda la biomasa existente para esa línea. Eso quiere decir, que para una línea de cultivo es necesario muestrear 5 cuelgas de cultivo, obtener el peso promedio y luego extrapolarlo al total de cuelgas existentes en la línea madre.

Si las cuelgas a monitorear son de gran tamaño, es posible segmentar el sistema de cultivo y realizar un pesaje por separado de sus partes sumando sus pesos, para finalmente para obtener el peso total; ahora bien, si dentro de una misma línea de cultivo existen



Figura 17. Monitoreo de sistemas de Piure donde se muestra la toma de longitud y diámetro de cuelgas (A), y la toma de peso mediante una romana (B).

distintos calibres de cuelgas, ya sea por un crecimiento desigual a lo largo de la línea o bien, la siembra de sistemas en diferentes estados de desarrollo es necesario parcializar el monitoreo, separando por calibres y realizando un monitoreo para cada uno de ellos. Esta última acción, además, ordena el trabajo y permite programar de manera efectiva los futuros trabajos en las líneas de cultivo, considerando las tareas de mantención, reflotes y cosechas.

Una vez realizado el conteo y pesaje de sistemas, es necesario realizar un muestreo destructivo, que consiste en el maquilado o faena de coipas provenientes de distintas cuelgas, de los cuales se realiza nuevamente el pesaje de la coipa completa y luego, el pesaje de la carne de Piure cosechada a partir de esta, con el fin de obtener un porcentaje de

rendimiento, si este porcentaje es igual o mayor al 20%, los sistemas están en óptimo rendimiento para su cosecha.

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, que considere las variables antes mencionadas (Tabla 1). El registro de estos valores nos puede facilitar, por un lado, tener detalle de la existencia de sistemas en cuanto a su número y estado de desarrollo, además de, poder realizar cálculos de tasas de crecimiento y la supervivencia asociada al cultivo.

9.3. TASA DE CRECIMIENTO ESPECÍFICO

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

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

Donde:

Pt_f = Peso promedio final del periodo (g).

Pt_i = Peso promedio inicial del periodo (g).

9.4. DETERMINACIÓN DE SUPERVIVENCIA

Para determinar el porcentaje de supervivencia se utilizará la fórmula:

$$\% S = (Nf / Ni) \times 100$$

Donde:

Nf = Número final de cuelgas

Ni = Número inicial de cuelgas

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



ACUICULTURA
EN ÁREAS DE MANEJO
CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA - COQUIMBO

Fecha:	
Lugar:	
Especie:	
Actividad:	

1. Determinar el Peso Promedio y dimensiones de las cuelgas de Piure

Cuelgas de Piure						
	Peso (Kg)	Longitud (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D Prom (cm)	Volumen (m³)
1						
2						
3						
4						
5						
Promedio						

Observaciones: Cuelgas de Piure provenientes de Cascabeles

Colectores de Piure						
	Peso (Kg)	Longitud (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	D Prom (cm)	Volumen (m³)
1						
2						
3						
4						
5						
Promedio						

Observaciones: Colectores

2. Indicar el número de Cuelgas en Cultivo

Número de Cuelgas	
Número de Cuelgas	
Observaciones:	

Número de Cuelgas	
Número de Cuelgas	
Observaciones:	

3. Resumen

Total de Cuelgas	
Peso promedio	
Peso total en cultivo (Kg)	

Observaciones:

10.COSECHA

Si el cultivo fue iniciado a partir de colectores vacíos, se estima que, a partir aproximadamente desde los 14 meses de cultivo, las cuelgas de Piure ya se encuentran en condiciones de ser cosechadas. Mientras que, si el cultivo inició con la siembra de juveniles adquiridos desde un centro de cultivo, los tiempos de cosecha suelen ser mucho más acotados.

No se recomienda dejar los sistemas por un tiempo mayor en el agua, ya que se ha evidenciado que el Piure aumenta la cantidad de túnica o coipa (capa protectora secretada por el Piure para protección) disminuyendo su rendimiento en carne. A su vez, y debido a la conducta gregaria del Piure, se ha observado una obstrucción del Piure más recientemente fijado, por sobre el más antiguo, generando una asfixia sobre estos, lo que los lleva a su muerte y descomposición. Esta descomposición in situ, suele afectar el estado fisiológico de los otros individuos adyacentes, llevándolos también a su muerte y generando grandes pérdidas de biomasa debido al sobrepaso de los tiempos de cosecha.

Por otro lado, se pueden observar que en sistemas listos para la cosecha puede haber secciones con menor crecimiento, muchas veces es posible separar estas porciones del resto del sistema y volver a disponerlo en

las líneas de cultivo, con el fin de que estas engorden hasta alcanzar su talla comercial y así obtener mayor rendimiento del sistema de cultivo completo.

Para realizar la cosecha las cuelgas de Piure (Fig. 18), primero se debe realizar una inspección visual de los sistemas de cultivo que alcanzaron la talla comercial, luego de este proceso, estas son retiradas desde la línea madre de cultivo y transportadas al muelle. Es en este punto muy importante poder registrar el peso de las cuelgas, para poder obtener el rendimiento que entrega cada cuelga en biomasa y posteriormente informar a SERNAPESCA la estadística del cultivo.

Se espera que una cuelga de 3 metros de largo pueda producir unos 80 kilos de biomasa total (túnica o coipa + carne), y al extraer solo la carne de Piure este valor alcance los 17 kilos por cuelga, lo que representa un rendimiento de 21% aproximadamente (Valor promedio de rendimiento obtenido en cultivos de Piure en distintas AMERBS de la IV Región).

También es posible realizar la venta directa de coipas de Piure completas, pero la ganancia disminuye al transar el producto de esta forma. Lo ideal es extraer la carne y poder darle un mayor valor, comercializándolas en fresco en bolsas de 1 kilo o más.



Figura 18. Cosecha de Piure en distintas organizaciones de Pescadores Artesanales de la Región de Coquimbo, provenientes de acuicultura a pequeña escala.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Adams CM, SE Shumway, RB Whitlatch & T Getchis. 2011. Biofouling in marine molluscan shellfish aquaculture: a survey assesses the business and economic implications of mitigation. *Journal of the World Aquaculture Society* 42: 242-252.
- Ambler RP & JI Cañete. 1991. Asentamiento y reclutamiento de *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Urochordata: Ascidiacea) sobre placas artificiales suspendidas en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile. *Revista de Biología Marina* 26: 403-413.
- Astorga M & J Ortiz. 2006. Variabilidad genética y estructura poblacional del tunicado *Pyura chilensis* Molina, 1782, en la costa de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 423-434.
- 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.
- Bustos, S. 2006. Protocolo para la producción y fijación de larvas de piure *Pyura chilensis* Molina 1782 (Chordata, Tunicata, Ascidiacea) para pescadores de área de manejo y explotación de recursos bentónicos. Tesis para optar al grado de Licenciado y título de Biología marina. Universidad Católica del Norte.
- Cancino J, C Hernandez, J Chong, R Otaiza, D Iriarte & F Aviles. 1998. Estudios del ciclo vital del piure y picoroco en la VII Región. Informe final, Fondo de Investigación Pesquera (FIP), Proyecto N° 96-49: 1-165.
- Cea G. 1970. Estados primarios del desarrollo y metamorfosis de *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Tunicata, Ascidiacea, Pyuridae). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 42: 317-331.
- Cea G. 1973. Biología del piure (*Pyura chilensis* Molina 1782, Chordata, Tunicata, Ascidiacea). *Gayana Zoología* 28: 3-65.
- Clarke M, V Ortiz & JC Castilla. 1999. Does early development of the Chilean tunicate *Pyura preputialis* (Heller, 1878) explain the restricted distribution of the species?. *Bulletin of Marine Science* 65(3): 745-754.
- Fletcher LM, BM Forrest, J Atalah & JJ Bell. 2013. Reproductive seasonality of the invasive ascidian *Didemnum vexillum* in New Zealand and implications for shellfish aquaculture. *Aquaculture Environmental Interaction* 3: 197-211.
- Gutiérrez, J. & J. Lay. 1995. Observaciones Biológicas en la población de *Pyura chilensis* e Antofagasta. *Rev. Estudios Oceanológicos, Chile*. 1:1- 32.
- Haye P & N Muñoz-Herrera. 2013. Isolation with differentiation followed by expansion with admixture in the tunicate *Pyura chilensis*. *BMC Evolutionary Biology* 13: 252-267.
- IFOP. 2015. Estudios de emplazamiento de áreas de Acuicultura de pequeña escala en la zona norte. Proyecto FIP 2013-23.
- Lambert C. 2005. Historical introduction, overview, and reproductive biology of the protochordates. *Canadian Journal of Zoology* 83: 1-7.
- Manríquez P & J Castilla. 2005. Self-fertilization as an alternative mode of fertilization in the solitary tunicate *Pyura chilensis*. *Marine Ecology Progress Series* 305: 113-125.
- Manríquez P & J Castilla. 2007. Role of larval behaviour and microhabitat traits in determining spatial aggregations in the ascidian *Pyura chilensis*. *Marine Ecology Progress Series* 332: 155-165.
- Olguín A. 2006. Especies Bentónicas de Importancia Comercial. Investigación Situación Pesquería Bentónica 2006: Recursos pesqueros N°2. Instituto de Fomento Pesquero. Chile. 28pp.

- Romero MS, W Stotz, F Ruiz, P Araya & S Torres. 2011. Ciclo reproductivo de *Pyura chilensis* Molina, 1782 en la región de Coquimbo, Chile. Libro de Resúmenes XXXI Congreso de Ciencias del Mar, 16 al 19 de agosto de 2011, Viña del Mar, Chile, p. 140.
- Schellin, T. & C. Ostergaard, 1995. The vessel in port: Mooring problems. Marine Structures 8:451-479.
- Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). 2020. Anuarios estadísticos de Pesca. Series 2004-2020. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Valparaíso.
- Stotz, W. 2013. Tecnologías de cultivo de Piure (*Pyura chilensis*) asociado a áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: producto para venta directa o para el mejoramiento de producción y rendimientos del Loco (*Concholepas concholepas*). Informe Final FONDEF AQ08I1030. 214pp.
- Stotz, W., A. González, J. Aburto & L. Caillaux. 1995. Estrategia metodológica para la estimación de crecimiento de la ascidia *Pyura chilensis*. XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Abstract.
- 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.
- 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.
- Tapia C & N Barahona. 2007. Investigación situación pesquerías bentónicas, 2006: Pesquería de *Pyura chilensis* (Molina, 1782) (Tunicata, Ascidiacea, Pyuridae). Informe Técnico IFOP, SUBPESCA BIP N°30043687-0, pp. 1-61.
- Yáñez LA & JC Castilla. 1973. Análisis cuali y cuantitativo de los equinodermos de los fondos sub-litorales blandos de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana Zoología 25: 1-2.









Universidad
Católica del Norte
Sello Ediciones Universitarias



ACUICULTURA

EN ÁREAS DE MANEJO

CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA - COQUIMBO



acuiculturaenareasdemanejo



programa_ape_ucn



@pdtcoquimbo8696



ISBN: 978-956-287-499-1



<https://acuiculturaenareasdemanejo.cl/>