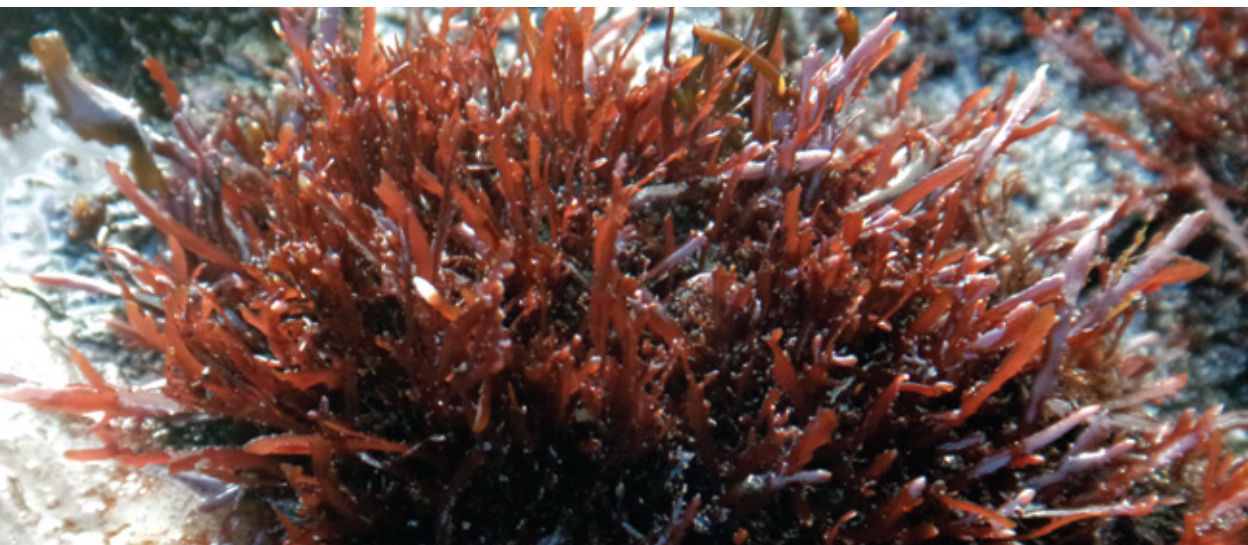


# Manual de una técnica para el repoblamiento de la chasca delgada, *Gelidium lingulatum* Kützing (Rhodophyta, Gelidiales), en roqueríos intermareales, Región del Biobío.

FONDEF-REGIONAL D13R20031  
UCSC UST



**UCSC**



**FONDEF**  
Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico



# Manual de una técnica para el repoblamiento de la chasca delgada, *Gelidium lingulatum* Kützinger (Rhodophyta, Gelidiales), en roqueríos intermareales, Región del Biobío.

## EQUIPO DE TRABAJO PARA LA PRODUCCIÓN DE ESTE MANUAL

Ricardo D. Otaíza (Director de Proyecto), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, y Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS), Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción.

Julián H. Cáceres (Director Alterno), Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático (CiiCC), Universidad Santo Tomás, Santiago.

## COLABORADORES

Alvaro Sanhueza (Investigador, Biólogo Marino UCSC).

Catalina Rodríguez (Investigadora, Bióloga Marina UCSC).

## Este documento debe ser citado como:

Otaíza, R.D. y J. Cáceres, 2017. Manual de una técnica para el repoblamiento de la chasca delgada, *Gelidium lingulatum* (Kützinger) (Rhodophyta, Gelidiales), en roqueríos intermareales, Región del Biobío. Proyecto FONDEF-REGIONAL D13R20031. 40 pp.

Registro de propiedad intelectual N°: 283.035





# Contenido

Introducción	02
1. Biología de la chasca delgada	07
1.1 Distribución, hábitat y herbívoros de la chasca delgada	07
1.2 Morfología de la chasca delgada	11
1.3 Ciclo de vida de la chasca delgada	16
1.4 Reproducción de la chasca delgada	18
1.5 Ciclo productivo de la chasca delgada	20
2. Técnica de siembra de la chasca delgada	21
2.1 Planificación de las actividades	23
2.2 Selección de los sitios	25
2.3 Materiales	29
2.4 Actividades de montaje	30
2.5 Procedimiento de control	33
Agradecimientos	37
Referencias	38



# Introducción

Las macroalgas marinas son organismos comunes en las costas rocosas. Los roqueríos intermareales y submareales son el hábitat para la mayor parte de estas especies, donde forman parte del primer eslabón de las cadenas tróficas. Además, algunas especies pueden formar bosques o praderas, formando el hábitat donde se desarrollan otros organismos.

## MACROALGAS COMO RECURSOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

Algunas especies de macroalgas son recursos de interés económico. En Chile, el luche y el cochayuyo han sido tradicionalmente consumidos en forma directa por los seres humanos. Algunas macroalgas han sido usadas como alimento para invertebrados en prácticas de acuicultura o se exportan como alimento para humanos en países asiáticos, como es el caso de la chicoria de mar.

La razón por la cual se cosecha la mayor cantidad de algas en Chile es para la extracción de ficoloides. Estos corresponden a compuestos como gelatinas y espesantes que tienen un amplio uso en la industria alimenticia y farmacéutica, y también tienen diferentes tipos de aplicaciones

biotecnológicas, entre muchos otros usos comerciales. A este grupo de algas pertenece el pelillo, la luga roja, la luga negra y la luga corta, la chicoria de mar, la chasca delgada y algunas otras algas rojas, junto con algunas algas pardas, como los huiros.

En Chile, las macroalgas tienen un rol económico y social importante, puesto que su recolección o cosecha es realizada principalmente por pescadores artesanales y recolectores de orilla y sus familias. Según el reciente Boletín de Exportaciones Pesquera y de Acuicultura de Chile (Boletín Anual Económico, IFOP 2016), a diciembre de 2016, el rubro algas generó exportaciones anuales por US\$ 229,7 millones, cifra un 6,9% menor a lo obtenido en igual fecha de 2015. Los



ingresos percibidos en el período enero-abril 2016 ubicaron a las exportaciones de algas secas en el primer lugar del ranking, con un 52,0% de participación, seguida de carragenina con una contribución del 24,2%; mientras que el agar ocupó el tercer lugar con una participación del 14,1%. Por esta razón, se espera que la generación de acciones que favorezcan la producción algal tenga un efecto socio-económico positivo para este grupo de personas.

La chasca delgada es un recurso que comprende tres especies de algas: *Gelidium lingulatum*, *G. chilense* y *G. rex*. Éstas se cosechan principalmente entre las Regiones de Atacama y la del Biobío, con un total de desembarque entre 135 y 576 ton al año, a nivel nacional (SER-NAPESCA 2011-2016). Este recurso algal se usa como materia prima para la extracción de agar de alta calidad. El agar es un ficocoloide (una “gelatina”) de amplio uso en diferentes rubros de la producción, pero destacan sus aplicaciones en la industria alimenticia y en

biotecnología. Uno de los componentes del agar, la agarosa, tiene aplicaciones únicas en investigaciones y aplicaciones científicas y tecnológicas que aseguran una demanda por este producto.

En Chile se produce agar a partir de *Gracilaria* (el “pelillo”), la que tiene destino principalmente a Japón. El poco *Gelidium* que produce Chile también tiene destino en su totalidad a Japón (VERGARA, 2016). A nivel internacional, el principal comprador de agar es Japón (20%) seguido de EEUU (16%), Alemania y la Federación Rusa con porcentajes en torno a 7% cada uno. El agar tiene un alto valor en el mercado internacional. La tonelada de agar puede alcanzar un valor aproximado de US\$ 27.000/Ton ([http://seaweed.ie/uses\\_general/agars.php](http://seaweed.ie/uses_general/agars.php)).

Debido a la importancia del agar y de la demanda por este ficocoloide en el mercado internacional, se espera que estimular la capacidad de producción de *Gelidium* spp. tenga, finalmente, un efecto positivo en las personas dedicadas a su extracción.

## CULTIVO Y REPOBLAMIENTO DE MACROALGAS

La importancia económica de las macroalgas ha promovido el desarrollo de técnicas de cultivo para diversos recursos chilenos. Tal vez el ejemplo más exitoso de una técnica para la producción masiva de algas en Chile ha sido la técnica desarrollada para el pelillo, *Gracilaria chilensis*, que ha podido ser implementada en forma repetida y exitosa en muchas localidades a lo largo de la costa. Para otros recursos algales,

sin embargo, las técnicas de cultivo aún no han sido masificadas, y los desembarques continúan proviniendo de la recolección o cosecha a partir de praderas naturales.

El desarrollo de técnicas de repoblamiento o de restauración de praderas de macroalgas, como una medida de manejo de praderas naturales, es otra herramienta que favorece la producción de algas de importancia económica. La



técnica de siembra propuesta en este manual está orientada a recuperar la capacidad productiva en sitios donde la abundancia de la chasca delgada haya disminuido ya sea por explotación, por desastres naturales o por impacto de otras actividades humanas en las zonas costeras. Esta técnica también puede ser aplicada para extender praderas o aumentar la abundancia de la chasca en praderas ya existentes, e incluso para instalar praderas en zonas que presentan



Cosecha de “huir negro” en Piure.

las condiciones apropiadas para el recurso, aumentando la capacidad de producción de algas.

## PROYECTO FONDEF-REGIONAL D13R20031

Con el objetivo de proponer técnicas de repoblamiento para la chasca delgada en la Región del Biobío se desarrolló el proyecto **FONDEF-REGIONAL D13R20031 "Desarrollo de técnicas de manejo del recurso *Gelidium* spp para la diversificación de la producción algal de la Región del Bío Bío"**. En este proyecto propusimos generar técnicas de repoblamiento para el recurso “chasca delgada” (*Gelidium lingulatum*).

El aspecto biológico enfatizado para este recurso fue la adhesión secundaria de fragmentos. Se propuso un mecanismo

para el repoblamiento de este recurso que puede ser usado como modelo para su aplicación a otras especies cercanas, como *Gelidium chilense* y *Gelidium rex*. Ligado al desarrollo de las técnicas de repoblamiento, el proyecto contempló el traspaso o transferencia de estas tecnologías a miembros de los sindicatos de pescadores artesanales participantes en el proyecto. Para conseguir este objetivo, fue necesario conceptualizar la transferencia como un proceso de educación tecnológica unido al fortalecimiento o desarrollo progresivo de

## a partir de esporas

## a partir de fragmentos

roqueríos  
intermareales



luga corta o cuchara  
(*Mazzaella laminarioides*)



chasca delgada  
(*Gelidium llingulatum*)

fondos  
submareales



luga negra  
(*Sarcothalia crispata*)



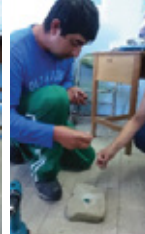
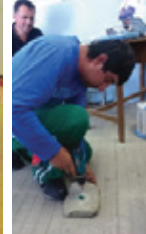
chicoria de mar  
(*Chondracanthus chamissoi*)

capacidades, a lo largo del cual los beneficiarios del proyecto tienen que ir adquiriendo progresivamente las competencias teóricas y prácticas necesarias para aplicar las tecnologías de manera autónoma. Para aquello, en forma paralela a las actividades experimentales de repoblamiento con macroalgas, se realizaron actividades de transferencia tecnológica. En este sentido, como eje conductor, se adoptó la misma metodología usada en el proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004 y que fue descrita en el "Manual para la transferencia tecnológica a pescadores

artesanales interesados en el repoblamiento de recursos marinos" (Labra et al. 2015).

Junto con el proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004 se abordó el desafío de desarrollar técnicas que puedan ser usadas en el repoblamiento y restauración de poblaciones para diferentes recursos algales de dos hábitats (intermareal y submareal) usando distintos métodos de acuerdo a las características reproductivas de cada recurso (reproducción vía esporas o vía fragmentos).





Actividades de capacitación con socios de los sindicatos de Caleta Cocholgüe, Cerro Verde, Puerto Viejo Punta Lavapié y Caleta Yani.



## ESTE MANUAL

En este manual se describen los procedimientos de una técnica de repoblamiento para la chasca delgada. Esta técnica está basada en los resultados experimentales obtenidos durante la ejecución del proyecto **FONDEF-REGIONAL D13R20031**. Una de las condiciones propuestas fue que la técnica fuera **sencilla, de bajo costo y eficaz** para generar nuevos individuos en los ambientes naturales, y que además fuese respetuosa con el medio ambiente.

Esta técnica fue diseñada para que sea aplicable por agrupaciones de pescadores artesanales. El procedimiento propuesto no debiera representar dificultades para su implementación, especialmente si algunos de los socios han trabajado con la chasca delgada. Con su experiencia podrán aplicar, y si es necesario, ajustar la técnica aquí descrita a las condiciones particulares de los sitios de su interés. El apoyo técnico de asesores puede facilitar su implementación, al menos al comienzo.

Este manual está dividido en dos partes. En la primera parte se presentan algunos aspectos de la biología de la chasca delgada.

Se comienza con una breve descripción de la distribución y hábitat de la chasca delgada, y se indican las principales especies de herbívoros que las podrían consumir (Sección 1.1). Luego, se incluyen algunos aspectos de su morfología (Sección 1.2), y de su ciclo de vida (Sección 1.3), los tipos de reproducción que presenta (Sección 1.4) y su ciclo productivo (Sección 1.5). Se espera que esta información facilite la comprensión de los procedimientos propuestos en la descripción de la técnica de repoblamiento. En la segunda parte se presentan las actividades relacionadas con la técnica de repoblamiento. Primero se dan algunas sugerencias para la planificación de las actividades (Sección 2.1) y la selección de los sitios (Sección 2.2). Luego se indican los principales materiales necesarios para desarrollar la actividad (Sección 2.3), seguido por una descripción de las actividades de siembra propiamente tal (Sección 2.4). Finalmente se incluye la descripción de un procedimiento de control de la actividad de siembra (Sección 2.5). Este manual también incluye una lista de estudios que mencionan a la chasca delgada.

# 1. BIOLOGÍA DE LA CHASCA DELGADA

## 1.1 DISTRIBUCIÓN, HÁBITAT Y HERBÍVOROS DE LA CHASCA DELGADA

El nombre científico actual de la chasca o chasca delgada es *Gelidium linguatum* Kützing 1868 (Rhodophyta, Gelidiales) (Figs. 10-12, 14). Otras dos especies hermanas son igualmente cosechadas en Chile. También son conocidas como “chasca”, y su nombre científico es *Gelidium chilense* (Montagne) Santelices y Montalva 1983 y *Gelidium rex* Santelices y Abbott 1985 (Figs. 15-16). En algunas localidades se ha cosechado otra especie, *Ahnfeltiopsis* spp., que también ha

sido llamada “chasca o chasca gruesa” pero tiene una relación lejana con las especies de *Gelidium* (Fig. 17).

La distribución geográfica de la chasca delgada comprende desde Antofagasta hasta Tierra del Fuego. Esto significa que la Región del Biobío está claramente dentro del rango de distribución latitudinal de la especie.

### HÁBITAT DE LA CHASCA DELGADA

Es importante conocer el hábitat de la chasca para poder elegir los sitios donde hacer las actividades de siembra y donde instalar las unidades de transplante. La chasca delgada es más abundante en la zona baja de roqueríos intermareales expuestos al oleaje. Al igual que muchos otros organismos que viven en los roqueríos intermareales, la chasca es más

Fig. 1. Banda de chasca en la zona baja de roqueríos intermareales, entre los choritos y los huiros negros, y con presencia de arena.

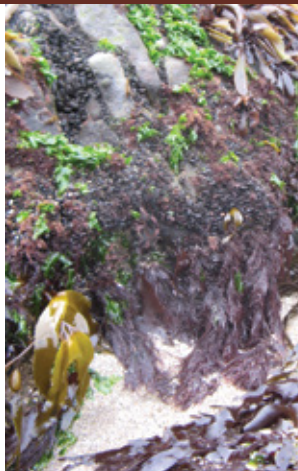


Fig. 2. Manchones de chasca junto con huiro negro en plataforma rocosa en la zona intermareal baja.

Fig. 3. Manchones de chasca en rocas cubiertas por la costra rosada de algas calcáreas crustosas.



Fig. 4. Zona expuesta de roqueríos pero que presenta rocas que le sirven de rompeolas.

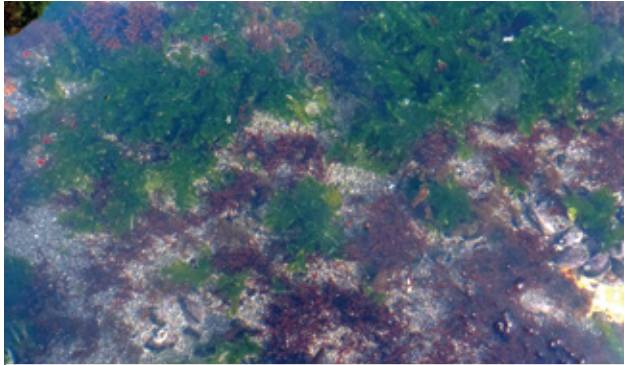


Fig. 5. Manchones de chasca en una poza intermareal.



Fig. 6. Chasca en un canalón durante marea baja, el fondo presenta arena.

abundante en una franja o banda horizontal en la zona intermareal baja (Figs. 1-6). La banda que forma, al menos en la Región del Biobío, es angosta, sólo de unos 50 cm de distribución vertical. El límite superior de distribución se ubica hacia zonas intermareales medias, llegando a estar presente en la parte baja de la banda de chorito maico (*Perumytilus purpuratus*) en algunas localidades de la Región del Biobío. El límite inferior de distribución se ubica en la parte más alta de los huiros negros (*Lessonia spicata*), creciendo a veces entre los grampones de los huiros que crecen más arriba, y donde la roca está cubierta por una costra rosada formada por algas calcáreas (Fig. 3). Ocasionalmente puede crecer en pozas (Fig. 5) ubicadas en la zona intermareal baja, pero comúnmente no crece en zonas permanentemente sumergidas.

En cuanto a la exposición al oleaje, la chasca es abundante en roqueríos que reciben mucho movimiento de agua, pero

evitando aquellos que reciben el golpe directo y permanente de las olas al reventar. Es abundante en los roqueríos expuestos al oleaje pero que, al mismo tiempo, presentan bajíos o barreras de rocas al frente que le sirven como rompeolas (Fig. 4). Algunos canalones también tienen estas características (Fig. 6).

Otro aspecto que se relaciona con la presencia de la chasca es la ocurrencia de playas de arena en la cercanía de los roqueríos (Fig. 1). En lugares donde la chasca es abundante es muy frecuente encontrar una playa de arena cercana, que puede incluso ser pequeña. La



Fig. 7. Chasca y otras algas con las puntas blanqueadas por la desecación.



chasca puede soportar estar enterrada bajo arena por un tiempo, y volver a crecer una vez que la arena se retira.

La pendiente de las rocas no es una limitante para la ocurrencia de la chasca. Está presente tanto en paredes verticales como en plataformas horizontales, y por supuesto en roqueríos con pendiente intermedia.

En cuanto al tipo de sustrato, la chasca

crece sobre roca y sobre algas crustosas calcáreas (Fig. 3), que podrían facilitar su adhesión. También puede crecer sobre la concha del chorito maico (Fig. 1) y sobre picorocos.

A diferencia de muchas otras algas de la zona intermareal, la chasca muestra poca tolerancia a la desecación, al exceso de radiación o a la combinación de estos dos factores. A mediados de la primavera y principios del verano es común ver que la chasca presenta las puntas de las láminas de color blanco. Este fenómeno se denomina “blanqueo” (Fig. 7) y afecta a muchas algas intermareales. Ocurre cuando parte del tejido se muere debido a desecación durante mareas bajas extremas o porque el mar queda muy tranquilo durante el período de mareas bajas, y las algas quedan expuestas al sol por muchas horas sin recibir agua.



a) *Chondria secundata*



b) *Corallina officinalis*

Fig. 8. Algas asociadas con la chasca



Algunos organismos parecen estar asociados con la chasca. La chasca delgada frecuentemente ocurre junta con un alga roja ramificada (*Chondria secundata*, antes llamada *Laurencia chilensis*, Fig. 8a), que se caracteriza por tener un olor desagradable cuando es apretada entre los dedos. *Chondria* también sufre blanqueo de sus puntas en primavera y verano. Por otra parte, los manchones de algas calcáreas articuladas (Fig. 8b) podrían atrapar fragmentos de chasca que floten a la deriva, y favorecer su adhesión. Además, los manchones de chasca, casi siempre tienen “semilla” de choritos creciendo en su base. El más común es el chorito negro (*Semimytilus algosus*, Fig. 9a), cuya distribución también está asociada en alguna medida con la presencia de arena. Las semillas del chorito maico también colonizan los manchones de chasca.

#### ORGANISMOS QUE SE ALIMENTAN DE LA CHASCA DELGADA

Conocer cuáles son los herbívoros que pueden comer chasca o alguna de sus partes es importante para evitarlos al seleccionar los sitios donde realizar la siembra. Estos animales pueden afectar la abundancia de la chasca comiéndose las láminas, las laminillas reproductivas, las esporas o los juveniles. Es difícil identificar cuáles son los organismos que se comen a la chasca. Se ha descrito que algunos invertebrados pueden consumir chasca, pero en condiciones de laboratorio. En roqueríos expuestos al oleaje, y con al menos un poco de influencia de arena, donde la chasca es abundante, no se observa gran cantidad de herbívoros. Los erizos (Fig. 9b) son voraces, y podrían consumir chasca, pero no son abundantes en zonas intermareales con arena. Otros herbívoros de tamaño grande, como peces también podrían comer las láminas o parte de ellas. Los herbívoros que raspan las rocas, como los chitones, caracoles negros y lapas (Fig. 9b-d) podrían consumir los juveniles o comer las puntas de los ejes rastrosos, pero su impacto sobre láminas desarrolladas tendría que ser evaluado.

Fig. 9. Invertebrados asociados con la chasca.

a) chorito negro (*Semimytilus algosus*)



b) erizo negro y caracoles negros



c) chitón con espinas (*Acanthopleura echinata*)



d) chitones (*Chiton granosus*), lapas (*Fissurella* sp.) y caracoles negros (*Tegula* spp.)

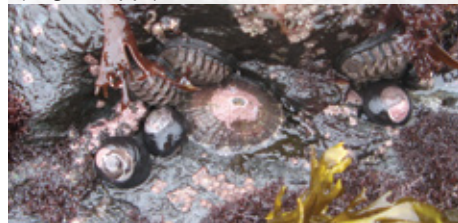




Fig. 10. Morfología de *Gelidium* mostrando los ejes basales que se adhieren al sustrato y que producen las láminas.



Fig. 11. Ejes basales de *Gelidium lingulatum*.

## 1.2 MORFOLOGÍA DE LA CHASCA DELGADA

La morfología de la chasca delgada es bastante fácil de distinguir. El talo, o “cuerpo”, del alga está formado por dos partes principales: los ejes basales y las láminas (Fig. 10). Los ejes basales (Fig. 11), o ejes rastreros, son estructuras cilíndricas y alargadas que crecen apegados al sustrato. Son delgados (0,5-1,0 mm) y ramificados, y aparecen doblados en diferentes direcciones. Estos ejes son usualmente más pálidos que las láminas y presentan una punta más aguzada de color rosado. Los ejes basales tienen la

función de adherirse al sustrato. Se pegan a las rocas o conchas de invertebrados por medio de una estructura de adhesión secundaria. Cuando se saca un talo de las rocas, las estructuras de adhesión se ven como pequeños círculos o verrugas cortas y blanquecinas (Fig. 19). Estas estructuras pueden ser muy abundantes en ejes que están adheridos a la roca, alcanzando hasta 10 o 15 en un centímetro del eje.

Los ejes basales, además de adherirse al sustrato, también tienen la función de



a) ápice de una lámina.

b) ramificación.

c) márgenes irregulares.

d) rebrote luego de un corte.

Fig. 12. Morfología de las láminas de *Gelidium lingulatum*.

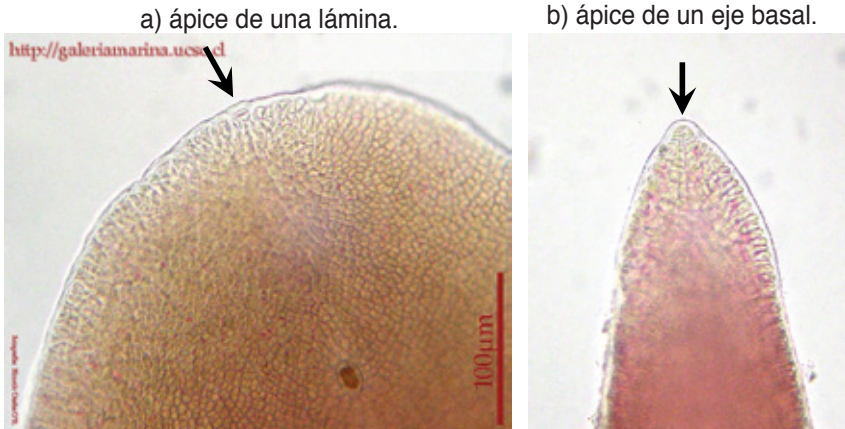


Fig. 13 Ápice de *Gelidium lingulatum*.  
 a) una lámina,  
 b) un eje basal.  
 La flecha indica la célula apical.

producir las láminas. Las láminas (Fig. 12) son de color rojizo oscuro, con un leve tono parduzco. Son de forma alargada y angosta, y crecen hacia la luz. Son muy flexibles, pero de textura fibrosa o cartilaginosa, y resultan muy resistentes al tratar de romperlas. Las láminas son cilíndricas en su base, aplanándose rápidamente hacia la punta. Los márgenes son usualmente algo irregulares. El ápice de las láminas termina en una punta claramente reconocible (Figs. 12 y 13), y es la zona por donde la lámina crece.

En la Región del Biobío la longitud de las láminas es variable, dependiendo de la localidad y también del microhábitat donde crecen. Lo más común es encontrar láminas de 2-5 cm de longitud, pero en sectores más extremos pueden llegar a sólo 1 cm de longitud total, mientras que en localidades con condiciones más favorables pueden alcanzar más de 10 cm de longitud (Figs. 1 y 14b). El ancho de las láminas usualmente varía entre 1 y 2 mm, y es generalmente parejo a lo largo de ella.

Las láminas, especialmente las de mayor longitud, pueden presentar ramificaciones

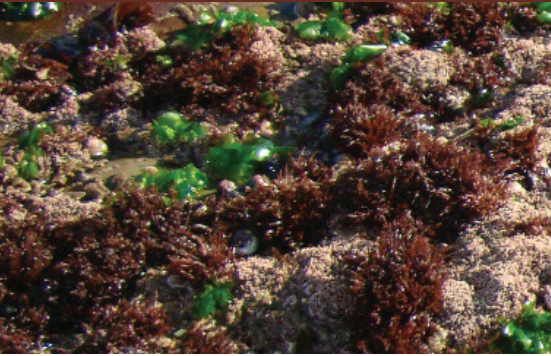
que crecen a ambos lados, y tienen las características similares a láminas jóvenes (Fig. 12). Estas ramificaciones son más frecuentes en la mitad distal de cada lámina. Es frecuente que las láminas estén cortadas, probablemente debido a desecación. Cuando se cortan, ocurre cicatrización en el margen roto, y se producen rebrotes (Fig. 12d) y nuevas láminas con características similares a las ya descritas.

En el margen hacia la punta de las láminas, y durante la época reproductiva, aparecen las laminillas reproductivas (Fig. 18). Éstas son pequeñas, redondeadas y de márgenes ondulados, de 2-3 mm de longitud y 1-3 mm de ancho. Lo más frecuente es encontrar grupos de estas laminillas a ambos lados de una lámina. Las laminillas reproductivas se encuentran presente durante todo el año, sin embargo, se encuentran con mayor frecuencia en otoño. Luego del período reproductivo, las laminillas pueden llegar a desprenderse.

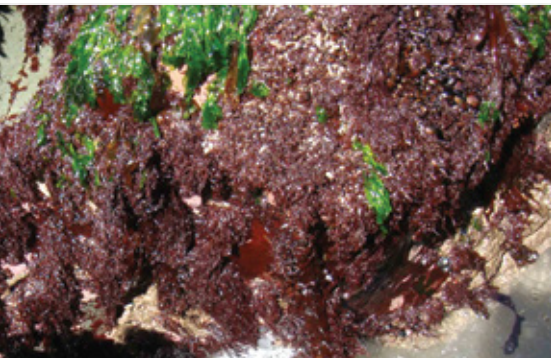
El crecimiento de las láminas y de los ejes basales está dado por una célula apical (en la punta de estas estructuras



Fig. 14. Formas de crecimiento de *Gelidium lingulatum*.



a) pequeños manchones semiesféricos de láminas de hasta 5-6 cm de longitud.



b) manchones grandes de láminas largas, de 10 cm de longitud o más.



c) manchones extensos de láminas cortas, de 1-2 cm de longitud.

Fig. 13), aunque también hay un poco de crecimiento intercalar en la zona más cercanas a las puntas. Por esta razón, es importante que las láminas crezcan en lugares apropiados, protegidos de desecación y de herbívoros que puedan afectar la punta y retrasar el crecimiento.

En roqueríos de la Región del Biobío, las láminas de *G. lingulatum* usualmente están en forma agrupada formando manchones. En estas agrupaciones no es posible distinguir un individuo de otro, ya que los ejes basales y las láminas crecen muy enredados entre sí. Estas agrupaciones pueden adoptar diferentes formas que parecen relacionadas con el hábitat en el que crecen.

Es frecuente encontrar a la chasca formando pequeños manchones de alrededor de 5-6 cm de diámetro, cada uno de forma semi-esférica, formados de láminas generalmente enteras, pero de tamaño mediano (4-6 cm de longitud) (Fig. 14a). Estos manchones son frecuentes en plataformas en el nivel intermareal bajo, especialmente si se forman pequeñas pozas durante marea baja.

En lugares muy favorables, *G. lingulatum* está presente en forma abundante y con láminas largas (10 cm de longitud o más), formando manchones de 20 cm de diámetro o más (Fig. 14b). Manchones como éstos se han visto en canalones y plataformas con flujo de agua permanente, pero poco golpe directo de olas, y en la cercanía de playas de arena.

En lugares aparentemente desfavorables, pero en los que aún puede sobrevivir, la chasca forma una alfombra de láminas



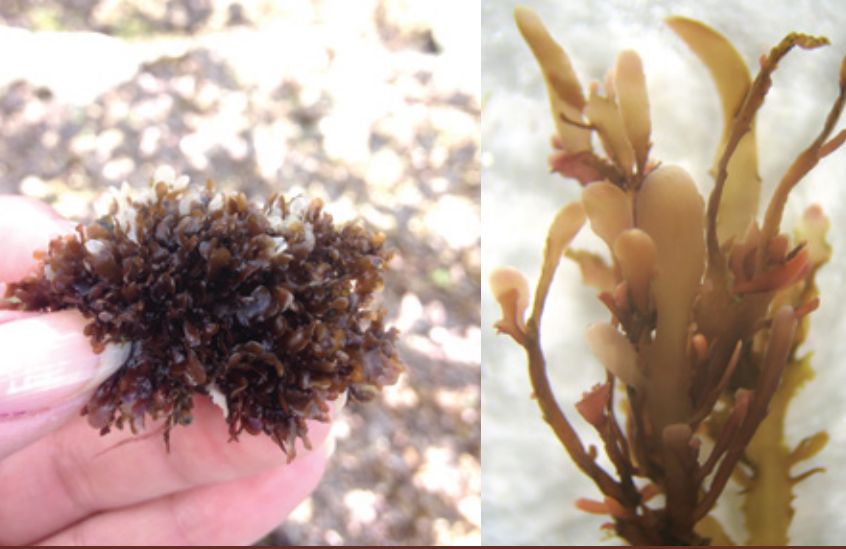


Fig. 15. Morfología de *Gelidium chilense*.

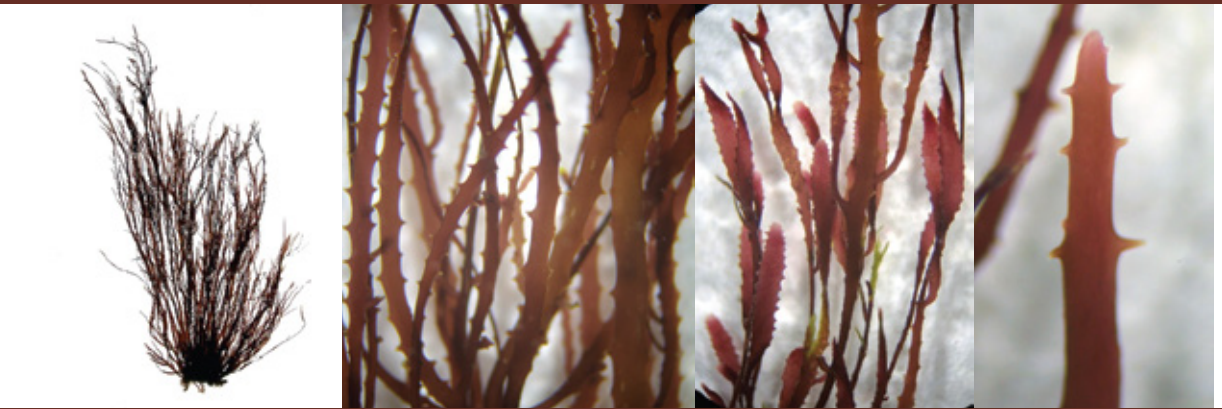


Fig. 16. Morfología de *Gelidium rex*.



Fig. 17. Hábitat y morfología de la chasca gruesa (*Ahnfeltiopsis* spp.)

cortas (1-2 cm de longitud), usualmente con muchos cortes y rebrotes (Fig. 14c). En estos casos las láminas crecen muy juntas, formando un entramado compacto. Manchones como éstos son más comunes en paredes verticales, donde el agua escurre, pero no siempre son manchones pequeños, pudiendo cubrir áreas de más de 0,5 m<sup>2</sup>.

Otras dos especies de *Gelidium* de importancia comercial también están descritas para la Región del Biobío. Es conveniente poder reconocerlas para tener certeza del organismo con el que se trabaja.

*Gelidium chilense* (Fig. 15) es una especie hermana de *G. lingulatum*, que también es común en la Región del Biobío y puede ser encontrada en la zona baja de roqueríos intermareales. Su morfología es similar a *G. lingulatum*, estando formado por ejes basales desde los cuales emergen láminas. Se pueden usar algunos aspectos morfológicos de las láminas para distinguir entre estas dos especies. *G. chilense* tiene las puntas de las láminas redondeadas, su color tiene un tono más café que *G. lingulatum*. Además, las láminas de *G.*

*chilense* tienden a ser más cortas y más anchas que las de *G. lingulatum* creciendo en el mismo lugar.

*Gelidium rex* (Fig. 16) es la tercera especie de chasca que se cosecha en Chile. Aunque está descrito que se encuentra en la Región del Biobío, no fue vista en ninguno de los sitios visitados durante este proyecto a lo largo de la costa de la Región del Biobío. Las láminas de *G. rex* son usualmente largas (hasta 30 cm), y presenta estructuras como espigas en sus márgenes que no están presente en *G. lingulatum*.

Finalmente, la “chasca gruesa” (*Ahnfeltiopsis* spp., Fig. 17) es otro recurso algal y que algunas personas podrían confundirla con la “chasca delgada”. La chasca gruesa habita roqueríos intermareales que quedan cubiertos estacionalmente con arena, sin embargo son fácilmente distinguibles porque los talos de la chasca gruesa son cilíndricos en vez de aplanados. Además, se ramifican dicotómicamente (como una Y), lo que no ocurre en la chasca delgada.

*Gelidium lingulatum* en la localidad de Mure.



## 1.3 CICLO DE VIDA DE LA CHASCA DELGADA

La chasca, al igual que muchas algas rojas, presenta tres etapas o fases a lo largo de su ciclo de vida. Estas son las fases tetraesporofítica, gametofítica y carpoesporofítica (Fig. 18). Este ciclo de vida se denomina "ciclo de vida trifásico". En la chasca estas fases pueden ser reconocidas sólo cuando se producen las laminillas reproductivas.

Los individuos de la fase tetraesporofítica (o también llamados láminas tetraesporicas o tetraesporofitos) están presente durante todo el año. En esta fase, las laminillas presentan numerosos puntitos rojos (visibles con ayuda de una lupa) que corresponden a las tetrásporas (Fig. 18). Estas son liberadas al agua, y las corrientes marinas las dispersan y transportan por el mar. Una vez que se asientan (adhieren) en la superficie de una roca, germinan y crecen formando gametofitos juveniles.

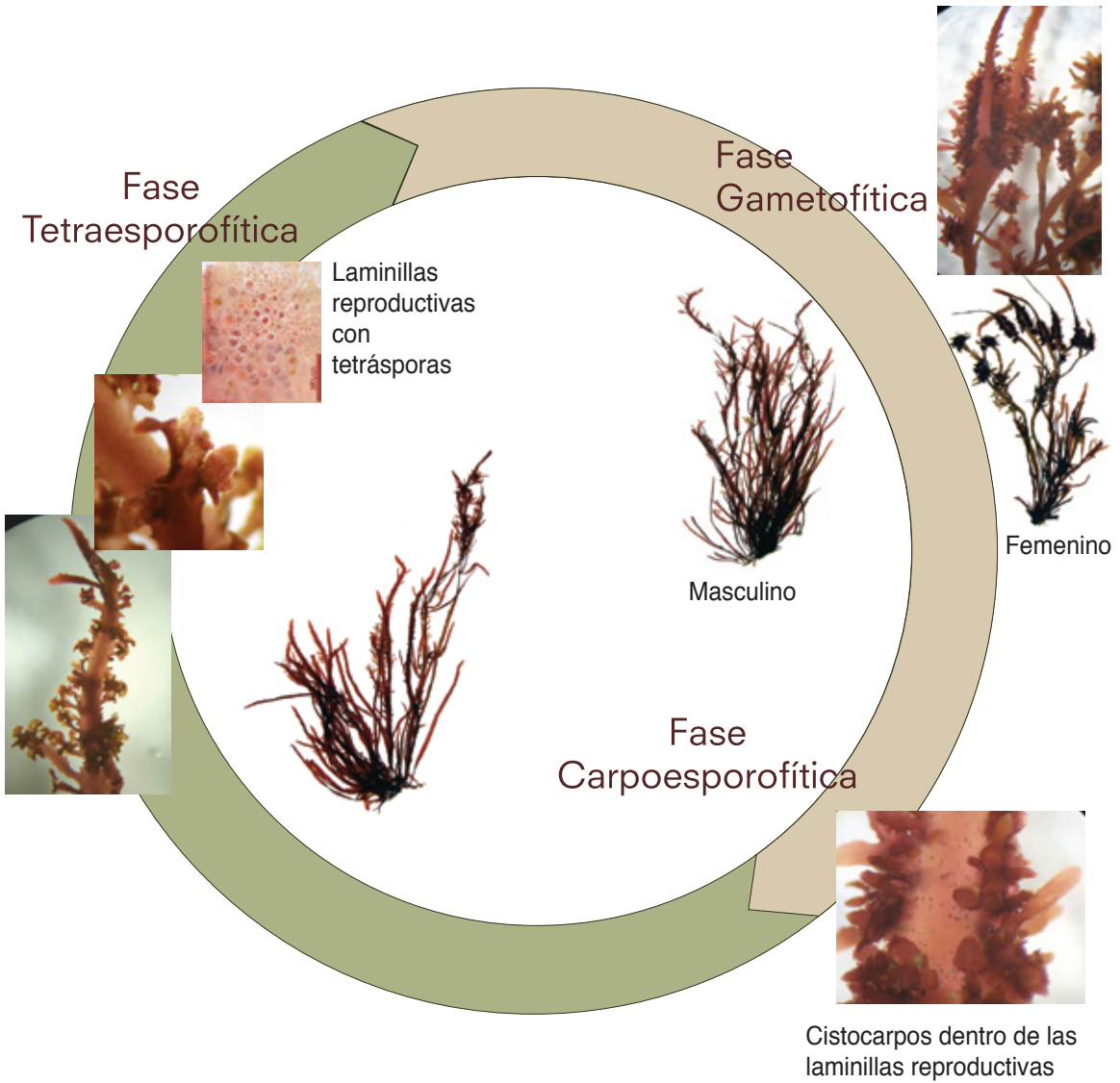
La siguiente fase es la fase gametofítica. Los gametofitos crecen a partir de tetrásporas. Se producen dos tipos de gametofitos, los masculinos y los femeninos. Cuando están reproductivos se producen laminillas reproductivas en los bordes de las láminas, cercano a la punta, pero distinguir entre masculinos y femeninos requiere observaciones al microscopio. La fecundación (reproducción sexual) ocurre entre estos gametofitos.

Como resultado de la fecundación entre gametofitos masculinos y femeninos se forma una nueva fase, la fase carpoesporofítica (Fig. 18). Los carpoesporofitos corresponden a individuos diminutos que crecen en el interior de las laminillas reproductivas de las láminas femeninas, donde forman estructuras como pequeñas esferas oscuras (llamados cistocarpos), de 1-2 milímetros de diámetro. Las láminas femeninas que tienen estas estructuras usualmente son llamadas "láminas cistocárpicas". Cada carpoesporofito produce cientos de esporas, que en este caso se llaman carpósporas. Las carpósporas son muy pequeñas, y se requiere un microscopio para poder verlas. Las esporas son liberadas al agua y dispersadas por las corrientes marinas. Una vez que se asientan sobre las rocas, las carpósporas germinan y crecen formando tetraesporofitos, cerrando el ciclo.

Este tipo de ciclo de vida es común entre las algas rojas. Cada fase corresponde a un individuo diferente, y ese individuo no cambia a otra fase. Los gametofitos son masculinos o femeninos durante toda su vida. Lo mismo ocurre con los tetraesporofitos y también con los carpoesporofitos. El paso de una fase a otra ocurre sólo a través de la reproducción por esporas o a través de la fecundación.



Fig. 18. Ciclo de vida de *Gelidium lingulatum*.







Roqueríos al borde de una playa de arena en la localidad de Mure.

## 1.4 REPRODUCCIÓN DE LA CHASCA DELGADA

La reproducción se refiere a la capacidad de producir más individuos. Las algas marinas presentan los tres tipos de reproducción más comunes: reproducción sexual, reproducción a través de esporas y reproducción a través de fragmentos. **¿Cuál de estos tipos de reproducción es más favorable para realizar actividades de siembra de la chasca delgada?**

La reproducción sexual está presente en casi todos los organismos vivos. Esta se refiere a producción y luego unión de gametos masculinos y femeninos, lo que genera un nuevo individuo. En las algas rojas, incluida la chasca, la reproducción sexual produce los carposporofitos, pero estos individuos crecen en forma parásita dentro de las láminas femeninas, por lo que no pueden ser usados en

forma directa para repoblamiento.

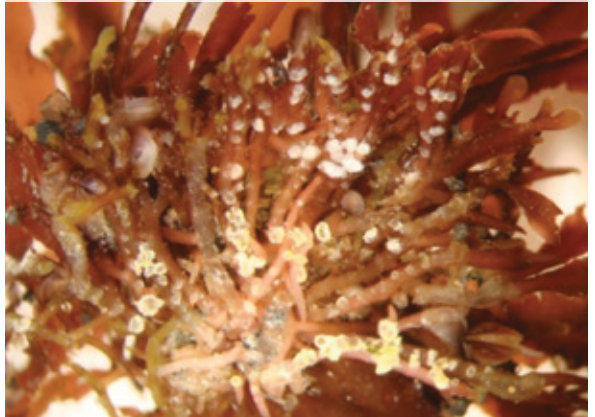
El segundo tipo de reproducción ocurre a través de las esporas. En la chasca, al igual que en la mayoría de las algas rojas, se producen dos tipos de esporas: las tetrásporas y las carpósporas (ver Sección 1.3). Sin embargo, tenemos poco conocimiento de los requerimientos de estos dos tipos de esporas y actualmente no es posible obtenerlas en forma suficientemente abundante para proponer técnicas de repoblamiento usando esporas. Otras macroalgas, como la luga cuchara (*Mazzaella laminarioides*) y la luga negra (*Sarcothalia crispata*) producen esporas en enormes cantidades, mientras que la chasca produce esporas en cantidades más discretas.

El tercer tipo de reproducción ocurre a

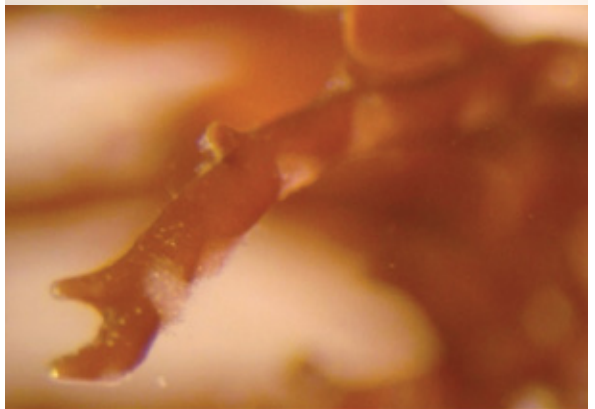
Fig. 19. Estructuras de adhesión secundaria de *Gelidium lingulatum*. Los puntos blancos son las estructuras de adhesión secundarias.

través de fragmentos. La chasca tiene la capacidad de producir nuevos individuos a través de la fragmentación y adhesión de estos fragmentos, en forma similar a como se hace con las "patillas" en algunas plantas de jardín. Cuando un fragmento toma contacto con un sustrato adecuado, en pocos días los ejes basales producen estructuras de adhesión secundarias (Fig. 19), y se vuelven a pegar en el nuevo sustrato. Una siembra con talos esporofíticos producirá más esporofitos, y una siembra con gametofitos producirá más gametofitos. El eje basal es la principal parte del talo que produce las estructuras de adhesión secundarias, aunque también pueden formarse en las láminas. Además, hemos determinado que para que el eje basal se pegue a las rocas sólo es necesario mantenerlo apretado contra el sustrato durante unas semanas. El tipo de sustrato no hace diferencias notorias en la adhesión del eje basal. Una vez que un fragmento se adhiere, su crecimiento forma un pequeño manchón que se expande lateralmente.

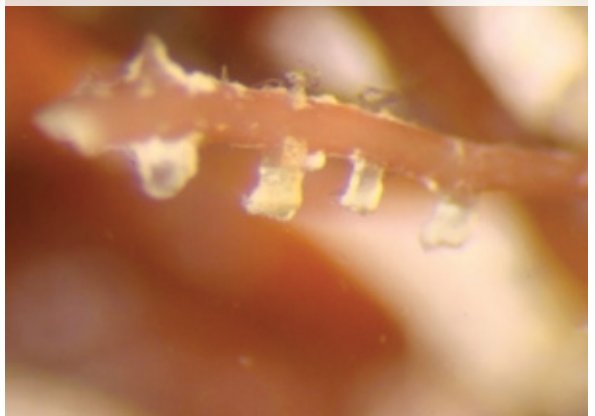
a) manchón despegado del sustrato visto por abajo.



b) eje basal con estructuras de adhesión nuevas.



c) eje basal con estructuras de adhesión viejas.



## 1.5 CICLO PRODUCTIVO DE LA CHASCA DELGADA

Aparte del ciclo de vida, donde se alternan las fases y tipos de reproducción, es posible describir otro ciclo para las algas, que es el ciclo productivo. Las láminas de la chasca pasan por las etapas de crecimiento, maduración y liberación de esporas. El ciclo productivo en macroalgas describe la época del año en que láminas de una determinada etapa (fase o estado reproductivo) son dominantes o muy visibles en la población. La etapa dominante puede ir cambiando a lo largo de las estaciones del año. Esta secuencia de etapas se repite año tras año. La importancia de conocer el ciclo productivo es que indica la época cuando es más frecuente encontrar láminas con algunas características particulares. Además, es posible conocer la época del año en que ocurren los procesos naturales de reproducción, como la liberación de esporas. Esta información puede ser fundamental en la planificación de las actividades de repoblamiento.

La descripción que sigue está basada en las etapas de desarrollo y maduración que sufren las láminas de *G. lingulatum*. Como etapa inicial se puede considerar las láminas "jóvenes", o también llamadas vegetativas ya que no han desarrollado aun las laminillas reproductivas. En la chasca delgada esta

etapa corresponde a las láminas pequeñas y angostas. Se puede encontrar láminas vegetativas durante todo el año, pero son más abundantes en el invierno y durante la primavera.

La siguiente es la etapa de maduración de las láminas, formación de laminillas reproductivas y liberación de esporas. Las láminas crecen rápidamente, extendiéndose en longitud y ancho, llegando a tamaño mediano (5 cm) o grande (12 cm) en ciertos hábitats de la Región del Biobío. El crecimiento es principalmente en primavera, mientras que en el verano empiezan a formar laminillas reproductivas. La mayor abundancia de láminas reproductivas se encuentra a mediados del verano y durante el otoño, y las laminillas reproductivas van liberando las esporas. Después de la liberación de esporas, aparentemente la base de las laminillas reproductivas se debilita y las laminillas se desprenden.

Las láminas aparentemente son perennes, perdurando por más de un año. No hay información que indique en qué época ocurre mayor fragmentación de los talos, pero experimentos de laboratorio indican que es probable que ocurra constantemente en un ciclo anual.







## 2. TÉCNICA DE SIEMBRA PARA REPOBLAMIENTO DE CHASCA DELGADA

La restauración de algas en la zona baja de roqueríos intermareales es un gran desafío, pero puede ser realizado con buena planificación y organización. Estos hábitats son extremos para las algas marinas ya que durante las mareas más bajas las rocas intermareales quedan expuestas al sol directo y a la desecación, y durante el invierno quedan expuestas al agua de lluvia (que es agua dulce) y temperaturas más bajas que la del agua de mar. Las algas adultas que habitan los roqueríos intermareales tienen mayor capacidad de resistir estas condiciones ambientales, pero sus esporas y los juveniles son mucho más frágiles. Esto hace que la tarea de intentar repoblar o restaurar roqueríos intermareales con macroalgas a partir de esporas sea compleja. De hecho, a nivel mundial, son pocos los trabajos que reportan resultados

de repoblamiento de roqueríos o restauración con algas intermareales. Esos trabajos se refieren a trasplantes o instalaciones imposibles de implementar a escala mediana o grande. Sin embargo, otras alternativas son posible.

La técnica de siembra que se propone en este manual se refiere a la siembra con remaches y corresponde a la siembra directa de láminas de chasca usando remaches instalados en perforaciones taladradas en los roqueríos. Esta técnica se describe con detalle más adelante. Primero queremos dar algunas orientaciones antes de describir el método.

El objetivo de desarrollar esta técnica de siembra es contar con una herramienta que permita restaurar las poblaciones de la chasca delgada en zonas donde ha desaparecido o su abundancia ha disminuido. Esta técnica también puede ser aplicada para aumentar la abundancia



de *G. lingulatum* en parches ya existentes e incluso instalar nuevos manchones en roqueríos intermareales que presenten las condiciones apropiadas para su desarrollo, aumentando la capacidad de producción de esta alga de importancia comercial.

La técnica presentada está pensada para ser usada en sitios seleccionados, como por ejemplo, varios puntos de la zona intermareal rocosa dentro del área de manejo. Su aplicación en forma extensiva podría requerir de un esfuerzo y costos que deberán ser considerados por los interesados.

Una vez que se haya realizado la acción de siembra, y que haya sido exitosa, es

necesario dar el tiempo para que las láminas crezcan y los manchones se expandan en forma natural. Se espera que los nuevos individuos establecidos promoverán la colonización natural de los sectores circundantes, favoreciendo la recuperación de la pradera y permitiendo finalmente su explotación planificada.



## 2.1 PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Una parte importante del éxito de la acción de siembra depende de la capacidad de las personas para actuar en forma planificada. Cada grupo de personas tiene sus propias formas de coordinarse. Queremos resaltar aquí que es esencial tanto la planificación de las actividades como el seguimiento de los sitios una vez hecha la actividad de siembra. Por esta razón se sugiere fuertemente que se mantenga al día un cuaderno de protocolo en el que se registre toda la información relevante en relación con la actividad. Para mantener este cuaderno es conveniente que una persona actúe como "secretario" encargado de esta tarea. En este cuaderno se recomienda llevar un registro escrito de todas las decisiones que se tomen, las

acciones que se realicen y la descripción de la forma como se realizan. Además, es necesario anotar los resultados que se obtengan en las diferentes etapas de control. La información registrada será importante para evaluar la actividad y sus resultados. Además, en base a estas anotaciones podrán proponerse modificaciones y recomendaciones para futuras acciones.

A continuación se sugieren algunos aspectos que deberían registrarse en el cuaderno de protocolo.

- Actividades de planificación, siembra y



Plataformas rocosas en la localidad de Yani.

control de la siembra. Para las actividades principales se debe mantener un registro de las fechas de la planificación, descripción de las actividades realizadas, fechas en que se realiza cada actividad, y los resultados obtenidos.

- Selección y caracterización de los sitios. Debe anotarse los criterios usados para seleccionar los sitios. Una vez que los sitios han sido seleccionados (ver Sección 2.2), se debe registrar su ubicación y hacer una caracterización de cada uno, aunque sea breve, registrando información como su ubicación, exposición al oleaje y al sol, pendiente, la ocurrencia y abundancia de chasca y de otros organismos presentes en el sitio, y otras características que se considere relevantes. Ponerle un nombre (o un número) a cada sitio facilita su seguimiento.
- Información sobre los materiales usados. Registrar el tipo de material y la forma como se adquirió. Es fundamental registrar el lugar de origen de los talos ocupados en la actividad de siembra.
- Nombre de las personas que participan en cada etapa y tarea que realizan. Esto es importante, por ejemplo, en caso de que se deba revisar la forma como se realizó algún procedimiento o que se necesite confirmar alguna información.
- Observaciones que permitan mejorar la actividad, como por ejemplo las observaciones de las personas que hacen las instalaciones y las observaciones que se realicen en cada control de la siembra. Esta información será útil para evaluar el grado de éxito de la siembra.

Antes de iniciar cualquier actividad de siembra es fundamental cumplir con la normativa o disposiciones legales que permiten realizar acciones de siembra dentro de su AMERB. Estos aspectos no serán revisados en este manual.

Un aspecto importante de decidir es la época del año apropiada para realizar la siembra. **¿Qué época del año es mejor para la adhesión de los talos?** No existen estudios directos sobre este aspecto para la chasca delgada, pero los resultados experimentales indican que los talos presentan la capacidad de adhesión a lo largo de todo el año. **¿En qué época hay talos disponibles?** Debido a que la técnica propuesta se basa en la adhesión de fragmentos y no en la producción de esporas, no hay restricción a este respecto ya que hay talos de chasca disponibles durante todo el año. **¿En qué época ocurre la fragmentación natural de la chasca?** Experimentos realizados indican que la fragmentación en laboratorio ocurre a lo largo de todo el año. Entonces, **¿qué épocas habría que evitar?** Dado que se están sembrando fragmentos que tienen que adherirse y rebrotar, se sugiere evitar las épocas más estresantes para las algas, que podrían corresponder al verano y al invierno. Es necesario indicar que ésto no descarta que pueda haber éxito en otras épocas del año, pero habría que intentarlo y evaluarlo.

Otro aspecto importante es la selección de los sitios donde se realizará la actividad. Esto es discutido en la siguiente sección.





Roqueríos en La Desembocadura.

## 2.2 SELECCIÓN DE LOS SITIOS

**¿Cómo elegir los sitios para realizar una actividad de siembra de chasca?**

**¿Qué condiciones buscar?** La selección de sitios apropiados es uno de los puntos más importantes para el éxito de la actividad. Los sitios donde se instalarán las unidades de siembra de chasca usando remaches deben haber sido elegidos con anterioridad a la actividad principal de siembra ya que improvisar puede poner en riesgo el éxito de la actividad. Para elegir los sitios se pueden aplicar diferentes criterios. A continuación se indican tres alternativas.

Una primera alternativa es elegir sitios donde hubo chasca, pero donde se ha perdido o su abundancia ha disminuido. En casos como éste, si no han cambiado las condiciones ambientales, la presencia anterior del recurso debiera ser un indicador confiable para el éxito de la siembra.

Una segunda alternativa es basarse en la experiencia del grupo de personas que ha trabajado con el recurso. Si ya se tiene conocimiento de las condiciones requeridas por la chasca se puede buscar sitios donde las condiciones de hábitat sean similares. La descripción del hábitat en la primera parte de este manual, y la experiencia propia de las personas que han trabajado con la chasca, pueden ser usadas para este propósito.

Si las condiciones ambientales han cambiado, o no se tiene información previa **¿cómo determinar si un sitio tiene potencial de éxito para una acción de siembra?** Como tercera alternativa se sugiere realizar pruebas piloto en los sitios cuya potencialidad se quiere evaluar. Estas pruebas piloto consisten en la instalación de sólo algunas unidades de siembra en diferentes lugares, y evaluar el éxito en los siguientes meses. Como



medida de éxito puede evaluarse si las láminas han sobrevivido, si mantienen un color “sano”, y si han crecido formando pequeños manchones (Figs. 23 y 24). Estos resultados podrían sugerir, aunque no asegurar, que la siembra en ese lugar va a ser exitosa. Al mismo tiempo, las pruebas piloto permiten distinguir la presencia de problemas, como por ejemplo, desecación, exceso de luz o presencia de herbívoros.

A continuación se indican algunos factores importantes a tener en cuenta al momento de elegir un sitio porque pueden afectar la abundancia de la chasca. Estos son factores relevantes en su hábitat natural, como se indicó en la primera parte de este manual. La importancia de algunos de estos factores puede depender de la zona geográfica del país y de las características mismas de la localidad.

Debe mantenerse siempre en consideración que se debe trabajar en forma segura. Para ésto, es necesario realizar las actividades durante los períodos de las mareas más bajas y en condiciones de mar tranquilo.

- **Tipo de sustrato donde sembrar los fragmentos.** El método propuesto consiste en sembrar fragmentos de chasca en perforaciones taladradas en las rocas usando una unidad de siembra (ver Figs. 21-24, y que se explica más adelante). Es fácil taladrar algunas rocas, como la arenisca, pero el granito es más duro y difícil de perforar. En la Región del Biobío hay muchos roqueríos que están formados por roca sedimentaria blanda que es fácil de perforar.

- **Altura intermareal.** La altura a la que se encuentra un sitio en la zona intermareal afecta varios factores relevantes para la adhesión y crecimiento



Roqueríos en la localidad de Yani.

de los fragmentos. Tal vez el factor más importante para la supervivencia de los fragmentos sembrados es la desecación. Para disminuir los riesgos de desecación se requiere elegir la zona intermareal baja. Esta corresponde a la zona entre el margen inferior de los choritos y el límite superior de los huiros negros o chascones (*Lessonia spicata*, Figs. 1, 2 y 20) y también en zonas intermareales con algas crustosas calcáreas (Figs. 3 y 8b).

• **Exposición al oleaje y flujo de agua.** Se recomienda elegir roqueríos con alta exposición al oleaje pero instalar la siembra en superficies rocosas que estén protegidas del golpe directo de las olas. La exposición al oleaje también afecta el flujo de agua, que es importante porque las algas obtienen los nutrientes directamente desde el agua de mar. Además, el oleaje mantiene las láminas en movimiento y produciendo roce entre ellas. *Gelidium lingulatum* es abundante en zonas donde el flujo de agua es alto (ver Figs. 2 y 4).

• **Exposición al sol.** Se recomienda elegir zonas protegidas de la exposición directa al sol ya que puede provocar el blanqueamiento de las puntas de las láminas. La chasca tampoco es muy abundante en zonas permanentemente sombrías. Si es posible, se recomienda elegir zonas con canalones, por ejemplo orientados de norte a sur. Estos tendrán exposición directa al sol sólo por unas horas al día.

• **Pendiente de la superficie de la roca.** La chasca es abundante en plataformas con poca pendiente, donde el agua no escurre rápidamente durante las mareas

bajas. La chasca puede ocurrir en paredes más verticales, pero en esas condiciones generalmente crece como alfombras compactas con láminas cortas.

• **Presencia de arena.** La abundancia de la chasca puede asociarse a roqueríos con leve efecto de arena o que estén cercanos (algunas decenas de metros) desde bancos de arena. Hay que considerar que la arena puede avanzar o retroceder en forma estacional.

• **Presencia de otros organismos.** La presencia de huiro negro (*Lessonia spicata*) es un buen indicador que las condiciones podrían ser apropiadas para la chasca. Igualmente, la presencia de *Chondria secundata* (ver Sección 1.1) también podría señalar una zona apropiada. Por otra parte, la presencia de algunos organismos puede afectar en forma severa el éxito de la siembra. Algunos herbívoros son siempre visibles ya que son poco móviles, como las lapas (*Fissurella* spp.) y chitonos (Fig. 9), mientras que otros son muy móviles y se esconden durante el día, como algunos caracoles.

Estos son algunos de los factores más relevantes que se deberían considerar para seleccionar un sitio para realizar la siembra. Sin embargo, no es posible descartar que pueda haber éxito en lugares con otras características. Como indicamos anteriormente, la experiencia del grupo que hace la actividad es fundamental en la elección de los sitios.



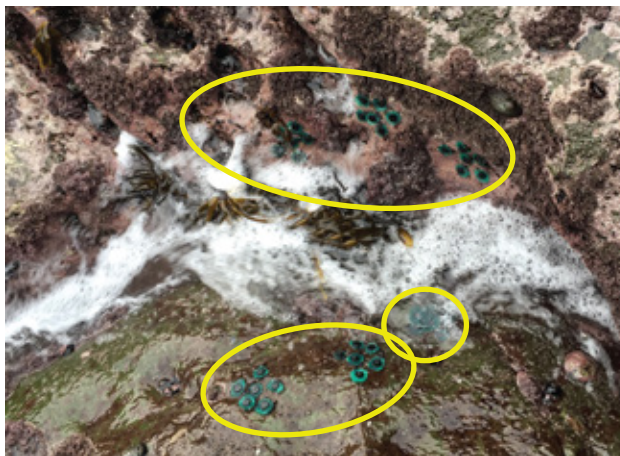


Fig. 20. Grupos de unidades de siembra instaladas en las rocas. Los círculos amarillos muestran la posición de estos grupos en diferentes sitios. Las flechas en la última figura muestran las marcas puestas para ubicar los grupos.

## 2.3 MATERIALES

El mecanismo de siembra que se describe a continuación ha sido elegido por que es muy **sencillo**, es de **bajo costo** y es **eficaz** para instalar nuevos manchones de chasca en roqueríos intermareales. El método de siembra diseñado es el de **siembra con remaches**. Este método requiere de la perforación de los roqueríos al momento de la siembra.

Para la perforación de las rocas se requiere un taladro a batería, y contar con un par de baterías recargables de reemplazo (Fig. 21). Se debe usar brocas para concreto de 4 mm de diámetro (para que coincida con el ancho del remache). Nunca se debe usar taladros eléctricos conectados a una red eléctrica con cables extensores o conectados a un generador de electricidad. Hacerlo es muy peligroso ya que el ambiente marino en los roqueríos es húmedo y salino, y el peligro de un cortocircuito o un golpe

eléctrico es muy alto, poniendo en riesgo a las personas. En cambio, los taladros a batería recargables tiene potencia suficiente para perforar roca blanda (como la roca arenisca y la roca pizarra), y la carga de una batería puede taladrar entre 50 y 100 perforaciones, dependiendo de la dureza de la roca.

Las unidades de siembra están formadas por dos (partes Fig. 21). Una parte corresponde a un remache de nylon (broche de torpedos parabrisas cod: C423) para automóviles. Sugerimos que a los remaches se les corte la punta ya que no contiene elementos que ayuden a su sujeción, mientras que mantener esa punta requeriría taladrar perforaciones más profundas. La otra parte de la unidad de siembra es un cuadrado de malla plástica rígida (1,5 - 2 cm de lado), con las puntas recortadas, y que se pone en el remache como si fuera una golilla. Las unidades de siembra pueden ser preparadas con días de anticipación.

Fig. 21. Materiales necesarios para las unidades de siembra de *Gelidium*





## 2.4 ACTIVIDADES DE MONTAJE

**Perforación de las rocas.** Para la siembra se deben taladrar perforaciones de 14 mm de profundidad. Mayor profundidad sólo produce gasto de la batería. Al taladrar la roca se produce polvo y la broca se calienta. Para remover esos residuos y enfriar la broca basta con mojar con agua de mar mientras se hace la perforación y remover los residuos con una escobilla fina o un pincel de cerdas duras. Es conveniente proteger el taladro con una bolsa porosa (no con una bolsa plástica) ya que las salpicaduras del agua de mar pueden afectarlo.

**¿Dónde hacer las perforaciones? ¿Cómo distribuir las perforaciones en los roqueríos? ¿Cuántas perforaciones taladrar?** Primero se debe decidir cuántos sitios se va a trabajar y cuál será su ubicación en los roqueríos (ver Sección 2.2). Hecho ésto, se puede comenzar el trabajo de perforación. Se sugiere hacer las perforaciones separadas entre sí por 3-5 cm, formando grupos, por ejemplo de 3 a 6 perforaciones (Figs. 20, 22-25). Cuando crezca la chasca, los pequeños manchones que crecerán desde cada remache se van a fusionar, y formarán un manchón mayor (Figs. 23 y 24). Esto debiera favorecer la supervivencia de los talos. Si el lugar es apropiado, el resultado final serán pequeños manchones de chasca a partir de los cuales podrá ocurrir su expansión natural. Se sugiere también instalar varios grupos de

remaches juntos en la misma roca. La posición de estos grupos deberá ser mapeada para permitir su seguimiento en los meses siguientes. También se sugiere que los grupos tengan la misma cantidad de remaches para facilitar su seguimiento. Si las perforaciones son hechas antes del día de la siembra puede ser necesario limpiarlas para remover sedimento o invertebrados que pueden haberse metido en ellas.

**Colecta de las láminas.** Las láminas deben ser colectadas preferentemente en la misma localidad donde se hará la siembra o desde un lugar cercano. No se debe trasladar láminas desde otras regiones hacia la Región del Biobío. Se debe ocupar láminas frescas y de aspecto sano (de color oscuro, textura compacta, y sin otras algas creciendo encima). Se pueden usar láminas reproductivas o no reproductivas, lo importante es que presenten ejes basales en buen estado. Se recomienda que las láminas sean colectadas pocas horas antes del montaje para reducir la posibilidad que sufran desecación. En todo momento se debe evitar que se sequen los ápices de las láminas, tanto durante la colecta como durante su traslado y siembra. Al colectarlas, las láminas deben ser puestas en bolsas plásticas y mantenidas a la sombra, o dentro de una caja con aislamiento de temperatura (como una hielera, pero sin hielo que puede dañar las láminas). Durante la siembra, las láminas deben ser mantenidas en fuentes o

cajas plásticas (no metálicas) con agua de mar limpia (nunca agua dulce), en un lugar frío (temperatura similar a la temperatura del mar) y evitar su exposición directa al sol.

**Siembra de los fragmentos.** Para realizar la siembra (Fig. 22), se toma pequeños mechones de 2-5 láminas de *G. linguatum*. Estos fragmentos deben ser orientados de tal forma que los ejes basales queden en dirección al sustrato. Estos fragmentos se enrollan alrededor del vástago del remache con una sola vuelta para que el tejido sembrado sea una capa delgada, que sea fácil de dejar apretada contra el sustrato, y que permita que los ejes basales queden en contacto con la roca. Hecho esto se mete el remache en la perforación. Es necesario apretar firmemente el remache en la perforación, tal que la golilla quede fija, sin posibilidad de girar y las láminas queden apretadas contra el sustrato. De lo contrario, se perderá el fragmento de alga en corto tiempo.

### ¿Cómo marcar los sitios?

Para facilitar el trabajo durante la siembra y el seguimiento de los remaches sembrados en los meses siguientes es necesario asegurar que cada uno de los sitios y grupo de remaches puedan ser encontrados nuevamente. El

aspecto de la roca alrededor de los grupos de unidades de siembra pueden cambiar en uno o dos meses, ya sea porque crecen algas o aparecen picorocos o choritos que pueden taparlos. Si no es posible encontrar las perforaciones, no será posible evaluar si el esfuerzo tuvo éxito.

Fig. 22. Procedimiento de siembra de *Gelidium linguatum*.

a) perforación de la roca (con el taladro protegido).



b) enrollado de la chasca en el remache.

c) fijación del remache en la perforación.



A continuación se sugieren varias formas para identificar las áreas sembradas y facilitar su reencuentro. Se puede usar más de una forma para asegurar que estos puntos pueden ser encontrados nuevamente. El tipo de marca y su ubicación deben quedar descritas en el cuaderno de protocolo.

- Se puede hacer marcas en la roca usando un cincel y un martillo. Con estas herramientas se puede "tallar" cruces o líneas cortas en la roca, en un lugar prominente y visible en la parte superior de las rocas donde está el sitio o cercano a los remaches. Estas marcas deben ser pequeñas pero claramente visibles y distinguibles por las personas que hicieron la actividad. En forma similar, se puede hacer perforaciones usando el taladro. Incluso en estas perforaciones se pueden poner tarugos o marcas de colores que permitan identificar los grupos (Fig. 20).

- Se puede tomar fotografías digitales desde cierta distancia (ver Fig. 20), y usar objetos para señalar la posición de los grupos de unidades de siembra. Algunas fotografías deben ser tomadas desde cerca, pero otras desde más lejos asegurando que se incluye aspectos identificables del sitio, como por ejemplo, la presencia de una poza o de una grieta grande, o una roca claramente identificable. Para el trabajo posterior se requerirá imprimir las fotografías y protegerlas en bolsas plásticas para poder trabajar con ellas en terreno sin que se deterioren. A partir de las fotografías se puede dibujar o complementar esquemas en papel.


- Se puede dibujar esquemas en papel señalando la posición de los sitios y de los grupos de unidades de siembra en los roqueríos. Si el esquema incluye los aspectos morfológicos principales, se facilita el reconocimiento de los grupos. La ventaja de un esquema es que al hacerlo se puede hacer anotaciones específicas de aspectos relevantes y distintivos del lugar que faciliten volver a encontrarlos.

El uso de marcas en las rocas, de fotografías y de la elaboración de esquemas en papel son métodos complementarios, y se sugiere que se usen en conjunto. Todas estas decisiones deben quedar registradas en el cuaderno de protocolo.

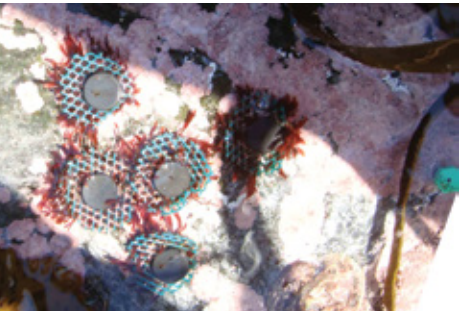
Otros métodos son menos recomendables. El uso de GPS podría ser útil para ubicar los sitios en los roqueríos, pero no es muy útil para distinguir puntos separados entre sí por sólo un par de metros. Por otra parte se debe evitar hacer marcas con elementos que puedan ser tóxicos para los organismos, como tornillos hechos de bronce o que contengan cobre. No se recomienda el uso de pintura spray o de masilla epóxica ya que tienen un impacto visual permanente. Además, la pintura spray no permanece mucho tiempo en las rocas.




Fig. 23. Seguimiento de un grupo de remaches desde julio 2016 a enero 2017.




a) siembra en julio, 2016.



b) control de septiembre, 2016.



c) control de octubre, 2016. Luego de esta foto se sacaron 2 remaches.



d) control final de enero, 2017.

## 2.5 PROCEDIMIENTO DE CONTROL

Se debe planificar un programa de control o revisión de la siembra. El objetivo de este programa es evaluar en forma periódica y sistemática el grado de éxito de la actividad en cada uno de los sitios sembrados.

Un primer control debe hacerse luego de dos o cuatro semanas de la siembra. El objetivo de este control es verificar que los remaches estén firmes y que las láminas sembradas permanezcan bajo la golilla. Si los remaches están sueltos y se han perdido las láminas será necesario sacar el remache, profundizar la perforación y volver a sembrar. Una breve descripción del estado de cada sitio debe anotarse en el cuaderno de protocolo. Igualmente se debe anotar el número de unidades que debió ser resembrada, lo que permitirá determinar el grado de éxito inicial de la siembra en cada uno de los sitios. Es esperable que algunas de las láminas se hayan cortado y se haya reducido la biomasa (Figs. 23b y 24b).

Los siguientes controles son similares y pueden ser hechos cada dos o tres meses. Se debe anotar el número de remaches que permanecen con láminas y el estado de estas láminas (por ejemplo si se ven sanas y creciendo, si están cortadas, o si han desaparecido o se han blanqueado). Dependiendo de la época en que se realizó la siembra, luego de tres a seis meses se debería poder distinguir pequeñas láminas



a) siembra en julio, 2016.



b) control de agosto, 2016.



c) control de septiembre, 2016.



d) control de octubre 2016. Luego de esta foto se sacaron 2 remaches.



e) control final de enero, 2017.

Fig. 24. Seguimiento de otro grupo de remaches desde julio 2016 a enero 2017.

apareciendo en los márgenes de la malla y a través de ella (Figs. 23c, 24c y d, 25d, e, f y h). En el cuaderno de protocolo se debe hacer anotación de estas observaciones. Se debe anotar el nombre del sitio y el estado general de lo que está creciendo en los remaches. Es posible que haya otros organismos creciendo sobre las unidades de siembra, como otras algas, huiros o tubos de gusanos (Fig. 25f). También se deben hacer observaciones del entorno de los sitios donde fueron instalados los remaches. En el cuaderno de protocolo se debe anotar el estado del sitio, por

ejemplo si ha aparecido arena, herbívoros o si los remaches se han cubierto de otras algas.

Con un procedimiento de control como éste es posible determinar si la actividad ha sido exitosa. Si el crecimiento no es mucho, sugiere que los remaches quedaron instalados en lugares poco apropiados. En cambio, si los sitios elegidos fueron apropiados, se espera que las láminas sembradas formen manchones y que, con el tiempo, éstos se expandan lateralmente, generando un manchón de mayor tamaño.

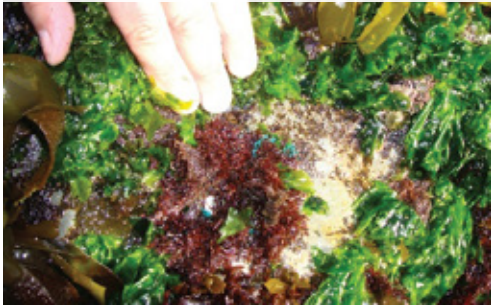




a) grupo de remaches instalados muy arriba en la zona intermareal favoreció la colonización por otras algas.

Fig. 25. Crecimiento de *Gelidium lingulatum* y otros organismos en los remaches, luego de cuatro meses desde su instalación en los roqueríos.

b) grupo de remaches colonizados parcialmente por otras algas.



c) remache colonizado parcialmente *Lessonia spicata*.



d) remache con buen crecimiento de *Gelidium lingulatum*.



e) remache con buen crecimiento de *Gelidium lingulatum*.





f) tubos de un gusano rodeando parcialmente al remache.



g) grupo de remaches instalados muy abajo en la zona intermareal.



h) Huiro negro (*Lessonia spicata*) creciendo sobre un remache.



i) Remaches con *Gelidium lingulatum* rodeado de otras algas intermareales.

# AGRADECIMIENTOS

Este manual fue realizado en base a los resultados del proyecto FONDEF-REGIONAL D13R20031 "DESARROLLO DE TÉCNICAS DE MANEJO DEL RECURSO *GELIDIUM* SPP PARA LA DIVERSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ALGAL DE LA REGIÓN DEL BÍO BÍO". Queremos manifestar nuestro agradecimiento al Programa Regional del Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) y al Gobierno Regional del Biobío, que dieron la oportunidad a investigadores de la Universidad Católica de la Santísima Concepción y a la Universidad Santo Tomas de trabajar de manera conjunta en esta iniciativa en favor del cultivo y repoblamiento de macroalgas.

Igualmente, queremos agradecer la confianza, apoyo y participación de las siguientes instituciones, Empresas y Entidades Socias:

- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Dirección Zonal de la Región del Biobío,
- S.T.I. de la Pesca Artesanal Buzos Mariscadores y Actividades Conexas de Caleta Cerro Verde,
- S.T.I. Buzos, Mariscadores, Algueros Pescadores y Actividades Conexas de las Caletas de Cocholgue,
- S.T.I. de Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores, Recolectores de Algas Marinas Puerto Viejo Punta Lavapié, y
- S.T.I. de la Pesca Artesanal y Actividades Conexas Caleta Yani.

Por su parte, el valioso apoyo de los pescadores artesanales de los cuatro sindicatos participantes fue esencial en las actividades experimentales de terreno y en las actividades de capacitación. A todos ellos nuestro reconocimiento.

Queremos agradecer a nuestras instituciones, en particular a la Dirección de Investigación e Innovación (UCSC), y la Dirección de Investigación Aplicada (UST), al Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambientes Sustentables (CIBAS, UCSC) y el Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático (CiiCC, UST) por el apoyo en las actividades del proyecto.

Finalmente queremos agradecer y destacar la contribución del equipo técnico de terreno que nos apoyaron con su trabajo y entusiasmo en el desarrollo del proyecto.

# REFERENCIAS

A continuación se listan las publicaciones científicas de trabajos que mencionan especies de chasca (*Gelidium*) de importancia comercial en Chile.

- Andrade, S., M.J. Pulido & J.A. Correa. 2010. The effect of organic ligands exuded by intertidal seaweeds on copper complexation. *Chemosphere* 78: 397-401.
- Buschmann, A.H., J.A. Correa, R. Westermeier, M.D. Hernández-González, R. Norambuena. 2001. Red algal farming in Chile: a review. *Aquaculture* 194: 203-220.
- Cancino, J.M., J. Muñoz, M. Muñoz & M.C. Orellana. 1987. Effects of the bryozoan *Membranipora tuberculata* (Bosc) on the photosynthesis and growth of *Gelidium rex* Santelices et Abbott. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 113: 105-112.
- Correa, J., M. Ávila & B. Santelices. 1985. Effects of some environmental factors on growth of sporelings in two species of *Gelidium* (Rhodophyta). *Aquaculture* 44: 221-227.
- Flores-Molina, M.R., D. Thomas, C. Lovazzano, A. Núñez, J. Zapata, M. Kumar, J.A. Correa & L. Contreras-Porcia. 2014. Desiccation stress in intertidal seaweeds: effects on morphology, antioxidant responses and photosynthetic performance. *Aquatic Botany* 113: 90-99.
- Friedlander, M. 2008. Advances in cultivation of Gelidiales. *J. Appl. Phycol.* 20: 451-456.
- Kelaher, B.P., J.C. Castilla, & L. Prado. 2007. Is there redundancy in bioengineering for molluscan assemblages on the rocky shores of central Chile?. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 80: 173-186.
- Kim, K.M., I.K. Hwang, H.S. Yoon & S.M. Boo. 2012. Four novel *Gelidium* species (Gelidiales, Rhodophyta) discovered in Korea: *G. coreanum*, *G. jejuensis*, *G. minimum* and *G. prostratum*. *Phycologia* 51: 461-474.
- Matsuhiro, B. & C.C. Urzúa. 1988. Agarans from tetrasporic and cystocarpic *Gelidium lingulatum*. *Bol. Soc. Chil. Quim.* 33: 135-140.
- Matsuhiro, B. & C.C. Urzúa. 1990. Agars from *Gelidium rex* (Gelidiales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 204: 545-549.
- Matsuhiro, B. & C.C. Urzúa. 1991. Agars from Chilean Gelidiaceae. *Hydrobiologia* 221: 149-156.
- Molina, X., J.M. Cancino & V. Montecino. 1991. Photosynthetic pigments shifts in *Gelidium rex* (Rhodophyta) induced by the epibiont *Membranipora tuberculata* (Bryozoa). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 64: 289-297.
- Montalva, S. & B. Santelices. 1981. Interspecific interference among species of *Gelidium*



in Central Chile. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 53: 77-88.

Munoz, J., J.M. Cancino & M.X. Molina. 1991. Effect of encrusting bryozoans on the physiology of their algal substratum. *J. Mar. Biol. Assoc., U.K.* 71: 877-882.

Ojeda, F.P. & A.A. Muñoz. 1999. Feeding selectivity of the herbivorous fish *Scartichthys viridis*: effects on macroalgal community structure in a temperate rocky intertidal coastal zone. *Mar. Ecol., Progr. Ser.* 184: 219-229.

Oliger, P. & B. Santelices. 1981. Physiological ecology studies on Chilean Gelidiales. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 53: 65-75.

Rojas, R., N. León & R. Rojas. 1996. Practical and descriptive techniques for *Gelidium rex* (Gelidiales, Rhodophyta) culture. *Hydrobiologia* 327: 367-370.

Salvador-Soler, N., E.C. Macaya, J. Rull-Lluch & Gómez-Garreta. 2016. Nuclear DNA content in *Gelidium chilense* (Gelidiales, Rhodophyta) from the Chilean coast. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 51: 113-122.

Santelices, B. 1988. Synopsis of biological data on the seaweed genera *Gelidium* and *Pterocladia* (Rhodophyta). *FAO Fisheries Synopsis* N° 145.

Santelices, B. 1991. Production ecology of *Gelidium*. *Hydrobiologia* 221: 31-44.

Santelices, B. The wild harvest and culture of the economically important species of *Gelidium* in Chile. En: Doty, M.S., J.F. Caddy & B. Santelices (eds.). *Case studies of seven commercial seaweed resources*. *FAO Fisheries Technical Paper* 281, pp. 165-192.

Santelices, B. & I. A. Abbott. *Gelidium rex* sp. nov. (Gelidiales, Rhodophyta) from central Chile. En: Abbot, I.A. & J.N. Norris (eds). *Taxonomy of economic seaweeds, with reference to some Pacific and Caribbean species*. University of California, La Jolla. pp. 33-36.

Santelices, B. & S. Montalva. 1983. Taxonomic studies on Gelidiaceae (Rhodophyta) from central Chile. *Phycologia* 22: 185-196.

Santelices, B., D. Aedo & A. Hoffmann. 2002. Banks of microscopic forms and survival to darkness of propagules and microscopic stages of macroalgae. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75: 547-555.

Santelices, B. & D. Varela. 1994. Abiotic control of reattachment in *Gelidium chilense* (Montagne) Santelices & Montalva (Gelidiales, Rhodophyta). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 177: 145-155.

Sellanes, J., G. Zapata-Hernández, S. Pantoja & G.L. Jessen. 2011. Chemosynthetic trophic support for the benthic community at an intertidal cold seep site at Mocha Island off central Chile. *Estu. Coast. Shelf Sci.* 95: 431-439.

Tronchin, E.M., D.W. Freshwater, J.J. Bolton & R.J. Anderson. 2002. A reassessment and reclassification of species in the genera *Onikusa Akatsuka* and *Suhria* J. Agardh ex

Endlicher (Gelidiales, Rhodophyta) based on molecular and morphological data. Bot. Mar. 45: 548-558.

Vargas, D.R. & G.R. Lechuga. 1997. *Gelidium sclerophyllum* (Gelidiales: Gelidiaceae). Evaluation of characters for intergeneric segregation. Rev. Biol. Trop. 45: 305-310.

Vergara, M. 2016. Estudio de mercado, plan de negocios y evaluación económica para *Gelidium* en la Región del Biobío. Proyecto FONDEF-REGIONAL D13R20031 "Desarrollo de técnica de manejo del recurso *Gelidium* spp para la diversificación de la producción algal de la Región del Bío Bío".

Wieters, E.A. 2005. Upwelling control of positive interactions over mesoscales: a new link between bottom-up and top-down processes on rocky shores. Mar. Ecol., Progr. Ser. 301: 43-54.

Wieters, E.A., A. Medrano & G. Quiroga. 2013. Spatial variation in photosynthetic recovery of intertidal turf algae from acute UVB and temperature stress associated with low tides along the central coast of Chile. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 449: 340-348.

Zanlungo, A. B. 1979. Polisacáridos de algas chilenas. 5. Composición del agar de *Gelidium filicinum*. Rev. Latinoamer. Quím. 10: 149-151.

Zanlungo, A.B. 1980. Polysaccharides from Chilean seaweeds.9. Composition of the agar from *Gelidium lingulatum*. Bot. Mar. 23: 741-743.

REFERENCIA DE LOS MANUALES GENERADOS COMO RESULTADOS DEL PROYECTO FONDEF-HUAM AQ12I0004 "Estrategias tecnológicas para la restauración y aumento productivo en algas rojas de alto impacto económico-social: repoblamiento como mecanismo para potenciar el rol de las áreas de manejo de la Región del Bío Bío"

Labra F., Cáceres J., Otaíza, R.D. & Huerta C. 2015. Manual para la transferencia tecnológica a pescadores artesanales interesados en el repoblamiento de recursos marinos. Proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004. 47 pp.

Otaíza, R.D. y J. Cáceres, 2015. Manual de una técnica para el repoblamiento de la chicoria de mar, *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützing (Rhodophyta, Gigartinales), en praderas naturales, Región del Biobío. Proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004. 40 pp.

Otaíza, R.D. y J. Cáceres, 2015. Manual de una técnica para el repoblamiento de la luga negra *Sarcothalia crispata* (Bory) Leister (Rhodophyta, Gigartinales), en praderas naturales, Región del Biobío. Proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004. 44 pp.

Otaíza, R.D. y J. Cáceres, 2015. Manual de una técnica para el repoblamiento de la luga corta, *Mazzaella laminarioides* (Bory) Fredericq (Rhodophyta, Gigartinales), en roqueríos intermareales, Región del Biobío. Proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004. 40 pp.





Manual de una técnica para el repoblamiento de la chasca delgada,  
*Gelidium linguatum* Kützing (Rhodophyta, Gelidiales), en roqueríos  
intermareales, Región del Biobío.  
FONDEF-REGIONAL D13R20031