



UST[®]

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

CAPIA

Centro de Investigación
Acuícola y Pesquero



Facultad de Recursos Naturales
y Medicina Veterinaria
Universidad Santo Tomás
Puerto Montt, Chile
Septiembre 2025



Protocolo de congelación de redes con frondas de luche obtenidas mediante captación natural

Gesica Aroca, Julián Cáceres, Ricardo Riquelme y Marcela Ávila



Proyecto IT2310048

Escalamiento productivo de la captación natural de *Pyropia* "Luche" en la región de Los Lagos, a través de la homogeneidad ecológica de semilleros y congelamiento de sustratos artificiales sembrados para su preservación en condiciones controladas

Proyecto IT23I0048
Escalamiento productivo de la captación natural de *Pyropia* “Luche” en la región de Los Lagos, a través de la homogeneidad ecológica de semilleros y congelamiento de sustratos artificiales sembrados para su preservación en condiciones controladas

**Protocolo de Congelación de redes con frondas de luche
obtenidas mediante captación natural**

Gesica Aroca, Julián Cáceres, Ricardo Riquelme y Marcela Avila

Centro Acuícola y Pesquero de Investigación Aplicada (CAPIA)

Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria.

Universidad Santo Tomas, Puerto Montt, Chile

Septiembre 2025

Registro de propiedad intelectual: 2025-A-9821

Se autoriza la reproducción de la información aquí contenida siempre que se cite esta publicación como fuente:

Aroca G., J. Cáceres, R. Riquelme, M. Avila. 2025. Protocolo de Congelación de redes con frondas de luche obtenidas mediante captación natural. Proyecto IT23I0048: Escalamiento productivo de la captación natural de *Pyropia* “Luche” en la región de Los Lagos, a través de la homogeneidad ecológica de semilleros y congelamiento de sustratos artificiales sembrados para su preservación en condiciones controladas. ANID-UST. 11 pp.

Resumen

El presente documento, es un protocolo describe los procedimientos y etapas principales a seguir para la congelación y el manejo de redes inoculadas, mediante captación natural de lucbe en semilleros de la Región de Los Lagos.

Este protocolo considera la secuencia de pasos, desde la instalación de las redes para captación natural en las localidades seleccionadas como semilleros, hasta el proceso de congelamiento de aquellas con mayor densidad de semillas de lucbe. Este tratamiento permite disponer de redes inoculadas con semillas viables durante todo el año.

Las fotografías que incluye, son parte de los resultados obtenidos en las localidades en estudio y la descripción de resultados son las actividades realizadas en el marco del proyecto ANID ID IT23I0048 "INNOVACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LUCHE (PYROPIA SPP) POR MEDIO DE LA CAPTACIÓN NATURAL, MEJORAMIENTO DE LA CADENA DE VALOR Y LA ARTICULACIÓN DE PRODUCTORES DE PEQUEÑA ESCALA EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS".

Agradecemos a los pescadores que nos permitieron la instalación de sustratos colectores de semillas, cerca de sus espacios de trabajo, a los asociados del proyecto por su aporte de conocimientos y experiencia y a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo por el financiamiento otorgado, para la ejecución de esta iniciativa.

Contenido

| | |
|----------------------|----|
| 1. Introducción..... | 5 |
| 2. Metodología..... | 6 |
| 3. Referencias..... | 11 |

1. Introducción

Para que el cultivo del luche avance hacia una escala comercial, es esencial continuar desarrollando el conocimiento científico y tecnológico. En este contexto, el presente protocolo aborda la brecha productiva y tecnológica de la validación de una técnica de congelación de sustratos artificiales para preservación de las semillas. El desarrollo y validación de esta metodología facilitará el escalamiento productivo del cultivo de luche, para pequeños acuicultores y recolectores y recolectoras que comercializan productos derivados del luche para consumo en la Región de Los Lagos.

A través del desarrollo del proyecto ANID 21I 10237, se desarrolló una metodología para la captación exitosa de semillas de *Porphyra/Pyropia* sp., desde sectores que se han definido como "semilleros", los que se encuentran aledaños a praderas naturales, utilizando para la fijación sustratos como redes y aplicando soluciones basadas en la naturaleza (SbN). Este enfoque ha permitido la fijación de semillas sin la necesidad de instalar infraestructura de alto costo y sin la necesidad de contratar personal altamente especializado, que se requiere en la siembra controlada en "hatchery", especialmente durante la etapa de incubación o "fase de conchocelis". Aunque ambas técnicas son efectivas en la producción de la fase foliosa de este recurso, optimizar la cadena productiva es fundamental para alcanzar un cultivo integral y escalable de *Porphyra/Pyropia* sp, para comunidades costeras.

Conocer el momento adecuado para la instalación de los paños de redes en las localidades es crucial para obtener un reclutamiento masivo de semillas. La técnica de congelación validada no solo permite preservar y mantener un stock disponible de redes con semillas para la venta y para los interesados en el cultivo, sino que también facilita un manejo preventivo, reduciendo la proliferación de epífitas, evita enfermedades en las frondas en futuras cosechadas en el mar, reduce la proliferación de plagas, y otros eventos adversos. Además, permite una gestión más eficiente de la cadena productiva del cultivo de *Porphyra/Pyropia* sp.

El objetivo de este protocolo es detallar las etapas del procedimiento de congelación de sustratos de captación natural, asegurando así la sostenibilidad y la eficiencia en el cultivo de luche.

2. Metodología

2.1 Consideraciones preliminares

Para lograr una captación natural exitosa de semillas de luche, se utiliza el procedimiento descrito en el protocolo de captación natural de semilla del luche (Ávila et al., 2024), el cual enumera los pasos necesarios para seleccionar adecuadamente los sitios semilleros de luche. Este protocolo describe en detalle el cómo se deben instalar los colectores, el tipo de sustratos a utilizar, la época de instalación, así como las características de la temporada de crecimiento.

En este contexto, y como parte de la etapa inicial de este protocolo, se consideró la instalación de un módulo de captación de semillas constituidos por un sistema de anclajes fijado al sustrato en las zonas intermareales superiores y paños de redes como sustratos (colectores) atados estos en sus vértices (4 puntos) y zona media (1 punto) (Figura 1). La ubicación del sector donde se instalaron las redes fue definida usando como base las observaciones en terreno de la distribución del recurso luche en cada localidad seleccionada. Dentro de la franja intermareal se seleccionó un sector basándose en las mejores prácticas descritas en el protocolo de captación de semillas de luche.



Figura 1. Instalación de sistema de captación natural de semillas de luche en San Antonio, Comuna de Calbuco.

A partir de los resultados obtenidos en la etapa preliminar de captación (Avila *et al.*, 2024), se han desarrollado las siguientes etapas para realizar el proceso de congelamiento de las redes recolectadas en los sitios seleccionados como semilleros:

- 1) **Extracción y traslado:** Una vez que se constata la presencia de frondas en densidad y tamaño adecuado en las redes, debidamente rotuladas con fecha de instalación y localidad de origen, se procede con la extracción de los sustratos desde los sitios seleccionados como semilleros y su traslado a las instalaciones designadas para su procesamiento.
- 2) **Caracterización y control de calidad de las redes:** En esta etapa, se realiza una evaluación detallada de las redes para asegurar que cumplen con los estándares de calidad necesarios descritos en detalle en este protocolo. Esto incluye la identificación de posibles contaminantes, evaluación de la densidad de semillas y condiciones generales de las redes.

- 3) **Proceso de deshidratación de las redes seleccionadas:** Las redes que cumplen con los criterios de calidad son sometidas a un proceso de deshidratación controlada, hasta alcanzar una humedad de 40%. Este paso es crucial para reducir el contenido de humedad y preparar las redes para el congelamiento.
- 4) **Congelamiento:** Finalmente, las redes deshidratadas son congeladas (Temperatura -20°C) bajo condiciones específicas que garantizan la preservación de las semillas y la integridad de los sustratos.

Estas etapas corresponden a una secuencia de pasos, los cuales se describen en detalle a continuación.

2.1 Extracción y traslado de redes

Está comprobado que el proceso de captación dura alrededor de 60 días, dentro de esta etapa, la extracción de los paños de redes debe programarse considerando la marea más baja del día. Las redes deben ser cuidadosamente desatadas de los sistemas de anclaje del sistema de captación, para evitar roces y pérdida de plántulas. La manipulación de las redes debe hacerse teniendo la precaución de doblar las redes cuantas veces sea necesario, para evitar roces con el suelo, con cuerdas o entre ellas para evitar el desprendimiento de los reclutas.

Una forma adecuada de manipulación consiste en tomar los cuatro vértices de la red y doblarla en partes iguales sobre sí misma hasta alcanzar un tamaño aproximado de 50x50 cm (Figura 2). Para efectos de monitoreo, de cada red se recomienda extraer 3 muestras de testigos de 10 centímetros de largo para evaluar la calidad de la captación natural de semillas de luche.



Figura 2. Forma de doblado de la red durante la extracción, para traslado al lugar de congelación y muestras de red para determinación de densidad y tamaño de las frondas.

Cada red debe colocarse dentro de una bolsa de plástico debidamente etiquetada, indicando el lugar de procedencia, así como las fechas de instalación y extracción. Las bolsas con las redes

deben ser colocadas dentro de una caja con aislamiento térmico para asegurar su conservación durante el traslado (Figura 3).



Figura 3. Redes almacenadas y etiquetadas para su traslado

2.2 Caracterización y control de calidad de reclutas en las redes

Una vez extraídas las redes desde los sitios de captación natural, es necesario determinar su calidad en términos de densidad, como también conocer el estado de desarrollo de los reclutas asentados sobre las redes. Para determinar la densidad de cada paño, se cuantifica la cantidad de reclutas presentes en las muestras testigo extraídas de cada paño de red. Estas muestras deben ser observadas bajo lupa estereoscópica (Figura 4). Se considera que un paño de red de buena calidad es aquel donde se registra una densidad de al menos 1 fronda/cm lineal.



Figura 4. Determinación de la calidad de los paños de redes, Laboratorio de Bioensayos CAPIA, Universidad Santo Tomas.

En cuanto al estado de desarrollo del luche, se debe considerar el aspecto morfológico de las frondas, como, por ejemplo: color, forma y tamaño. Una fronda sana debe presentar un color que varíe entre café y púrpura intenso, con bordes bien definidos y sin signos de decoloración que puedan evidenciar necrosis del tejido. El tamaño de las frondas, en redes que han permanecido por un periodo de captación de 2 meses en el lugar elegido para hacer la captación natural, puede variar entre 1 y 10 mm de longitud (Figura 5).

Otro aspecto relevante es la identificación de posibles contaminantes, o especies que proliferen sobre las redes en las épocas de captación, como especies no deseadas en el cultivo, incluyendo mitílidos, algas (verdes, rojas o pardas), entre otras. Además, se debe realizar una evaluación de las condiciones generales de las redes, considerando posibles daños causados por el roce con rocas o cuerdas.

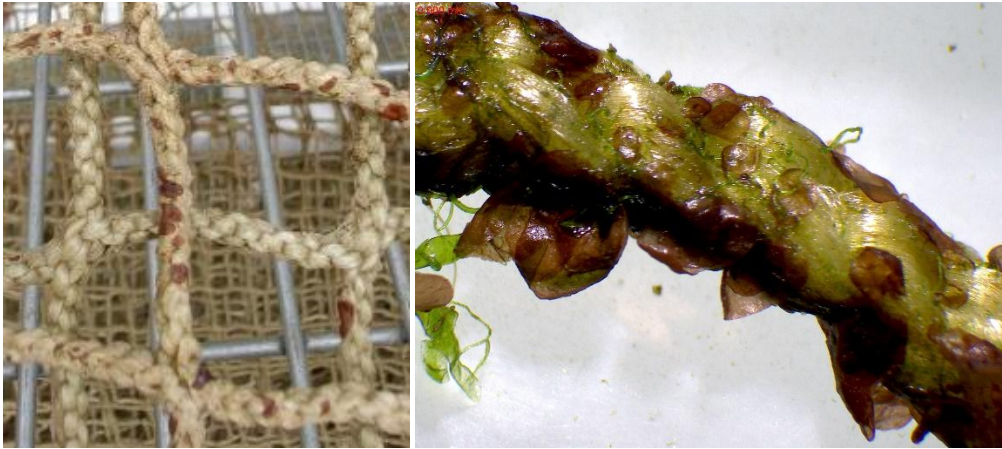


Figura 5. Forma y color de reclutas de *Pyropia spp.*

A modo de ejemplo la densidad de reclutas puede fluctuar entre 1,7 y 7 ind/cm lineal en algunas de las localidades en estudio.

En cada localidad de captación natural se seleccionaron las mejores redes usando los criterios antes descritos para congelación. En la localidad de Hueihue (Isla de Chiloe), se seleccionaron redes que presentaron densidades promedio entre 1,8 a 3,2 ind/ cm lineal y un tamaño promedio entre 0,3 mm a 0,5 mm. En San Antonio (Calbuco), la densidad promedio varió entre 3,4 a 7 ind/ cm lineal con un tamaño de los reclutas promedio de 0,3 mm en las redes seleccionadas. Por último, en la localidad de Pelu (Calbuco) las redes seleccionadas tuvieron densidades promedio entre 5,4 a 6.3 ind/ cm lineal y un tamaño promedio entre 0,6 mm a 0,7 mm.

2.3 Proceso de deshidratación de las redes seleccionadas

Antes de proceder con el congelamiento de los paños de red extraídos de los sitios de captación natural, se redujo la humedad de las redes mediante un proceso de secado natural a la sombra (Figura 6) hasta alcanzar un peso constante. Este proceso de desecación puede llevar hasta 5 horas, dependiendo de las condiciones ambientales, para lograr una humedad del 40% aproximadamente (temperatura, intensidad lumínica, humedad y viento entre otros).



Figura 6. Secado natural de paños de redes en instalaciones Universidad Santo Tomas

La humedad relativa de cada paño de red puede estimarse de forma indirecta mediante la diferencia de peso durante el proceso de desecación. Para ello, se registra el peso de cada red en una balanza digital con una precisión de 0,1 gramos (Figura 7). El porcentaje de humedad de los paños de red se calculará utilizando el siguiente algoritmo matemático.

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$



Figura 7. Registro de peso para determinación de porcentaje de humedad

Durante el desarrollo del proyecto se registró la humedad de las redes colectadas en las localidades y siguiendo la metodología antes descrita, se registró un promedio de humedad de $43\% \pm 3$.

2.4 Congelamiento de redes

Al planificar la producción de paños de red que incluyan una etapa de congelamiento, es fundamental considerar la capacidad de la unidad de congelación. Para esta etapa, se recomienda utilizar un congelador horizontal o una sala de refrigeración que mantenga una temperatura de -20 °C.

Una vez deshidratadas, las redes se almacenan en una bolsa plástica debidamente etiquetada, con la siguiente información: lugar de origen (sitio de captación), periodo de captación natural de semillas, porcentaje de deshidratación y periodo de congelamiento.

Para facilitar la extracción de las redes de manera ordenada y de acuerdo con el plan de descongelamiento y el futuro cultivo en el mar, se debe considerar cuidadosamente la distribución de los paños dentro de la unidad de congelación, de acuerdo a la fecha de extracción o de instalación (Figura 8). Las redes pueden permanecer congeladas en estas condiciones hasta por un periodo de 6 meses.



Figura 8. Distribución de los paños de redes al interior de la unidad de congelamiento.

3. Referencias

Ávila M, G Aroca, R Riquelme, C De Zarate, A Mansilla, C Godoy. 2024. Protocolo captación natural de esporas de lucbe en redes. Serie Programa Educativo Participativo para la Pesca Artesanal. Universidad Arturo Prat. 36 pp.