

Manual de una técnica para el repoblamiento de la chicoria de mar, *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützinger (Rhodophyta, Gigartinales), en praderas naturales, Región del Biobío.

FONDEF-HUAM AQ12I0004
UCSC UST



UCSC



FONDEF
Fondo de Fomento al Desarrollo
Científico y Tecnológico

Manual de una técnica para el repoblamiento de la chicoria de mar, *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützinger (Rhodophyta, Gigartinales), en praderas naturales, Región del Biobío.

EQUIPO DE TRABAJO PARA LA PRODUCCIÓN DE ESTE MANUAL

Ricardo D. Otaíza (Director de Proyecto), Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, 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 Principal, UCSC)

Edna Barrientos (Investigador, UCSC)

Este documento debe ser citado como:

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

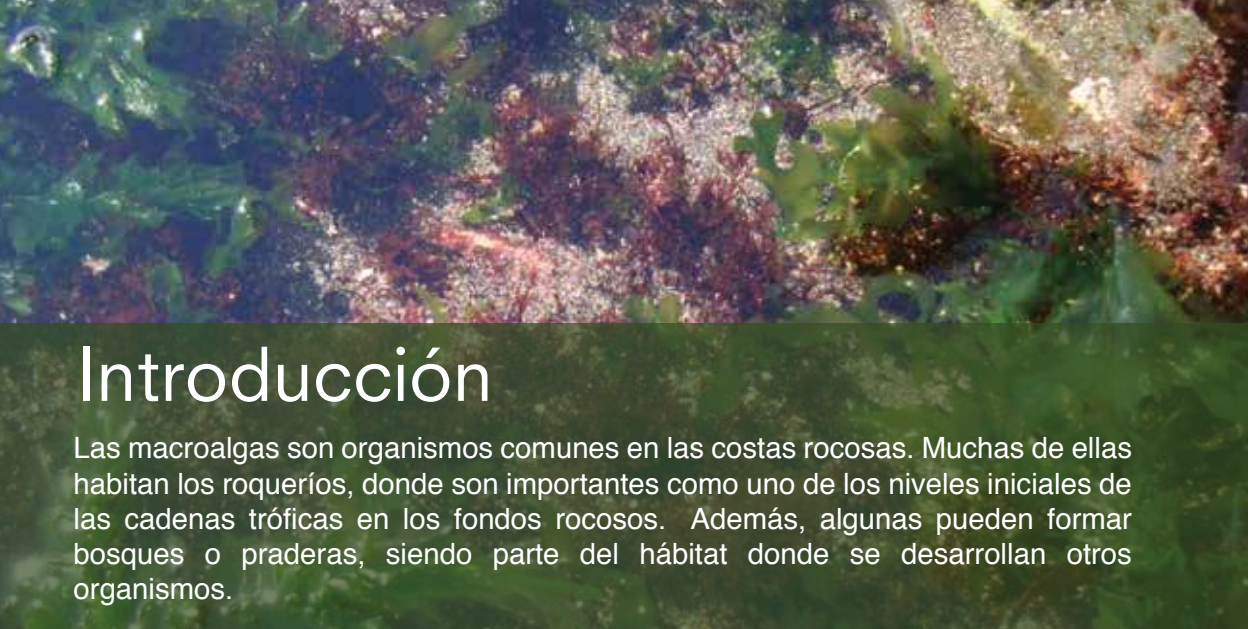
Registro de propiedad intelectual N° 258541

Diagramación: Karla Osses, patagonmedia.com.

Contenido

Introducción	02
1. Biología de la chicoria de mar	06
1.1 Distribución, hábitat y herbívoros de la chicoria de mar	06
1.2 Morfología de la chicoria de mar	08
1.3 Ciclo de vida de la chicoria de mar	10
1.4 Reproducción de la chicoria de mar	12
1.5 Ciclo productivo de la chicora de mar	14
2. Técnica de repoblamiento de chicoria de mar	16
2.1 Planificación de las actividades	17
2.2 Selección de los sitios	20
2.3 Materiales	24
2.4 Actividades de montaje	28
2.5 Procedimiento de control	30
Agradecimientos	34
Referencias sobre chicoria de mar	36





Introducción

Las macroalgas son organismos comunes en las costas rocosas. Muchas de ellas habitan los roqueríos, donde son importantes como uno de los niveles iniciales de las cadenas tróficas en los fondos rocosos. Además, algunas pueden formar bosques o praderas, siendo parte del hábitat donde se desarrollan otros organismos.

MACROALGAS COMO RECURSOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

Algunas especies de macroalgas son recursos de importancia económica. 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.

Sin embargo, la razón por la cual se cosecha la mayor cantidad de algas en Chile es para la extracción de ficocoloides. 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 y algunas otras algas rojas, junto con algunas algas pardas, como los huiros.

En Chile, la recolección o cosecha de las macroalgas es realizada principalmente por pescadores artesanales y recolectores de orilla. El sector algue-ro en Chile generó más de 2.500 puestos de trabajo, y exportaciones anuales cercanas a US\$554 millones durante el año 2014 (Boletín Anual Económico, IFOP 2015). Por esta razón, la generación de acciones que favorezcan la producción algal tendrá un efecto socio-económico directo en este grupo de personas.

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

repoblamiento propuesta en este manual está orientada a recuperar la capacidad productiva en sitios donde la abundancia la chicoria de mar haya disminuido ya sea por explotación, por desastres naturales o por impacto de actividades humanas en las zonas costeras. Esta técnica también puede ser aplicada para extender praderas o aumentar la abundancia de la chicoria de mar en praderas ya existentes, e incluso para instalar praderas en zonas que presentan las condiciones apropiadas para el recurso, aumentando la capacidad de producción de algas.



Chasca (*Gelidium lingulatum*) en poza intermareal en la Región del Biobío.



Macroalgas en roquerío intermareal de la Región del Biobío.



PROYECTO FONDEF-HUAM AQ12I0004

Con el objetivo de proponer técnicas de repoblamiento para algunos recursos algales en la Región del Biobío se desarrolló el 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"**. En este proyecto propusimos generar técnicas de repoblamiento para tres recursos algales: la chicoria de mar (*Chondracanthus chamissoi*), la luga negra (*Sarcothalia crispata*) y la luga corta o luga cuchara (*Mazzaella laminarioides*).

Los aspectos biológicos enfatizados para cada recurso fueron diferentes: para la chicoria de mar fue la adhesión secundaria de fragmentos, para la luga negra fue la reproducción vía esporas en ambientes submareales, y para la luga corta fue la reproducción vía esporas en ambientes intermareales. En conjunto, se propusieron tres mecanismos para el repoblamiento de macroalgas, los que pueden ser usados como modelo para su

aplicación a otras especies. Ligado al desarrollo de las técnicas de repoblamiento, el proyecto contempló el traspaso o transferencia de estas tecnologías a los usuarios finales, los miembros de los sindicatos de pescadores artesanales. Para conseguir este objetivo, fue necesario conceptualizar la transferencia ya no como un proceso de entrega de instrumentos que generan valor económico, sino más bien como un proceso de educación tecnológica unido al fortalecimiento o desarrollo progresivo de 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 o restauración de macroalgas, se realizaron actividades de transferencia tecnológica. En este sentido, se adoptó el concepto de Desarrollo de Capacidades o Capacity Building (FAO 2010) como eje conductor.



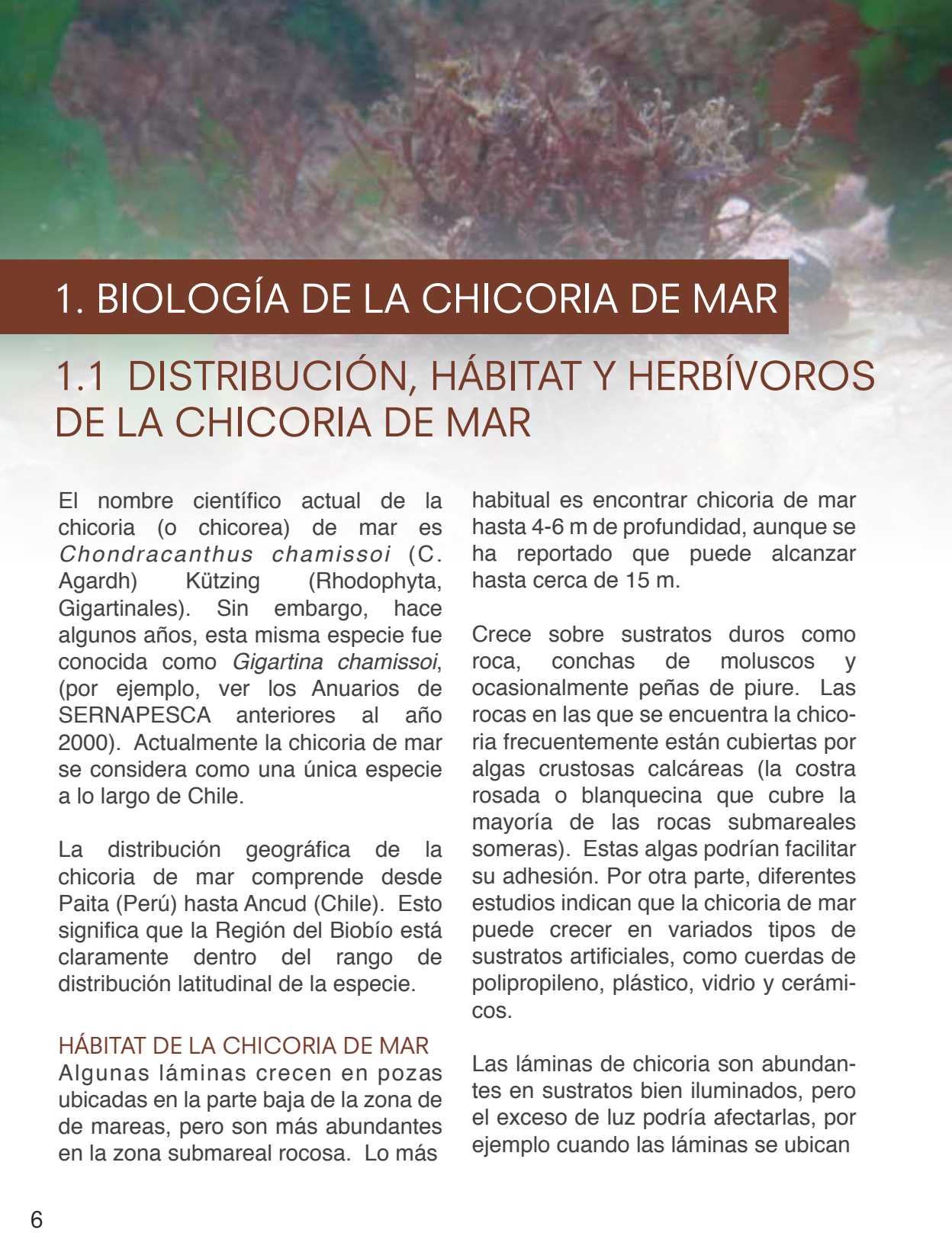
ESTE MANUAL

En este manual se describen los procedimientos de una técnica de repoblamiento para la chicoria de mar. Esta técnica está basada en los resultados experimentales obtenidos durante la ejecución del proyecto FONDEF-HUAM AQ12I0004. 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.

En agrupaciones de pescadores artesanales donde al menos algunos socios conocen y han trabajado con la chicoria de mar, el procedimiento propuesto no debiera representar dificultades para su implementación. Con su experiencia podrán aplicar, y si es necesario, ajustar la técnica aquí descrita a las condiciones particulares de los sitios de su interés, aunque 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 chicoria de mar. Se comienza con una breve descripción de la distribución y hábitat de la chicoria de mar, y se indican sus principales herbívoros (1.1). Luego, se incluyen algunos aspectos de su morfología (1.2), y de su ciclo de vida (1.3), los tipos de reproducción que presenta (1.4) y su ciclo productivo (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. Se dan algunas sugerencias para la planificación de las actividades (2.1) y la selección de los sitios (2.2). Luego se indican los principales materiales necesarios para desarrollar la actividad (2.3), seguido por una descripción de las actividades de montaje propiamente tal (2.4). Finalmente se incluye la descripción de un procedimiento de control de la actividad (2.5). Este manual también incluye una lista de estudios recientes sobre la chicoria de mar.



1. BIOLOGÍA DE LA CHICORIA DE MAR

1.1 DISTRIBUCIÓN, HÁBITAT Y HERBÍVOROS DE LA CHICORIA DE MAR

El nombre científico actual de la chicoria (o chicorea) de mar es *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützting (Rhodophyta, Gigartinales). Sin embargo, hace algunos años, esta misma especie fue conocida como *Gigartina chamissoi*, (por ejemplo, ver los Anuarios de SERNAPESCA anteriores al año 2000). Actualmente la chicoria de mar se considera como una única especie a lo largo de Chile.

La distribución geográfica de la chicoria de mar comprende desde Paíta (Perú) hasta Ancud (Chile). Esto significa que la Región del Biobío está claramente dentro del rango de distribución latitudinal de la especie.

HÁBITAT DE LA CHICORIA DE MAR

Algunas láminas crecen en pozas ubicadas en la parte baja de la zona de mareas, pero son más abundantes en la zona submareal rocosa. Lo más

habitual es encontrar chicoria de mar hasta 4-6 m de profundidad, aunque se ha reportado que puede alcanzar hasta cerca de 15 m.

Crece sobre sustratos duros como roca, conchas de moluscos y ocasionalmente peñas de piure. Las rocas en las que se encuentra la chicoria frecuentemente están cubiertas por algas crustosas calcáreas (la costra rosada o blanquecina que cubre la mayoría de las rocas submareales someras). Estas algas podrían facilitar su adhesión. Por otra parte, diferentes estudios indican que la chicoria de mar puede crecer en variados tipos de sustratos artificiales, como cuerdas de polipropileno, plástico, vidrio y cerámicos.

Las láminas de chicoria son abundantes en sustratos bien iluminados, pero el exceso de luz podría afectarlas, por ejemplo cuando las láminas se ubican

en zonas más someras, y especialmente durante el verano cuando la radiación solar es alta. Con exceso de luz las láminas pueden perder su color original, poniéndose amarillentas, y de textura blanda, llegando incluso a romperse.

Otros factores ambientales también son muy importantes para la chicoria de mar. En relación a la temperatura, se ha indicado que el crecimiento de láminas en laboratorio es menor a 10°C que a 15°C o 20°C. Por otra parte, las láminas están presente en sitios con un amplio rango de flujo de agua, y están ausente en zonas que quedan cubiertas por arena durante algunas estaciones del año.

ORGANISMOS QUE SE ALIMENTAN DE LA CHICORIA DE MAR

Otros organismos pueden afectar la abundancia de la chicoria de mar. Un grupo importante son los herbívoros, ya que pueden comerse las láminas, las esporas o los juveniles. Los erizos son herbívoros voraces, y su dieta incluye la chicoria de mar. También hay peces herbívoros que pueden comerse las láminas. Peces de pequeño tamaño pueden esconderse en cavidades entre las rocas y grietas. Entre los moluscos, los chitones son herbívoros con dientes poderosos, y son capaces de remover los discos basales de chicoria de mar. Los caracoles negros (*Tegula* spp.) y lapas (*Fissurella* spp.) también consumen algas, pero su impacto sobre láminas desarrolladas de chicoria de mar parece poco importante. Es más, en laboratorio se ha visto que caracoles pueden favorecer a la chicoria de mar al remover algas pequeñas que las cubren. Sin embargo, estos caracoles podrían consumir las esporas y los juveniles. Finalmente, algunos cangrejos también pueden consumir chicoria de mar, pero en baja proporción.



Manchón de chicoria de mar.



Cangrejo (*Talipes* sp.).



Erizo negro (*Tetrapygus niger*).



Chitón (*Tonicia* sp.).



Caracoles (*Tegula* sp.).



Algas crustosas calcáreas y juveniles de chicoria de mar.



Lapa (*Fissurella* sp.).

1.2 MORFOLOGÍA DE LA CHICORIA DE MAR

La morfología de la chicoria de mar es muy característica y fácil de distinguir. Cada individuo está compuesto por una o varias láminas que crecen a partir de un disco basal o de un sistema basal complejo. Las láminas crecen en pequeños manchones que pueden corresponder a uno o varios individuos que crecen juntos. Los manchones pueden llegar a formar praderas de chicoria de mar en zonas que son favorables.

Tal vez lo más distintivo de la chicoria de mar es el brillo que presenta cuando se encuentra bajo el agua. Las láminas son de color café rojizo, pero bajo el agua usualmente presentan un brillo azul metálico. Este brillo se denomina **iridiscencia**.

Las **láminas** son aplanadas y angostas, y presentan muchas ramificaciones en sus márgenes. En su base, las láminas son cilíndricas, y rápidamente se ensanchan. Las láminas son puntudas en su extremo (o **ápice**). En la parte más ancha, el **eje**

principal puede medir desde 3 hasta más de 30 mm. En cuanto a la longitud, las láminas más grandes llegan a medir más de 50 cm, aunque lo común es encontrar manchones de chicoria con algunas láminas de hasta 20-25 cm.

Los márgenes de las láminas presentan varios tipos de ramas. Las **ramas laterales** son de morfología semejante al eje principal: aplanadas y angostas, y con otras ramificaciones en sus márgenes.

Miden usualmente 5 cm o más. Las **pínulas**, en cambio, son ramitas más cilíndricas y cortas, usualmente de menos de 1-2 cm de longitud. Las estructuras reproductivas aparecen en las pínulas cuando la lámina está madura. Las **ramas basales** crecen en la base de las láminas. Son cortas, cilíndricas y se curvan hacia el sustrato, llegando incluso a pegarse en él.

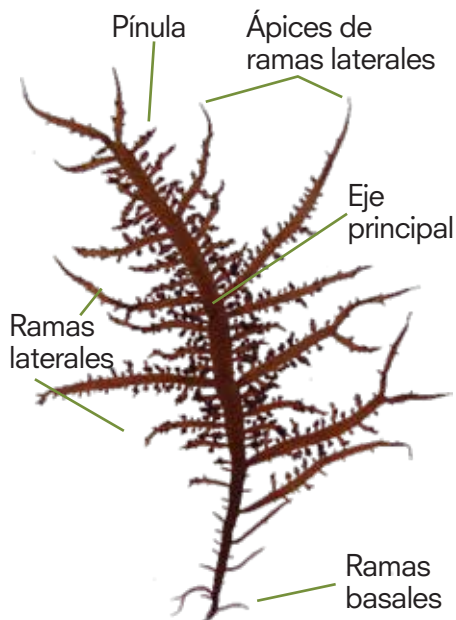
El **disco basal** (o disco de adhesión) es usualmente aplanado y circular, de 2-4 mm de diámetro. Presenta numerosos brotes cortos, algunos



de los cuales crecen dando origen a láminas. El disco basal es la estructura de adhesión primaria. Algunos discos basales también pueden producirse cuando el ápice de una rama, especialmente las ramas basales, toca el sustrato. Cuando los discos se forman de esta manera se llaman **discos de adhesión secundaria**. Usualmente no es posible distinguir si los discos basales son primarios o secundarios. Cuando un individuo tiene muchos discos basales, el conjunto forma un **sistema basal complejo**.

Luego de que las láminas son cosechadas o se pierden por causas naturales, los discos basales pueden producir nuevas láminas. Por esta razón es conveniente cuidar estas estructuras al momento de la cosecha ya que se favorece la supervivencia de los individuos y la producción de nuevas láminas.

El crecimiento de las láminas ocurre en toda su longitud, aunque es claramente mayor hacia los ápices del eje principal y ramas secundarias. También se ha estudiado lo que ocurre cuando una lámina sufre un corte. La herida cicatriza en poco tiempo y comienza a producir rebrotes. Lo más común es que crezcan sólo dos rebrotes, uno a cada extremo del corte, produciendo una **dicotomía** en el eje principal o las ramas.



1.3 CICLO DE VIDA DE LA CHICORIA DE MAR

La chicoria de mar, 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**. Este ciclo de vida se denomina "ciclo de vida trifásico". En la chicoria de mar estas fases pueden ser reconocidas por las siguientes características.

Los individuos de la **fase tetraesporofítica** (o también llamados láminas tetraesporicas o tetraesporofitos) cuando están maduros presentan manchas oscuras (llamadas **soros tetraesporangiales**) en la base y margen de las pínulas, y también pueden aparecer en el margen de las láminas. Cada soro produce miles de **esporas**, que en este caso se llaman **tetrásporas**. Las tetrásporas son muy pequeñas y no se ven a simple vista. 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.

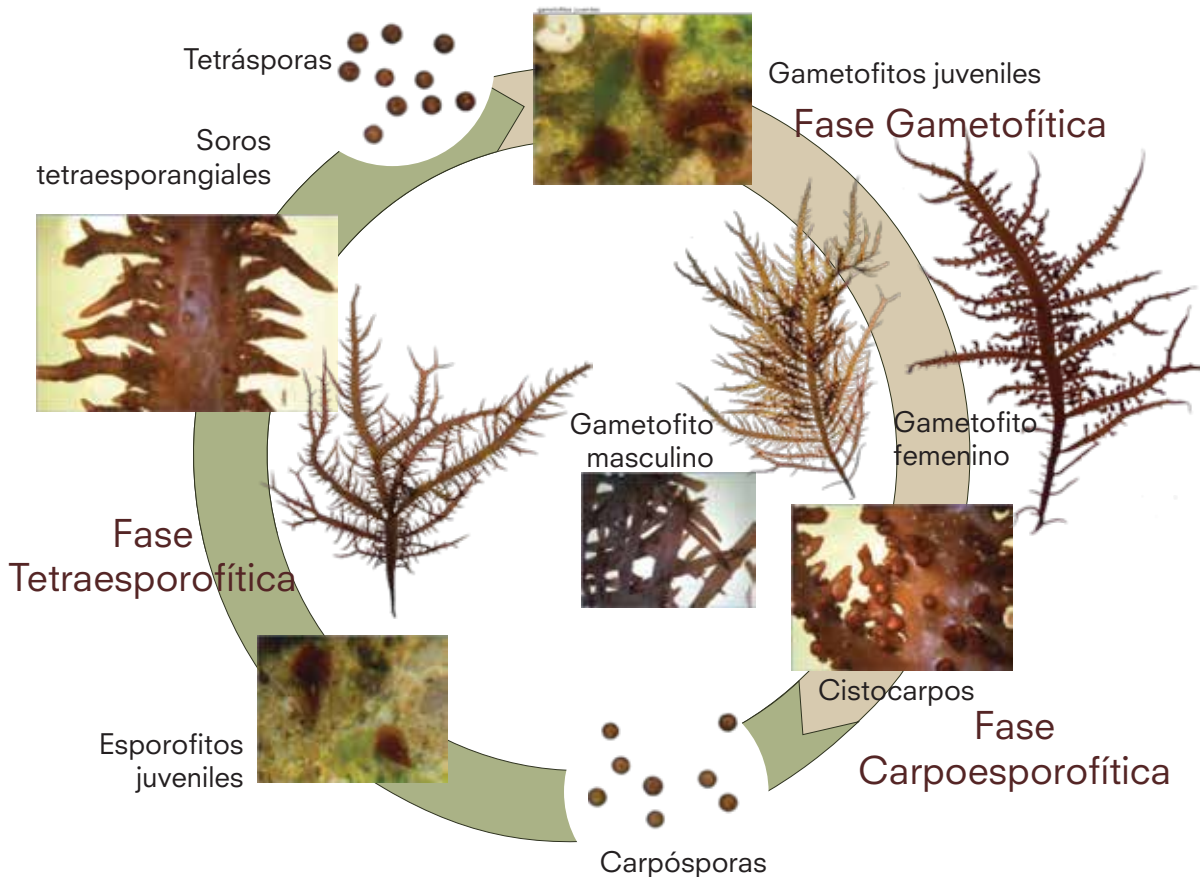
La siguiente fase es la **fase gametofítica**. Los gametofitos crecen a partir de tetrásporas. Se producen dos tipos de gametofitos, los masculi-

nos y los femeninos. Las láminas masculinas son más pálidas y delgadas que las femeninas. Las estructuras reproductivas de los gametofitos no son visibles a simple vista. 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**. Los **carpoesporofitos** corresponden a individuos diminutos que crecen en el interior de las láminas femeninas y forman estructuras como pequeñas esferas oscuras (llamados **cistocarpos**), de 1-2 milímetros de diámetro. Los cistocarpos son abundantes en las pínulas y en los bordes de las ramas. Los cistocarpos son muy visibles y reconocibles a simple vista. Las láminas femeninas que tienen estas estructuras usualmente son llamadas "láminas cistocárpicas". Cada carpoesporofito produce miles de esporas, que en este caso se llaman **carpósporas**. Las carpósporas son muy pequeñas, y son dispersadas por las corrientes marinas. Una vez que se asientan sobre las rocas, 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, que 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 carposporofitos. El paso de una fase a otra ocurre sólo a través de la reproducción por esporas o a través de la fecundación.

Ciclo de vida de la chicoria de mar (*Chondracanthus chamissoi*)



Nota: Las imágenes no están a escala.

1.4 REPRODUCCIÓN DE LA CHICORIA DE MAR

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 hacer actividades de repoblamiento de chicoria de mar?***

La **reproducción sexual** está presente en casi todos los organismos vivos. Esta se refiere a la unión de gametos masculinos y femeninos, lo que produce un nuevo individuo. En las algas rojas, incluida la chicoria de mar, 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 chicoria de mar, 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). Estos dos tipos de espora presentan algunas diferencias

en viabilidad y supervivencia en condiciones de cultivo de laboratorio, lo que podría afectar el resultado de actividades de cultivo masivo o de repoblamiento que se basen en el uso de esporas. Sin embargo, resultados de experimentos de terreno usando tetrásporas o carpósporas no han mostrado diferencias consistentes. Otro aspecto importante a considerar es que una siembra con tetrásporas dará origen a individuos gametofíticos, mientras que una siembra con carpósporas dará origen a individuos esporofíticos.

El tercer tipo de **reproducción** ocurre **a través de fragmentos**. La chicoria de mar es notable por su capacidad de producir nuevos individuos a través de la fragmentación y adhesión de estos fragmentos, como las "patillas" en las plantas. Es muy común encontrar fragmentos o láminas completas de chicoria de mar flotando a la deriva en el mar. Cuando un fragmento toma contacto con un sustrato adecuado, los ápices de las ramas laterales pueden pegarse al sustrato formando **discos de adhesión secundaria** (es lo mismo que hacen las ramas basales, ver sección 1.2). A partir de estos discos comenzarán a

crecer nuevas láminas. La capacidad de formar discos de adhesión secundaria ha sido ocupada para proponer técnicas de cultivo de chicoria de mar y es la principal característica que se propone para las técnicas de repoblamiento descritas más abajo. Una siembra con láminas esporofíticas dará más láminas esporofíticas, y una siembra con gametofitos dará más gametofitos.

A través de trabajos experimentales se ha identificado algunos factores que favorecen la formación de discos secundarios. Uno de estos factores es el contacto de los ápices con sustratos con calcio, como las conchas de moluscos y también las algas crustosas calcáreas. Otros sustratos, como la cubierta exterior de piures, también pueden favorecer la adhesión. La adhesión también se ve favorecida cuando las ramas se encuentran a bajos niveles de luz y bajos niveles de flujo de agua.

No se ha encontrado diferencias en la capacidad de adhesión entre láminas de diferente fase, aunque resultados experimentales indican que láminas vegetativas se adhieren más rápido que láminas reproductivas.

Rama con discos secundarios.



Disco secundario joven.



Disco secundario con rebrotes.



Rama adherida con varios discos secundarios con rebrotes.

1.5 CICLO PRODUCTIVO DE LA CHICORIA DE MAR

Aparte del ciclo de vida, donde se alternan las fases y tipos de reproducción, es posible describir otro ciclo para las algas. Las láminas pasan por las etapas de crecimiento, maduración y liberación de espora, y finalmente senescencia. Pero un mismo disco presenta numerosas láminas, que pueden estar en diferente estado de maduración. A pesar de ésto, hay épocas del año en las que la mayoría de los discos presentan láminas en una determinada etapa. Este es el ciclo productivo. Esta situación se repite año tras año.

La descripción que sigue se refiere a la ocurrencia de las diferentes etapas del desarrollo y maduración que sufren las láminas, y se indica también la época del año en que cada etapa es más frecuente en la población.

La importancia de conocer el ciclo productivo es que indica la época cuando es más fácil encontrar láminas con algunas características particulares. Además, es posible conocer la época del año en que ocurren los procesos naturales de reproducción. Esta información puede usarse en la planificación de actividades de repoblamiento.

Como etapa inicial se puede considerar aquella en que las láminas son "juveniles", o también llamadas vegetativas, ya que no han desarrollado aun las estructuras reproductivas (soros o cistocarpos). En esta etapa las láminas son pequeñas y presentan usualmente rápido crecimiento. Las láminas vegetativas son más abundantes durante la primavera. Estas láminas pueden corresponder a nuevos individuos creciendo desde esporas, o también a rebrotes desde discos basales viejos o ramas que crecen como rebrotes desde los restos de láminas del año anterior.

La siguiente es la etapa de maduración reproductiva. Las láminas son de tamaño mediano a grande, y su crecimiento es más lento que las vegetativas. Comienzan a distinguirse las estructuras reproductivas. Estas láminas son más abundantes hacia fines de primavera y durante el verano. La liberación de las esporas ocurre principalmente entre el verano y fines de otoño.

La última etapa es la de senescencia, entre el verano y fines de otoño. Las láminas ya han liberado las esporas y se debilitan en algunos puntos. Las

láminas se fragmentan en forma natural. En algunos casos, las láminas quedan reducidas a sólo una pequeña porción basal, que puede rebrotar y formar láminas juveniles en la siguiente estación de crecimiento. La senescencia y fragmentación de las láminas tiene, además, otra consecuencia. Con este proceso se producen muchas ramas o talos completos a la deriva, favoreciendo la ocurrencia de reproducción a través de la adhesión de fragmentos.

Es necesario tener en cuenta que un manchón está formado por un grupo de láminas que pueden estar en diferentes estados de desarrollo. Algunas pueden ser láminas senescentes, otras jóvenes y el resto láminas maduras.

Láminas juveniles o vegetativas



Láminas reproductivas o maduras



Láminas senescentes



2. TÉCNICA DE REPOBLAMIENTO DE CHICORIA DE MAR

La técnica de repoblamiento que se propone se refiere a la **siembra directa de láminas de chicoria de mar sobre bolones de roca** para favorecer la formación de discos de adhesión secundarios desde donde crecerán nuevas láminas. Esta técnica se describe con detalle más adelante (ver sección 2.4).

El objetivo de desarrollar esta técnica de repoblamiento es contar con una herramienta que permita restaurar la chicoria de mar en zonas desde donde ha desaparecido o su abundancia ha disminuido. Esta técnica también puede ser aplicada para aumentar la abundancia de chicoria de mar en praderas ya existentes e incluso instalar praderas en zonas que presentan las condiciones apropiadas para su desarrollo, aumentando la capacidad de producción de algas de importancia comercial.

La técnica presentada está pensada como esfuerzos dirigidos a sitios seleccionados, como por ejemplo, varios puntos dentro del área de manejo. Su aplicación en forma extensiva podría requerir de un esfuerzo y costos altos que deberán ser considerados por los interesados.

Una vez que se haya realizado la acción de repoblamiento, y que haya sido exitosa, es necesario dar el tiempo para que las láminas crezcan y se reproduzcan en forma natural. Esto podría demorar uno o dos ciclos productivos. Los nuevos individuos establecidos promoverán la colonización natural de los sectores circundantes, favoreciendo la recuperación de la pradera y permitiendo finalmente su explotación.



2.1 PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Una parte importante del éxito de la acción de repoblamiento depende de la capacidad de las personas para actuar en forma planificada. Cada grupo 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 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 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 han sido seleccionados los sitios (ver sección 2.2), se debe registrar su ubicación y hacer una caracterización





de cada uno, registrando información como su profundidad, tipo de fondo, la ocurrencia de chicoria de mar y de otros organismos importantes para este recurso, y otras características que se consideren 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 las láminas ocupadas 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 algún procedimiento o alguna información.

- Observaciones que permitan mejorar la actividad, como por ejemplo las observaciones de los buzos al instalar los bolones en cada sitio en el fondo marino, y las observaciones que se realicen en cada control de la siembra. Esta información será útil para evaluar el grado de éxito del repoblamiento.

Antes de iniciar cualquier actividad de repoblamiento es fundamental cumplir con la normativa o disposiciones legales que permiten realizar acciones de repoblamiento 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 el repoblamiento. ***¿Qué época del año es mejor para la adhesión de las láminas?*** No existen estudios directos sobre este aspecto, pero los resultados experimentales indican que las láminas presentan la capacidad de adhesión en diferentes épocas del año. ***¿En qué época hay láminas disponibles?*** Hay láminas disponibles durante todo el año. Entonces, no habría una limitación por esta razón. ***¿En qué época ocurre la fragmentación natural de la chicoria de mar?*** De acuerdo al ciclo productivo, en otoño se va a encontrar muchas láminas en plena maduración reproductiva, liberando esporas, y además muchas láminas en etapa de senescencia, liberando fragmentos. Entonces, se sugiere el otoño como la época principal para hacer la actividad, imitando lo que ocurre en el ciclo productivo. Es necesario indicar que esto no descarta que pueda haber éxito en otras épocas del año.

Otro aspecto importante es la selección de los sitios donde se realizará la actividad. Esto es discutido en la siguiente sección (sección 2.2).

Adocreos de prueba, con láminas de chicoria de mar fijadas con un elástico y una malla plástica roja.



2.2 SELECCIÓN DE LOS SITIOS

¿Cómo elegir los sitios para realizar una actividad de repoblamiento de chicoria de mar? ¿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 los bolones deben haber sido elegidos con anterioridad a la actividad principal de repoblamiento. Para elegir los sitios se puede aplicar diferentes criterios. A continuación se indican tres alternativas.

Una primera alternativa es elegir sitios donde hubo chicoria de mar, pero donde se ha perdido o su abun-

dancia ha disminuido. 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 chicoria de mar se puede buscar sitios con condiciones de hábitat similares. La información en la primera parte de este manual, junto con otra información publicada, puede ser usada para este propósito.

Si no se tiene información previa, o las condiciones ambientales han cambiado ***¿Cómo determinar si un sitio en particular tiene potencial de éxito para una acción de repoblamiento?***

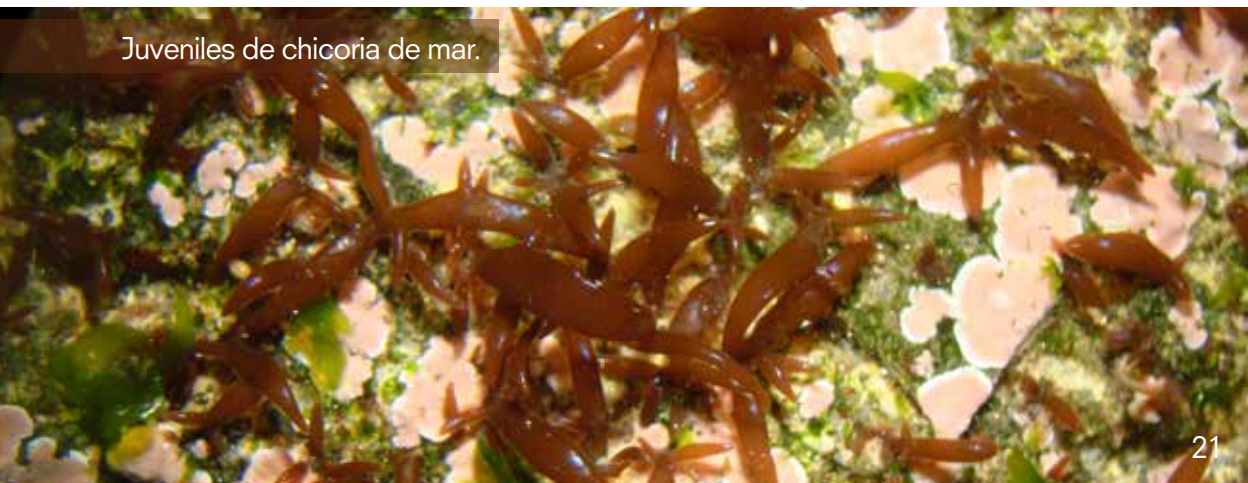
Como tercera alternativa se sugiere realizar una prueba piloto en los sitios cuya potencialidad se quiere evaluar. Primero es necesario "fijar" láminas de chicoria de mar a bolones o adocretos. Esto se puede hacer con elásticos para billetes (no muy apretados para que no corten las láminas) o envolviendo algunas láminas en una malla plástica (como la malla en la que se venden algunas verduras) y amarrándola a los bolones. Luego, se instalan varios bolones en cada uno de los sitios que están a prueba. Habrá que volver a estos sitios para recuperar los bolones, por lo que es muy conveniente marcarlos con una pequeña boya (botella plástica, cuerda y algún fondeo) o con otro bolón pintado de un color brillante.

Luego de 2-4 semanas se recuperan los bolones (y se retiran las boyas o

bolones pintados) y se revisa el estado de la chicoria. ***¿Las láminas están completas o perdieron algunas partes? ¿Acumularon mucho sedimento? ¿Mantienen el color original o se han puesto amarillentas o blanquecinas? ¿Su textura es similar a la original o se han puesto blandas y fáciles de romper? ¿Se desplazaron mucho estos bolones desde donde fueron instalados?*** Las respuestas a estas preguntas ayudarán a evaluar si el sitio será apropiado para que crezca chicoria de mar. Estos resultados no aseguran que un repoblamiento va a ser exitoso, pero permiten distinguir la presencia de problemas, como por ejemplo, algunos herbívoros, fuertes corrientes, exceso de luz o presencia de sedimentos.

A continuación se indican algunos factores importantes a tener en cuenta al momento de elegir un sitio porque afectan la abundancia de la chicoria de mar. Estos son factores importantes en su hábitat natural, como se indicó en la

Juveniles de chicoria de mar.



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.

• **Tipo de sustrato donde instalar los bolones.** La instalación de los bolones debe ser sobre superficies rocosas. Se debe evitar las zonas que sean cubiertas por arena o por otros sedimentos. Dado que los sedimentos pueden desplazarse por el fondo, la invasión de sedimentos podría no ser visible en un determinado momento, pero aparecer en otra estación del año.

Las algas crustosas calcáreas, que se ven como costras rosadas que cubren muchas rocas en las zonas someras, favorecen la adhesión secundaria. Además, las algas crustosas calcáreas no toleran ser enterradas por sedimen-

tos, por lo que la presencia de estas costras puede usarse como indicador de que no ha habido intromisión de sedimentos.

• **Profundidad.** La profundidad es relevante porque afecta dos factores importantes. Sitios muy someros quedan expuestos a gran intensidad de luz durante verano, lo que puede ser perjudicial para las láminas. Sitios someros también quedan más expuestos a los efectos de la acción del oleaje, que puede desplazar los bolones instalados. Se recomienda una profundidad entre 3 y 8 m, pero es necesario valorar la experiencia personal y la observación de la profundidad de ocurrencia de chicoria en el área.

• **Flujo de agua.** El flujo de agua es importante porque las algas obtienen los nutrientes directamente desde el



agua de mar. Además, el flujo de agua mantiene las láminas en movimiento y roce entre sí. Un exceso de flujo de agua podría desplazar los bolones sembrados. También podría favorecer la ruptura de algunas láminas. Por otra parte, si el sitio es muy calmado, podría ocurrir un exceso de sedimentación fina, lo que podría afectar el crecimiento de las láminas. Entonces, en relación con este factor, la experiencia de los buzos y la observación de sitios donde la chicoria es abundante deberán sugerir los niveles de flujo de agua más adecuados.

• **Turbidez.** La presencia de sedimentos en la columna de agua disminuye la penetración de la luz. Las partes basales de las láminas incluido el sistema de adhesión pueden resultar afectados por los sedimentos. Igualmente, el sedimento también podría afectar negati-

vamente a las esporas y a los juveniles.

• **Presencia de otros organismos.** La presencia de algunos organismos en el sector donde se planifica la instalación de los bolones puede afectar en forma severa el éxito de la acción de repoblamiento. Es necesario elegir sitios sin erizos. No es posible remover los erizos, por lo tanto, la mejor opción es evitarlos. Estos pueden migrar, por lo que podrían estar ausente cuando se instalen los bolones pero aparecer en otra época del año. Peces herbívoros también pueden afectar el repoblamiento. Si los bolones quedan muy cerca entre sí se podría favorecer su presencia. Por otra parte, si los bolones se ubican cerca de lugares con muchas grietas o escondites, estos peces podrían consumir las algas sembradas.



2.3 MATERIALES

Uno de los aspectos a decidir es sobre la cantidad total de m² que se trabajará en cada sitio, y el número de sitios, considerando el objetivo de la actividad, el esfuerzo necesario y las capacidades del grupo de personas que participará.

Para realizar la actividad se requieren diferentes materiales. Algunos de ellos son materiales comunes que se pueden obtener fácilmente por la agrupación de pescadores artesanales. Otros materiales son más específicos, y sería necesario obtenerlos con anterioridad al montaje. A continuación se indican estos materiales más específicos que se requerirán para implementar esta técnica.

Para el montaje de 1 m² se requieren los materiales que se indican a continuación.

- **Bolones de roca**

La densidad sugerida de siembra es de 16 bolones por m².

Elegir bolones de no más de 10 cm de ancho, para que puedan ser enmallados con facilidad. El largo de los bolones puede ser entre 15 y 20 cm, para que sean manejables. Bolones de estas dimensiones pesan alrededor de 3 kg cada uno.



Bolones apropiados para la siembra.

Es mejor si los bolones son aplanados por lo menos por un lado para que tengan mayor estabilidad cuando sean puestos en el fondo marino. Los bolones más redondeados son más inestables y pueden ser desplazados o volteados por las corrientes.

Los bolones deben ser obtenidos al menos unos días antes del día del montaje, y deben estar limpios para que no haya obstáculos para la adhesión de las láminas. Si es necesario, se puede usar agua dulce para limpiarlos, pero nunca usar detergente ya que afectarían la adhesión de las algas al sustrato. Si se usa un bote para salir a colectar los bolones se debe cuidar que no tomen contacto con el agua del fondo del bote ya que puede contener gasolina o aceite.

• Láminas de chicoria de mar

Las láminas deben ser colectadas en la misma área donde se hará el repoblamiento o desde un lugar cercano. No se debe trasladar láminas desde otras regiones hacia la Región del Biobío. Se debe considerar 3-4 láminas de tamaño mediano para sembrar un bolón. Las láminas son uno de los puntos críticos en este proceso. Se debe ocupar láminas frescas y de aspecto sano (de color oscuro, textura compacta, sin otras algas creciendo

encima). Se recomienda que las láminas sean colectadas sólo pocas horas antes del montaje, o a lo sumo el día anterior.

En todo momento se debe evitar que se sequen los ápices de las láminas, durante la colecta, en su traslado en bote y durante el montaje. Al colectarlas, las láminas deben ser puestas en bolsas plásticas y mantenidas a la sombra en el bote, o dentro de una caja con aislamiento de temperatura (como una hielera). Durante el montaje de la chicoria sobre los bolones, las láminas deben ser mantenidas en fuentes o baldes plásticos (no metálicos) con agua de mar limpia (nunca agua dulce), en un lugar frío (temperatura similar a la del mar) y en lo posible oscuro, o al menos a la sombra.

¿De qué fase deben ser las láminas?

La chicoria de mar tiene tres tipos de lámina: los esporofitos, los gametofitos masculinos y los gametofitos femeninos (ver sección 1.3). En el trabajo experimental no se detectaron diferencias en el éxito de formación de discos de adhesión secundaria entre los diferentes tipos de lámina. Tampoco se detectaron diferencias en supervivencia de los discos que se forman. Entonces, el uso de láminas de cualquier fase tendrá un resultado similar.

¿Importa el estado de maduración de las láminas?

En la medida de que las láminas tengan los ápices en buen estado, todas las láminas pueden ser usadas. Sin embargo, resultados experimentales indican que láminas vegetativas se adhieren más rápido que láminas reproductivas. Pero, por otra parte, las láminas reproductivas podrían liberar esporas, complementando la siembra de fragmentos con siembra de esporas. Una alternativa de compromiso es ocupar tanto láminas vegetativas como reproductivas.

¿Es mejor usar láminas completas o fragmentos de láminas?

Las dos opciones darán resultados similares, pero puede resultar más fácil hacer el enmallado usando láminas completas que fragmentos pequeños.

• Trozos de malla de algodón

Se sugiere usar malla para encordar choritos. Este tipo de malla se desintegra

gradualmente luego de 2 a 4 semanas en el mar, por lo que no deja residuos que contaminen. Este tiempo es suficiente para que los ápices de los fragmentos se adhieran a la roca y formen discos de adhesión secundaria desde donde crecerán las nuevas láminas.

La malla debe haber sido obtenida con anterioridad al montaje. Si la malla ha estado almacenada en condiciones de humedad, puede que ya no tenga la resistencia suficiente para permitir el enmallado. (Esto se debe revisar previamente). La malla para este propósito debe ser almacenada en un lugar seco.

Se recomienda usar la malla más ancha disponible (4 pulgadas de ancho) para que permita enmallar bolones grandes.

• Material para marcar los sitios donde se instalan los bolones

Es necesario marcar los sitios para poder volver a ellos y realizar el seguimiento de la actividad. Este marcaje puede ser hecho con un dispositivo de GPS, pero usualmente el método más tradicional de usar pequeñas boyas (botellas plásticas), cuerda y fondeo hace más fácil encontrar los sustratos en el fondo marino, especialmente cuando la visibilidad es



Marcando bolones con masilla epóxica.

baja. También se puede pintar algunos bolones de un color brillante para facilitar su visibilidad bajo el mar e instalarlos junto con los bolones sembrados.

Es opcional marcar al menos algunos de los bolones que van a ser sembrados. La ventaja de marcarlos es que, al hacer el seguimiento, se puede distinguir sin equivocación cuales bolones corresponden a los sembrados y cuáles son bolones naturales del sitio, especialmente una vez que se ha deshecho la malla de algodón.

Los bolones pueden ser marcados con masilla epóxica submarina (Super As, Stierling). Los bolones deben estar limpios. Basta preparar un poco de masilla, separar una bolita del tamaño de un grano de uva, y aplastarla sobre la superficie del bolón, formando un montoncito no más grande que una moneda de \$100. Incluso, si se desea se puede "escribir" una letra o número en la masilla para diferenciar los bolones.

• **Materiales para mantener y trasladar los bolones**

Se requieren varias bandejas plásticas grandes para acumular los bolones una vez que están enmallados, y también para trasladarlos hacia el bote y luego a los sitios en el fondo marino. Además

se necesita cubrir los bolones evitando la desecación.

Esto puede ser hecho con un trozo de manga plástica de polietileno. También es necesario evitar que aumente la temperatura de los sustratos mientras se termina con la siembra de todos los bolones.

Se requiere el apoyo de personas para realizar la actividad. Las siguientes tareas deben ser cumplidas:

- Colecta (y marcaje) de bolones (debe ser realizado días antes del montaje).
- Colecta de láminas (preferentemente el mismo día o a lo más el día anterior al montaje).
- Para el enmallado o montaje de láminas sobre los bolones se requiere el trabajo de varias personas; luego de un poco de práctica, una persona puede enmallar 12-15 bolones en una hora.
- Traslado de los bolones a los sitios de siembra (bote y buzos).



Bolón marcado con masilla epóxica.

2.4 ACTIVIDADES DE MONTAJE

Se trabaja mejor sobre una superficie plana y dura como un mesón. El área de trabajo debe estar a la sombra para disminuir la posibilidad de desecación de los ápices. Puede ser al aire libre o al interior de un galpón.

Se toma un bolón y se pone sobre el mesón, buscando la posición en que el bolón quede más estable, usualmente ubicando hacia abajo la cara plana más grande.

Se eligen 3-4 láminas de chicoria de mar y se ponen sobre la cara superior y también sobre las caras laterales del bolón. Se debe evitar que las láminas queden sobrepuestas entre sí, ya que los ápices de la chicoria

de mar no tomarán contacto con la superficie del bolón. Lo mejor es que las láminas queden como una capa simple sobre el bolón.

Se desliza el bolón en la malla y se anuda la punta de la malla. Se empuja el bolón hacia el nudo recién hecho para que la malla quede muy ajustada. Finalmente se corta la malla dejando un segmento suficiente para hacer un nuevo nudo. Antes de hacer este nudo se debe asegurar que la malla quede bien ajustada, apretando las láminas para favorecer el contacto de los ápices con la superficie del bolón. Esto es uno de los puntos más importantes ya que facilitará la adhesión secundaria.



Siembra y enmallado de un bolón.



Traslado de bolones en una bandeja y protegidos por un trozo de polietileno.

Los bolones sembrados deben ser acumulados en bandejas plásticas grandes u otra estructura para que sea más fácil su transporte al mar y no se golpeen dañando las láminas o la malla. También se debe evitar que se sequen los ápices. El proceso de enmallado es rápido, pero la malla está seca y las láminas pueden comenzar a secarse mientras se termina de sembrar todos los bolones; es necesario mantenerlos húmedos y protegidos, por ejemplo manteniéndolos a la sombra, mojarlos frecuentemente con agua de mar limpia y cubrirlos con láminas de plástico grandes.

Terminado el sembrado, se llevan los bolones al mar para ser instalados por los buzos en los sitios elegidos. Mientras son trasladados en bote los bolones deben ir en las mismas bandejas donde fueron acumulados o en algún contenedor, pero evitando que toquen el agua del fondo del bote, que puede tener aceite o gasolina de



Traslado de bolones sembrados en embarcación en Punta Lavapié.

motor. Esta contaminación podría arruinar todo el esfuerzo realizado. Durante todo este tiempo los bolones deben ir cubiertos por trozos de manga de polietileno para evitar la desecación. También debe cuidarse que la temperatura no suba.

Una vez en el sitio, los bolones son bajados del bote y distribuidos en forma relativamente uniforme, de acuerdo con la densidad sugerida (16 bolones por m²).



Instalación de los bolones sembrados en el fondo marino.

Bolón luego de 1 mes de la siembra que aun presenta la lámina sembrada.



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.

Un primer control debe hacerse luego de una semana de la siembra. El objetivo de este control es verificar que los bolones estén en los mismos sitios en que fueron sembrados. Si se hubieran desplazado podría ser necesario reacomodarlos en el fondo marino. Una breve descripción del estado de cada sitio debe anotarse en el cuaderno de protocolo.

Se debe realizar un segundo control luego de un mes de la siembra. El objetivo de este segundo control es determinar el grado de éxito que se ha tenido. Para hacer este control, se sugiere retirar 2 o 3 bolones desde cada sitio en que fueron instalados, llevarlos a tierra y revisarlos buscando los discos de adhesión secundarios.

Los bolones deben tratarse con mucho cuidado, especialmente evitando raspar con las manos la superficie que fue sembrada. También se debe evitar tirar de los fragmentos que puedan estar pegados en la superficie, ya que



Bolón luego de 1 año de la siembra y muestra un manchón de chicoria de mar.

algunos puntos de adhesión son aún muy débiles y pueden romperse si se manipulan con descuido.

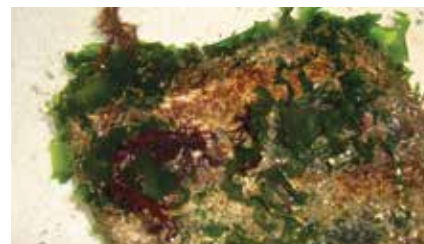
Se espera que, luego de un mes en el mar, los ápices de las ramas se hayan pegado a la superficie de los bolones y que la malla de algodón se haya desintegrado. Si ha habido éxito, las láminas habrán establecido varios puntos de adhesión (desde alrededor de 10 hasta 50 o más puntos de adhesión en cada bolón).

Junto con contar los discos de adhesión, es necesario hacer observaciones del estado en que se encuentran estos discos. Estas observaciones puede ser hechas con la ayuda de una lupa de mano (X5) o lupa cuentahilo. Los discos deben verse de color rosado o rojizo más oscuro, similar al color de las láminas.

Además deben ser duros, con una consistencia similar a la de una lámina sana. Si el color de los discos es amarillento o están blandos el sitio no parece apropiado.

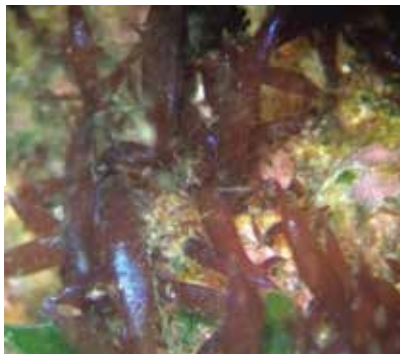
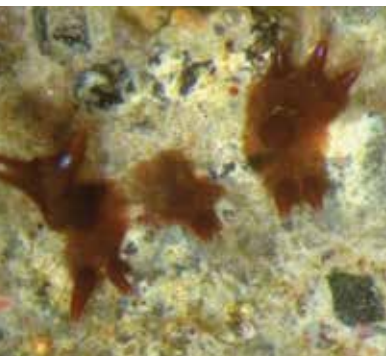
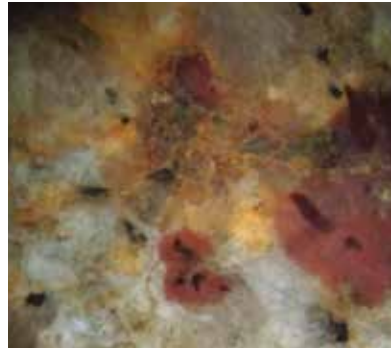
En el cuaderno de protocolo se debe hacer anotación de estas observaciones. Para cada bolón se debe anotar el nombre del sitio donde había sido instalado el bolón, el número del bolón en caso de que hayan sido numerados al marcarlos, el número de discos de adhesión que presenta y el estado de cada uno (color y textura).

En lo posible, estos bolones deben ser devueltos a los sitios en que fueron obtenidos. De lo contrario, estos procedimientos de control disminuirán la cantidad de bolones para el repoblamiento.



Bolones luego de 1 año de la siembra mostrando chicoria de mar y colonización por otras algas.

Diferentes estados
de los discos basales
secundarios luego de
1 año de la siembra.



Los muestreos que siguen pueden ser hechos en forma trimestral. Su objetivo es vigilar que los bolones estén en los mismos sitios en que fueron instalados y evaluar que los discos aún están vivos y creciendo. Estos muestreos resultan más fáciles si los bolones fueron marcados antes de ser sembrados o si su ubicación permite distinguirlos de otros bolones que naturalmente ocurren en el fondo marino.

Al igual que el muestreo realizado después de un mes desde el montaje, en el cuaderno de protocolo se debe anotar, para cada bolón, el sitio de origen, el número del bolón, la cantidad de discos de adhesión secundaria y su estado. También se debe anotar la cantidad de discos que ha comenzado a producir láminas.

Los buzos deben hacer observaciones del entorno de los sitios donde fueron instalados los bolones. En el cuaderno de protocolo se debe anotar el estado del sitio, por ejemplo si ha aparecido arena, herbívoros o si los bolones han sido colonizados por otras algas.

Con un procedimiento de control como éste es posible determinar si la actividad ha sido exitosa. Si los sitios elegidos fueron apropiados, el número de puntos de adhesión debiera mantenerse en el tiempo y los discos de adhesión secundarios que se formaron debieran comenzar a brotar luego de algunos meses. Esto último es variable, dependiendo de la época del año en que se haya instalado los bolones. Es necesario dejar que estas nuevas láminas crezcan y maduren reproductivamente según el ciclo productivo.



AGRADECIMIENTOS

Este manual fue realizado en base a los 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". Queremos manifestar nuestro agradecimiento al Programa "Hacia una Acuicultura de nivel Mundial" (HUAM) del Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), que dio 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,
- Terranatur S. A.,
- Alimex S. A.,
- Cargill France SAS.,
- 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 Cocholgüe, y
- S.T.I. de Pescadores Artesanales, Buzos Mariscadores, Recolectores de Algas Marinas Puerto Viejo Punta Lavapié.

Por su parte, el valioso apoyo de los pescadores artesanales de los tres 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) y el Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático (CiiCC, UST) por el apoyo en las actividades administrativas del proyecto.

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

REFERENCIAS SOBRE CHICORIA DE MAR

- Ávila M, MI Piel, JH Cáceres & K Alveal. 2010. Cultivation of the red alga *Chondracanthus chamissoi*: sexual reproduction and seedling production in culture under controlled conditions. J. Appl. Phycol. <DOI10.1007/s10811-010-9628-1>[pm1].
- Barrientos, E & RD Otaíza. 2014. Adhesión secundaria de juveniles producidos por esporas no asentadas de *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales). Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 49: 135-140.
- Bulboa C & J Macchiavello. 2006. Cultivation of cystocarpic, tetrasporic and vegetative fronds of *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) on ropes at two localities in northern Chile. Investigaciones Marinas 34: 109-112.
- Bulboa C, J Macchiavello, E Oliveira & K Véliz. 2008. Growth rate differences between four Chilean populations of the edible seaweed *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales). Aquaculture Research 38: 1550-1555.
- Bulboa C, J Macchiavello, K Véliz & E Oliveira. 2010. Germination rate and sporeling development of *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) varies along a latitudinal gradient on the coast of Chile. Aquatic Botany 92: 137-141.
- Bulboa C, J Macchiavello, K Véliz, EC Macaya & E Oliveira. 2007. In vitro recruitment of *Ulva* sp. and *Enteromorpha* sp. on gametophytic and tetrasporophytic thalli of four populations of *Chondracanthus chamissoi* from Chile. J. Appl. Phycol. 19: 247-254.
- Bulboa CR & JE Macchiavello. 2001. The effects of light and temperature on different phases of the life cycle in the carrageenan producing alga *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta: Gigartinales). Botanica Marina 44: 371-374.
- Bulboa CR, JE Macchiavello, EC Oliveira & E Fonck. 2005. First attempt to cultivate the carrageenan-producing seaweed *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützling (Rhodophyta; Gigartinales) in Northern Chile. Aquaculture Research 36: 1069-1074.
- Fonck E, R Martínez, J Vásquez & C Bulboa. 2008. Factors that affect the re-attachment of *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales) thalli. J. Appl. Phycol. 20: 311-314.
- Fonseca FG. 2011. Fragmentación del talo como mecanismo de reproducción vegetativa en *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales). Tesis de Grado. Título de Biólogo Marino. Facultad de Ciencias,

Universidad Católica Santísima Concepción.

González J & I Meneses. 1996. Differences in the early stages of development of gametophytes and tetrasporophytes of *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützinger from Puerto Aldea, Northern Chile. *Aquaculture* 143: 91-107.

González J, I Meneses & J Vásquez. 1997. Field studies in *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützinger: seasonal and spatial variations in life-cycle phases. *Biología Pesquera*, Chile 26: 3-12.

Hoffmann AJ & B Santelices. 1997. Flora marina de Chile central. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago. 424 pp.

Hommersand MH, MKD Guiry, S Fredericq & GL Leister. 1993. New perspectives in the taxonomy of the Gigartinales (Gigartinales, Rhodophyta). *Hydrobiologia* 260/261: 105-120.

Jiménez FS. 2011. Efecto de rebrote y crecimiento del talo en la determinación de la morfología en *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales). Tesis de Grado. Título de Biólogo Marino. Facultad de Ciencias, Univ. Católica Sma Concepción.

Macchiavello J, C Bulboa & M Edding. 2003. Vegetative propagation and spore-based recruitment in the carrageenophyte *Chondracanthus chamissoi* (Gigartinales: Rhodophyta) in Northern Chile. *Phycological Research* 51: 45-50.

Macchiavello J, C Bulboa, C Sepúlveda, K Véliz, F Sáez, L Vega & R Véliz. 2012. Manual de cultivo de *Chondracanthus chamissoi* (Chicorea de mar). FONDEF-HUAM AQ08I1028: "Alternativas tecnológicas para el cultivo de *Chondracanthus chamissoi* en la zona norte de Chile a partir de discos de fijación secundaria".

Macchiavello J, C Sepúlveda, F Sáez & N Méndiz. 2014. Acuicultura en áreas de manejo: una innovación para mejorar su desempeño mediante el cultivo suspendido de chicorea de mar (*Chondracanthus chamissoi*) en la Región de Antofagasta. Innova Chile (CORFO) Código 12BPCR – 16600.

Masualto J. 2014. Evidencia que apoya la existencia de dos formas presentes en *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützinger (Rhodophyta, Gigartinales). Tesis de Grado. Título de Biólogo Marino. Facultad de Ciencias, Univ. Católica Sma Concepción.

Otaíza RD & FG Fonseca. 2011. Effect of dissolved calcium on the formation of secondary attachment structures in different types of branches of *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta, Gigartinales). Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 46: 263-268.

Ramírez MA & B Santelices. 1991. Catálogo de las algas marinas bentónicas de la costa temperada del Pacífico de Sudamérica. Monografías Biológicas 5: 1-437.

Rodríguez C. 2014. Curvatura de ápices de *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützinger (Rhodophyta, Gigartinales) como resultado de la proximidad de diferentes tipos de sustratos. Tesis de Grado. Título de Biólogo Marino. Facultad de Ciencias, Univ. Católica Sma Concepción.

Sáez F, J Macchiavello, E Fonck & C Bulboa. 2008. The role of the secondary attachment discs in the vegetative propagation of *Chondracanthus chamissoi* (Gigartinales: Rhodophyta). Aquatic Botany 89: 63-65.

Santelices B. 1989. Algas marinas de Chile. Distribución, ecología, utilización, diversidad. Ediciones Univ. Católica de Chile. 397 pp.

Vásquez J & JMA Vega. 2001. *Chondracanthus chamissoi* (Rhodophyta: Gigartinales) in northern Chile: ecological aspects for management of wild populations. J. Appl. Phycol. 13: 267-277.

Yokoya N, M Ávila, M Piel, F Villanueva & A Alcapan. 2014. Effects of plant growth regulators on growth and morphogenesis in tissue culture of *Chondracanthus chamissoi* (Gigartinales, Rhodophyta). J. Appl. Phycol. 26:819–823.



Manual de una técnica para el repoblamiento de la chicoria de mar,
Chondracanthus chamissoi (C. Agardh) Kützinger (Rhodophyta, Gigartinales),
en praderas naturales, Región del Biobío.
FONDEF-HUAM AQ12I0004