

INFORME FINAL FIPA 2021-38

Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos.

PROPONENTE:



REQUIRENTE: FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA (FIPA)



Puerto Montt, Abril de 2024.

PROYECTO

Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos.

REQUIRENTE

Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura

Presidente Consejo de Investigación Pesquera Acuicultura:

UNIDAD EJECUTORA

Directora: Marcela Ávila L

Ms Acuicultura

e-mail: marcela.avila1@gmail.com

ENTIDAD ASOCIADA MEDIANTE SUBCONTRATO

Universidad Católica del Norte



Universidad
Católica del Norte

Autores:

Marcela Avila L.

Ricardo Riquelme V.

Paola Chandia P.

Gesica Aroca S.

Paula Needham S.

Julian Caceres V.

Constanza De Zarate R.

Juan Gutierrez P.

Resumen Ejecutivo

El presente proyecto caracteriza las algas verdes filamentosas que proliferan sobre cultivos de pelillo en los sectores de río Maullín, río San Pedro Nolasco y río Pudeto en la región de Los Lagos, propone potenciales usos productivos en base a la composición bioquímica de las algas, para que, de esta forma eventualmente, el actual problema se convierta en una oportunidad productiva para las comunidades locales con los beneficios que ello genera. Bajo este contexto, este proyecto explora caracterizar y buscar usos alternativos para los grandes volúmenes de algas verdes filamentosas que afectan la producción de los cultivos de pelillo y que varan en las playas a fines de verano y principios de otoño cada año. Para evitar que se generen problemas ambientales en el borde costero e interfieran con otras actividades económicas. El objetivo general del proyecto es realizar una caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*, en las áreas de plaga declaradas en el marco del D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005, y proponer potenciales usos productivos para las algas y usos alternativos para la biomasa varada.

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron 3 talleres, uno presencial dirigido a los pescadores y cultivadores de Maullín y el otro presencial dirigido a funcionarios públicos de la región de Los Lagos, para dar a conocer la información existente sobre las proliferaciones ocurridas antes del presente proyecto, morfología e identificación de especies y los factores que causan dichas proliferaciones. El tercer taller virtual se hizo con empresarios y profesionales del sector público y privado para analizar los resultados de la caracterización bioquímica de las especies encontradas e identificadas en las proliferaciones ocurridas en los años 2022 y 2023 y analizar las alternativas de usos y de valorización de estas especies.

Para el objetivo específico 1, se recopiló información nacional e internacional sobre aspectos morfológicos, bio-ecológicos, reproductivos, de composición bioquímica, efectos nocivos y rangos de tolerancia ambiental para las 4 especies objeto de este proyecto: *Chaetomorpha linum*, *Rhizoclonium spp.*, *Ulva compressa* y *Cladophora ruchingeri*, para cada una de ellas se entrega una ficha técnica y un listado de referencias con los archivos en PDF de información disponible. Se efectuaron entrevistas realizadas a funcionarios públicos del sector, a pescadores artesanales y

acuicultores que confirman que las plagas en el río Pudeto se observaron por primera vez en el año 2000 y en el 2010 en el río Maullín.

A través del análisis bibliográfico se encontraron un número de 33 taxas de especies epifitas sobre pelillo en la Región de Los Lagos de Chile, donde las especies que han provocado los mayores efectos negativos en cultivos comerciales de *G. chilensis* son las algas rojas del orden Ceramiales (*Polysiphonia* sp, *Ceramium* spp., *Anthithamnion* sp. y *Callithamnion* sp), el alga parda *Giffordia* sp. y las algas verdes como *Ulva* sp.(incluidas ex *Enteromorpha* sp.), *Ulva compressa*, *Cladophora ruchingeri* y *Rhizoclonium* spp. Entre las microalgas, la diatomea del género *Melosira*. De acuerdo a lo encontrado en la literatura la especie epifita *Ceramium virgatum* (ex *C. rubrum*) posee potenciales uso en industria farmacéutica y medicina humana.

Las proliferaciones de macroalgas nocivas o dañinas se reconocen internacionalmente como “harmful macroalgal blooms” (HMBs). Las especies más comunes pertenecen al grupo de las algas verdes (División Chlorophyta) y algas pardas (División Ochrophyta). Las proliferaciones producidas por macroalgas verdes se conocen comúnmente como mareas verdes (“green tides”), describiéndose 18 especies pertenecientes a los órdenes Cladophorales, Ulvales y Bryopsidales. Globalmente, las proliferaciones de algas dañinas (HMBs), ocurren principalmente en las zonas templadas del hemisferio norte, en costas industrializadas de América, Europa y el área Asia oriental, siendo ésta última la más afectada durante la última década, donde se han visto eventos de algas verdes ("green tides") y algas pardas ("golden tides").

Por otra parte, se efectuó una revisión de marcadores moleculares de las especies de algas plagas obteniéndose información de 31 estudios y reportes de 1994 a 2021 con 18 trabajos (58.1%) que incluyen a especies del Orden Ulvales (*U. compressa*) y 12 trabajos (38.7%) que reportan géneros del Orden Cladophorales, incluyendo: *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Rhizoclonium* y *Pseudorhizoclonium*. Se reportan 9 marcadores moleculares, seis nucleares y tres cloroplastidiales. La mayoría de los estudios utilizan el kit de QIAGEN “DNeasy Plant Mini Kit” para la extracción de ADN. También se recomienda para muestras de Cladophoraceae el uso de los marcadores nucleares LSU, SSU como primera opción e ITS como segunda opción. Para muestras de Ulvales,

particularmente *U. compressa*, se recomienda el uso de los marcadores cloroplastidiales *rbcl* como primera opción, seguido del marcador *tufA*.

La proliferación de mareas verdes o “green tides” está asociada a un proceso multifactorial. La literatura enfatiza que la eutroficación de las zonas costeras juega un rol protagónico en los blooms de algas verdes. Los cambios cada vez más recurrentes de temperatura, salinidad, irradiación como consecuencia del cambio climático también inciden en las proliferaciones y hace difícil su predicción.

En la actualidad, existe evidencia científica experimental que es consistente y específica sobre las fuentes de nitrógenos y fosfatos que son también importantes en las ocurrencias de algas verdes epifitas. La combinación entre estos factores con parámetros ambientales como la irradiación, temperatura y salinidad, pueden facilitar las proliferaciones de macroalgas verdes. Los estudios de campo y de laboratorio evidencian ciertos patrones que podrían predecir posibles ocurrencias de proliferaciones de algas verdes en tiempo y espacio. Se ha levantado una gran cantidad de información en las 3 zonas de estudio declaradas plaga en la región de los Lagos, sin embargo, no es posible determinar de manera precisa qué factores en su conjunto son los que facilitan las proliferaciones, dado la falta de información continua en el tiempo de variables importantes.

Entre los factores que gatillan la proliferación de algas verdes se encuentran la eutroficación de aguas costeras producto de la agricultura y aguas residuales urbanas de zonas costeras fuertemente industrializadas y urbanizadas, además de los factores ambientales como alta temperatura, alta radiación solar y baja velocidad de viento, entre las más importantes. Pese a todos los esfuerzos de predicción (con tecnología satelital) (China) y reducción de nutrientes en zonas costera (Francia), aún no se ha demostrado mejoras importantes en la disminución de este fenómeno, tampoco se auguran mejoras en el corto y largo plazo debido a la amenaza del cambio climático, el que solo asegura que estos eventos van a ser cada vez más recurrentes.

De los muestreos de carga total y específica efectuados en las localidades de estudio, el río Pudeto alcanzó los mayores valores de carga total y específica (entre 700 a 900%) de todas las áreas sometidas a muestreo (ASM) en este proyecto, influenciados por las especies de algas filamentosas *Ulva compressa* y *Chaetomorpha linum*; la primera dominando en verano (sitio A3, concesión frente

a Pupelde) y la segunda en otoño, especialmente en el sitio A1 (La Pasarela). El sitio A5 (Quempillén) es un lugar que no debería seguir considerándose como sitio de muestreo ya que no presenta cultivo de pelillo y por otro lado, las algas encontradas y que a veces se reflejan en la carga total (%) no son especies de algas verdes filamentosas, sino algas verdes del género *Ulva* y el alga roja *Ceramium* sp.

En el Río Maullín, la única especie de algas verdes filamentosas importante fue *Chaetomorpha linum*, también se encontró *Rhizoclonium* en una muestra muy puntual y en la localidad de Las Conchillas (M1), donde crece naturalmente. Otras algas que contribuyeron a la carga epífita corresponden al alga verde *Ulva* sp. y algas rojas del orden Ceramiales. Los mayores valores de carga total (260%) se encontraron en el punto M5 (La Pasada) en otoño, donde más de la mitad correspondía a *Chaetomorpha linum*. En invierno, además del punto M5, se adiciona el punto M4 (frente a Federación de pescadores), alcanzando un valor máximo de 43% de carga total, que fue equivalente a la carga específica ya que estaba completamente constituida por *Chaetomorpha linum*.

En San Pedro Nolasco, la especie de alga filamentosas importante fue *Chaetomorpha linum*, principalmente en otoño, donde se encontró una alta carga específica (%) (680%) y puntualmente en la desembocadura del río San Pedro Nolasco (SPN 1). En invierno la carga específica (%) fue de 0%. También se encontraron otras algas epífitas del orden Ceramiales que no contribuyeron sustancialmente a la carga total.

Los resultados preliminares sobre la caracterización proximal, asociada al objetivo 2 y 3 de este proyecto muestran que para las especies *Chaetomorpha linum* y *Ulva compressa*, existen diferencias entre especies, pero ambas se encuentran dentro de los rangos establecidos según literatura. Los análisis proximales han sido realizados con muestras recolectadas en invierno 2022 y verano e invierno 2023, incluyen proteína cruda, lípidos totales, fibra cruda, y calorías. Todos los resultados estuvieron dentro de los rangos reportados para especies similares del hemisferio norte. Las muestras provenientes de la zona intermareal, tanto del río Maullín como del río Pudeto presentaron el mayor contenido de fenoles totales. Las muestras provenientes del río Pudeto exhiben una mayor capacidad antioxidante. En cuanto al contenido de minerales todas las muestras estuvieron dentro de los rangos descritos para otras especies de algas verdes.

El contenido de cenizas varió desde 35,22% a 44,42%, en *Ulva compressa* (Pudeto, verano) y *Chaetomorpha linum* (Maullín, invierno) respectivamente. Con relación a la especie *C. linum* podemos inferir que las algas provenientes de la zona del río Maullín en la estación de invierno presentaron la mayor concentración de cenizas (44,42 %), seguidas de la localidad de San Pedro Nolasco (40,80%). El contenido de proteínas fue similar para todas las algas evaluadas, el cual fluctuó entre 20,73 % y 16,91 % para *Chaetomorpha linum* (Pudeto-invierno y Maullín-verano, respectivamente). La cantidad de lípidos totales en las muestras de algas estudiadas, concuerdan con otros datos de algas marinas reportados, donde el contenido de lípidos generalmente es menor al 0,5%. Para el caso de *C. linum* de la localidad de Maullín y San Pedro Nolasco, recolectadas en la temporada de verano presentaron valores de 1,22%.

En relación con el contenido de fibra cruda, se observa que fluctúa entre un 18,88% para *Chaetomorpha linum* (Maullín, verano) y un 5,18% para *Ulva compressa* (Pudeto, verano). Con respecto a la comparación entre localidad de origen y temporada de recolección para la especie *C. linum*, es posible inferir que las algas recolectadas en la temporada de verano presentan un mayor contenido de fibra cruda. El contenido de hidratos de carbono para las especies estudiadas fue de 17,35% para *Chaetomorpha linum* (San Pedro Nolasco, verano) a 30,44% para *Ulva compressa* (Pudeto, verano). Al comparar el contenido de hidratos de carbono para las algas provenientes de la localidad de Maullín, es posible observar que las algas de la temporada de verano presentaron un mayor contenido que las algas recolectadas en invierno. Con relación a la localidad de estudio las muestras de *C. linum* provenientes de Maullín, presentaron el mayor contenido de hidratos de carbono al ser comparadas con las otras localidades.

En términos de calorías, los valores obtenidos fueron Kcal 147,6 para *C. linum* (Maullín-invierno) y Kcal 197,4 para *U. compressa* (Pudeto-verano). Esto concuerda con estudios previos que señalan que las algas marinas son alimentos con bajo contenido calórico, ideales para ser incorporadas en dietas saludables.

Los análisis de vitaminas evidenciaron la ausencia de vitamina A. Una observación análoga se hizo respecto a la vitamina C, que únicamente pudo ser cuantificada en *C. linum* de Maullín durante el verano, presentando una concentración de 42,10 mg Kg⁻¹ de ácido ascórbico. En cuanto a la vitamina

E, cuantificada como α -tocoferol, se registraron concentraciones similares en ambas localidades evaluadas, siendo las algas originarias de Pudeto las que presentaron el menor contenido con 1,03 mg Kg⁻¹. Por otro lado, se detectó la presencia de β -caroteno en *C. linum* en las tres localidades evaluadas, registrando las algas provenientes del Río Maullín la mayor concentración, con un total de 19,30 mg Kg⁻¹. En cuanto al contenido de minerales se observaron valores similares para *U. compressa*, *C. linum* y *C. ruchingeri*. En cuanto a la fibra dietética total, *C. ruchingeri* mostró el mayor contenido en Maullín en verano. En cuanto a pigmentos todas las especies muestran mayor proporción promedio de clorofila A a clorofila B. En lo que respecta a los carotenoides totales, las especies *C. linum* (Maullín, verano) y *C. ruchingeri* mostraron los niveles más elevados de este metabolito en comparación con *Ulva compressa*.

Para metales pesados los resultados muestran que la gran mayoría estuvieron dentro o bajo los rangos descritos para otras especies de algas verdes. En el caso de la normativa chilena, el Reglamento Sanitario de los Alimentos (Decreto Supremo N° 977/96) establece límites para los contenidos de arsénico, mercurio y plomo en los alimentos, sin embargo, en este ítem no se consideran las algas marinas. Con la información obtenida, se puede inferir por ahora que ambas especies presentan el potencial para ser utilizado como un ingrediente funcional en la industria alimentaria. Para las algas varadas se realizaron los mismos análisis obteniéndose resultados similares, los cuales se detallan en el informe.

En base a los resultados de los análisis nutricionales de la biomasa de algas plaga en los cultivos de *Gracilaria chilensis* (pelillo) se sugiere su utilización en alimentación humana y alimentación animal, y como suplemento alimenticio. Mientras que para la biomasa de alga varada se proponen 3 usos: fertilizantes y bioestimulantes agrícolas, productos para bienestar de mascotas y biomateriales.

Como material de difusión se elaboró 2 infomurales con un resumen de los pasos a seguir como plan de manejo de algas plaga y un código QR para informar acerca de la presencia de algas plaga, también se indica que está disponible un WhatsApp “Mareas verdes” para comunicar presencia de plagas y/o enviar fotografías de su ubicación. Se grabaron 2 podcast que entregan información sobre la definición de varazones y de los factores que favorecen una proliferación y los pasos a seguir frente a un evento de este tipo.

Abstract

This project characterizes the green filamentous algae that proliferate on pelillo crops in the sectors of the Maullín, San Pedro Nolasco and Pudeto rivers in the Los Lagos region, and proposes potential productive uses based on the biochemical composition of the algae, so that the current problem can eventually become a productive opportunity for local communities with the benefits that this generates. In this context, this project explores characterizing and finding alternative uses for the large volumes of filamentous green algae that affect the production of pelillo crops and that ashore on the beaches in late summer and early autumn each year. In order to avoid generating environmental problems on the coastline and interfering with other economic activities. The general objective of the project is to carry out an ecological and biochemical characterization of *Rhizoclonium* type filamentous green algae in the plague areas declared in the framework of D.S. (MINECOM) N° 345 of 2005, and to propose potential productive uses for the seaweeds and alternative uses for the stranded biomass.

During the development of the project, three workshops were held, one in person for the fishermen and farmers of Maullín and the other in person for public officials of the Los Lagos region, to provide information on the proliferations that occurred before the present project, morphology and identification of species and the factors that cause these proliferations. The third virtual workshop was held with entrepreneurs and professionals from the public and private sector to analyze the results of the biochemical characterization of the species found and identified in the proliferations that occurred in the years 2022 and 2023 and to analyze the alternative uses and valorization of these species.

For specific objective 1, national and international information was compiled on morphological, biological, reproductive, biochemical composition, harmful effects, and environmental tolerance ranges for the four species covered by this project: *Chaetomorpha linum*, *Rhizoclonium* spp., *Ulva compressa* and *Cladophora ruchingeri*, for each of which a technical sheet and a list of references with PDF files of available information is provided. Interviews were conducted with public officials in the sector, artisanal fishermen and fish farmers who confirmed that the pests were first observed in the Pudeto River in 2000 and in 2010 in the Maullín River.

Through the bibliographic analysis a number of 33 taxa of epiphytic species were found on pelillo in the Lake District of Chile, where the species that have caused the greatest negative effects on commercial crops of *G. chilensis* are the red algae of the order Ceramiales (*Polysiphonia* sp, *Ceramium* spp, *Anthithamnion* sp. and *Callithamnion* sp), the brown algae *Giffordia* sp. and green algae such as *Ulva* sp.(including *ex Enteromorpha* sp.), *Ulva compressa*, *Cladophora ruchingeri* and *Rhizoclonium* spp. Among the microalgae, the diatom of the genus *Melosira*. According to the literature, the epiphytic species *Ceramium virgatum* (ex *C. rubrum*) has potential uses in the pharmaceutical industry and human medicine.

Harmful macroalgal blooms are internationally recognized as "harmful macroalgal blooms" (HMBs). The most common species belong to the group of green algae (Division Chlorophyta) and brown algae (Division Ochrophyta). The blooms produced by green macroalgae are commonly known as "green tides", and 18 species belonging to the orders Cladophorales, Ulvales and Bryopsidales have been described. Globally, harmful algal blooms (HMBs) occur mainly in the temperate zones of the northern hemisphere, on industrialized coasts of America, Europe and the East Asian area, the latter being the most affected during the last decade, where green tides and golden tides events have been seen.

On the other hand, a review of molecular markers of pest algal species was carried out, obtaining information from 31 studies and reports from 1994 to 2021 with 18 papers (58.1%) including species of the Order Ulvales (*U. compressa*) and 12 papers (38.7%) reporting genera of the Order Cladophorales, including: *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Rhizoclonium* and *Pseudorhizoclonium*. Nine molecular markers are reported, six nuclear and three chloroplastial. Most studies use the QIAGEN kit "DNeasy Plant Mini Kit" for DNA extraction. It is also recommended for Cladophoraceae samples to use the nuclear markers LSU, SSU as first choice and ITS as second choice. For samples of Ulvales, particularly *U. compressa*, the use of the chloroplastial markers *rbcl* as first choice, followed by the marker *tufA*, is recommended.

The proliferation of green tides is associated with a multifactorial process. The literature emphasizes that eutrophication of coastal areas plays a major role in green algal blooms. Increasingly recurrent

changes in temperature, salinity and irradiance as a consequence of climate change also affect blooms and make prediction difficult.

There is now consistent and specific experimental scientific evidence on the sources of nitrogen and phosphate that are also important in the occurrence of epiphytic green algal blooms. The combination of these factors with environmental parameters such as irradiance, temperature and salinity can facilitate green macroalgal blooms. Field and laboratory studies show certain patterns that could predict possible occurrences of green algal blooms in time and space. A large amount of information has been collected in the 3 study areas declared as plague areas in the Lake District, however, it is not possible to determine precisely which factors are facilitating the blooms, given the lack of continuous information on important variables over time.

Factors that trigger green algal blooms include eutrophication of coastal waters from agriculture and urban wastewater from heavily industrialized and urbanized coastal areas, as well as environmental factors such as high temperature, high solar radiation and low wind speed, among the most important. Despite all the efforts in forecasting (with satellite technology) (China) and nutrient reduction in coastal areas (France), no significant improvements have yet been demonstrated in reducing this phenomenon, nor are improvements expected in the short and long term due to the threat of climate change, which only ensures that these events will be increasingly recurrent.

From the total and specific load samplings carried out at the study sites, the Pudeto river reached the highest total and specific load values (between 700 to 900%) of all the areas sampled (ASM) in this project, influenced by the filamentous algae species *Ulva compressa* and *Chaetomorpha linum*; the first dominating in summer (site A3, concession in front of Pupelde) and the second in autumn, especially at site A1 (La Pasarela). Site A5 (Quempillén) is a place that should no longer be considered as a sampling site as it does not have a pelillo crop and on the other hand, the algae found and sometimes reflected in the total load (%) are not green filamentous algae species, but green algae of the genus *Ulva* and the red alga *Ceramium* sp.

In the Maullín River, the only important species of filamentous green algae was *Chaetomorpha linum*, *Rhizoclonium* was also found in a very punctual sample and in the locality of Las Conchillas

(M1), where it grows naturally. Other algae that contributed to the epiphytic load were the green algae *Ulva* sp. and red algae of the order Ceramiales. The highest total load values (260%) were found at point M5 (La Pasada) in autumn, where more than half corresponded to *Chaetomorpha linum*. In winter, in addition to point M5, point M4 (in front of Union building) was added, reaching a maximum value of 43% of total load, which was equivalent to the specific load as it was completely made up of *Chaetomorpha linum*.

In San Pedro Nolasco, the important filamentous algae species was *Chaetomorpha linum*, mainly in autumn, where a high specific load (%) (680%) was found and punctually at the mouth of the San Pedro Nolasco river (SPN 1). In winter the specific load (%) was 0%. Other epiphytic algae of the order Ceramiales were also found but did not contribute substantially to the total load.

Preliminary results on proximal characterization, associated with objectives 2 and 3 of this project, show that for *Chaetomorpha linum* and *Ulva compressa*, there are differences between species, but both are within the established ranges according to the literature. Proximate analyses have been performed on samples collected in winter 2022 and summer and winter 2023, including crude protein, total lipids, crude fibre, and calories. All results were within the ranges reported for similar species from the northern hemisphere. Samples from the intertidal zone of both the Maullín and Pudeto rivers had the highest total phenol content. Samples from the Pudeto river exhibited a higher antioxidant capacity. In terms of mineral content, all samples were within the ranges described for other green algae species.

The ash content varied from 35.22% to 44.42% in *Ulva compressa* (Pudeto, summer) and *Chaetomorpha linum* (Maullín, winter) respectively. With regard to the species *C. linum*, we can infer that the seaweeds from the Maullín river area in the winter season had the highest ash concentration (44.42%), followed by the locality of San Pedro Nolasco (40.80%). The protein content was similar for all the algae evaluated, fluctuating between 20.73 % and 16.91 % for *Chaetomorpha linum* (Pudeto-winter and Maullín-summer, respectively). The amount of total lipids in the seaweed samples studied agrees with other seaweed data reported, where the lipid content is generally less than 0.5%. In the case of *C. linum* from Maullín and San Pedro Nolasco, collected in the summer season, the values were 1.22%.

The crude fiber content fluctuates between 18.88% for *Chaetomorpha linum* (Maullín, summer) and 5.18% for *Ulva compressa* (Pudeto, summer). With regard to the comparison between locality of origin and season of collection for the species *C. linum*, it is possible to infer that the seaweeds collected in the summer season have a higher crude fiber content. The carbohydrate content for the species studied ranged from 17.35% for *Chaetomorpha linum* (San Pedro Nolasco, summer) to 30.44% for *Ulva compressa* (Pudeto, summer). When comparing the carbohydrate content of the algae from the locality of Maullín, it is possible to observe that the algae from the summer season had a higher content than the algae collected in winter. In relation to the study locality, the samples of *C. linum* from Maullín had the highest carbohydrate content when compared to the other localities.

In terms of calories, the values obtained were Kcal 147.6 for *C. linum* (Maullín-winter) and Kcal 197.4 for *U. compressa* (Pudeto-summer). This is in agreement with previous studies which indicate that seaweeds are low-calorie foods, ideal for incorporation into healthy diets.

The vitamin analyses showed the absence of vitamin A. A similar observation was made with regard to vitamin C, which could only be quantified in *C. linum* from Maullín during the summer, presenting a concentration of 42.10 mg Kg⁻¹ of ascorbic acid. As for vitamin E, quantified as α -tocopherol, similar concentrations were recorded in both locations evaluated, with the algae originating from Pudeto having the lowest content at 1.03 mg Kg⁻¹. On the other hand, the presence of β -carotene was detected in *C. linum* in the three locations evaluated, with the algae from the Maullín River registering the highest concentration, with a total of 19.30 mg Kg⁻¹. In terms of mineral content, similar values were observed for *U. compressa*, *C. linum* and *C. ruchingeri*. As for total dietary fibre, *C. ruchingeri* showed the highest content in Maullín in summer. In terms of pigments all species show higher average ratio of chlorophyll A to chlorophyll B. Regarding total carotenoids, the species *C. linum* (Maullín, summer) and *C. ruchingeri* showed the highest levels of this metabolite compared to *Ulva compressa*.

For heavy metals the results show that the vast majority were within or below the ranges described for other green algae species. In the case of Chilean regulations, the Reglamento Sanitario de los Alimentos (Decreto Supremo N° 977/96) establishes limits for arsenic, mercury and lead content in

foodstuffs, however, seaweeds are not considered in this item. With the information obtained, it can be inferred for now that both species have the potential to be used as a functional ingredient in the food industry. For the stranded seaweed, the same analyses were carried out and similar results were obtained, which are detailed in the report.

Based on the results of the nutritional analysis of the pest algae biomass in *Gracilaria chilensis* (pelillo) cultures, its use in human food and animal feed, and as a food supplement, is suggested. While for the stranded seaweed biomass 3 uses are proposed: agricultural fertilizers and biostimulants, pet welfare products and biomaterials.

As communication material, 2 infomurals were produced with a summary of the steps to follow as a management plan for pest algae and a QR code to inform about the presence of pest algae, also indicating that a WhatsApp "Mareas verdes" is available to communicate the presence of pests and/or send photographs of their location. Two podcasts were recorded to provide information on the definition of pests and the factors that favors a proliferation and the steps to follow in the event of such an event.

Tabla de Contenidos

1. Antecedentes	1
2. Objetivo general	2
2.1 Objetivos específicos:	2
CAPÍTULO 1	3
Objetivo 1. Determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones y de las varazones de las algas verdes filamentosas, en las áreas de plaga hidrobiológica, de acuerdo con D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005.	3
Antecedentes	3
Metodología	5
1.1 Recopilar, analizar y sistematizar información secundaria sobre aspectos morfológicos, bioecológicos, reproductivos, de composición bioquímica, rangos de tolerancia ambiental (oceanográficos) a nivel nacional e internacional y descripción morfológica de especies de macroalgas que causan problemas en otras latitudes.	5
1.2. Sistematizar las condiciones ambientales y la biodiversidad de las macroalgas en las áreas plaga, y determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de floraciones y varazones.	6
1.3. Recopilar y sistematizar información secundaria a nivel nacional e internacional sobre varazones de algas en general y macroalgas verdes filamentosas en particular, así como información histórica y primaria (encuestas) a nivel nacional del desarrollo de varazones de macroalgas verdes filamentosas.	8
Resultado	10
1.1 Recopilar, analizar y sistematizar información secundaria sobre aspectos morfológicos, bioecológicos, reproductivos, de composición bioquímica, rangos de tolerancia ambiental (oceanográficos) a nivel nacional e internacional y descripción morfológica de especies de macroalgas que causan problemas en otras latitudes.	10
1.2. Sistematizar las condiciones ambientales y la biodiversidad de las macroalgas en las áreas plaga, y determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de floraciones y varazones.	30
1.3 Recopilar y sistematizar información secundaria a nivel nacional e internacional sobre varazones de algas en general y macroalgas verdes filamentosas en particular, así como información histórica y primaria (encuestas) a nivel nacional del desarrollo de varazones de macroalgas verdes filamentosas.	97
Discusión	166
Conclusiones	168
CAPÍTULO 2	170
Objetivo Específico 2. Caracterizar la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas, en las áreas de plaga declaradas mediante Res. Ex. (SUBPESCA N° 1166 de 2020: <i>Chaetomorpha linum</i> , <i>Cladophora ruchingeri</i> , <i>Rhizoclonium</i> y <i>Ulva compressa</i> . En base a los resultados proponer al menos 3 potenciales usos productivos, identificando la normativa intersectorial asociada a cada caso.	170
Antecedentes	170

Metodología	171
2.1. Plan, diseño de muestreo en Áreas Sujetas a Muestreo (ASM) para caracterización bioquímica y evaluación de la carga total (CT).	171
2.2. Caracterización y análisis proximal, análisis de minerales caracterización funcional y descripción de las características físicas (organolépticas) de las algas verdes filamentosas muestreadas en las áreas declaradas plaga de acuerdo con la Res. Ex. N° 1166 de 2020.	179
2.3. Catastrar a nivel nacional las industrias o intermediarios potenciales interesados en adquirir la materia prima	180
Resultados	181
2.1. Plan, diseño de muestreo en Áreas Sujetas a Muestreo (ASM) para caracterización bioquímica y evaluación de la carga total (CT).	181
2.2. Caracterización y análisis proximal, análisis de minerales caracterización funcional y descripción de las características físicas (organolépticas) de las algas verdes filamentosas muestreadas en las áreas declaradas plaga de acuerdo con la Res. Ex. N° 1166 de 2020.	189
2.3. Catastrar a nivel nacional las industrias o intermediarios potenciales interesados en adquirir la materia prima.	200
Discusión	207
Conclusión	209
CAPÍTULO 3	210
Objetivo Especifico 3. Caracterizar la composición bioquímica de la biomasa de las algas varadas. En base a los resultados, proponer al menos 3 potenciales usos alternativos y, proponer medidas de manejo que permitan mitigar los efectos de la biomasa varada y resguardar su potencial uso posterior, identificando la normativa intersectorial asociada a cada caso.	210
Antecedentes	210
Metodología	211
3.1. Caracterización de la biomasa varada e identificación de especies involucradas.	211
3.2 Caracterización proximal de las muestras de algas varadas	215
3.3 Catastro de los rubros y empresas potencialmente interesadas en utilizar esta biomasa y proponer usos productivos para esta materia prima en distintas industrias	217
Resultados	217
3.1. Caracterización de la biomasa varada e identificación de especies involucradas.	217
3.2 Caracterización proximal de las muestras de algas varadas	233
3.3 Catastro de los rubros y empresas potencialmente interesadas en utilizar esta biomasa y proponer usos productivos para esta materia prima en distintas industrias.	239
Discusión	247
Conclusión	251
CAPÍTULO 4	253
Objetivo Especifico 4. Propuesta de medidas de manejo para la biomasa generada por las proliferaciones de algas verdes filamentosas tipo <i>Rhizoclonium</i> , de las áreas de plaga declaradas en el marco del D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005 y acciones de difusión.	253
Antecedentes	253
Metodología	253
4.1 Propuesta de medidas de manejo de algas plaga en cultivos de pelillo y manejo de las varazones de algas de acuerdo a la normativa vigente (regulación intersectorial asociada)	253

4.2 Propuesta de alternativas de manejo de las varazones de algas de acuerdo a la normativa vigente (regulación intersectorial asociada)	254
4.3 Posibles usos comerciales de las algas verdes filamentosas analizadas, como materia prima en distintas industrias.	254
4.4 Proponer usos alternativos y acciones necesarias para lograr la reutilización de la biomasa de las varazones	255
4.5 Realizar acciones de difusión y capacitación de las medidas de manejo para mitigar los efectos de las varazones	256
Resultados	258
4.1 Propuesta de medidas de manejo que permitan disminuir el daño de las proliferaciones de algas verdes filamentosas sobre los cultivos de pelillo.	258
4.2 Propuesta de alternativas de manejo de las varazones de algas de acuerdo a la normativa vigente (regulación intersectorial asociada).	262
4.3. Posibles usos comerciales de las algas verdes filamentosas analizadas, como materia prima en distintas industrias	271
4.4 Proponer usos alternativos y acciones necesarias para lograr la reutilización de la biomasa de las varazones	278
4.5. Realizar acciones de difusión y capacitación de las medidas de manejo para mitigar los efectos de las varazones.	282
3. REFERENCIAS	286
ANEXOS	303
ANEXO 1. Análisis Moleculares	304
ANEXO 2. Entrevistas	340
ANEXO 3. Encuestas	345
ANEXO 4. Informe de limpieza de Playa	350
ANEXO 5. Análisis de especies de algas en muestreos biológicos	352
ANEXO 6. Análisis Organoléptico.	360
ANEXO 7. infografía.	410
ANEXO 8. Guion de Potscad	413
ANEXO 9. Talleres	416
ANEXO 10. Talleres Final de Difusión de Resultados	480

Índice de Figuras

Figura 1. Estadística de desembarque de <i>Gracilaria chilensis</i> . A. Desembarque total y de la región de Los Lagos, entre los años 2005 y 2022.; B. Principales puertos de desembarque en la región de Los Lagos, año 2022. Fuente: Anuario Estadístico SERNAPESCA, 2022	3
Figura 1.1 <i>Chaetomorpha linum</i> . A. Vista en microscopio a 10x.; B. Vista en microscopio en 100x (Fuente: Ávila <i>et al.</i> , 2019).	12
Figura 1.2. Morfología de la célula basal.	12
Figura 1.3. Varazón de <i>Chaetomorpha linum</i> en ribera norte del Río Maullín.	13
Figura 1.4. Ciclo de vida de <i>Chaetomorpha linum</i>	14
Figura 1.5. <i>Cladophora ruchingeri</i> . A. Vista en microscopio a 10x.; B. Vista en microscopio a 100x). Organos: C: Cloroplastos, P: Pirenoides.	16
Figura 1.6. Filamentos de <i>Rhizoclonium</i> . A. Vista en lupa. B. Vista en microscopio en 100x. (Fuente: UNAP, 2019).	21
Figura 1.7. Disco de fijación y célula hialina transparente (rizoide) y que le sirve para adherirse a otros sustratos vivos	21
Figura 1.8. Filamentos verdes de <i>Rhizoclonium spp.</i> A. Las Conchillas - Changué ; B.C y D. Filamentos de la misma especie de San Pedro Nolasco. (Fuente: UNAP, 2019).	22
Figura 1.9. Ciclo de vida <i>Rhizoclonium spp.</i> observado en laboratorio.....	23
Figura 1.10. Proceso reproductivo de talos tipo <i>Rhizoclonium</i> . A. Identificación bajo lupa de talos con estructuras reproductivas (flecha negra) y estructuras reproductivas ya liberados (flecha blanca); B. Estructura reproductiva madura con esporas; C. Espora; D y E. Liberación de esporas (Fuente: Aroca <i>et al.</i> , 2020).	23
Figura 1.11. Muestra de <i>Ulva compressa</i> de terreno. Derecha vista en lupa 10X.....	27
Figura 1.12. Imágenes de herbario y fotografía de la especie*	27
Figura 1.13. Estadística de desembarque por región del recurso pelillo (<i>G. chilensis</i>) año 2022.....	30
Figura 1.14. Desembarque de pelillo (<i>G. chilensis</i>) en las principales comunas de la Región de Los Lagos año 2022.....	30
Figura 1.15. <i>Polysiphonia spp.</i> epífita en grado 5 de infección de talos de la especie carragenófito <i>Kappaphycus alvarezii</i> en cultivos comerciales en Filipinas. A. Vista del talo infectado de <i>K. alvarezii</i> a la lupa; B. Coste transversal del talo con detalle de estructura rizoidal de la zona de asentamiento del epífita, que penetra el talo de <i>K. alvarezii</i> (Fuente: Hurtado <i>et al.</i> , 2005).	36
Figura 1.16. Cortes transversales a través de <i>G. chilensis</i> con diferentes epífitas pertenecientes al tipo de infección V. 15-17. <i>Ceramium rubrum</i> . 18-20. <i>Polysiphonia harveyi</i> . Barra de escala: 2 mm. (Fuente: Leonardi <i>et al.</i> , 2007).	37

Figura 1.17. A. Número de estudios publicados sobre blooms de algas verdes durante los últimos 20 años. B. Países con un alto número de publicaciones sobre blooms de algas verdes, en dos periodos de tiempo (Fuente: Gubelit 2022).....	64
Figura 1.18. Esquema de factores antrópicos que estarían incidiendo en las proliferaciones de algas verdes epifitas. Se sugiere que la proliferación de algas epifitas verdes más severas, se produce cuando la eutrofización no se puede controlar de manera efectiva (Fuente: Gao <i>et al.</i> , 2016).	66
Figura 1.19. Relación de factores abióticos que inciden en la proliferación de algas verdes epifitas, como consecuencia de los efectos combinados del Cambio Climático e impacto antropogénico. .	87
Figura 1.20. Registro de temperatura del aire en la estación climática de Puerto Montt. (Fuente: CR2).	90
Figura 1.21. Mapa temático de zonas históricas de varazones de algas en el río Maullín.	92
Figura 1.22. Mapa temático de zonas históricas de varazones de algas en el río Pudeto.....	93
Figura 1.23. Mapa con la ubicación de las estaciones de muestreo biológico en el Río Maullín.	94
Figura 1.24. Mapa con la ubicación de las estaciones de muestreo biológico en el Río San Pedro Nolasco.....	95
Figura 1.25. Mapa con la ubicación de las estaciones de muestreo biológico en el Río Pudeto.....	96
Figura 1.26. Hábito de especies del orden Ulvales con morfología filamentosa. A. <i>Ulva compressa</i> . B. <i>Ulva prolifera</i> . C. <i>Ulva curvata</i> . D. <i>Ulva linza</i> . E. <i>Percursaria percursa</i> . (Fuente: Aroca <i>et al.</i> , 2020; Algaebase).....	100
Figura 1.27. Hábito de especies del orden Ulvales con morfología foliar. A. <i>Ulvaria obscura</i> . B. <i>Ulva lactuca</i> . C. <i>Ulva rigida</i> . D. <i>Ulva rotundata</i> . E. <i>Ulva ohnoi</i> . F. <i>Ulva armoricana</i> . (Fuente: Algaebase).	101
Figura 1.28. Proliferaciones de macroalgas dañinas (HMBs) en todo el mundo. Distribución de eventos mareas verdes (“green tides”, en círculos verdes), mareas pardas (“Brown o Golden tides”, en círculos café), mareas rojas (en círculos rojos) y sus combinaciones (circulo naranja=verdes y café; círculo rosado=verdes y rojas; círculo azul=verdes, rojas y cafés). Información construida en base a revisión de las últimas 3 décadas por Ye <i>et al.</i> , (2011) y Joniver <i>et al.</i> , (2021), hasta el año 2018. Se incluye Chile (Ávila <i>et al.</i> , 2019) (con algas verdes).	102
Figura 1.29. A. Principales corrientes oceánicas que influyen en la costa chilena (contracorriente cálida (CCC), corriente Humboldt Oceánica (CH-O), corriente Humboldt Costera (CH-C), corriente de deriva del oeste (CDO), corriente Cabo de Hornos (CCH)); B. Distritos biogeográficos marinos en Chile continental en base a Camus (2012).	104
Figura 1.30. Desembarque de principales macroalgas (pardas y rojas) de explotación comercial en Chile en la zona norte, centro y sur del país (extraído de Oyarzo-Miranda <i>et al.</i> , 2022).	105
Figura 1.31. Biomasa total proyectada de arribazones de macroalgas según área costera de la Región de Los Lagos. Sector de Ancud: A. Faro Corona (sector expuesto); B. Quetalmahue. Sector Isla Quinchao; C. Curaco de Vélez; D. Achao; E. Chequián. Sector Isla Lemuy; F. Liucura; G. Playa Marico. Sector Quellón; H. Playa Quellón viejo; I. Oqueldan; J. Cheter. Sector Maullín; K. Los Coihues....	107

Figura 1.32. Mapa nacional con zonas afectadas por fenómenos de varazones macroalgas en zonas costeras de Chile y ubicación de zona plaga en la Región de Los Lagos.	109
Figura 1.33. Mareas verdes y doradas. A. Costa Bretaña (Francia); B. Playa Qingdao (China); C. Bahía en Antigua (Sur del Caribe); D. Sierra Leona (África); E. Cultivo de <i>Pyropia</i> en el Mar Amarillo (China).	111
Figura 1.34. Biomasa de <i>U. prolifera</i> (peso húmedo) en aguas superficiales (0-5 m) a lo largo de la costa de Jiangsu durante la primavera de 2012, representada gráficamente en función de la concentración de nutrientes y la relación N/P antes del inicio de la proliferación (Fuente: Li <i>et al.</i> , 2017).	115
Figura 1.35. Factores que influyen en el desarrollo de <i>U. prolifera</i> en el Mar Amarillo Sur. Los puntos coloreados en la columna izquierda representan las diferentes fases de crecimiento de las algas (Fuente: Jin <i>et al.</i> 2018).	116
Figura 1.36. Marea verde producida por especie <i>Ulva prolifera</i> al sur del Mar Amarillo, año 2021. A-C. Muestra los principales puntos de proliferación en el mar (incorporándose el cultivo de <i>P. yezoensis</i>) y de arribazón en las zonas costeras; D. Análisis de curvas espectrales en distintas fases de la marea verde; E. Imagen que muestra el detalle de ubicación del cultivo de <i>P. yezoensis</i> .; F-G. Distintos trabajo de colores en imagen para mostrar expansión de marea verde en el mar (Fuente: Zheng <i>et al.</i> , 2022).	118
Figura 1.37. Imágenes de la presencia del alga verde filamentosas varadas en el sector de Changue en el Río Maullín en otoño de 2020. A. Mes de abril; B. Mes de mayo, días previos al muestreo; C. Mes de mayo, durante el muestreo. (Fuente: IFOP, 2020).	122
Figura 1.38. Cobertura del terraplén y zonas de embancamiento (Fuente: GHD, 2013).	124
Figura 1.39. Polígono que delimita de zona de acumulación de la especie de alga verde <i>Chaetomorpha sp.</i>	125
Figura 1.40. Cobertura de algas verdes filamentosas en el Río Pudeto, durante la estación de verano.	126
Figura 1.41. Biomasa de algas varadas en la zona de embancamiento, Río Pudeto en distintas estaciones de los años 2017-2018.	127
Figura 1.42. Varazón de <i>Chaetomorpha sp.</i> en el Río Pudeto. A. Toma de Muestra; B. Submuestra para análisis de laboratorio; C. Cobertura de <i>Chaetomorpha sp.</i> en estación de monitoreo PUD 6. Fuente FIPA 2017-10.	127
Figura 1.43. Publicación de varazón de algas por el usuario Canal 21 (https://www.facebook.com/canal21chiletv/videos/868149033663205).	129
Figura 1.44. Varazón de algas en el sector El Faro (https://www.facebook.com/100009152133904/videos/2526937447621302).	130
Figura 1.45. Varazón de algas verdes filamentosas en el sector Los Coihues.	131

Figura 1.46. Limpieza del borde del Río Maullín (https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=pfbid0218dNuyzspW2nVFL1m6DCadDWoWT1183x5bwpmS2MrK2QRztqfdQEU3AGSYzBKbjFI&id=1517255691&mibextid=Nif5oz).....	132
Figura 1.47. Acumulación de algas de Río Pudeto (https://www.facebook.com/kaleuche/videos/10224582525413748)	133
Figura 1.48. Noticia Publica sobre la varazón de algas por usuario PaisLobo (https://www.instagram.com/p/CUnAqSqLy13/?igshid=MDM4ZDc5MmU=).....	133
Figura 1.49. Noticia publicada sobre coordinación para la limpieza de la costa ribera norte del Río Maullín, publicado por el usuario munimaullin (https://www.instagram.com/p/CdghesbOR5w/?igshid=MDM4ZDc5MmU=)	134
Figura 1.50. Punto de prensa del director regional del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) (Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=Mjrxl8_xjvA).....	135
Figura 1.51. Registro de varazones y su expansión en la Ribera Norte del Río Maullín.	139
Figura 1.52. Registro de proliferación de alga plaga en el Río San Pedro Nolasco de Maullín.	140
Figura 1.53. Extracción de algas en la Ribera Norte del Río Maullín mediante camiones.....	145
Figura 1.54. Resultados de factores abióticos más importantes que pueden incidir en las proliferaciones de algas verdes, según preferencia de entrevistados.....	157
Figura 1.55. Resultados de factores antrópicos y /o globales abióticos más importantes que pueden incidir en las proliferaciones de algas verdes, según preferencia de entrevistados.....	158
Figura 1.56. Fotografías de los entrevistados y de restos de algas verdes filamentosas descartadas en la playa.	159
Figura 1.57. Sectores históricos de varazón en el Río Maullín (porcentaje en base a lo que señalan los entrevistados).....	160
Figura 1.58. Fotografías de descarte de algas verdes filamentosas en la playa.	163
Figura 1.59. Fotografías de los entrevistados en Río Pudeto.....	164
Figura 1.60. Sectores históricos de varazón en el Río Pudeto (porcentaje de entrevistados lo señalan).....	165
Figura 2.1. Ubicación de estaciones de muestreo biológico submareal en el Río Maullín.....	173
Figura 2.3. Ubicación de estaciones de muestreo biológico submareal en el Río Pudeto.	174
Figura 2.4. Procesamiento de muestras intermareal de <i>Chaetomorpha linum</i> . A. Ejemplo de muestra submareal (muestreo de agosto) en el proceso de limpieza B. Secado en tendales construidos en el laboratorio del ICyT de la Universidad Arturo Prat, Puerto Montt.....	175
Figura 2.5. Procesamiento en laboratorio de <i>Chaetomorpha linum</i> . A. Lavado y estilado del alga. B. Pesado del alga. C y D. Secado en estufa con aire forzado.....	176
Figura 2.6. Cultivo de pelillo epifitado en estación M6 en septiembre de 2022.	182

Figura 2.7. Cultivo de pelillo epifitado con algas rojas en estación M7 en septiembre de 2022....	182
Figura 2.8. Cultivo de pelillo epifitado con algas rojas en estación M8 en septiembre de 2022....	182
Figura 2.9. Cultivo de pelillo sin algas epífitas en el Río Maullín en noviembre 2022.	183
Figura 2.10. Carga promedio (\pm EE) de muestras de pelillos en los puntos de muestreo en el Río Pudeto, en la estación de verano y otoño. A. Carga total (%). B. Carga específica (%).	185
Figura 2.11. Carga promedio (\pm EE) de muestras de pelillos en los puntos de muestreo en el río Maullín, en la estación de otoño e invierno. A. Carga total (%). B. Carga específica (%).	187
Figura 2.12. Carga promedio (\pm EE) de muestras de pelillo en los puntos de muestreo en el Río San Pedro Nolasco, en la estación de otoño e invierno. A. Carga total (%). B. Carga específica (%). ...	188
Figura 2.13. Composición proximal de alga plaga <i>Chaetomorpha linum</i> según localidad de origen (ríos Pudeto, Maullín y San Pedro Nolasco) y temporada de recolección (verano y otoño-invierno 2023). Los valores son expresados como gramos por 100 gramos de alga seca (g/100g), los que también pueden ser expresados como porcentaje de peso seco.....	191
Figura 3.1. Ubicación de estaciones de muestreo biológico intermareal en el Río Maullín.....	212
Figura 3.2. Ubicación de estaciones de muestreo biológico intermareal en el Río San Pedro Nolasco.	213
Figura 3.3. Ubicación de estaciones de muestreo biológico intermareal en el Río Pudeto.	213
Figura 3.4. Localidades visitadas en la ribera norte del Río Maullín.....	218
Figura 3.5. Localidad Las Conchillas. A. Vista zona intermareal con corrales para almacenar pelillo. B. Varazón de algas pardas y rojas principalmente. C. Recolección de algas verdes tipo <i>Rhizoclonium</i> , adheridas a sustrato natural.	219
Figura 3.6. Localidad Changué. A-C. Presencia de alga verde filamentosa tipo <i>Rhizoclonium</i> en manchones en zona intermareal, con extracción de muestra.....	219
Figura 3.7. Localidad El Carrizo. A. Presencia de alga verde filamentosa tipo <i>Rhizoclonium</i> en un cinturón costero denso y continuo en zona intermareal. B. Se aprecia como el alga verde decolorada se va a acumulando hacia la zona superior del intermareal.....	220
Figura 3.8. Encuesta casual a pescador local de Río Maullín.	221
Figura 3.9. <i>Chaetomorpha linum</i> . A. Muestra de alga varada extraída desde zona intermareal de la localidad de El Carrizo, compuesta por alga peste y pelillo. B y C. Comparación a simple vista de alga fresca (talos rígidos) y alga deteriorada (talos deshidratados); D-F. Análisis comparativo bajo lupa de talos sanos y con distintos grados de deterioro. Muestra extraída en mayo de 2022.	223
Figura 3.10. Especies de <i>Ulva</i> encontradas en la localidad de Las Conchillas en el mes de mayo de 2022. A. Hábitos de talos de <i>Ulva sp.</i> B. Detalle de disco de fijación de <i>Ulva spp.</i>	223
Figura 3.11. Localidad de Changué. A y B. Zona intermareal con pequeñas arribazones de alga verdes mezcladas con otras algas y pelillo. C. Actividad de secado del alga pelillo en tendales.	224

Figura 3.12. Localidad El Carrizo. A. Presencia de alga verde filamentosa tipo <i>Rhizoclonium</i> en un cinturón costero denso y continuo en zona intermareal con vista hacia Las Conchillas. B. Mismo cinturón de arribazón de algas verdes y en menor cantidad pelillo y otras algas, con vista hacia La Pasada. C. Tendales de secado de pelillo en situación de abandono, con alta vegetación.....	225
Figura 3.13. Intermareal de Ribera Norte Río Maullín sin varazón de algas.....	225
Figura 3.14. Proporción de algas en muestra compuesta intermareal.....	226
Figura 3.15. Sector Las Conchillas, sin varazón de algas plagas.....	227
Figura 3.16. Varazón de algas en la Ribera Norte del Río Maullín.....	227
Figura 3.17. Algueros recolectando pelillo en la varazón de algas verdes tipo <i>Rhizoclonium</i> . Mayo del año 2023.....	228
Figura 3.18. Acumulaciones de algas verdes filamentosas tipo <i>Rhizoclonium</i> , siendo arrastradas hacia la orilla por la marea.....	228
Figura 3.19. Sectores La Federación y El Carrizo, con varazón de algas plagas, Mayo del 2023. ...	229
Figura 3.20. Zona intermareal de puntos de muestreo en Río Pudeto. A-C. Punto de muestreo A3, Quempillén. E-G. Desde zona de embancamiento hasta Pupelde-Caleta.....	230
Figura 3.21. A. Muestreo de alga en cultivos submareales. B. Balsa flotante de acopio con alga recolectada que muestra la gran cantidad de alga verde tipo filamentosa entre los talos de pelillo.	231
Figura 3.22. Estaciones de muestreo propuestas y de ocurrencia de varazón de algas en el Río Pudeto.....	231
Figura 3.23. Delimitación del área afectada con la varazón de algas verdes filamentosas.....	232
Figura 3.24. A. Muestreo de la varazón de algas verdes en Pupelde. B. Bolitas de <i>Chaetomorpha linum</i> varadas.....	233
Figura 4.1. Esquema de los tres conceptos de acción que deben ser ejecutados sobre una manifestación de proliferaciones de algas verdes epifitas en los cultivos de pelillo.....	259
Figura 4.2. Propuesta de alerta temprana incorpora rangos de parámetros ambientales como temperatura, salinidad, intensidad lumínica, fotoperiodo y de nutrientes para las algas verdes declaradas plagas.....	261
Figura 4.3. Esquema fotográfico de referencia cualitativa para niveles de alerta temprana de algas varadas.....	264
Figura 4.4. Esquema de los caminos que siguen los nutrientes en un ecosistema costero. Fuente: “The ever-lasting green tides: what can we do?”. Cheng-gang Ren and Song Qin.Chinese Academy of Sciences. November 25, 2022.....	268
Figura 2.14. Alternativas de uso de algas verdes del género <i>Ulva</i> spp., comercializada como lechuguilla de mar para alimentación humana. A. Hojuelas de alga; B. Aperitivos; C. Lechuguilla de mar deshidratadas y molida tipo sal de mar; D. Chocolate de <i>Ulva</i> y menta; E. Láminas de Nori y F.	

Chocolate en base a harina de trigo, aceite y semillas de girasol, aceite de oliva y lechuga de mar (<i>Ulva</i> spp).	274
Figura 2.15. Proceso productivo de láminas tipo nori, “Roasted seaweed snack”, en base a <i>Chaetomorpha</i> spp. realizado por empresa coreana. (Proceso de producción: https://www.youtube.com/watch?v=6Ed02FYy8hl).	274
Figura 4.5. Fertilizantes y bioestimulantes en formato líquido y polvo en base a algas marinas... 279	
Figura 4.6. Productos desarrollados en base a algas marinas para mascotas. Removedor de sarro PlaqueOff y arena sanitaria para gatos Seaweed Eco-Litter.	280

Índice de Tablas

TABLA 1.1 Rangos mínimos y máximos de factores que afectan el crecimiento de la especie.....	15
TABLA 1.2. Rangos mínimos y máximos de factores que afectan el crecimiento de la especie.....	18
TABLA 1.3. Cuadro comparativo de composición bioquímica de muestras de <i>Rhizoclonium spp.</i> ..	24
TABLA 1.4. Rangos mínimos y máximos de factores que afectan el crecimiento de la especie.....	25
TABLA 1.5. Rangos mínimos y máximos de factores que afectan el crecimiento de la especie.....	28
TABLA 1.6. Especies de algas epífitas encontradas en cultivos comerciales de pelillo (<i>G. chilensis</i>) en la Región de Los Lagos.....	32
TABLA 1.7. Especies de algas acompañantes en cultivos comerciales de pelillo (<i>G. chilensis</i>).	34
TABLA 1.8. Identificación de algas epífitas en <i>G. chilensis</i> “pelillo” en el Río Maullín. En color verde, se destacan especies del orden Cladophorales, identificadas como algas verdes filamentosas tipo <i>Rhizoclonium</i>	34
TABLA 1.9. Identificación de algas epífitas en <i>G. chilensis</i> “pelillo” en el Río Pudeto. En color verde, se destacan las algas del orden Ulvales y Cladophorales, identificadas como algas verdes filamentosas tipo <i>Rhizoclonium</i>	35
TABLA 1.10. Especies de algas epífitas con efectos adversos en el cultivo de especies comerciales de Chile y el mundo.....	38
TABLA 1.11. Análisis bibliográfico de usos actuales y potenciales de especies de epífitas dañinas.	40
TABLA 1.12. Estudios realizados en las zonas de estudios.....	42
TABLA 1.13. Variables descritas para los Ríos Maullín, San Pedro Nolasco y Pudeto. Letra indica estación de año en que se realizó el registro (V: verano; O: otoño; I: invierno y P: primavera).	44
TABLA 1.14. Registros de temperatura (°C) estacional promedio, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.....	47
TABLA 1.15. Registros de temperatura (°C) estacional promedio, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.	48
TABLA 1.16. Registros de temperatura (°C) estacional promedio, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.....	48
TABLA 1.17. Concentración de oxígeno disuelto (mg/L) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.	49
TABLA 1.18. Concentración de oxígeno disuelto (mg/L) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.	50
TABLA 1.19. Concentración de oxígeno disuelto (mg/L) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.	50
TABLA 1.20. Salinidad (PSU) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.	51
TABLA 1.21. Salinidad (PSU) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.	52

TABLA 1.22. Salinidad (PSU) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.	52
TABLA 1.23. pH promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.	53
TABLA 1.24. pH promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.	54
TABLA 1.25. pH promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.	54
TABLA 1.26. Radiación lumínica ($\mu\text{mol m}^{-1}\text{s}^{-1}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.	55
TABLA 1.27. Radiación lumínica ($\mu\text{mol m}^{-1}\text{s}^{-1}$) estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.	55
TABLA 1.28. Radiación lumínica ($\mu\text{mol m}^{-1}\text{s}^{-1}$), máximo y mínimo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.	56
TABLA 1.29. Nitrato ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.	57
TABLA 1.30. Nitrato ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.	58
TABLA 1.31. Nitrato ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.	58
TABLA 1.32. Nitrógeno amoniacal ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.	60
TABLA 1.33. Nitrógeno amoniacal ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.	60
TABLA 1.34. Fosfato ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.	61
TABLA 1.35. Fosfato ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.	61
TABLA 1.36. Factores que inciden en la proliferación de la especie <i>Rhizoclonium spp.</i> (éxito reproductivo, aceleración del crecimiento y aumento de ramificaciones), experimentos en condiciones controladas e información de estudios in situ, según referencias bibliográficas a nivel nacional e internacional.	69
TABLA 1.37. Factores que inciden en la proliferación de la especie <i>Chaetomorpha linum</i> algas epifitas (éxito reproductivo, aceleración del crecimiento y aumento de ramificaciones), experimentos en condiciones controladas e información de in situ, según referencias bibliográficas a nivel nacional e internacional.	72
TABLA 1.38. Factores que inciden en la proliferación de Ulvales epifitas (éxito reproductivo, aceleración del crecimiento y aumento de ramificaciones), experimentos en condiciones controladas e información de in situ, según referencias bibliográficas a nivel nacional e internacional.	75

TABLA 1.39. Factores que inciden en la proliferación de género Cladophorales epifitas (éxito reproductivo, aceleración del crecimiento y aumento de ramificaciones), experimentos en condiciones controladas e información de in situ, según referencias bibliográficas a nivel nacional e internacional.	83
TABLA 1.40. Nivel de impacto de proliferaciones de algas verdes en la columna de agua desde la costa intermareal hasta los 10 m de profundidad (Lyons <i>et al.</i> , 2009).	88
TABLA 1.41. Niveles de significancia del modelo logístico y criterio de información de Ikaike (AIC).	89
TABLA 1.42. Resumen de especies de macroalgas dañinas (HMBs) a nivel nacional e internacional.	98
TABLA 1.43. Porcentaje de abundancia de especies en varazones de macroalgas en distintos sectores de la Región de Los Lagos. (*No se muestra valor solo se menciona su presencia). Fuente: Westermeier (2019).	108
TABLA 1.44. Ejemplo de cantidad de <i>Ulva sp.</i> cosechada en la localidad de Hellion (1989-1992) (Fuente: Charlier <i>et al.</i> , 2007).	112
TABLA 1.45. Publicaciones científicas de varazones de especies de macroalgas dañinas (HMBs) a nivel internacional.	119
TABLA 1.46. Percepción de entrevistados sobre la cantidad de algas varadas en el año 2020.	161
TABLA 1.47. Percepción de entrevistados sobre la cantidad de algas varadas en el proceso de proliferación de algas verdes filamentosas iniciado en el año 2013.	162
TABLA 2.1. Listado de especies de muestra compuesta y alga plaga más abundante, según localidad durante las estaciones de invierno y verano.	177
TABLA 2.2. Resumen de muestras de algas procesadas por ICyT-UNAP para ser enviadas al laboratorio de UCN.	177
TABLA 2.3. Listado de análisis químicos realizados para cada una de las muestras de algas seleccionadas, según tipo de muestra, zona, localidad y estación.	179
TABLA 2.4. Composición proximal de alga plaga más abundante (g/100 g base seca) según especie, localidad de origen y temporada de recolección.	189
TABLA 2.5. Contenido de vitaminas presentes en alga plaga más abundante según localidad de origen y temporada de recolección. (LD=límite de detección).	191
TABLA 2.6. Contenido de elementos inorgánicos en alga plaga más abundante. Los macroelementos se expresan como g (Kg de peso seco) ⁻¹ y los elementos traza en mg (Kg de peso seco) ⁻¹ . (LD=límite de detección del mineral).	192
TABLA 2.7. Contenido de metales pesados en alga plaga más abundante según localidad y temporada. Los valores se expresan en mg (Kg peso seco) ⁻¹	195
TABLA 2.8. Contenido de fibra dietética insoluble (FDI), fibra dietética soluble (FDS) y fibra dietética total (FDT), en especies de alga plaga según localidad de origen y temporada de recolección. Los resultados son expresados en g por 100 g de peso seco.	196

TABLA 2.9. Contenido de pigmentos mg (g peso seco) ⁻¹ clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b), clorofila total (Chl total), carotenoides según especie de alga plaga más abundante, localidad de origen y temporada.....	197
TABLA 2.10. Contenido de fenoles totales (mg g ⁻¹ GAE) y capacidad antioxidante expresada como μmol g ⁻¹ de Equivalentes Trolox (TEAC) presente en algas plaga más abundante según especie, localidad de origen y temporada de recolección.....	198
TABLA 2.11. Resultados de análisis organolépticos en las muestras de algas plagas.....	199
TABLA 2.12. Catastro de empresas a nivel nacional potenciales interesados en adquirir la materia prima.	201
TABLA 3.1. Protocolo de procesamiento de muestra de alga plaga recolectada en terreno.	214
TABLA 3.2. Resumen de muestras de algas procesadas por ICyT-UNAP para ser enviadas al laboratorio de UCN.	214
TABLA 3.3. Listado de especies de muestra compuesta, según localidad durante las estaciones de invierno del 2022 hasta invierno del 2023.	215
TABLA 3.4. Listado de análisis químicos realizados para cada una de las muestras de algas seleccionadas, según tipo de muestra, zona, localidad y estación.	215
TABLA 3.5. Especies de algas encontradas en la zona intermareal de la ribera norte del Río Maullín en el mes de mayo 2022.	222
TABLA 3.6. Composición proximal de alga compuesta (g/100 g base seca) según localidad de origen y temporada de recolección. El contenido de calorías es expresado como kilo caloríaspor 100 gramos de alga seca.	233
TABLA 3.7. Contenido de vitaminas presentes en pool de algas varadas, según localidad de origen y temporada de recolección. (LD=límite de detección).	234
TABLA 3.8. Contenido de elementos inorgánicos en alga compuesta. Los macroelementos se expresan como g (Kg de peso seco) ⁻¹ y los elementos traza en mg (g de peso seco) ⁻¹ . (LD=límite de detección del mineral).	235
TABLA 3.9. Contenido de metales pesados presentes en muestras de alga compuesta según localidad y temporada. Los valores se expresan en mg Kg ⁻¹ de peso seco.	236
TABLA 3.10. Contenido de fibra dietética insoluble (FDI), fibra dietética soluble (FDS) y fibra dietética total (FDT), en algas compuestas según localidad de origen y temporada de recolección. Los resultados son expresados en g por 100 g de peso seco.	237
TABLA 3.11. Detalle de composición de fenoles y capacidad antioxidante de alga compuesta por localidad.	238
TABLA 3.12. Resultados de análisis organolépticos en las muestras de las varadas.	239
TABLA 3.13. Catastro de empresas a nivel nacional potenciales interesados en adquirir el alga varada.....	240
TABLA 4.1. Nivel de Impacto de proliferaciones de algas verdes en la columna de agua desde la costa intermareal hasta los 10 m de profundidad (Lyons et al., 2009).	262

TABLA 4.2. Sectores identificados como zonas costeras históricas con alta ocurrencia de varazones de algas verdes..... 262

1. Antecedentes

En la actualidad la proliferación de algas verdes filamentosas no solo es un problema que afecta a los cultivos de *Gracilaria chilensis*, sino que afecta a toda la comunidad ribereña, en atención a los olores producto de la descomposición de estas algas y los enormes volúmenes que deben ser removidos de la línea de costa. Considerando los antecedentes entregados en el último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), con una previsión de aumento de la temperatura mundial promedio de 1,5°C, durante los próximos 20 años y donde se señala además, que en Chile se intensificarán las sequías. Esto hace prever que las proliferaciones de este tipo de algas pueden ser más frecuentes en el futuro, principalmente producto de la disminución de los aportes de agua dulce.

En 2017, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura inició el monitoreo de estas proliferaciones en el marco de su programa de investigación permanente, a través del “Estudio de desempeño ambiental de la acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento”, ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero, de acuerdo a lo establecido en el Título VII artículo N°92 de la Ley General de Pesca y Acuicultura. Este monitoreo, que se realiza en el periodo de primavera verano, ha permitido ir identificando las especies que proliferan en los distintos sectores y períodos.

El presente proyecto busca caracterizar las algas verdes filamentosas que proliferan en el sector, buscar potenciales usos productivos en base a su composición bioquímica, para que, de esta forma eventualmente, el actual problema se convierta en una oportunidad productiva para las comunidades locales con los beneficios que ello genera.

Adicionalmente este proyecto tiene como objetivo caracterizar y buscar usos alternativos para las altas biomásas de algas verdes filamentosas que varan en las playas a fines de verano y principios de otoño, para evitar que estas enormes biomásas generen problemas en el borde costero e interfieran con otras actividades.

2. Objetivo general

Realizar una caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*, en las áreas de plaga declaradas en el marco del D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005, y proponer potenciales usos productivos para las algas y usos alternativos para la biomasa varada.

2.1 Objetivos específicos:

1. Determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones y de las varazones de las algas verdes filamentosas, en las áreas de plaga hidrobiológica, de acuerdo con D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005.
2. Caracterizar la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas, en las áreas plaga declaradas mediante la Res. Ex. (SUBPESCA) N°1166 de 2020 *Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchegei*, *Rhizoclonium* y *Ulva compressa*. En base a los resultados proponer al menos 3 potenciales usos productivos, identificando la normativa intersectorial asociada a cada caso.
3. Caracterizar la composición bioquímica de la biomasa de las algas varadas. En base a los resultados, proponer al menos 3 potenciales usos alternativos y, proponer medidas de manejo que permitan mitigar los efectos de la biomasa varada y resguardar su potencial uso posterior, identificando la normativa intersectorial asociada a cada caso.

CAPÍTULO 1

Objetivo 1. Determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones y de las varazones de las algas verdes filamentosas, en las áreas de plaga hidrobiológica, de acuerdo con D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005.

Antecedentes

Gracilaria chilensis, conocida con el nombre común de pelillo, es una macroalga roja que se destina a la producción de un ficoloides conocido como agar-agar, el cual se usa en la industria alimenticia mundial, en la industria farmacéutica, en microbiología y en estudios biotecnológicos. El cultivo del pelillo es una actividad económica consolidada en la región de Los Lagos, que concentra casi el 90% del desembarque nacional de *G. chilensis* (Figura 1 A) Las principales áreas donde se practica el cultivo del pelillo son: la desembocadura del río Maullín y río San Pedro Nolasco, en la provincia de Llanquihue; la desembocadura del río Pudeto en Ancud y en bahía Manao, en la provincia de Chiloé. Esto se ve reflejado en que los principales puertos de desembarque en la región de Los Lagos son Ancud (50%) y Maullín (32%) (Figura 1 B).

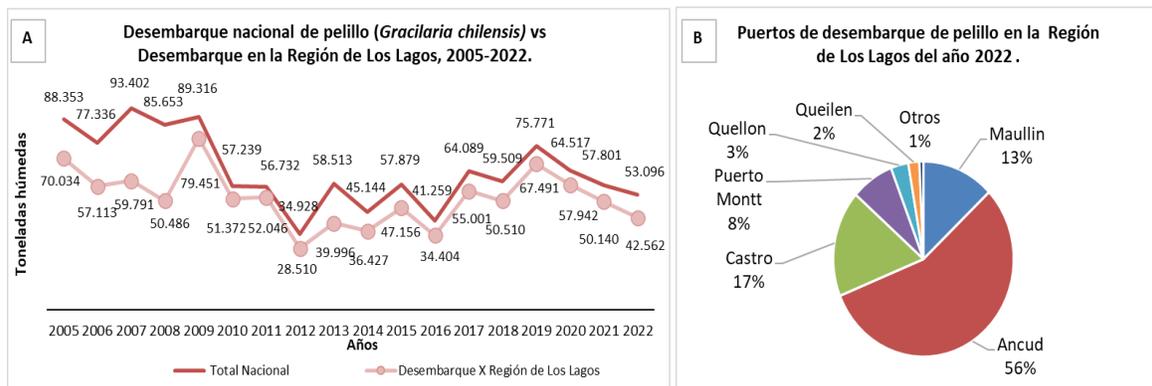


Figura 1. Estadística de desembarque de *Gracilaria chilensis*. **A.** Desembarque total y de la región de Los Lagos, entre los años 2005 y 2022.; **B.** Principales puertos de desembarque en la región de Los Lagos, año 2022. Fuente: Anuario Estadístico SERNAPESCA, 2022

Durante el verano de los años 2012 a 2015, se produjeron importantes proliferaciones de algas verdes filamentosas que epifitaron los cultivos de *G. chilensis*, entremezclándose con sus frondas, afectando la calidad del pelillo lo que impidió su comercialización por la pérdida de pureza. En algunos sectores de la ribera norte del río Maullín, se produjeron pérdidas productivas superiores

al 90%, situación que se vio reflejada en una disminución del porcentaje de participación de la región de Los Lagos en el desembarque nacional del pelillo, que pasó del 90% entre 2009 y 2011 a un 68% en 2013, y un 81% los años 2014 y 2015 respectivamente (I.T. DAC 321/2020) (Fig. 1 A).

Como consecuencia de los impactos negativos de estas algas filamentosas sobre los cultivos de pelillo, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en el marco del artículo 4° del Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005 y sus modificaciones mediante la Resolución Exenta (SUBPESCA) N°1346 de 2015, declaró área de plaga de algas verdes filamentosas del tipo *Rhizoclonium* a la desembocadura del río Maullín. Posteriormente, mediante la Res. Ex. (SUBPESCA) N° 1704 de 2018, se amplió el área de plaga a la desembocadura del río San Pedro Nolasco en la comuna de Maullín, provincia de Llanquihue y, finalmente mediante la Res. Ex. (SUBPESCA) N° 1166 de 2020 y Res. Ex. (SUBPESCA) N° 1704 de 2018, renovó la declaración para las áreas anteriores y agregó como área de plaga, la desembocadura del río Pudeto en la comuna de Ancud, provincia de Chiloé. En esta última resolución, se señala, además, que se consideran plaga las diferentes especies de algas verdes filamentosas que epifitan sobre los cultivos de *G. chilensis*.

Junto con la declaración del área plaga en 2015, esta Subsecretaria financió el proyecto FIPA N° 2017-10 “Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de *Rhizoclonium spp.* y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la región de Los Lagos”. Los resultados más relevantes de este proyecto, fueron por una parte, la identificación de al menos cuatro especies de algas verdes filamentosas que afectan los cultivos de pelillo y que comúnmente son identificadas bajo el nombre de *Rhizoclonium*, a saber: *Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchingeri*, *Rhizoclonium spp.* y *Ulva compressa* y, por otra parte, la reconstitución de la historia de las proliferaciones de estas algas en base a los relatos de los pescadores y cultivadores de pelillo. Con esos antecedentes, se pudo determinar que en la desembocadura del Río Pudeto, el problema se inició alrededor del año 2000 (UNAP, 2019), en cambio, en la zona del Río Maullín, las proliferaciones comenzaron alrededor del 2010.

Si bien, durante el período 2017-2019 hubo una disminución en las proliferaciones de estas algas verdes filamentosas, posteriormente, a principios del otoño 2020 se presentó el fenómeno nuevamente con la ocurrencia prácticamente monoespecífica de *Chaetomorpha linum*, generando varazones masivas en las playas, causando efectos negativos en los cultivos de pelillo. La proliferación del otoño 2021 fue superior a todas las anteriores, nuevamente se trató de una proliferación prácticamente monoespecífica de *Chaetomorpha linum*, donde las algas varadas

cubrieron varios kilómetros de playa. Sólo la Municipalidad de Maullín retiró más de 17 mil toneladas que se encontraban en el borde del río, además de volúmenes no cuantificados que retiraron con sus propios medios los pelilleros desde sus concesiones. Según describen los lugareños y cultivadores de pelillo, el alga epifita en el Río Maullín tenía un espesor de 1,5 m, y se encontraba desde el sector de Lepihué hasta Quenuir.

El presente capítulo entrega un análisis sobre los factores que inciden en la ocurrencia de las de las varazones, incluye una descripción de las especies de algas verdes filamentosas, que se han registrado como plagas en los cultivos de pelillo. También entrega información cualitativa relativa a la percepción del problema por parte de los cultivadores de pelillo.

Metodología

1.1 Recopilar, analizar y sistematizar información secundaria sobre aspectos morfológicos, bio-ecológicos, reproductivos, de composición bioquímica, rangos de tolerancia ambiental (oceanográficos) a nivel nacional e internacional y descripción morfológica de especies de macroalgas que causan problemas en otras latitudes.

Recopilación, análisis y sistematización de información secundaria

Se realizó una recopilación bibliográfica a nivel nacional e internacional sobre el desarrollo de varazones de macroalgas dañinas que internacionalmente se reconocen como HMBs (harmful macroalgal blooms) las cuales se han focalizado en algas pardas (i.e. *Sargassum spp.*) y algas verdes (i.e. *Ulva spp.*), cuyo fenómeno se denomina también como “golden tides” y “green tides”, respectivamente.

También se analizó información local de varazones naturales y especies de macroalgas que las componen para comparar las varazones de macroalgas dañinas (HMBs). Las fuentes de información utilizadas correspondieron a revistas científicas WOS (ISI), Scopus y Scielo, así como fuentes oficiales de proyectos ejecutados por instituciones públicas y privadas. En forma local, se realizó una búsqueda de información no formal en diarios electrónicos a nivel nacional con fenómenos de varazones de macroalgas, con el objeto de complementar la información e identificar los lugares donde se concentran, la frecuencia de dicho fenómeno y como se asocia a los sitios de estudio. Posteriormente, se realizó una sistematización de la información por especies, volúmenes varados y posibles causas.

Se realizó una revisión bibliográfica nacional e internacional en revistas científicas WOS (ISI), Scopus y Scielo para entregar una descripción morfológica de las especies de macroalgas que causan problemas en otras latitudes.

Se realizó una búsqueda de estudios moleculares para las especies y géneros indicados en el objetivo 1, para lo cual se utilizaron diversos portales y bases de datos, entre los que destacan: Web of Science, Google Académico, BoldSystem, Primer database y Genbank. Los laboratorios y/o grupos de investigación que realizan el trabajo molecular, se obtuvieron a partir de las referencias analizadas o búsquedas a través de la web. Los resultados de esta búsqueda se incluyen en Anexo 1.

1.2. Sistematizar las condiciones ambientales y la biodiversidad de las macroalgas en las áreas plaga, y determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de floraciones y varazones.

Condiciones ambientales, oceanográficas, y biodiversidad de especies de las áreas declaradas plagas y sectores aledaños.

A través de una revisión bibliográfica nacional e internacional, se determinaron las especies epífitas y flora acompañante de *Gracilaria chilensis* en las áreas de plaga de algas epífitas filamentosas tipo *Rhizoclonium spp.*, en cuerpos de agua del Río Maullín y Río San Pedro Nolasco de la comuna de Maullín (provincia de Llanquihue), así como Río Pudeto en la comuna de Ancud (Provincia de Chiloé) (Res. Ex. 1166/20, SUBPESCA). Para esta revisión, se evaluaron especies de algas pertenecientes a las algas rojas (Rhodophyta), pardas (Ochrophyta) y verdes (Chlorophyta) dentro de la zona de interés (área plaga) y en zonas aledañas. Para definir las zonas aledañas, se hizo análisis de las estadísticas de SERNAPESCA (2021) a nivel nacional y de las zonas costeras de la Región de Los Lagos respecto del desembarque de “pelillo”. Además, se buscó información en informes públicos sectoriales del cultivo de pelillo en la Región de Los Lagos e información de epífitas en cultivos comerciales de *G. chilensis* en el país. También se realizó una búsqueda nacional e internacional sobre epífitas que tuvieran un efecto negativo en cultivos comerciales de *G. chilensis* u otras especies de algas con importancia económica a nivel mundial (i.e. *Gracilaria gracilis*, *Gracilaria tenuistipitata*, *Gracilaria verrucosa*, *Kappaphycus alvarezii*, *Undaria pinnatifida*, *Saccharina latissima*, *Pyropia*). Se evaluó si las epífitas encontradas en cultivos comerciales de *G. chilensis* constituyen un problema en otras latitudes. Si coincidía a nivel de género o especie, se recopilaban

antecedentes sobre descripción morfológica detallada (fotografías y esquemas para su conocimiento macroscópico y microscópico).

Otros aspectos que se presentan son antecedentes bio-ecológicos, de distribución, condiciones oceanográficas y ambientales en las que se desarrollan y/o proliferan, así como las medidas de manejo y control utilizadas y si estas especies constituyen un recurso hidrobiológico en otras latitudes.

Descripción y análisis de los posibles factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones y de las varazones de las macroalgas evaluadas.

Para determinar los posibles factores en la incidencia de proliferaciones y varazones de algas, con énfasis en las especies de interés de este estudio, se realizó una revisión bibliográfica a nivel nacional e internacional en revistas científicas WOS (ISI), Scopus y Scielo. Además, con los datos oceanográficos ambientales de los sectores de interés de este proyecto, se revisaron publicaciones e informes, con lo que se propuso una hipótesis en relación con los factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones en estas en estos sectores. En este sentido en las zonas de estudio existen 3 estaciones meteorológicas con información de temperatura del aire, precipitaciones, dirección y velocidad del viento, radiación solar, presión atmosférica, lo cual fueron usados para evaluar la existencia de correlaciones entre los diferentes eventos de proliferaciones de algas verdes filamentosas ocurridos.

Se construyeron mapas temáticos con los resultados obtenidos durante el estudio en relación con capas de información primaria y secundaria en sistemas de información geográficos (SIG) de eventos de proliferaciones de algas verdes epífitas filamentosas tipo *Rhizoclonium spp.* (Res. Ex. SUBPESCA N°1166/20) en puntos de muestreo dentro de las áreas plaga (Ríos Maullín, San Pedro Nolasco y Pudeto), evaluando presencia/ausencia de las diferentes especies encontradas cada año, % de carga especies epífitas, así como variables ambientales de las áreas de interés.

La información fue proyectada en entidades geométricas en planos según las normativas vigentes D.S. (MINECON) N° 290 de 1993 y sus modificaciones y Publicación SHOA N° 3108, utilizando el programa ARCGIS 10.8.

1.3. Recopilar y sistematizar información secundaria a nivel nacional e internacional sobre varazones de algas en general y macroalgas verdes filamentosas en particular, así como información histórica y primaria (encuestas) a nivel nacional del desarrollo de varazones de macroalgas verdes filamentosas.

Información secundaria nacional e internacional

Se efectuó una recopilación bibliográfica a nivel nacional e internacional sobre el desarrollo de varazones de macroalgas dañinas que internacionalmente se reconocen como HMBs (harmful macroalgal blooms) enfocadas en algas pardas (i.e. *Sargassum spp.*) y algas verdes (i.e. *Ulva spp.*), cuyo fenómeno se denomina también como “golden tides” y “green tides”, respectivamente.

También se analizó información local de varazones naturales y especies de macroalgas que las componen para comparar las varazones de macroalgas dañinas (HMBs). Las fuentes de información utilizadas correspondieron a revistas científicas WOS (ISI), Scopus y Scielo, así como fuentes oficiales de proyectos ejecutados por instituciones públicas y privadas. En forma local, se realizó una búsqueda de información no formal en diarios electrónicos a nivel nacional con fenómenos de varazones de macroalgas, con el objeto de complementar la información e identificar los lugares donde se concentra y la frecuencia de dicho fenómeno en el país y como se asocia a los sitios de estudio.

Información histórica nacional y su actualización a partir de información primaria (encuestas)

Para actualizar la información histórica del desarrollo de las varazones de macroalgas verdes y otras algas en los sectores de área plaga y sitios aledaños de distintas localidades, se diseñó y aplicó entrevistas semiestructuradas y encuestas. Los instrumentos generaron información sobre las proliferaciones y varazones de algas verdes, la cual se documentó, al igual que las afectaciones que estas algas plagas produjeron en dichas comunidades costeras.

Diseño de los instrumentos de recopilación de información y selección de población a consultar

Para la realización de este estudio se efectuó, entre los meses de diciembre de 2022 y septiembre de 2023, un registro de información primaria mediante el diseño y aplicación de una entrevista a funcionarios públicos, dirigentes de organizaciones de cultivadores de pelillo y grupos profesionales relacionados al cultivo del pelillo y su promoción. Se diseñaron 2 encuestas, una específica para las

personas del Río Maullín y otra para las del Río Pudeto, las que fueron aplicadas únicamente a algueros que trabajan en las zonas en estudio.

Las entrevistas se basaron en un cuestionario compuesto por 12 preguntas (Anexo 2). Estas preguntas estuvieron orientadas a documentar la proliferación y varazones de algas plaga asociadas al pelillo, desde que comenzaron hasta el presente, en base a información que los informantes poseían. En este contexto, a los informantes se les consultó sobre el año que comenzaron las varazones de algas plaga y sobre las características de las afectaciones de cultivos de pelillo, asociadas a estas varazones de algas plaga; además, se les pedía a los informantes que identificaran localidades o sectores en los cuales se registraron las varazones de algas plaga, indicando donde se inició y hacia donde se expandió la varazón. Para identificar estos lugares, a las personas entrevistadas se les mostraba un mapa. Seguidamente, a los encuestados se les preguntó sobre los volúmenes de algas plaga que vararon en las distintas localidades vinculadas a la producción del alga pelillo. Igualmente se preguntó ¿Quiénes han sido afectados y por cuánto tiempo?; ¿y cuáles han sido las acciones frente a estas plagas propuestas por la gente de las comunidades ribereñas afectadas? y ¿qué características ha tenido su accionar (individual o colectivo)? Posteriormente, se les preguntó a los entrevistados sobre cuáles, según ellos, fueron las respuestas de las instituciones públicas en relación con el fenómeno de proliferación y varazón de macroalgas (efectividad, coordinación). A continuación, se consultó sobre los impactos socioeconómicos y ambientales de las algas plagas en la producción del pelillo.

La encuesta para los algueros estuvo enfocada en determinar cuál fue su percepción sobre la magnitud de la plaga y cuáles son las zonas históricas de varazones, a través de cartografía participativa. Debido a que los eventos de varazones que han ocurrido se han presentado de diferente forma en las localidades en estudio, también se diseñaron instrumentos específicos para las localidades asociadas a los sectores de los Ríos Maullín y Pudeto (Anexo 3).

Aplicación de la entrevista y análisis de los datos de la entrevista

Para la entrevista se tomó la decisión de efectuarlas de manera telemática y/o presencial. Las entrevistas fueron respondidas entre el 16-12-2022 y el 11-09-2023.

Además, la aplicación de los formularios contó con dos modalidades. La primera de estas se refiere a que algunas respuestas, fueron anotadas en el formulario impreso. En segundo lugar, algunos de los testimonios de los informantes fueron grabados y posteriormente transcritos, para su análisis.

En cuanto a las encuestas a algueros estas fueron aplicadas de manera presencial, a 21 personas en las localidades de: Las Conchillas, Changue, El Faro, El Carrizo, La Pasada, Lepihue y Lolcura en el Río Maullín y a 13 personas en las localidades de: Ex-cancha Del Huaso, La Pasarela, Pupelde, Pupelde Playa en el Río Pudeto. La entrevista se acompañó con registros fotográficos de la actividad y del entorno.

Resultado

1.1 Recopilar, analizar y sistematizar información secundaria sobre aspectos morfológicos, bio-ecológicos, reproductivos, de composición bioquímica, rangos de tolerancia ambiental (oceanográficos) a nivel nacional e internacional y descripción morfológica de especies de macroalgas que causan problemas en otras latitudes.

Se recopiló información de publicaciones en revistas internacionales, y nacionales de las especies de interés del proyecto para la elaboración de las fichas de cada especie, las cuales fueron complementadas con información que se generó en el presente proyecto con énfasis en composición bioquímica y posibles usos.

FICHAS

***Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) Kützinger**

Taxonomía especie:

Imperio:	Eukaryota
Reino:	Plantae
Subreino:	Viridiplantae
Phylum:	Chlorophyta
Subphylum:	Chlorophytina
Clase:	Ulvophyceae
Orden:	Cladophorales
Familia:	Cladophoraceae
Género:	<i>Chaetomorpha</i>
Especie:	<i>Chaetomorpha linum</i>

Nombre común:	Cabello de ángel (España); lana (Chile)
Inglés:	Flax Brick Weed (Bunker & al. 2010).
Japonés:	Warakuzumo (Tokida 1954).
Sueco:	Krullig borstråd (Tolstoy & Österlund 2003).

Morfología

Las especies del orden Cladophorales son exclusivamente filamentosas y presentan una alternancia de generaciones isomórfica, con reproducción de forma vegetativa. Los filamentos están formados por células relativamente grandes y con una pared celular bastante gruesa (Figura 1.1 A y B).

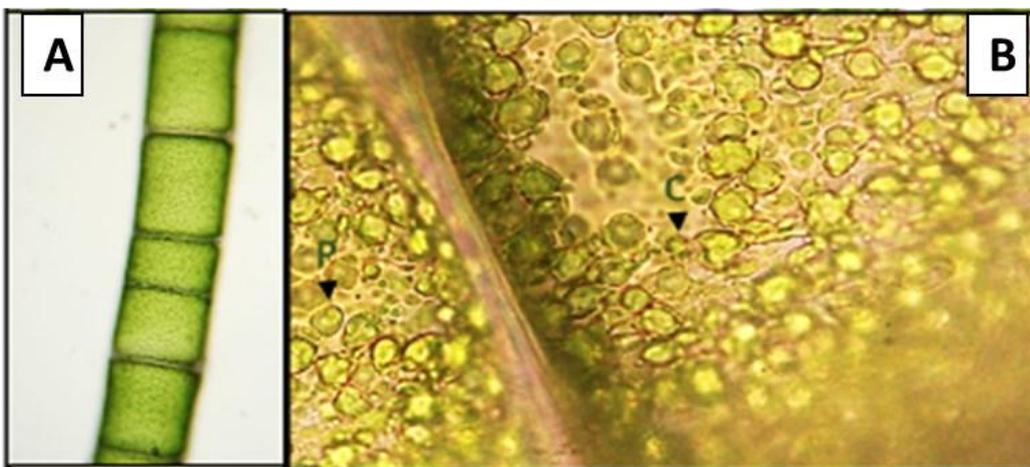


Figura 1.1 *Chaetomorpha linum*. A. Vista en microscopio a 10x.; B. Vista en microscopio en 100x (Fuente: Ávila *et al.*, 2019).

Chaetomorpha linum presenta un talo que es un filamento uniseriado que puede llegar a medir hasta 120 cm de largo (Localidad de Pudeto), con filamentos rígidos al tacto, no ramificados, formando masas esponjosas muy entremezcladas. Las células de los filamentos son grandes y suelen ser 1 o 2 veces más largas que anchas. Presenta un color verde intenso y bajo el microscopio las células muestran varios núcleos celulares y cloroplastos claramente visibles. Las células tienen en promedio 200 μm de diámetro y de largo 150-300 μm . Las células basales presentan menos pigmentación (Figura 1.2). La especie es muy similar en morfología a *Chaetomorpha aerea*.



Figura 1.2. Morfología de la célula basal.

Chaetomorpha linum es una especie fotófila que vive principalmente en aguas someras de sectores protegidas con otras especies de algas, en pozas de marea poco profundas y en sectores estuarinos. Se encuentra presente todo el año, con máximos en primavera y otoño. La especie es cosmopolita, con amplia distribución, generalmente se encuentra como filamentos de color verde intenso adheridos a un sustrato, también ocurre como algas flotantes en la columna de agua y también se ha descrito formando madejas verdes que varan masivamente a finales del otoño con registros en las costas de Australia y España (Cooke *et al.*, 2015; Barbara, 2012) (Figura 1.3). Puede desplazarse con las corrientes, y en ocasiones se acumulan muchas madejas formando grandes concentraciones que sirven de alimento a los invertebrados. En las costas de España se han observado muchas especies, como cangrejos, camarones o agujas de río, que buscan refugio y protección bajo las

espesas masas de *Chaetomorpha linum*. Sobre sus talos se asienta fauna como anémonas de mar o pequeños gastrópodos.

Esta especie prolifera en ambientes con altas concentraciones de nitrógeno y fósforo en el agua, reduciendo la cantidad de nutrientes disponibles para otras especies del bento. Esta especie es tolerante a altos niveles de irradiancia, incluyendo UV.



Figura 1.3. Varazón de *Chaetomorpha linum* en ribera norte del Río Maullín.

Reproducción

Esta especie posee un ciclo de vida diplohaplóntico isomórfico se reconocen zoosporas cuadriflageladas (fase asexual) que se diferencian en cualquier célula a lo largo del talo excepto en las basales y biflageladas (fase sexual). Las formas flotantes se reproducen únicamente de forma vegetativa a través de trozos de filamentos (Figura 1.4).



Figura 1.4. Ciclo de vida de *Chaetomorpha linum*.

Composición bioquímica

Se han identificado 18 compuestos mediante la combinación de técnicas cromatográficas y espectroscópicas (GCFID), para su uso en cosmética. Se destaca el éster metílico de palmitoleato que se identifica por primera vez en un extracto de *Chaetomorpha linum* (Sutour *et al.*, 2015).

Efectos nocivos

Causan mareas verdes, no se tienen registros de efectos tóxicos de estas proliferaciones.

Rangos de tolerancia ambiental

En la TABLA 1.1 se resumen los valores máximos y mínimos de los factores críticos que inciden en la proliferación de *Chaetomorpha linum*.

TABLA 1.1 Rangos mínimos y máximos de factores que afectan el crecimiento de la especie.

Factores	Rango mínimo	Rango máximo
Temperatura	> 18 °C	< 22°C
Salinidad	= 27 PSU	S/i
Fotoperiodo (L:O)	12:12	16:8
Intensidad lumínica	> 120 $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	< 400 $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Nitrato (NO ₃)	> 68 $\mu\text{mol L}^{-1}$	< 650 $\mu\text{mol L}^{-1}$
Fosfatos PO ₄ -3.	> 100 $\mu\text{mol L}^{-1}$	S/i
Amonio NH ₄	80 $\mu\text{mol L}^{-1}$	< 120 $\mu\text{mol L}^{-1}$

Usos

Se usa para remover productos de desechos en cultivos multitróficos junto al poliqueto *Sabella spallanzanii*.

Referencias:

Ávila M, Aroca G, Rodríguez D, Riquelme D, Piel MI, De Zarate C. 2019. Manual de Buenas Prácticas para el cultivo del Pelillo (*Gracilaria chilensis*). Serie programa educativo para la Pesca Artesanal. VI. Manual de buenas prácticas para el pelillo. 48 pp. ISBN 978-956-302-112-7.

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 25 March 2022. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 14 December 2022.

Cladophora ruchingeri (C. Agardh) Kützing

Taxonomía especie:

Imperio:	Eukaryota
Reino:	Plantae
Subreino:	Viridiplantae
Phylum:	Chlorophyta
Subphylum:	Chlorophytina
Clase:	Ulvophyceae
Orden:	Cladophorales
Familia:	Cladophoraceae
Género:	<i>Cladophora</i>
Especie:	<i>Cladophora ruchingeri</i> (C. Agardh) Kützing

Morfología

Cladophora es un género de algas verdes filamentosas y ramificadas (Ulvophyceae). Este grupo contiene varias especies que son difíciles de diferenciar e identificar en función de la morfología debido a la escasez de caracteres de diagnóstico y la plasticidad fenotípica extensa que presenta este género. Se caracteriza por las células multinucleadas (Figura 1.5). Es de amplia distribución y se encuentra en ambientes marinos, estuarinos y dulceacuícolas y se conoce que forma masa de algas o proliferaciones de algas en sectores donde se acumulan nutrientes. Los estudios moleculares demuestran que el género es polifilético (Leliart *et al.*, 2003), lo que llevó a la descripción de un nuevo género (Boedeker *et al.*, 2012).

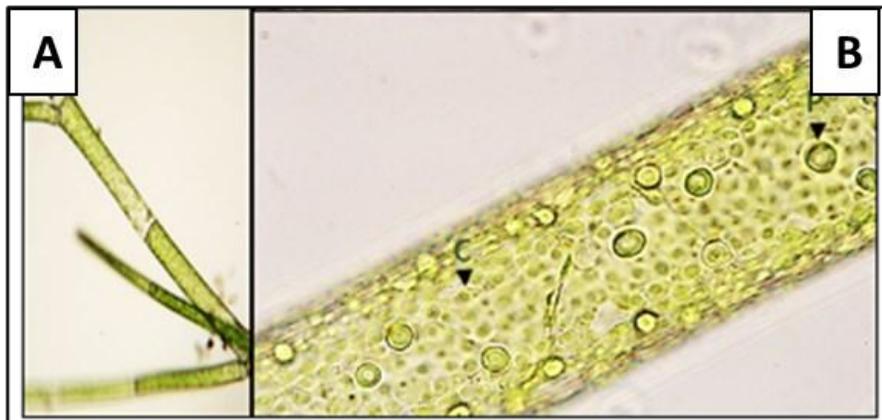


Figura 1.5. *Cladophora ruchingeri*. **A.** Vista en microscopio a 10x.; **B.** Vista en microscopio a 100x).
Organelos: C: Cloroplastos, P: Pirenoides.

En los últimos cinco años, se han observado y descrito proliferaciones de *Cladophora* en las cuerdas de las granjas de cultivo de mejillones verdes en Marlborough Sounds, Nueva Zelanda. Según se indica probablemente corresponde a introducción de la especie en los últimos años por actividades antrópicas como la acuicultura y movimiento de barcos (Pochon *et al.*, 2015). Cuando *Cladophora* alcanza una biomasa alta, puede obstruir los equipos de cosecha de mejillones; por lo tanto, se considera un organismo molesto en la región

Reproducción

Puede reproducirse vegetativamente por fraccionamiento de los filamentos y producción de esporas asexuales, algunas especies del género *Cladophora* forman aquinetas con paredes gruesas resistentes que son estados de latencia que pueden persistir en ambientes adversos (Pochon *et al.*, 2015) (e.g. van den Hoek 1963; Whitton 1970; Dodds y Gudder 1992).

Composición bioquímica

Las especies de *Cladophora* tienen alto nivel de carbohidratos (60%), proteínas (10 y 22%), minerales, bajo nivel de lípidos (<5%), fibra (15 y 23%), contienen una amplia gama de vitaminas y se caracterizan por alta humedad. Las células poseen una pared de celulosa y la composición depende del ambiente donde crece (Michalak & Messyasz, 2021). Se usan para biofertilizantes, bioestimulantes, aditivos de alimentos, indicadores de ambientes contaminados, entre otros.

Efectos nocivos

Afectan la bioseguridad de la industria de la acuicultura, donde los efectos negativos se refieren a competencia por espacio y por alimento y a efectos en los ecosistemas adyacentes a los centros de cultivo. El biofouling es un problema concreto que se presenta generalmente con este tipo de especies causando daños directos a la calidad y a la productividad de un cultivo. Por ejemplo, en Nueva Zelanda *Cladophora* crece en las líneas de cultivo del mejillón verde, causando obstrucción de los equipos de cosecha, lo que genera costosas demoras en el proceso (Pochon *et al.*, 2015).

Rangos de tolerancia ambiental

En la TABLA 1.2 se resumen los límites de los factores ambientales que inciden en el desarrollo y crecimiento de esta especie.

TABLA 1.2. Rangos mínimos y máximos de factores que afectan el crecimiento de la especie.

Factores	Rango mínimo	Rango máximo
Temperatura	> 15 °C	< 28°C
Salinidad	= 27 PSU	< 37 PSU
Fotoperiodo (L:O)	12:12	16:8
Intensidad lumínica	> 175 $\mu\text{mol fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$	< 600 $\mu\text{mol fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Nitrato (NO ₃)	> 160 $\mu\text{mol L}^{-1}$	< 800 $\mu\text{mol L}^{-1}$
Nitrógeno total	> 80 $\mu\text{mol L}^{-1}$	S/i
Fosfatos PO ₄ -3.	> 10 $\mu\text{mol L}^{-1}$	< 160 $\mu\text{mol L}^{-1}$
Amonio NH ₄	S/i	< 100 $\mu\text{mol L}^{-1}$

Usos

Se describe en la literatura que las especies de *Cladophora* son importantes ecológica y económicamente pues proveen de servicios ecosistémicos esenciales, producen biomasa para aditivos de suelos, alimentos animales, suplemento de alimento, nutracéuticos, farmacéuticos, cosméticos, sirven para tratamiento de aguas, los pigmentos pueden ser usados como colorantes naturales, también se han descrito aplicaciones farmacéuticas y en cosmética. En aplicaciones de alta tecnología se ha descrito el uso de la celulosa, como sustrato de filtros de membrana, portador de drogas, papeles porosos, algunas especies de *Cladophora* han sido usadas en aplicaciones biotecnológicas en la producción de plástico y dispositivos médicos.

Tienen amplia tolerancia a cambios en temperatura y salinidad. Crecen especialmente en ambientes ricos en nutrientes y durante la primavera y verano. Se considera que las proliferaciones de *Cladophora* tiene efectos negativos en la acuicultura de mejillón verde en Nueva Zelanda.

Referencias:

Michalak I., Messyasz, B. 2021. Concise review of *Cladophora spp*: macroalgal of commercial interest. J of Phycol., 33: 133-166.

Pochon X, J. Atalah, SA Wood, GA Hopkins, A Watts & C. Boedecker. 2015. *Cladophora ruchingeri* (C. Agardh) Kutzing, 1845 (Cladophorales, Chloropyta): A biofouling pest of green-lipped mussel *Perna canaliculatus* (Gmelin, 1791) farms in New Zealand. *Aquatic invasions*, 10 (2):123:133.

Rhizoclonium sp.

Clasificación:

Imperio:	Eukaryota
Reino:	Plantae
Subreino:	Viridiplantae
Phylum:	Chlorophyta
Subphylum:	Chlorophytina
Clase:	Ulvophyceae
Orden:	Cladophorales
Familia:	Cladophoraceae
Género:	<i>Rhizoclonium</i>

Morfología

Rhizoclonium spp., es un alga de color verde intenso, aunque a veces más pálido, formada por un talo que consiste en filamentos pequeños no ramificados, células más largas que anchas (Figura 1.6 A), de textura blanda, resistente a la tracción, que forma un denso entramado cubriendo el sustrato, sin estar firmemente adherida a él, sino más bien enredado sobre la roca o sobre otras algas. De distribución cosmopolita en ambientes dulceacuícolas, estuarinos y marinos. Reproducción sexual, zoosporas biflageladas. Difícil de diferenciar de otros géneros como *Chaetomorpha* o *Cladophora*. Filamentos no ramificados con células con numerosos núcleos, cloroplastos parietales con pirenoides y células basales hialinas sin pigmentación (Figura 1.6 B). La figura 1.7 muestra en detalle algunas características morfológicas del sistema de fijación (rizoides) sobre sustratos naturales como artificiales. La figura 1.8 muestra filamentos de estas especies provenientes de diferentes sectores de muestreo. Las tres figuras mencionadas fueron obtenidas del proyecto FIPA 2017-10 (UNAP, 2019).

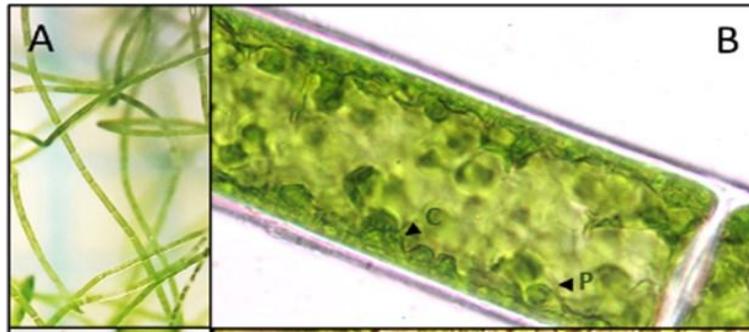


Figura 1.6. Filamentos de *Rhizoclonium*. **A.** Vista en lupa. **B.** Vista en microscopio en 100x. (Fuente: UNAP, 2019).



Figura 1.7. Disco de fijación y célula hialina transparente (rizoide) y que le sirve para adherirse a otros sustratos vivos

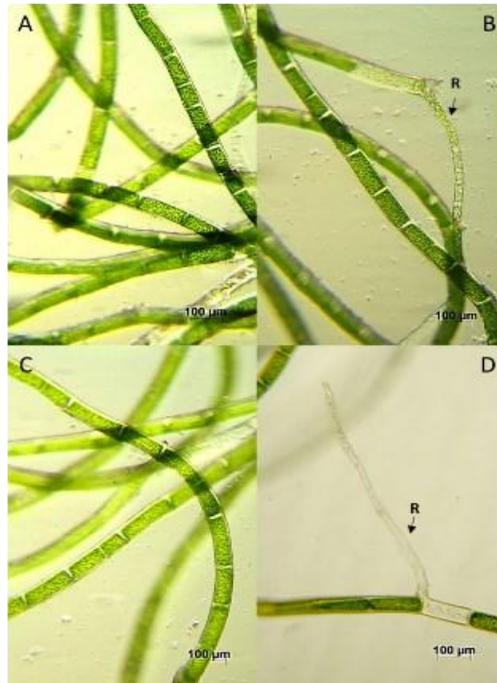


Figura 1.8. Filamentos verdes de *Rhizoclonium spp.* **A.** Las Conchillas - Changué ; **B.C y D.** Filamentos de la misma especie de San Pedro Nolasco. (Fuente: UNAP, 2019).

Reproducción

Reproducción observada en laboratorio por fragmentación y por gametos biflagelados. Se presenta ciclo de vida (Figura 1.9) y proceso reproductivo observado en laboratorio (Figura 1.10).

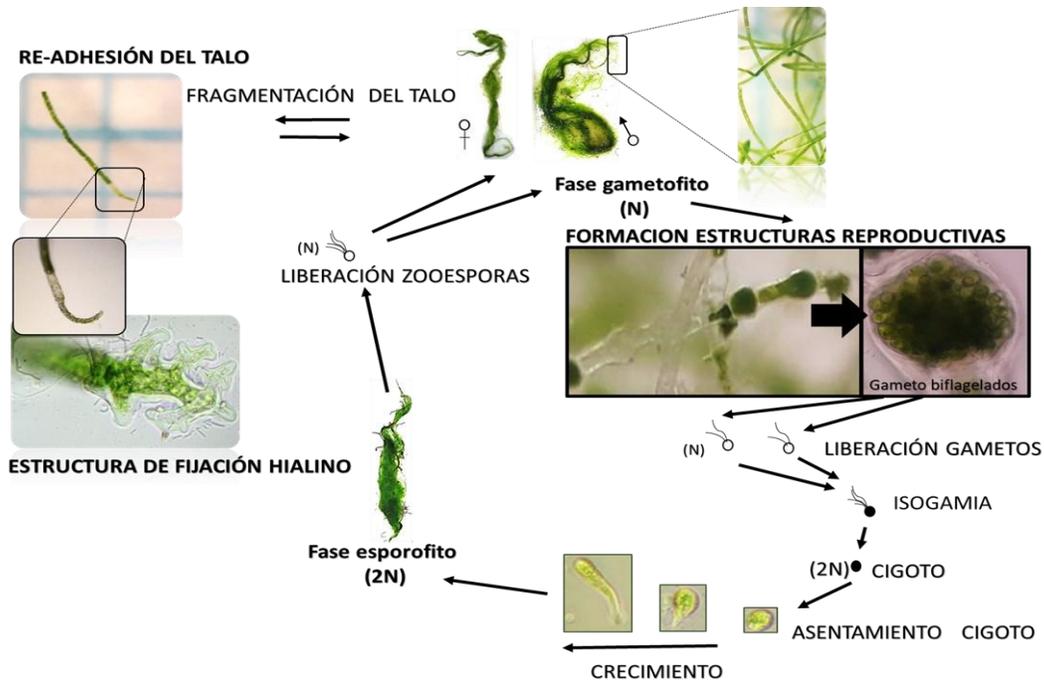


Figura 1.9. Ciclo de vida *Rhizoclonium* spp. observado en laboratorio.

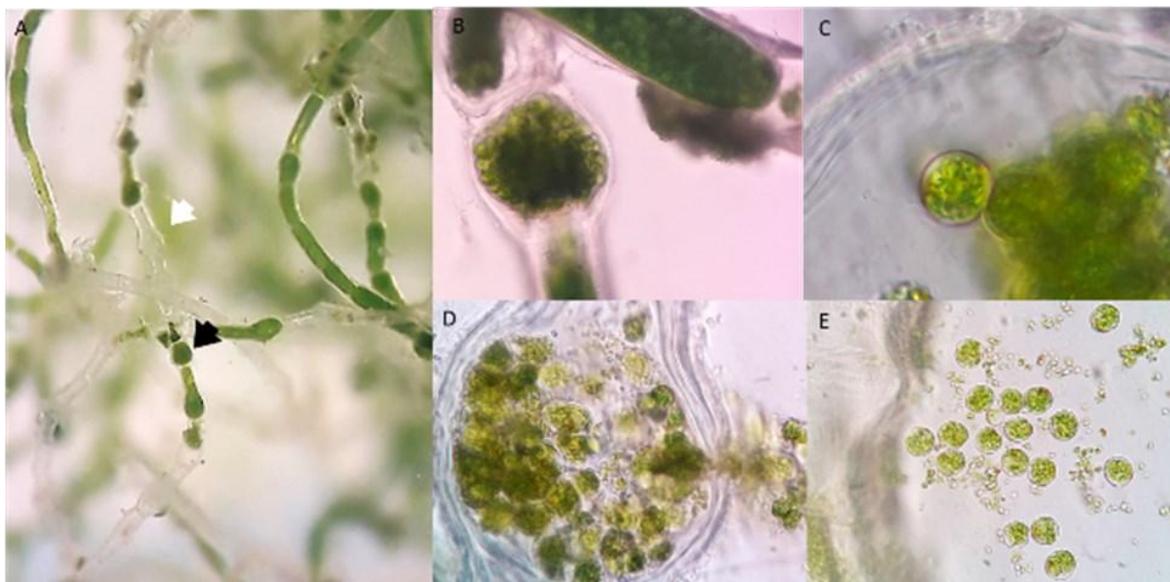


Figura 1.10. Proceso reproductivo de talos tipo *Rhizoclonium*. **A.** Identificación bajo lupa de talos con estructuras reproductivas (flecha negra) y estructuras reproductivas ya liberadas (flecha blanca); **B.** Estructura reproductiva madura con esporas; **C.** Espora; **D y E.** Liberación de esporas (Fuente: Aroca et al., 2020).

Composición bioquímica

En la TABLA 1.3 se entregan antecedentes de la composición proximal, aminoácidos, minerales y vitaminas de *Rhizoclonium spp.* obtenidos en el presente proyecto y antecedentes similares para otras especies recopilados de la literatura.

TABLA 1.3. Cuadro comparativo de composición bioquímica de muestras de *Rhizoclonium spp.*

Composición	Filamento <i>Rhizoclonium</i> (este estudio)	<i>Ulva lactuca</i> (*2) (harina)	<i>Gracilaria chilensis</i> (*1)	<i>Durvillaea antarctica</i> (2)		<i>Macrocystis pyrifera</i> (*1)
				Láminas	Estipes	
Análisis proximal						
Humedad (% peso seco)	83.7	12.6	-	72.3	82	-
Lípidos (% p.s)	<0.05%	0.3	1.3	0.8	4.3	0.7
Cenizas (% p.s.)	7.6	11	18.9	17.9	25.7	10.8
Proteínas (% p.s.)	3.7	27.2	13.7	10.4	11.6	13.2
Carbohidratos (% p.s.)	5	61.5	66	70.9	58.4	75.3
Calorías (kcal/100g)	35	-	-	-	-	-
Fibra dietaria (% p.s.)	-	60.5	-	71.4	56.4	-
Aminoácidos (mg/100 g peso seco)						
Total	-	-	8178	-	-	-
Asp	236	1487	1101	745	2019	1338.8
Glu	308	1508	1547	1052	972	1827.3
Ser	-	833	749.4	434	256	830.9
His	122	133	1124.6	750	1178	161.9
Gly	-	815	410.7	220	293	664.9
Thr	-	797	643.9	255	280	735.4
Arg	167	486	596.4	332	150	944.7
Ala	183	1096	663.9	446	826	643.8
Pro	169*	0.7	0.5	0.3	0.2	0.8
Tyr	95	435	389.4	178	80.5	425.9
Val	173	339	765.9	462	185	1140.2
Met	49	671	1879.6	914	415	1111.6
Cys	-	55	756.3	4.3	97	228.1
Ile	-	550	803	350	161	507
Leu	218	1034	458.8	603	274	339.4
Phe	142	1245	1087.7	374	192	589.5
Lys	230	723	658.6	507	193	321.3
Minerales (mg/100g)						
Calcio	93	330	190	-	-	-
Fósforo	38	1110	1820	-	-	-
Magnesio	91	1560	300	-	-	-
Potasio	523	2910	9880	-	-	-
Zinc	0.2	-	-	-	-	-
Vitaminas (mg /100g)						
Vitamina A	1137	-	-	-	-	-

Efectos nocivos

Es un alga que afecta los cultivos de *G. chilensis*, por proliferaciones masivas que disminuyen la calidad y productividad de los cultivos.

Rangos de tolerancia ambiental

En la TABLA 1.4 se resumen los límites de los factores ambientales que inciden en el desarrollo y crecimiento de *Rhizoclonium spp.*

TABLA 1.4. Rangos mínimos y máximos de factores que afectan el crecimiento de la especie.

Factores	Rango mínimo	Rango máximo
Temperatura	> 15 °C	< 20°C
Salinidad	27 PSU	> 30 PSU
Fotoperiodo (L:O)	16:08	S/i
Intensidad lumínica	> 88 $\mu\text{mol fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$	< 180 $\mu\text{mol fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Nitrato (NO ₃)	> 14 $\mu\text{mol L}^{-1}$	100 $\mu\text{mol L}^{-1}$
Fosfatos PO ₄ -3.	> 100 $\mu\text{mol L}^{-1}$	S/i
Amonio NH ₄	S/i	< 4 $\mu\text{mol L}^{-1}$

Usos

No hay información

Ulva compressa

Taxonomía especie

Imperio:	Eukaryota
Reino:	Plantae
Subreino:	Viridiplantae
Phylum:	Chlorophyta
Subphylum:	Chlorophytina
Clase:	Ulvophyceae
Orden:	Ulvales
Familia:	Ulvaceae
Género:	<i>Ulva</i>
Especie:	<i>Ulva compressa</i>

Nombre común: tape weed; thread weed en Britania, también el género *Ulva* se conoce como aosa o awosa en Japón.

Morfología

El talo maduro es como una hoja distromática aplanada en la que las dos capas de células son independientes desde el punto de vista del desarrollo, pero se adhieren estrechamente. Los talos son simples y tubulares o cilíndricos (Figura 1.11). Es una especie de amplia distribución que crece en la zona intermareal baja y media en ambientes marinos y de agua dulce, con poca renovación de agua. Hasta el transcurso de este informe, solo fue posible disponer de imágenes y/o fotografías de la base de datos internacional www.Algaebase.org (Figura 1.12).

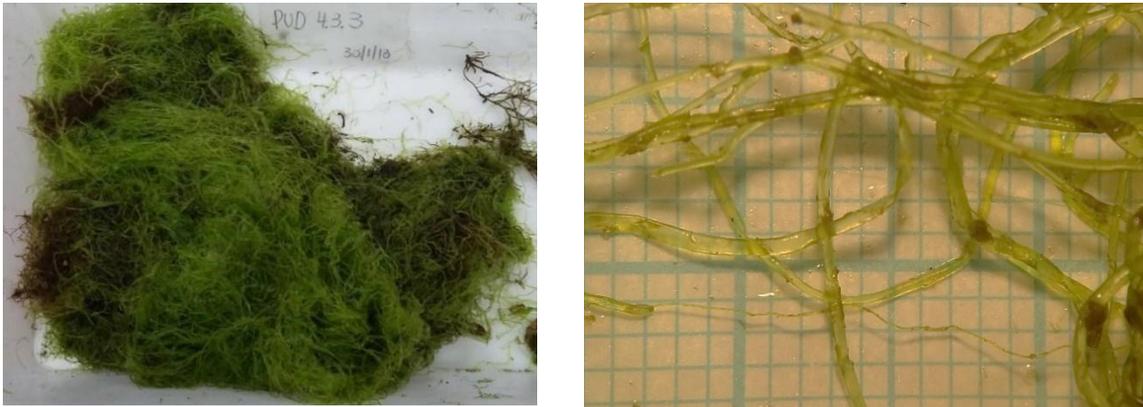


Figura 1.11. Muestra de *Ulva compressa* de terreno. Derecha vista en lupa 10X.



Figura 1.12. Imágenes de herbario y fotografía de la especie*.

*Fuente: Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 26 October 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 15 February 2023

Reproducción

Esta especie presenta un ciclo vital difásico isomórfico, con gametos biflagelados y esporas tetra flageladas, que se forman por transformación de células vegetativas en las partes distales del talo.

Composición bioquímica

No hay información de la especie. La información general del género indica que es un alga comestible, que contiene vitamina C y vitamina A. En cosmética se utiliza en la elaboración de productos por sus propiedades hidratantes y diversas poblaciones costeras le dan uso agrícola como fertilizante.

Efectos nocivos

Se reconoce como un alga oportunista que forma proliferaciones de algas verdes que afectan cultivos de pelillo (*G. chilensis*) en la zona del Río Pudeto, Isla de Chiloé.

Rangos de tolerancia ambiental

En la TABLA 1.5 se incluye información recopilada para la especie *Ulva rigida* por no disponer de información específica para la especie *U. compressa*.

TABLA 1.5. Rangos mínimos y máximos de factores que afectan el crecimiento de la especie.

Factores	Rango mínimo	Rango máximo
Temperatura	> 10 °C	< 35°C
Salinidad	> 15 PSU	< 35 PSU
Fotoperiodo (L:O)	12:12	16:8
Intensidad lumínica	> 80 $\mu\text{mol fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$	< 400 $\mu\text{mol fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Nitrato (NO ₃)	> 50 $\mu\text{mol L}^{-1}$	< 160 $\mu\text{mol L}^{-1}$
Nitrógeno total	> 80 $\mu\text{mol L}^{-1}$	S/i
Fosfatos PO ₄ -3.	> 10 $\mu\text{mol L}^{-1}$	< 80 $\mu\text{mol L}^{-1}$
Amonio NH ₄	S/i	< 65 $\mu\text{mol L}^{-1}$
pH	S/i	< 7.9

Usos

Sin información

Referencias:

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 26 October 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 15 February 2023.

1.2. Sistematizar las condiciones ambientales y la biodiversidad de las macroalgas en las áreas plaga, y determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de floraciones y varazones.

Condiciones ambientales, oceanográficas, praderas de macroalgas y biodiversidad de las áreas declaradas plagas y sectores aledaños.

Según estadísticas de SERNAPESCA en el año 2022, la Región de Los Lagos representa el 80% del desembarque nacional de pelillo (Figura 1.13). Dentro de esta región, existe desembarque en 8 comunas, que por nivel de importancia corresponden a: Ancud (56%), Maullín (13%), Castro (17%), Puerto Montt (8%) y con desembarques menores al 6%; las comunas de Quellón, Queilen, Calbuco y Palena (Figura 1.14).

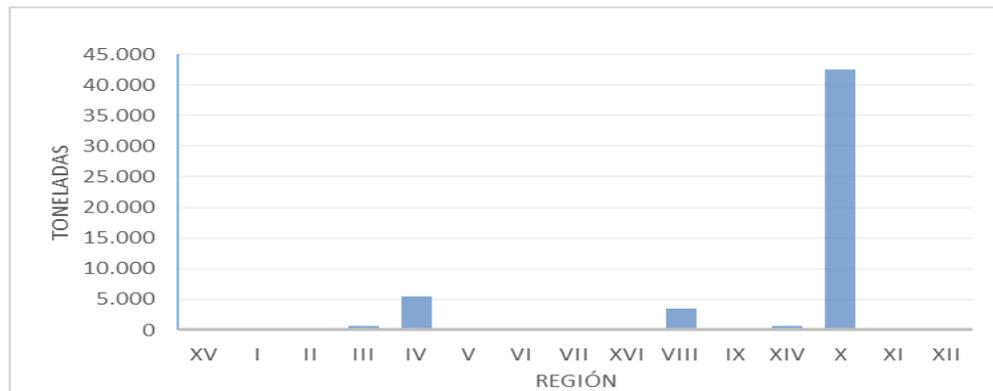


Figura 1.13. Estadística de desembarque por región del recurso pelillo (*G. chilensis*) año 2022.

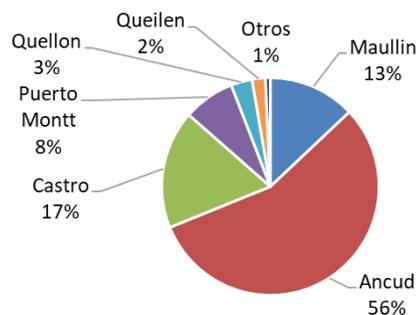


Figura 1.14. Desembarque de pelillo (*G. chilensis*) en las principales comunas de la Región de Los Lagos año 2022.

Las comunas de Ancud y Maullín son las que presentan las áreas afectadas por la plaga. Para efectos prácticos de búsqueda de información, se consideran como zonas aledañas los centros de cultivo de las otras seis comunas que realizan desembarques en la Región de Los Lagos. Esta clasificación se

respalda en los datos proporcionados por el informe final FIPA 2017-10 (UNAP, 2019), el cual indica que, según encuestas realizadas en el sector pesquero, las proliferaciones de algas verdes comenzaron entre el 2000 (en Río Pudeto) y el 2010 (en Río Maullín). Además, se establece que la resolución exenta que delimitó el área afectada se publicó en el año 2015, lo que sugiere que existió un período de entre 5 y 10 años durante el cual fue posible el traslado de material biológico destinado al inicio de cultivos, conocido comúnmente como "semilla", entre zonas. Esta práctica es habitual en este tipo de cultivo, aunque no existen registros formales al respecto.

Recopilación de antecedentes sobre especies epífitas y flora acompañante de *Gracilaria chilensis* en las áreas de plaga de algas epífitas filamentosas tipo *Rhizoclonium* spp.

En el contexto hidrobiológico, las especies epífitas son algas macroscópicas o microscópicas que viven adheridas o se hospedan en algas macroscópicas, en este caso, *Gracilaria chilensis*. Dentro de la información científica internacional, Fletcher (1995) señala que el epifitismo es un problema importante en todo el mundo en el cultivo del género *Gracilaria*, reduciendo gravemente la productividad y la rentabilidad de los cultivos. A través del análisis bibliográfico se encontraron un número de 33 taxas en la Región de Los Lagos de Chile (TABLA 1.6), las cuales están clasificadas a nivel de orden, género o especie. Entre las algas macroscópicas se encuentran taxas de la división Rhodophyta (algas rojas), Chlorophytas (algas verdes), Ochrophyta (algas pardas); como también algas microscópicas Cyanophyta (algas verde-azules) y Bacillariophyta (diatomeas). Información bibliográfica indica que las especies que han provocado los mayores efectos negativos en cultivos comerciales de *A. chilensis* son las algas rojas del orden Ceramiales como *Polysiphonia* sp, *Ceramium* spp., *Anthithamnion* sp. y *Callithamnion* sp. (Westermeyer *et al.*, 1991; Buschmann *et al.*, 1994; Buschmann *et al.*, 1997; Candia *et al.*, 2006; Olmos y Nuñez, 2014; Ávila *et al.*, 2019); también el alga parda *Giffordia* sp. (Küschel y Buschmann, 1991); las algas verdes como *Ulva* sp.(incluidas ex *Enteromorpha* sp.), *Ulva compressa*, *Cladophora ruchingeri* y *Rhizoclonium* spp. (Matamala & Sanhueza, 1988; Buschmann *et al.*, 1992, Buschmann y Gómez, 1993, Candia *et al.* 2006, Olmos y Nuñez, 2014; UNAP, 2019), y diatomeas del género *Melosira* (Matamala y Sanhueza, 1988; Candia *et al.* 2006, Ávila *et al.*, 2019).

TABLA 1.6. Especies de algas epifitas encontradas en cultivos comerciales de pelillo (*G. chilensis*) en la Región de Los Lagos.

DIVISIÓN	ORDEN	ESPECIE	LOCALIDAD	REFERENCIA
Chlorophyta (Algas verdes)	Ulvales	1. <i>Ulva</i> spp. (morfología foliosa)	Río Maullín, Río Pudeto, Lolcura, Quempillén	Olmos y Nuñez, 2012; Candia <i>et al.</i> , 2006; Ávila <i>et al.</i> , 2019; Matamala y Sanhueza, 1988; IFOP, 2022; Santelices y Varela, 1993
		2. <i>Ulva compressa</i>	Río Pudeto	Ávila <i>et al.</i> , 2019; Santelices, 1993.
		3. <i>Ulva ramulosa</i>	Río Pudeto	Ávila <i>et al.</i> , 2019
		4. <i>Ulva intestinalis</i>	Río Pudeto	Olmos y Nuñez, 2014
	Cladophorales	5. <i>Rhizoclonium</i> sp.	Río Maullín	Olmos y Nuñez, 2014; Candia <i>et al.</i> , 2006; Ávila <i>et al.</i> , 2019; Matamala y Sanhueza, 1988; IFOP, 2022
		6. <i>Cladophora</i> sp	Río Pudeto	Ávila <i>et al.</i> , 2019
		7. <i>Cladophora ruchingeri</i>	Río Maullín	Ávila <i>et al.</i> , 2019
		8. <i>Chaetomorpha linum</i>	Río Pudeto, Río Maullín	Ávila <i>et al.</i> , 2019, IFOP, 2022
Rhodophyta (Algas rojas)	Ceramiales	9. <i>Polysiphonia</i> spp.	Río Maullín, Río Pudeto, Lolcura, Bahía Metri	Buschmann <i>et al.</i> , 1997; Candia <i>et al.</i> , 2006; Ávila <i>et al.</i> , 2019; Westermeier <i>et al.</i> , 1991
		10. <i>Ceramium rubrum</i>	Río Maullín, Río Pudeto, Lolcura,	Candia <i>et al.</i> , 2006;
		11. <i>Ceramium</i> sp.	Río Maullín, Río Pudeto	Ávila <i>et al.</i> , 2019; Westermeier <i>et al.</i> , 1991; Olmos y Nuñez <i>et al.</i> , 2014
		12. <i>Callithamnion</i> sp.	Lolcura, Río Maullín, Río Pudeto	Candia <i>et al.</i> , 2006; Ávila <i>et al.</i> , 2019
		13. Sin identificar (“Babasa”)	Río Maullín, Río Pudeto	Ávila <i>et al.</i> , 2019
		14. <i>Heterosiphonia subsecundata</i>	Río Maullín	Ávila <i>et al.</i> , 2019
	15. <i>Antithamnion</i> sp.	Río Maullín	Westermeier <i>et al.</i> , 1991; Ávila <i>et al.</i> , 2019	
	Batrachospermiales	16. <i>Acrochaetium</i> sp.	Lolcura	Candia <i>et al.</i> , 2006
Bangiales	17. <i>Porphyra/Pyropia</i> sp.	Río Maullín	Candia <i>et al.</i> , 2006	
Ochrophyta (Algas pardas)	Ectocarpales	18. No identificada	Río Maullín	Candia <i>et al.</i> , 2006
		19. <i>Giffordia</i> sp.	Bahía Metri	Küschel y Buschmann; 1991
Cyanophyta (Algas verde azules)	Nostocales	20. <i>Calothrix</i> sp.	Río San Pedro Nolasco	Candia <i>et al.</i> , 2006
Bacillariophyta (Diatomeas)	Licmophorales	21. <i>Licmophora abbreviata</i>	Río Maullín	Ávila <i>et al.</i> , 2019, IFOP, 2016
	Melosirales	22. <i>Melosira moniliformis</i>	Río Pudeto, Quempillén	Ávila <i>et al.</i> , 2019; Matamala y Sanhueza, 1998; IFOP, 2016
		23. <i>Melosira varians</i>	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016
	Rhabdonematales	24. <i>Rhabdonema arcuatum</i>	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016
	Naviculales	25. <i>Pleurosigma</i> sp.	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016
		26. <i>Diploneis</i> sp.	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016
		27. <i>Gyrosigma</i> sp.	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016
	Bacillariales	28. <i>Bacillaria</i> sp	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016
	Paraliales	29. <i>Paralia</i> sp.	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016
	Fragilariales	30. <i>Fragilaria</i> sp.	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016
	Thalassiosirales	31. <i>Thalassiosira</i> sp.	Río Maullín	IFOP, 2016
	Striatellales	32. <i>Striatella unipunctata</i>	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016

	Coscinodiscals	33. <i>Coscinodiscus sp</i>	Río Pudeto, Río Maullín	IFOP, 2016
--	----------------	-----------------------------	-------------------------	------------

Al evaluar la presencia estacional de epífitos en los cultivos de pelillo de los sectores plagas y aledaños en la comuna de Maullín (Río Maullín y Río San Pedro Nolasco) y comuna de Ancud (Río Pudeto), se destacan los trabajos de Candia *et al.* (2006), UNAP (2019) y los estudios de desempeño ambiental de IFOP (2016-2022).

En los Ríos Maullín y San Pedro Nolasco, se reconocen 14 taxas: 2 pertenecientes a la división Chlorophyta, 8 pertenecientes a la división Rhodophyta, 1 especie de la división Ochrophyta, 2 especies de la división Bacillariophyta y 1 especie de la división Cyanophyta. Respecto de las algas verdes filamentosas identificadas como plaga (Res. Ex. N°1166/20) en el sector de Río Maullín y San Pedro Nolasco, ambos proyectos identifican la especie *Rhizoclonium spp.*, la cual se hace presente en la zona plaga (Changué, El Faro, El Carrizo, la Pasada y San Pedro Nolasco) y las zonas aledañas como Lolcura y Quenuir. *Cladophora ruchingeri*, presente junto a *Rhizoclonium spp.* en la proliferación del año 2017, donde fue muestreada en verano-otoño (además de ser identificada molecularmente), para luego desaparecer. Lamentablemente no alcanzando a ser parte de los muestreos oficiales del estudio (UNAP, 2019). La última especie es *Chaetomorpha linum*, que ha sido reconocida en Maullín en el estudio (UNAP, 2019) adherida a estructuras de acopio de pelillo (con escasa abundancia); IFOP (2022) y durante la ejecución de este proyecto, se reconoce a esta especie como la generadora del evento de proliferación en verano-otoño de 2022. Otras especies importantes corresponden a las algas rojas del orden Ceramiales (*Polysiphonia sp.* y *Ceramium sp.*) presentes en la zona plaga y en las zonas aledañas de Lolcura y Quenuir, principalmente entre primavera y otoño, pero en muy bajas abundancias.

En cuanto al Río Pudeto, se encontraron un total de 12 taxas: 6 pertenecientes a la división Chlorophyta, 4 pertenecientes a la división Rhodophyta y 2 especies de la división Bacillariophyta. Dentro de las especies de algas verdes filamentosas, *Ulva compressa* y *Ulva ramulosa* (Orden Ulvales), *Rhizoclonium spp.*, *Cladophora sp.* y *Chaetomorpha linum* (Orden Cladophorales). Tan solo *U. compressa* y *U. prolifera* se encuentra solo en la estación de verano, en tanto las otras especies pueden encontrarse casi todo el año. Otras especies importantes en el sector, al igual que el Río Maullín, son las pertenecientes al orden Ceramiales (*Polysiphonia sp.* y *Ceramium sp.*), presentes en toda la zona plaga, principalmente entre primavera y otoño. Otra especie importante en esta localidad es la especie de diatomea (microalga) *Melosira moniliformis*, que se encuentra presente

entre primavera a verano, pero prolifera principalmente en los meses de verano, fenómeno que se observa todos los años.

La flora acompañante, corresponde a ejemplares provenientes de varazones por tormentas o arrastradas por cambios de mareas, existiendo especies de algas marinas y estuarinas. Según UNAP (2019), existen 9 especies, representadas por algas rojas (Rhodophyta) y algas pardas (Ochrophyta) (TABLA 1.7), éstas últimas presentes en el Río Maullín y Río Pudeto (TABLAS 1.8 Y 1.9 respectivamente).

TABLA 1.7. Especies de algas acompañantes en cultivos comerciales de pelillo (*G. chilensis*).

Especies acompañantes			Estación del año	Localidad
División	Orden	Especie		
Rhodophyta	Florideophyceae	1) <i>Asterfilopsis disciplinalis</i>	Verano, otoño e invierno	Río Pudeto
	Halymeniales	2) <i>Grateloupia sp.</i>	Verano, otoño e invierno	Río Pudeto
	Gigartinales	3) <i>Sarcothalia crispata</i>	Verano, otoño e invierno	Río Pudeto
	Ceramiales	4) <i>Schizoseris sp.</i>	Primavera	Río Maullín
	Gigartinales	5) <i>Callophyllis variegata</i>	Primavera, otoño e invierno	Río Maullín
	Gigartinales	6) <i>Chondracanthus chamissoi</i>	Verano, otoño e invierno	Río Pudeto
	Gelidiales	7) <i>Gelidium sp.</i>	Invierno	Río Pudeto
Ochrophyta	Laminariales	8) <i>Macrocystis pyrifera</i>	Primavera, verano, otoño e invierno	Río Maullín y Río Pudeto
	Desmarestiales	9) <i>Desmarestia sp.</i>	Primavera y otoño	Río Maullín y Río Pudeto

TABLA 1.8. Identificación de algas epifitas en *G. chilensis* “pelillo” en el Río Maullín. En color verde, se destacan especies del orden Cladophorales, identificadas como algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*.

DIVISIÓN	ORDEN	ESPECIE	ZONA ALEDAÑA				ZONA PLAGA				ZONA ALEDAÑA				ZONA PLAGA									
			Lolcura		Quenuir		Changué		El Faro		El Carrizo		La Pasada		Lepihue		Cariquilda		San Pedro Nolasco					
			P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
GLCROPHITA (ALGAS VERDES)	Ulvales	1. <i>Ulva sp.</i>	1	1	2			2			2			2	2							2	2	
	Cladophorales	2. <i>Rhizoclonium sp.</i>	1	1			1	1-3	1-3	1	1	1												2
		3. <i>Cladophora ruchingeri</i>						2	2															
		4. <i>Chaetomorpha linum</i>						3	3		3	3												
RHODOPHYTA (ALGAS ROJAS)	Ceramiales	5. <i>Polysiphonia spp.</i>		1			1	1		1	1		2		2								2	
		6. <i>Ceramium spp.</i>	1	1	1	2		2	1	1-2	1	2	1	1	1		2							2
		7. <i>Callithamnion sp.</i>	1	1				1		1		1	1	1										
		8. Sin identificar ("Babasa")	2	2				2	2			2	2			2								2
		9. <i>Heterosiphonia subsecundata</i>			2										2									
	10. <i>Anthamion sp.</i>													2										
	Batrachospermales	11. <i>Acrochaetium sp.</i>	1	1											2									
	Bangiales	12. <i>Porphyra /Pyropia sp.</i>	1													2								
		13. No identificada					1				1													
		14. <i>Licmophora abbreviata</i>					2	2			2	2			2									
		15. No identificada	2	2																				
CYANOPHYTA (ALGAS VERDES AZULES)	Nostocales	16. <i>Calothrix sp.</i>																				1	1	

1. Candia *et al.*, 2006. Estudio realizado entre septiembre de 2002 a marzo de 2003, no se consideró el periodo de invierno en el estudio.

2. Ávila *et al.*, 2019. Estudio realizado entre primavera de 2017 a invierno de 2018.

3. IFOP, 2016-2022. Estudios de seguimiento ambiental realizado todos los años entre los meses de primavera a otoño.

TABLA 1.9. Identificación de algas epifitas en *G. chilensis* “pelillo” en el Río Pudeto. En color verde, se destacan las algas del orden Ulvales y Cladophorales, identificadas como algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*.

DIVISIÓN	ORDEN	ESPECIE	ZONA PLAGA																										
			Pudeto			Pupelde Caleta				Caipulli				Pupelde Pasarela				Pasarela				Quempillén				Zona embancamiento			
			P	V	O	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I
CHLOROPHYTA (ALGAS VERDES)	Ulvales	1. <i>Ulva</i> sp. (morfología foliosa)	1	1	1	2	2			2	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		2. <i>Ulva compressa</i>								2				2				2										2	
		3. <i>Ulva ramulosa</i>																										2	
	Cladophorales	4. <i>Rhizoclonium</i> sp.	1	1	1	2								2	2	2													
		5. <i>Cladophora</i> sp.												2															
		6. <i>Chaetomorpha linum</i>				3										2-3	2	2					2-3				2-3	2	2
RHODOPHYTA (ALGAS ROJAS)	Ceramiales	7. <i>Polysiphonia</i> spp.	1	1	1	2				2			2	2	2	2	2								2				
		8. <i>Ceramium</i> spp.	1	1	1	2				2				2	2	2	2	2							2	2	2	2	
		9. <i>Callithamnion</i> sp.			1																								
		10. Sin identificar (“Babasa”)				2	2			2																			
BACILLARIOPHYTA (ALGAS DIATOMEAS)	Melosirales	11. <i>Melosira moniliformis</i>			1								2	2			2	2			2								
	Licmophorales	12. <i>Licmophora abbreviata</i>											2				2				2								

1. Candia *et al.*, 2006. Estudio realizado entre septiembre de 2002 a marzo de 2003, no se consideró el periodo de invierno en el estudio.

2. Ávila *et al.*, 2019. Estudio realizado entre primavera de 2017 a invierno de 2018.

3. IFOP, 2016-2022. Estudios de seguimiento ambiental realizados todos los años entre los meses de primavera a otoño.

Antecedentes nacionales e internacionales de epífitas con efecto negativo en cultivos comerciales de *G. chilensis* u otras especies de algas con importancia económica a nivel mundial

Al evaluar las especies de epífitas con antecedentes de efecto negativo en cultivos comerciales de *G. chilensis* y otras especies de interés económico a nivel nacional e internacional, se destacan las especies del orden Ceramiales: *Polysiphonia harveyi*, *Polysiphonia abscissa*, *Polysiphonia* sp., *Ceramium rubrum*, *Ceramium* sp., *Neosiphonia savatieri*, *Neosiphonia apiculata*) (TABLA 1.10). *Polysiphonia* spp., presenta antecedentes de efectos negativos en cultivos comerciales de *Kappaphycus alvarezii* en Filipinas y Malasia (Figura 1.15) (Hurtado *et al.*, 2005; Vairappan, 2006). En tanto especies del género *Polisiphonia* (*P. Polysiphonia harveyi*, *Polysiphonia abscissa*) y *Ceramium rubrum* tienen efectos dañinos comprobados en *G. chilensis* en Chile (Leonardi *et al.*, 2006; Michetti *et al.*, 2016) (Figura 1.16), así como en *Gracilaria gracilis* en Argentina (Martin *et al.*, 2013). Esto, basado en la categorización propuesta por Leonardi *et al.* (2006) de grado de asociación anatómica y daño mecánico producido en el talo hospedante (evaluadas del 1 al 5); donde las especies del género *Polysiphonia*, *Neosiphonia* y *Ceramium rubrum* se encuentran en el nivel máximo de infección (tipo 5), en que el epífito es capaz de penetrar la primera capa cortical y pasar a la estructura interior o medular, produciendo incluso el corte del talo.

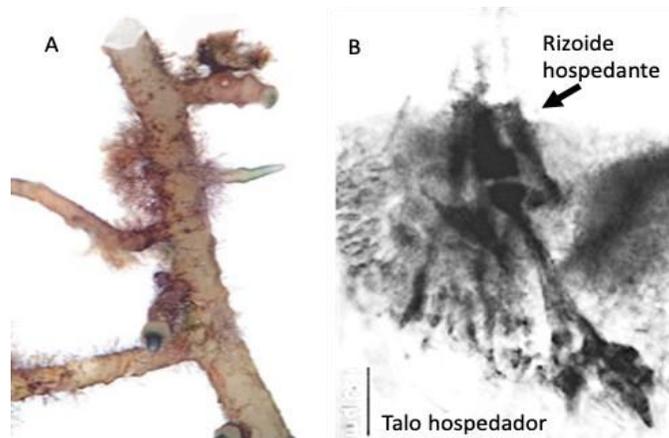


Figura 1.15. *Polysiphonia* spp. epífito en grado 5 de infección de talos de la especie carragenófito *Kappaphycus alvarezii* en cultivos comerciales en Filipinas. **A.** Vista del talo infectado de *K. alvarezii* a la lupa; **B.** Coste transversal del talo con detalle de estructura rizoidal de la zona de asentamiento del epífito, que penetra el talo de *K. alvarezii* (Fuente: Hurtado *et al.*, 2005).

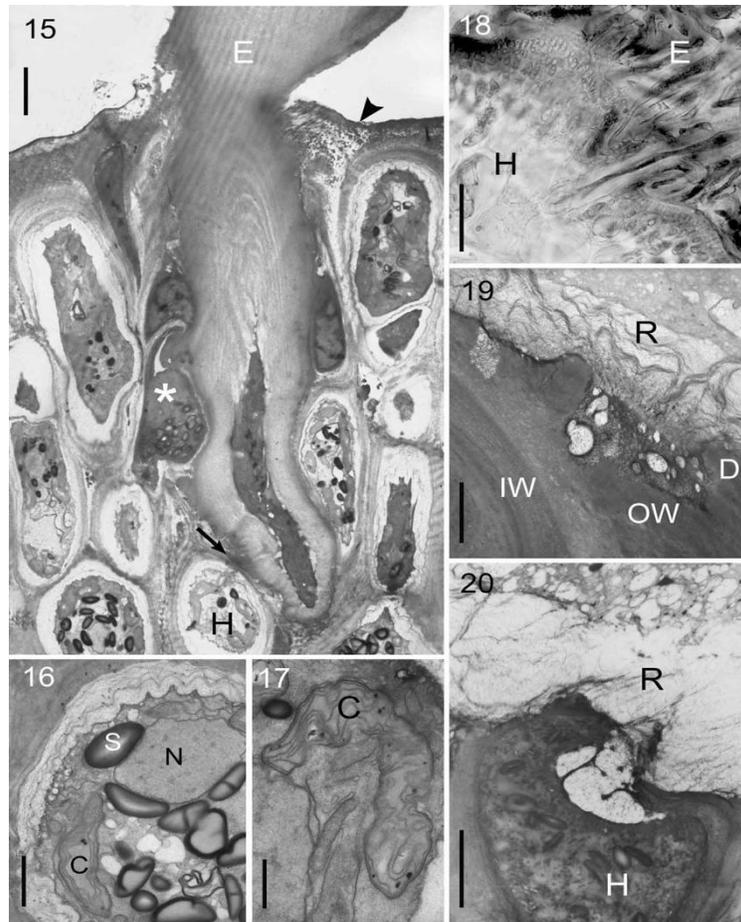


Figura 1.16. Cortes transversales a través de *G. chilensis* con diferentes epífitas pertenecientes al tipo de infección V. 15-17. *Ceramium rubrum*. 18-20. *Polysiphonia harveyi*. Barra de escala: 2 mm. (Fuente: Leonardi et al., 2007).

En cuanto a las medidas de control de las especies epífitas, Hurtado *et al.* (2005) señala medidas preventivas generales en relación con el uso de alga saludable y sin contaminación de epífitas al comienzo del cultivo (en este caso *K. alvarezii*), así como buenas condiciones ambientales del cultivo, enfocadas en la velocidad de corriente.

TABLA 1.10. Especies de algas epífitas con efectos adversos en el cultivo de especies comerciales de Chile y el mundo.

Alga Epífita			Alga huésped	Efecto dañino en huésped	Sitio de estudio (País)	Medidas de control	Referencia
División	Orden	Especie					
Rhodophyta	Ceramiales	<i>Ceramium rubrum</i>	<i>Gracilaria chilensis</i>	Infección tipo 5. El epífito penetra profundamente dentro de la corteza del huésped y alcanza el tejido medular, destruyendo el tejido en el área afectada	Caldera (Chile)	No indicado.	Leonardi <i>et al.</i> , 2007
		<i>Polysiphonia harveyi</i>					
		<i>Ceramium rubrum</i>	<i>Gracilaria gracilis</i>	Fueron las especies que más daño causaron al huésped porque sus rizoides penetraron en la porción cortical del talo del huésped, alcanzando a veces el tejido medular.	Chubut (Argentina)	No indicado.	Martin <i>et al.</i> , 2013
		<i>Polysiphonia abscissa</i>					
		<i>Polysiphonia spp.</i>					
		<i>Kappaphycus alvarezii</i>	La estructura “tipo pies” (foot-like) penetra en las capas corticales y medulares del huésped, debilitándolo y ocasionando decoloración, fragmentación y desintegración del talo, con subsecuente pérdida de biomasa.	(Filipinas)	1) Usar semilla de <i>Kappaphycus</i> no infectada, limpia y saludable. 2) Selecciona un sitio de cultivo limpio y con movimiento de agua de moderado a rápido.	Hurtado <i>et al.</i> , 2005	
		<i>Neosiphonia savatieri</i> , <i>Neosiphonia apiculata</i> , <i>Ceramium sp.</i> ,	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	El estudio mostró el grado de penetración de las epífitas en los tejidos de la corteza del hospedador y el estado de sus tejidos circundantes.	(Malasia)	No indicado	Vairappan, 2006

Recopilación de antecedentes bioecológicos, de distribución, condiciones oceanográficas y ambientales en las que se desarrollan y/o proliferan, así como las medidas de manejo y control utilizadas en especies epífitas presentes en los cultivos de *G. chilensis* y que causan efectos dañinos en especies de algas de importancia económica internacional.

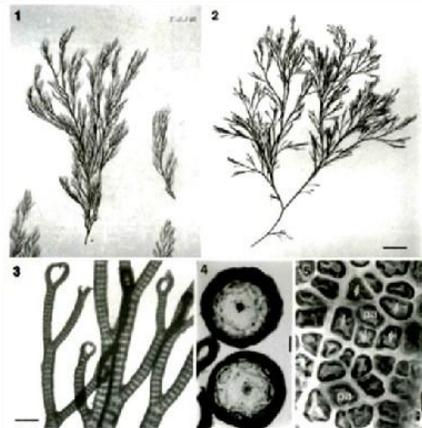
Ceramium virgatum (ex *Ceramium rubrum*)

ALGA ROJA

Phylum	: Rhodophyta
Clase	: Florideophyceae
Orden	: Ceramiales
Familia	: Ceramiaceae
Género	: <i>Ceramium</i>
Especie	: <i>Ceramium virgatum</i> (Roth, 1797) (ex <i>Ceramium rubrum</i>)



Descripción



Ceramium virgatum. 1 y 2. Morfología de epifito. 3. Detalle de la ramificaciónes cilíndricas, corticadas que terminan d'urcaciones en forma de gancho. 4. Corte transversal del talo con 7 celular periaxiales. 5 . Vista superficial de células del talo. (Fuente: Maess et al., 2002).

Talo filamentoso de color rojo intenso, uniaxial, enteramente corticado, con ejes cilíndricos y ramificado, de tamaño hasta 30 cm. Las ramificaciones son regularmente dicotómica, con las ramas terminales con ápices curvados en forma de ganchos.

Condiciones oceanográficas y ambientales

Comúnmente se encuentra creciendo adherida en forma epífita. También se encuentran en pozas intermareales y media de zonas expuestas y semiexpuestas.

Distribución geográfica

Ampliamente distribuida en todos los mares. En Chile se ha reportado desde Arica hasta Cabo de Hornos.

Medidas de manejo y control utilizadas

- Debido a que el reclutamiento de *C. virgatum* ocurre en verano, *G. chilensis* debe cosecharse constantemente en este periodo (Buschmann et al., 1997).
- Eliminación de epífitas del inóculo o semilla antes de la siembra (Santelices & Doty, 1989; Fletcher, 1995).
- Selección de una cepa de *G. chilensis* resistente a epífitas (Santelices et al., 1995a).

Antecedentes de uso de las algas epífitas para fines comerciales y si estas especies constituyen un recurso hidrobiológico en los sitios de origen.

Al analizar los antecedentes bibliográficos de especies epífitas del orden Ceramiales (*Polysiphonia spp.* y *Ceramium rubrum*), solo se encontraron publicaciones en *C. rubrum* sobre potenciales uso en industria farmacéutica y medicina humana (TABLA 1.11).

TABLA 1.11. Análisis bibliográfico de usos actuales y potenciales de especies de epífitas dañinas.

Especie	Propiedades encontradas	Actuales o potenciales usos	País	Referencia
<i>Ceramium rubrum</i>	Los compuestos que se han encontrado son cumarinas, esteroides, aglicoles flavónicos, triterpenos y polisacáridos.	Este tipo de biomoléculas son muy importantes en la industria farmacéutica.	Rumania (Mar Negro)	Dragan <i>et al.</i> , 2022
<i>C. rubrum</i>	Extractos de <i>C. rubrum</i> inhibieron considerablemente la reproducción de los virus de la gripe de tipo A y B.	Medicina humana	Bulgaria (Mar Negro)	Serkedjieva, 2004
<i>C. rubrum</i>	Alto nivel de actividad antioxidante, lo que releva la posibilidad de uso de este recurso en la terapia de diferentes enfermedades degenerativas.	Medicina humana	Rumania (Costa del Mar Negro)	Sirbu <i>et al.</i> , 2015
<i>C. rubrum</i>	Compuestos fotoprotectores como micosporinas (MAAs)	Farmacéutica	India	Pandey <i>et al.</i> , 2017
<i>C. rubrum</i>	Extractos de <i>Ceramium rubrum</i> inhiben el crecimiento de bacterias patógenas de peces como <i>Listonella anguillarum</i> , <i>Pseudomonas anguilliseptica</i> y <i>Aeromonas salmonicida</i>	Medicina animal	Alemania	Dubber D & T. Harder. 2008.
<i>C. rubrum</i>	Extractos de <i>C. rubrum</i> con altos niveles de flavonoides y fenoles totales y actividad antioxidante. Además, los extractos también presentaron actividad antimicrobiana moderada en bacterias patógenas humanas.	Actividad antioxidante y medicina	Turquía	Güner & Karabay, 2008.
<i>C. rubrum</i>	El estudio mostró que el extracto completo de <i>C. rubrum</i> tiene efectos contra <i>Yersinia ruckeri</i> y <i>Saprolegnia parasítica</i> , patógenos de enfermedades de salmonídeos cultivados en Chile.	Medicina animal	Chile	Cortés <i>et al.</i> 2014

Descripción y análisis de los posibles factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones y de las varazones de las macroalgas evaluadas.

En los últimos años los sectores en estudio donde se cultiva *G. chilensis* han sido poblados y en pro del desarrollo de estos se observan cambios en las condiciones ambientales.

Las zonas ribereñas de cultivo son ecosistemas dependientes de cursos o cuerpos de agua con una matriz variable de vegetación e inmersos en cuencas hidrográficas, donde cumplen funciones ecológicas esenciales para la biodiversidad, suministrando servicios ecosistémicos para el bienestar humano (Romero *et al.*, 2014). Dentro de estas, destaca su carácter de buffer biológico, mediante el cual se minimiza la entrada al río de contaminación difusa proveniente de terrenos agrícolas/urbanos adyacentes (Carothers, 1977). Además, mantienen una elevada biodiversidad y productividad, proporcionando refugio y alimento a un gran número de organismos (Patten *et al.*, 1998).

En general los sectores de cultivo de *G. chilensis*, son zonas de fácil acceso, existen asentamientos humanos y la influencia de servicios de alcantarillado, también existe el crecimiento de la industria de acuicultura y, además, el avance de la urbanización y parcelaciones asociadas a los sistemas estuarinos. El efecto antropogénico de estas diversas fuentes aporta nutrientes y modifica la composición de los cuerpos de agua del sector (ECCOPRIME, 2014).

La recopilación y sistematización de información respecto a las variables oceanográficas disponibles en las 3 áreas plagas, comprende la caracterización física y química del agua principalmente de los siguientes estudios (TABLA 1.12).

TABLA 1.12. Estudios realizados en las zonas de estudios.

Año de publicación	Institución	Nombre de estudio	Localidad del estudio
2004	Cade-Idepe	Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del río Maullín	Río Maullín
2013	GHD	Informe para Fondo de Fomento de la Pesca Artesanal- Evaluación de problemas ambientales que afectan la producción del alga <i>Gracilaria chilensis</i> en la Región de Los Lagos.	Río Maullín y Río Pudeto
2014	ECCOPRIME	Estudio básico para el diagnóstico de calidad ambiental del Río Maullín.	Río Maullín
2019	Universidad Arturo Prat	FIPA N° 2017-10: Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de <i>Rhizoclonium spp.</i> , y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la Región de Los Lagos.	Río Maullín y Río Pudeto
2015-2021	Instituto de fomento pesquero.	Estudio del desempeño ambiental de la acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento	Río Maullín y Río Pudeto

Cabe mencionar que existen registros de la productividad primaria, análisis de clorofila-a y descripción de la comunidad fitoplanctónica disponible en el agua, como también análisis de turbidez y medición in situ con disco Secchi, del río Maullín y Pudeto , junto con otras variables para evaluar el nivel de contaminación antrópica de algunos estudios como la presencia de coliformes totales, hidrocarburos, detergentes, aceites y grasas, donde el estudio de ECCOPRIME (2014) identificó seis empresas ligadas a la elaboración de productos alimenticios y procesamiento de algas y salmones que descargan sus residuos industriales líquidos (Riles) al río Maullín. Mientras que en el Río Pudeto la información es más escasa, sólo un estudio financiado por CONAMA (2008) menciona la identificación de dos microbasurales rurales (Puente Pudeto y desembocadura al Río Huicha). En el año 2018 mediante transparencia se solicitó información de las empresas en funcionamiento para ambos Ríos, pudiendo acceder a la información de proyectos que han sido

evaluados ambientalmente y cuentan con la resolución de calificación ambiental, ubicados cerca ó en los ríos Maullín (16 proyectos) y Pudeto (12 proyectos) hasta ese año.

La información oceanográfica es escasa para el Río San Pedro Nolasco, contando únicamente con registros puntuales en una estación, generalmente primavera o verano, con excepción del año 2022 en que se registró también invierno. Mientras que los ríos Maullín y Pudeto, cuentan con un mayor registro de información, pero existen importantes vacíos de información dado que en su mayoría la información corresponde a registros estacionales puntuales (TABLA 1.13).

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

TABLA 1.13. Variables descritas para los Ríos Maullín, San Pedro Nolasco y Pudeto. Letra indica estación de año en que se realizó el registro (V: verano; O: otoño; I: invierno y P: primavera).

Estaciones	Localidad																								
	Río San Pedro Nolasco						Río Maullín												Río Pudeto						
	2015	2016	2017	2018	2020	2021	2022	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Temperatura	P	V				P	VO	I	V	P	V	VOIP	VOIP	VOP	VOP	VOIP	VO	P	V	VOIP	VOIP			P	VO
Salinidad						P	VO			P	V	P	VOIP	VP	VOP	VOP	VO	P	V	P	VOIP			P	VO
Oxígeno						P	VO	I	V	P	V	P	VOIP	POP	VOP	VOP	VO	P	V	P	VOI			P	VO
pH Agua						P	VO	I	V			P	OIP	VP	VO	P	VO			VP	OIP			P	VO
Sulfuro								I	V	I	IV	VI						I	IV	VI					
Nitrato						P	VO	I	V	P	VO	VP	VOIP	P	VOP	VOP	VO	P	VO	VP	VOI			P	VO
Nitrito									VI	PV															
Nitrógeno total										P	V	P	VOIP					P	V	P	VOIP				
Nitrógeno Amoniacal								I	V	P	VO	P	VOI					P	VO		VOIP				
Fosfato						P	VO			P		VP	VOIP	P	VOP	VOP	VO	P	VO	VP	VOI			P	VO
Fósforo total										P	V	P	VOIP					P	V	P	VOIP				
Orto fosfato										P	V							P	V						
Silicato						P	VO					V	OP	VP	VOP	VOP	VO			V		P	VO	P	VO
MOT						P	VO			P	VIV	IVP	VOIP	P	VOP	VOP	VO		IV	IVP	VOIP			P	VO
Fauna											IV		VOIP						IV		VOIP				
Flora										I								I							
Secchi						P	VO			P	V	IVP	VOIP	P	VOP	VOP	VO	P	V	IVP	VOIP	P	VO	P	VO
Profundidad						P	VO			P	V	IVP	VOIP		VOP	VOP	VO	P	V	IVP	VOIP		VO	P	VO

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

Continuación...

	Localidad																								
	San Pedro Nolasco						Maullín												Ancud (Rio Pudeto)						
Estaciones	2015	2016	2017	2018	2020	2021	2022	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fitoplancton										I		V	VOIP					I		V	VOIP				
Luminosidad						P	VO						OI	VP	VOP	VOP	VO							P	VO
Clorofila						P	VO			P	V	P	OIO P	VP	VOP	VOP	VO	P	V	P	PVO	P	VO	P	VO
Sesto																									
Sesto orgánicos										P	V		OP	VP	VOP	VO		P	V				P	VO	
Sesto inorgánicos										P	V		OP	VP	VOP	VO		P	V				P	VO	
Corriente (velocidad y dirección)													PVI											PVI	
Turbidez												P	VOIP							P	VOIP				
Coliformes												P								P					
Sustancias activas al azul metileno (hidrocarburos)												P	VOIP							P	VOIP				
Hidrocarburos fijos												P	VOIP							P	VOIP				
Hidrocarburos totales												P	VOIP							P	VOIP				
Hidrocarburos volátiles												P	VOIP							P	VOIP				
Aceites y Grasa												P	P							P	P				
Granulometría										I	IV	P	VOIP				I	IV	P	VOIP					
Índice Diversidad										I	IV	IV				I	IV	IV							
COT												P	VOI							P	VOI				

1. Temperatura

La recopilación de datos de temperatura para el Río Maullín tiene dos fuentes principales. La primera pertenece a registros puntuales en los años 2013 y 2014 (ECCOPRIME, 2014) y la segunda a sensores de temperatura que registran cada 1 hora, con lo cual se pudo determinar promedio y rangos estacionales (Ifop, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022). Para este parámetro se prioriza el uso de este tipo de información, para construir una tabla de estadígrafos, que dieran cuenta de la variabilidad del parámetro. A pesar de esto existen estaciones en que no hay datos de temperatura, lo cual fue más constante desde el periodo 2013 al 2016.

En los registros de temperatura promedio se puede observar que el año 2021 en general tuvo temperaturas altas, en todas las estaciones en relación con los otros años. En particular se registra en otoño que la temperatura alcanzó un máximo de 23°C, el cual está 6°C por sobre la temperatura máxima registrada en el año anterior y posterior a este. Una diferencia similar podemos ver al contrastar el invierno del 2021, con los registros de los otros años. Una posible explicación para esta anomalía en los registros de temperatura es que la gran cantidad de algas verdes filamentosas (identificadas como *Chaetomorpha linum*) que existió durante ese año, podría haber disminuido la velocidad de corriente lo que limitó el recambio de agua con una menor temperatura proveniente del mar o del río. Esta agua habría elevado su temperatura, producto del calor proveniente del sol y del generado por la descomposición de las algas que no pudieron realizar sus procesos biológicos (ej. fotosíntesis).

Durante el periodo 2013 al 2022 en el Río Maullín (TABLA 1.14) la menor temperatura fue de 6°C en otoño del 2017 y la mayor fue de 25°C en verano del 2022, lo cual implica un amplio rango de temperatura que no todas las especies de algas pueden tolerar. Al analizarlas estacionalmente, estos rangos de temperaturas son mayores en la estación de verano (10°C promedio) y menor en invierno (5°C promedio). Mientras que en los valores promedio de temperatura, entre verano e invierno (17,7°C y 11,9°C, respectivamente) sólo se observó una diferencia de 5,8°C.

TABLA 1.14. Registros de temperatura (°C) estacional promedio, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano		19,5		19,5 (12 - 23,5)	17,0 (13,2- 23,7)	16,8 (11,13- 21,0)	17,0 (11,4- 21,6)	17,1 (11,4- 21,8)	17,2 (11,5 - 21)	17,6 (11,1 - 25)
Otoño					13,8 (6,0 - 16,0)	13,7 (8,0 - 12,3)	12,3 (10,9- 14,9)	13,8 (11 - 17,6)	12,83 (11,5 - 23)	14,5 (8,3 - 17,3)
Invierno	10,8			12,64 (12,23 - 13)	11,0 (7,0 - 14,8)	10,6 (8,0 -13,2)			14,23 (11 - 18)	
Primavera			15 (10,0 - 22,5)		14,2 (12,1- 17,9)	15,6 (8,4 - 20,5)	18,66 (12,9 - 20,1)	14,1 (10,8 - 18,3)	17,8 (10,6 - 18,8)	

En el Río Pudeto (ver TABLA 1.15) existe un menor número de registros de temperatura, los que en su mayoría corresponden a muestreos en cierto número de estaciones mensual o estacionalmente. Esto tiene una gran diferencia con los estadígrafos del Río Maullín, en que del 2015 al 2022, se obtuvieron estadígrafos desde bases de datos generadas por el uso de termistores, los que entregan el promedio de la temperatura cada 1 hora.

La información recopilada desde diferentes fuentes (GHD, 2013; IFOP, 2016, 2017, 2018, 2022; UNAP, 2019) permiten conocer estacionalmente como varía este parámetro en el Río Pudeto, en especial en los años 2017 y 2018. Podemos ver que, durante el verano del 2017, la temperatura fue particularmente alta, alcanzando el máximo de 25,5°C. Al comparar la temperatura promedio del Río Pudeto con la obtenida en el Río Maullín durante esta estación, se aprecia que es 5,5°C mayor, pero sólo hay 1,8°C de diferencia entre las máximas de ambas localidades durante ese periodo. En general, las temperaturas promedio del Río Pudeto de otoño e invierno fueron 11,9°C y 8,9°C, respectivamente, las cuales son menores que las registradas en el Río Maullín. En tanto que la primavera, en promedio tiene una temperatura de 15,2°C, estando levemente por encima del promedio de temperaturas del Río Maullín.

El mayor rango de temperaturas reportadas fue de 13,2°C se registró en el verano de 2017 y la mínima de 2°C, lo que corresponde a la diferencia de temperatura entre estaciones en el muestreo realizado en un día. Por último, la mínima fue en invierno del 2017 donde el termistor registró 1°C.

TABLA 1.15. Registros de temperatura (°C) estacional promedio, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.

Estación	Año										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Verano				16,26 (12,5-21)	21,22 (12,3-25,5)	15,9 (12,6-20,3)					17,5 (14,5-21,2)
Otoño					11,5 (4,5 - 15,0)	10,6 (9,5 - 11,5)					13,5 (9,3 - 17,1)
Invierno					8,0 (1,0 - 11,0)	9,7 (8,1 - 10,3)					
Primavera	(16,4-21,4)		14,13 (11,0-1,0)		14,5 (9,0 - 19,0)	14,4 (12,7-19,5)				17,9 (16,2-20,0)	

Finalmente, en el Río San Pedro Nolasco (TABLA 1.16) existe registro de temperatura de un termistor instalado en primavera 2015, el cual registró datos hasta el verano del siguiente año (IFOP, 2016). Y de muestreos puntuales a finales del 2021 y durante el año 2022.

Al comparar las temperaturas promedio de este río con los ríos Maullín y Pudeto, podemos ver que las temperaturas son en general mayores, con excepción de la temperatura de primavera 2015. Sin embargo, hay que considerar que en los otros ríos durante el 2021 y 2022 el estadígrafo considera un mayor número de datos, pues corresponde al registro de termistores.

TABLA 1.16. Registros de temperatura (°C) estacional promedio, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.

Estación	Año										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Verano				17,5 (9,0 - 24,0)							19,9 (17,5-21,9)
Otoño											14,9 (14,5-15,2)
Invierno											
Primavera			15,5 (9,0 - 23,5)							18,4 (17,1-18,9)	

2. Oxígeno disuelto.

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

Los niveles de oxígeno disuelto reflejan si el agua como medio presenta condiciones favorables para la vida. En la guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas, se establece como aguas de buena calidad las que tengan una concentración de oxígeno disuelto > 7.5 mg/L (CONAMA, 2017). Este parámetro como indicador cobra vital importancia en aquellos lugares que albergan actividades productivas (IFOP, 2021).

Los datos recopilados provienen de muestreos puntuales de cierto número de estaciones, efectuados en las localidades en estudio. En el río Maullín, los registros se concentran desde 2018 en adelante (UNAP 2019; IFOP, 2020, 2021, 2022) y pocos registros durante el periodo 2013 al 2017 (ECCOPRIME, 2014; IFOP, 2015, 2016; UNAP, 2019).

La concentración de oxígeno disuelto en el Río Maullín (TABLA 1.17) corresponde a agua de buena calidad, según la norma secundaria antes citada, aunque en la estación de otoño del 2018 el valor mínimo registrado se encuentra ligeramente bajo el límite de 7,5 mg/L. La concentración más alta de oxígeno disuelto se observó en primavera del año 2018 con 15,2 mg/L, seguido por verano 2021 y 2022, ambos con 13,2 mg/L. En cuanto a los valores promedio estacionalmente no presentan variaciones importantes, pero se observa una tendencia al incremento anual. De todas formas, se requiere una mayor cantidad de datos para confirmar esta tendencia.

TABLA 1.17. Concentración de oxígeno disuelto (mg/L) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano		8,4		8,4 (7,7 - 10,5)		9,5 (7,7 - 12,4)	8,9 (8,1 - 9,7)	9,2 (8,4 - 10,4)	10,8 (8,8 - 13,2)	9,3 (7,9 - 13,2)
Otoño						8,6 (7,3 - 10,2)	10,4 (9,7 - 11,4)	9,6 (9,1 - 10,5)	9,5 (8,8 - 10,4)	10 (9,3 - 10,5)
Invierno	10,1					9,1 (8,7- 10,8)				
Primavera			9,2 (7,5 - 10,4)		8,1 (7,5- 15,2)	8,7 (8,2 - 13,5)	10,1 (9,3 - 11,4)	10,4 (9,4 - 12,0)	9,9 (8,8 - 12,4)	

En el Río Pudeto (TABLA 1.18) existe una menor cantidad de registros de este parámetro, con lo cual sólo se puede apreciar que casi todos los valores mínimos registrados están por sobre la norma secundaria sobre calidad de aguas (CONAMA, 2017). El valor máximo de este parámetro se midió

en primavera de 2021 y el mínimo en verano del 2018. En este río también se observa que los registros medidos en los últimos años son mayores que los medidos del 2018 hacia atrás.

TABLA 1.18. Concentración de oxígeno disuelto (mg/L) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.

Estación	Año										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Verano	(7,6-8,5)			8,6 (8,3 - 9,9)		8,8 (7,2 - 12,7)					10,1 (8,1 - 12,2)
Otoño						8,5 (7,8 - 9,6)					9,1 (8,1 - 10,8)
Invierno						8,7 (8,2 - 10,6)					
Primavera			8,9 (8,7 - 9,1)		9,0 (8,1 - 10,5)					11,3 (10,1-13,6)	

En el Río San Pedro Nolasco (TABLA 1.19) sólo se ha medido la concentración de oxígeno disuelto en una campaña de monitoreo (IFOP, 2022). Al comparar los registros de los ríos Maullín y Pudeto se observa que son menores, lo cual indicaría que estas aguas son de menor calidad. Al respecto, existe de parte de los algueros del río San Pedro Nolasco una preocupación por el efecto que estaría teniendo la descarga de aguas contaminadas al río, por parte de la planta de tratamiento de aguas domiciliarias de Carelmapu. Esto debido a que han visto a las algas perder pigmentación, necrosis apical, lo cual genera una disminución de la productividad del sector.

TABLA 1.19. Concentración de oxígeno disuelto (mg/L) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.

Estación	Año										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Verano											8,0 (7,2 - 8,7)
Otoño											9,5 (9,3 - 9,7)
Invierno											
Primavera									8,9 (8,5 - 9,5)		

3. Salinidad

La salinidad en los sistemas estuarinos varía en relación con los regímenes de marea y la pluviosidad (Telesh & Khlebovich, 2010). Por otra parte, también es relevante el punto en el cual se toma la muestra, pues puntos tomados río arriba, tienen una mayor influencia del río, por ende, una menor salinidad. Por el contrario, los puntos tomados río abajo, tendrán una mayor influencia marina, por lo que tendrán una mayor salinidad.

En el caso del Río Maullín (TABLA 1.20), la salinidad es medida en una zona con influencia mayoritariamente marina. Los datos proceden de registros puntuales de una serie de estaciones (IFOP, 2016, 2019, 2020, 2021, 2022; UNAP, 2019) realizados entre los años 2015 y 2022. La salinidad estacional entre el año 2019 y el año 2022, posiblemente corresponde a un error en la lectura de la muestra, ya sea que el equipo no estaba calibrado, o que siempre se tomó en ciclo mareal llenante y superficial. Aunque probablemente sea el primero, debido a que hay salinidades tan bajas no crecen algas marinas y que los 2 ríos tienen registros igualmente bajos. Cabe señalar que los datos entre el año 2019 y 2022 provienen de la misma fuente.

La salinidad estacional que presenta el mayor rango es verano 2018, el cual es 33,2 PSU. Si bien es cierto el pelillo tiene una alta tolerancia a los cambios de salinidad y temperatura, los observados en esta estación sobrepasan dicho rango.

TABLA 1.20. Salinidad (PSU) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano				27 (17,2 - 32,7)		25,7 (0,2 - 33,2)	2,9 (2,1 - 4)	3,1 (2,9 - 4,0)	3,6 (2,9 - 4,0)	3,6 (2,2 - 4,0)
Otoño						23,7 (11,8 - 28,6)		2,6 (1,0 - 3,6)	3,3 (2,6 - 3,8)	3,3 (2,7 - 4,0)
Invierno						14,1 (1,6 - 28,4)				
Primavera			27,3 (11,9 - 31,9)		27 (18 - 31)	19,4 (6,8 - 30,0)	2,2 (2,1 - 3,2)	3,1 (3,1 4,0)	3 (2,4 - 3,4)	

En el Río Pudeto cuenta con pocos registros de salinidad (TABLA 1.21), al igual que el Río San Pedro Nolasco (TABLA 1.22). El año 2018 es el único año en que se cuenta con los estadígrafos para las 4 estaciones del año, donde se puede apreciar que la salinidad promedio es mayor en la estación donde se registran menos lluvias (verano). Mientras que en las otras estaciones de ese mismo año

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

la salinidad promedio varía poco. En la última década, en 5 años se tuvieron datos de sólo una estación y sólo el 2022 tiene 2 estaciones donde se muestreo la salinidad.

TABLA 1.21. Salinidad (PSU) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano	(28 - 34,1)			31,9 (30,1-33,2)		27,4 (0 - 31,4)				3,8 (3,2-4,2)
Otoño						20,8 (8,0-29,9)				3,5 (1,1 - 4,8)
Invierno						22,8 (3,8-29,9)				
Primavera			31,4 (31,1-31,8)		30,2 (26-31,2)	21,2 (1,9-30,1)			3,8 (3,0 - 4,1)	

TABLA 1.22. Salinidad (PSU) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano										3,5 (2,0 - 4,0)
Otoño										3,8 (3,8 - 3,9)
Invierno										
Primavera									3,3 (3,0 - 3,6)	

4. pH

El pH es uno de los indicadores que dan cuenta si el agua como medio presenta condiciones favorables para la vida. En la guía para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas, se establece como aguas de buena calidad las que tengan un pH entre 6,5 y 9,5 (CONAMA, 2017).

Los datos recopilados provienen de muestreos puntuales de cierto número de estaciones, efectuados en las localidades de los 3 ríos en estudio. En la zona del Río Maullín (TABLA 1.23), se han realizado con mayor regularidad mediciones desde 2018 a la fecha (UNAP 2019; IFOP, 2020, 2021, 2022), siendo los registros anteriores más bien aislados (ECCOPRIME, 2014; IFOP, 2015, 2016; UNAP, 2019).

El pH en el Río Maullín corresponde a agua de buena calidad, según la norma secundaria antes citada, sin sobrepasar los límites los registros mínimos y máximos en ninguna estación. En general el pH se encuentra en torno a 7,9, aunque en el registro realizado en el 2013 fue de 6,9 (ECCOPRIME, 2014). El valor más alto de pH se midió en primavera de 2019, el cual fue de 8,4.

TABLA 1.23. pH promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano		7,7					8,1 (8-8,3)	8,1 (8,1 - 8,2)	8,2 (8,1-8,2)	8 (7,9 - 8,2)
Otoño						8,0 (7,8 - 8,1)		8,0 (7,86 - 8,2)	8,1 (7,9 - 8,2)	8,0 (7,7 - 8,3)
Invierno	6,9					7,3 (7,0 - 7,7)				
Primavera					8,0 (8,0 - 8,1)	7,6 (7,1-7,8)	8,2 (7,9 - 8,4)	8,2 (8,1 - 8,3)	8,2 (8,1 - 8,2)	

En el Río Pudeto, existe una menor cantidad de registros de este parámetro (GHD, 2014; IFOP, 2017, 2022; UNAP, 2019), con lo cual sólo se puede apreciar que casi todos los valores mínimos registrados están por sobre la norma secundaria sobre calidad de aguas (CONAMA, 2017). El valor máximo de este parámetro se midió en otoño de 2022, el cual está próximo a cambiar de categoría a condición regular en cuanto a la clasificación sobre calidad de agua (CONAMA, 2017). Mientras que el valor más bajo se observó en invierno del 2018 (TABLA 1.24).

TABLA 1.24. pH promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano	(8,2-8,4)				7,5 (7,2 - 7,7)					8,1 (7,7 - 8,3)
Otoño						8,0 (7,8 - 8,1)				7,9 (7,3 - 9,3)
Invierno						7,3 (7 - 7,7)				
Primavera					8,0 (8 - 8,1)	7,6 (7,1 - 7,8)			8,3 (8,2 - 8,4)	

En el Río San Pedro Nolasco sólo se ha medido el pH en una campaña de monitoreo (IFOP, 2022). Al comparar los valores con los de los otros 2 ríos, para este río, se encuentra en una situación promedio, y manteniéndose en todas sus mediciones en la categoría de aguas de buena calidad (TABLA 1.25).

TABLA 1.25. pH promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano										7,9 (7,7 - 8)
Otoño										7,9 (7,8 - 8)
Invierno										
Primavera									8,1 (8 - 8,1)	

5. Luz

Los registros de luminosidad se han medido desde el 2018 a la fecha en el Río Maullín, siendo aún más resientes en los ríos Pudeto y San Pedro Nolasco. Este parámetro está directamente relacionado con las condiciones ambientales, siendo los más relevantes al momento de la lectura la hora, el nivel de nubosidad, la estación del año, oleaje y la turbidez del agua. Por tanto, las condiciones óptimas pueden generarse más probablemente en primavera y verano, donde el fotoperiodo es de día largo (16:8 D:O). Otro factor que se da durante la época de otoño e invierno son crecidas eventuales (avenida) por aumento en el caudal producto de aporte de las lluvias. Esta agua se caracteriza por tener una coloración rojiza a oscuro, debido al arrastre de sedimento río abajo. Esta puede ser la explicación de los registros tan bajos en otoño e invierno del 2018. A parte

de esto, existen pocos registros en los 3 ríos como para realizar una caracterización particular de cada zona o de alguna estación (TABLAS 1.26, 1.27 y 1.28).

TABLA 1.26. Radiación lumínica ($\mu\text{mol m}^{-1}\text{s}^{-1}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano							116,9 (46,5 - 236,1)	258,5 (86,8 - 444,8)	503,2 (120,8 - 764,8)	93,9 (15 - 358,9)
Otoño						5,4 (0,2 - 15,0)		419,4 (16,6 - 792,3)	39,7 (8,6 - 112,8)	61 (5,6 - 246,4)
Invierno						3,9 (0,0 - 24,8)				
Primavera							284,8 (78,0 - 531,6)	262,2 (0,8 - 1.264,9)	137,9 (0 - 320,3)	

TABLA 1.27. Radiación lumínica ($\mu\text{mol m}^{-1}\text{s}^{-1}$) estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano										227,4 (8,6 - 1070)
Otoño										75,3 (5,1 - 397,2)
Invierno										
Primavera									309,3 (12,9 - 1018,7)	

TABLA 1.28. Radiación lumínica ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), máximo y mínimo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano										161,1 (4,5 - 659,3)
Otoño										158,8 (131,8 - 212,9)
Invierno										
Primavera									176,3 (57,9 - 333,8)	

6. Nutrientes

6.1 Nitrato

Un factor limitante para el crecimiento de las algas son los nutrientes (Santelices & Varela, 1993), cabe destacar que los nutrientes tienen un origen con un fuerte componente antrópico, debido a que existe una fuerte correlación entre las cargas de nitrógeno y fosfatos total en los ríos con el uso de la tierra, y especialmente con las prácticas agrícolas, siendo los ríos quienes los transportan como materia soluble y particulada que provienen de los lixiviados y escorrentías de la cuenca que drenan (Moreau *et al.*, 1998).

En el río Maullín la concentración de nitrato está ampliamente descrita en época de verano, teniendo registros que varían entre estaciones. Se observan concentraciones de nitrato en todos los estudios por sobre el límite de detección desde el año 2015, a excepción del verano 2014 y primavera 2017. Es decir, en el cuerpo de agua hay nitrato disponible lo que podría deberse al aporte de efluentes urbanos, actividades agrícolas entre otras actividades del entorno que ocurren a lo largo del río. Pickering *et al.*, (1993) citado en IFOP 2017 menciona la importancia que tienen los nutrientes para el crecimiento de cultivos indoor de *G. chilensis* y de sus epifitos, siendo la frecuencia en los pulsos de nutrientes más significativa que los pulsos de concentración.

En el Río Maullín (TABLA 1.29) se puede observar que, durante la época de primavera y verano, la concentración de nitrato es generalmente baja. Esto se debe a que, durante ese periodo, existe una alta productividad de los productores primarios, quienes por lo general se encuentran limitados en su crecimiento por el nitrato y fosfato disponible. Se observan también valores altos como 2,440 $\mu\text{g/L}$ y tan bajos como 0 $\mu\text{g/L}$, ambos durante la estación de verano en diferentes años. Es muy

probable que los altos valores de nitrato en algunas estaciones provengan de la actividad antropogénica, como ganadería, deforestación, industrialización y urbanización de las zonas costeras (Kraemer *et al.*, 2001).

TABLA 1.29. Nitrato (µg/L) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano		<5.0		465,7 (23 – 2.440,0)	28,7 (1,4 - 49,0)	3,0 (1,7 – 5,1)		11,0 (0,0 - 47,8)	36,3 (1,6 - 110,6)	9,4 (2,9 - 17,9)
Otoño				194,0 (70,0 - 420,0)		867,0 (630,0 - 1.100,0)		27,2 (13,2 - 69,3)	52,4 (39,9 - 104,6)	18,5 (9,0 - 23,3)
Invierno	167,3 (153 – 183)					1.191,0 (1.040,0 - 1.350,0)				
Primavera			326,7 (151,0 - 420,0)		<200	19,8 (2,2 – 59)	6,4 (2,9 - 9,8)	8,6 (2,2 - 28,7)	11,0 (8,5 - 12,8)	

El Río Pudeto (TABLA 1.30) existen dos periodos en que se han realizado levantamiento de información de este parámetro, el primero comprendido entre el 2015 y 2018 (IFOP 2016, 2017; UNAP 2019) y el segundo en primera 2021 a otoño 2022 (IFOP, 2022). Se observa que las concentraciones de nitrato durante el primer período son mayores. No hay homogeneidad en la metodología de determinación de la concentración del nutriente, esto se ve en que en primavera 2017 el nivel mínimo de detección fue 200 veces mayor que la menor concentración determinada (otoño 2018).

TABLA 1.30. Nitrato ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.

Estación	Año										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Verano				869,7 (236,0 - 1.700,0)	82,8 (42,4 - 120,4)	284,8 (23 - 900)					13,1 (2,7 - 26,2)
Otoño				206,7 (150,0 - 320,0)		1,12 (0,9 - 1,46)					35,1 (24,4 - 52,8)
Invierno						1.303 (857 - 1.520)					
Primavera			472,8 (187,0 - 900,0)		<200					12,2 (11,3 - 13,2)	

El Río San Pedro Nolasco sólo presenta datos de concentración de nitrato en la temporada primavera 2021 a otoño 2022 (IFOP, 2022). Estos valores se encuentran en el rango de las concentraciones determinadas para los otros dos ríos en el mismo periodo (TABLA 1.31).

TABLA 1.31. Nitrato ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río San Pedro Nolasco.

Estación	Año										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Verano											7,3 (4,1 - 11,9)
Otoño											26,1 (24,1 - 29,2)
Invierno											
Primavera										9,3 (7,7 - 12,3)	

6.2 Nitrito

Determinaciones de nitrito han sido realizadas desde el 2003 en el Río Maullín, lo cual sólo entregó resultados positivos en el año 2014 y 2015 (Cade-idepe, 2004, ECCOPRIME, 2014; Intemit, 2015; IFOP, 2016; UNAP, 2019). Esto debido a que las técnicas analíticas empleadas, tienen un rango de detección por sobre la concentración de las muestras. El detalle de los informes de laboratorio no especifica exactamente cuál es la concentración, solo hacen mención que son menores del límite de detección ($23\mu\text{g/L}$). Sin embargo, en el año 2014 se determinaron valores mínimos de $4,17\mu\text{g/L}$ y

máximo de 77,83 $\mu\text{g/L}$ a lo largo de la ribera para verano y en invierno valores mínimos de 5,8 $\mu\text{g/L}$ y máximo de 14,5 $\mu\text{g/L}$. En el año 2015 se determinó en el Río Maullín que la concentración de nitrito entre 200-280 $\mu\text{g/L}$ en primavera y verano (Intemit, 2015). Mientras que en el Río Pudeto, todos los resultados de los análisis han estado por debajo del nivel de detección de la técnica (UNAP, 2019). En general, existe poca información que permita caracterizar algún sector o estación, con respecto a este parámetro.

6.3 Nitrógeno Amoniacal

Una situación similar a la descrita para el nitrito, donde 4 de las 9 mediciones que se han hecho en el río Maullín (TABLA 1.32) han resultado ser menor a la concentración de detección de la técnica. Entre primavera 2015 y otoño del 2016 reporta concentraciones de amonio que variaron entre 100 y 155 $\mu\text{g/L}$ para el río Maullín y para el río Pudeto estuvo entre 100 y 140 $\mu\text{g/L}$, durante el mismo periodo. Al contrastar las concentraciones de ambas localidades, se puede ver que el Río Pudeto (TABLA 1.33), presenta una concentración menor que la del Río Maullín durante el año 2018 y muy similar durante el año 2016.

En general, es una data pobre que no permite realizar observaciones para caracterizar algún sector o estación, con respecto a este parámetro.

TABLA 1.32. Nitrógeno amoniacal ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano		<10		106,2 (100 - 115)		<30				
Otoño				102,0 (100 - 105)		74,0 (40 - 320)				
Invierno	<10					80,5 (35 - 120)				
Primavera			117,0 (100 - 155)		<20					

TABLA 1.33. Nitrógeno amoniacal ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano				104,2 (100 - 110)		38,7 (28 - 70)				
Otoño				102,0 (100 - 106)		157 (30 - 710)				
Invierno						44 (30 - 130)				
Primavera			117,6 (100 - 140)			23 (20 - 30)				

6.4 Fosfato

En el Río Maullín se han realizado determinaciones del fosfato entre los años 2015-2022 (IFOP 2016, 2020, 2021, 2022; UNAP, 2019), entre los cuales hay muestreos en que la concentración de fosfato está bajo el nivel de detección. Esto se observó en muestreos en el año 2015, 2016, y 2018. También se observa que hay diferentes concentraciones mínimas de detección, lo cual da cuenta que se usaron diferentes metodologías para la determinación. Desde el 2018 en adelante, para ambos ríos la concentración de fosfato se ha mantenido dentro de un rango estable en el tiempo (TABLA 1.34 y 1.35).

Silva (2006) indica que, en aguas superficiales de canales y fiordos australes, los valores de fosfato oscilan en bajas concentraciones entre 0 - 81,0 $\mu\text{g/L}$, y que en estos ambientes la disponibilidad de

este nutriente se debe al ingreso de agua de mar y también a la re-mineralización de la materia orgánica disponible.

TABLA 1.34. Fosfato ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Maullín.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano				244 (<200- 300)	13,6 (7,1 - 16)	<10		20,9 (9,9 - 41,2)	20,1 (3,2 - 35,1)	25,79 (7,2 - 43,0)
Otoño				<200		<10		6,7 (3,3 - 9,7)	23,3 (13,1- 42,5)	27,68 (12,3- 36,2)
Invierno						<10				
Primavera			<200		69,4 (58,1- 98,9)	<10	21,2 (11,2- 30,8)	16,7 (4,7 - 38,3)	20,02 (12,3 - 27,6)	

TABLA 1.35. Fosfato ($\mu\text{g/L}$) promedio estacional, mínimo y máximo entre paréntesis en el Río Pudeto.

Estación	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Verano				500 (<200- 1500)	15,0 (6,8 - 22,8)	<10				25,8 (10,6- 41,3)
Otoño				<200		<10				37,7 (17,5- 48,1)
Invierno						<10				
Primavera			<200		94,8 (71,7- 140)				17,0 (8,9 - 26,0)	

7. Agentes antrópicos

Se han realizado determinaciones de la contaminación de origen antrópico durante el año 2017 y 2018 en los Ríos Maullín y Pudeto, se consideraron a los coliformes totales, hidrocarburos, detergentes, aceites y grasas (Cade-Idepe, 2004; ECCOPRIME, 2014; UNAP, 2019). No hay registros de estos parámetros para el Río San Pedro Nolasco.

Los hidrocarburos, aceites y grasas se encontraban bajo el límite de detección del laboratorio para el Río Maullín y el Río Pudeto.

Los coliformes totales presentaron variaciones estacionales y entre puntos de muestreo a lo largo del río, a excepción de verano en que la concentración de coliformes totales está por debajo del límite de detección.

En primavera del 2004, se determinó una concentración de 300 NMP/100mL de coliformes totales en el Río Chuyaquen (Cade-Idepe, 2004). Mientras que, en esa misma estación en el año 2018, la concentración de este parámetro en las estaciones a lo largo del Río Maullín, estuvieron entre 130 NMP/100mL y 1850 NMP/100mL en la estación más próxima a la desembocadura (UNAP, 2019). En este mismo informe se determinó que durante el 2018 las concentraciones de Coliformes totales en invierno son 5 fueron superiores a la de otoño.

En cuanto a la concentración de SAAM en todas las estaciones del año 2018 están sobre el límite de detección (0.04 mg/L). En el Río Pudeto se registraron las mayores concentraciones en la estación más próxima al mar y en el sector donde están emplazados los cultivos. Estos resultados indican la presencia de detergentes en el caudal del río.

La concentración de coliformes totales determinados en el Río Pudeto de primavera es baja, al compararla con los resultados de otoño e invierno, de 27 NMP/100 mL hasta 500 NMP /100mL y 70 NMP hasta 790 NMP/100mL, respectivamente. En verano la concentración de coliformes totales se encuentra bajo el límite de detección.

Los ríos Maullín y Pudeto presentan comportamientos similares en cuanto a los coliformes totales.

Posibles factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones y de las varazones de las macroalgas evaluadas.

Las floraciones de macroalgas verdes están ocurriendo con mayor frecuencia en muchas regiones del mundo (incluidas Europa, América, Australia y Asia) y se considera como un síntoma de eutrofización costera (Gubelit 2022; Valiela *et al.*, 1997; Cloern, 2001). Recientemente, Gubelit (2022) hace una revisión de los estudios científicos relacionado a las proliferaciones de algas verdes y factores que intervienen en esta problemática, detectando que el número de estudio publicados han aumentado desde la década del 2000 (Figura 1.17 A), junto con un aumento en el número de artículos, se evidencia cambios en el liderazgo entre los países que han realizado estudio sobre esta problemática, entre el periodo 1978 al 2010 Estados Unidos y Reino Unido encabezaban los índices de publicaciones, sin embargo, desde 2011 a 2022, China tomó una posición muy importante (Figura 1.17 B).

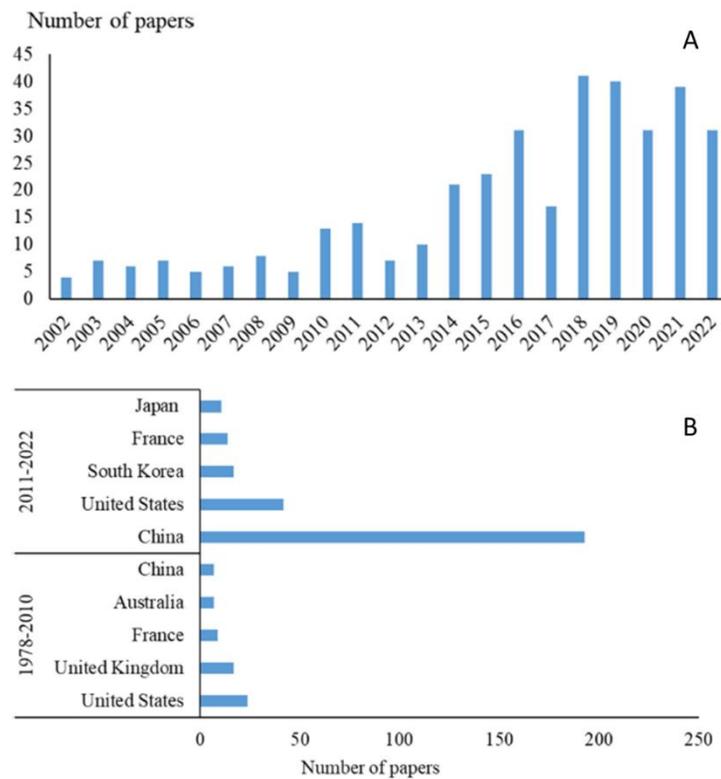


Figura 1.17. **A.** Número de estudios publicados sobre blooms de algas verdes durante los últimos 20 años. **B.** Países con un alto número de publicaciones sobre blooms de algas verdes, en dos periodos de tiempo (Fuente: Gubelit 2022).

Las proliferaciones de macroalgas filamentosas de rápido crecimiento en la zona costera somera hoy en día ya es un fenómeno común y observado en todo el mundo (McGlathery *et al.*, 2007). La literatura en su mayoría asocia este fenómeno a un proceso de eutrofización de la columna de agua (Nixon, 1995; CAI *et al.*, 2011), causando una alteración en la condición natural del cuerpo de agua, ocasionando un incremento de las concentraciones de clorofila a, florecimiento de algas tóxicas y nocivas, alta biomasa de macroalgas (verdes filamentosas y algas rojas), hipoxia, reducción de la transparencia del agua, muerte de peces, pérdida de hábitat (Justic, 2005; Rabiláis et al, 2009; Moreno *et al.*, 2010; Herrera *et al.*, 2011). Si bien existen muchas estrategias de gestión para mitigar las consecuencias de la eutrofización, la recuperación es costosa y tarda mucho tiempo, es por esto que la prevención de la carga de nutrientes es la clave para evitar la pérdida de los servicios ecosistémicos que generan el proceso de la eutrofización (Wikinson, 2017). Los blooms de macroalgas verdes puede afectar la productividad de otras especies de alto interés económico que son cultivadas o recolectadas en las áreas donde aparecen las proliferaciones de algas verdes

epifitas, lo que genera impacto y consecuencias socioeconómicas importantes para las comunidades humanas asociadas al sector pesquero artesanal local y regional.

Por lo general, las proliferaciones de algas verdes se caracterizan por la obstrucción o deposición local en canales, ríos, desembocaduras y áreas estuarinas. También en el área inmediata de la proliferación puede ser destructivo para la biota que coexisten en diferentes niveles tróficos. En esta línea, las proliferaciones de algas epífitas pueden formar capas de algas sueltas o acumularse en las playas, lo que representa una grave amenaza tanto para la biodiversidad como para la recreación en las áreas costeras (Norkko *et al.*, 2000; Vahteri *et al.*, 2000; Berglund *et al.*, 2003). Durante el proceso de descomposición de las algas, se puede inducir una deficiencia temporal de oxígeno en los hábitats. Esto podría desestabilizar las fluctuaciones naturales de la biomasa del zoobentos, facilitando la mortalidad y la migración mar adentro de los animales (Norkko y Bonsdorff, 1996; Lehvo y Bäck, 2001; Berezina *et al.*, 2007).

En general los estudios relacionan la ocurrencia de estos eventos con una serie de procesos complejos multifactoriales (antropogénico y naturales) y los científicos coinciden en que varios factores influyen en el ambiente para que las proliferaciones de algas verdes se hagan presente (Leal *et al.*, 2020, Aroca *et al.*, 2020; Cooke *et al.*, 2015; Menéndez *et al.*, 2002; Bischof *et al.*, 2006; Cao *et al.*, 2019; Gao *et al.*, 2018). La entrada de nitrógeno antropogénico se asocia directamente al efecto la eutrofización, en particular a la rápida industrialización/urbanización, emisarios de planta, agricultura, ganadería y deforestación (Figura 1.18) en las zonas costeras, las cuales han provocado un aumento niveles de nitrato (nitrito) y una disminución del amonio (amoníaco). Varios estudios recomiendan controlar la descarga de nutrientes orgánicos, como alimentos no utilizados y excrementos orgánicos a ríos, ya que puede reducir la ocurrencia anual de proliferaciones de macroalgas y es sugerida como una medida de mitigación.

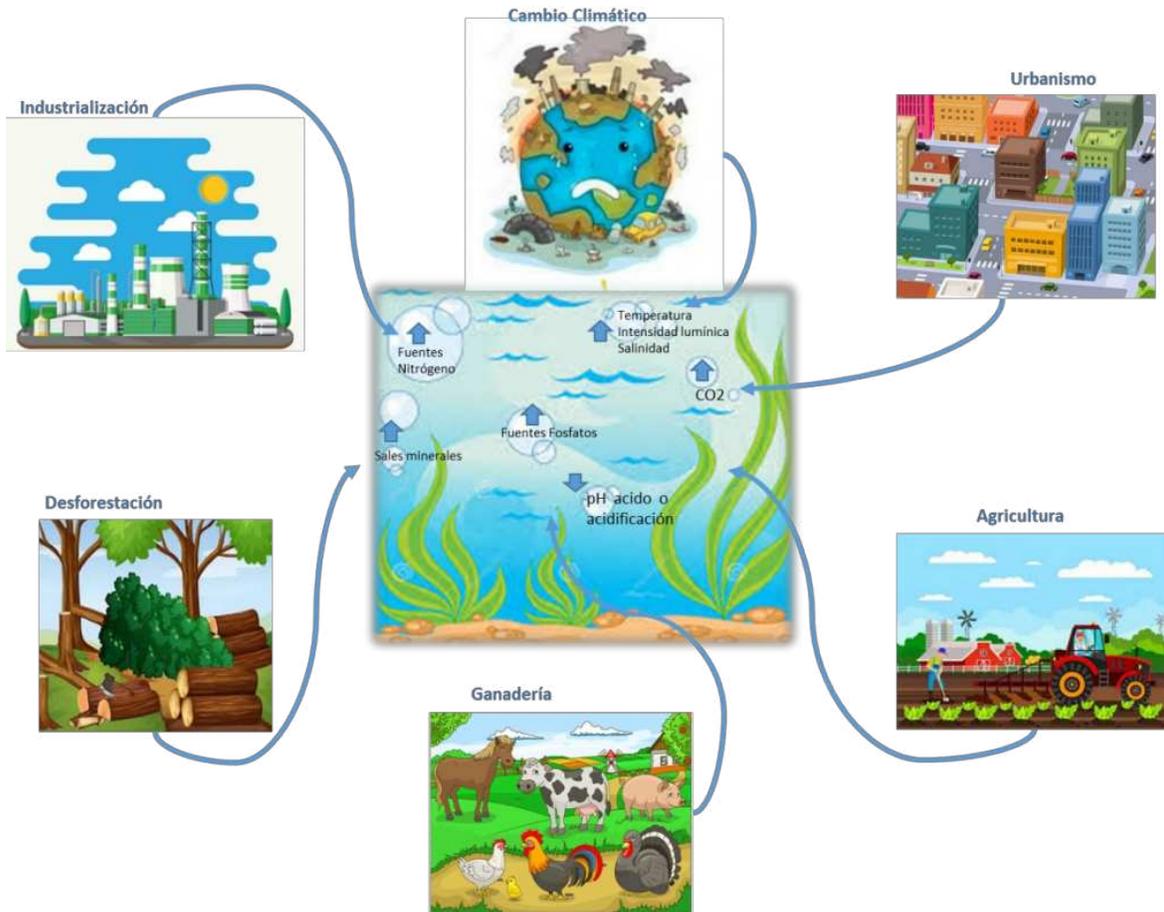


Figura 1.18. Esquema de factores antrópicos que estarían incidiendo en las proliferaciones de algas verdes epifitas. Se sugiere que la proliferación de algas epifitas verdes más severas, se produce cuando la eutrofización no se puede controlar de manera efectiva (Fuente: Gao *et al.*, 2016).

Por otra parte, también se está evaluando los impactos del cambio climático, sobre varios factores abióticos como la salinidad, la temperatura y el pH. La acidificación y el CO₂ atmosférico elevado aumentan las concentraciones de carbono inorgánico disuelto (DIC) y cambian las abundancias relativas de los componentes de DIC (Takolander *et al.*, 2017). La acidificación del océano está fuertemente ligada a las emisiones de nutrientes y si la eutrofización continúa, puede resultar en períodos frecuentes de pH bajo (e.g., ácido) en la columna de agua (Omstedt *et al.*, 2010, 2012). Por lo tanto, los efectos combinados del cambio climático y antropogénicos generarían un aumento de nutrientes, es decir, producción primaria elevada y aumento en la abundancia y frecuencia de algas verdes filamentosas.

Factores abióticos que inciden sobre la abundancia, crecimiento y reproducción de algas verdes epifitas

Para determinar los posibles factores que inciden en las proliferaciones y varazones de algas, se realizó una revisión bibliográfica a nivel nacional e internacional de cada una de las algas verdes epífitas filamentosas tipo *Rhizoclonium spp.*, que incluye las especies del orden Cladophorales: *Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchingeri*, *Rhizoclonium spp.*; así como la especie del orden Ulvales. Las fuentes de información utilizadas corresponden a revistas científicas WOS (ISI), Scopus y Scielo, así como información contenida en portales institucionales considerados con fuentes oficiales de proyectos ejecutados por instituciones públicas (SUBPESCA) y privadas (Universidades, Consultoras, IFOP, entre otros). Para la obtención de la información se realizó una serie de combinaciones de palabras claves de búsqueda fueron: *Rhizoclonium sp*, *Chaetomorpha linum*, *Ulva compressa*, *Cladophora ruchingeri*, proliferaciones algales verdes, blooms de algas verdes, eutrofización, algas oportunistas, impacto ambientales de algas verdes, rangos de tolerancias de macroalgas verdes, asimilación de nutrientes (nitrógeno, nitrato, fósforo, amonio), epífitas, limitaciones de nutrientes en proliferaciones de macroalgas verdes, respuesta en el crecimiento de algas verdes, rangos de tolerancia ambiental de macroalgas verdes, entre otros .

Para cada una de las especies en estudio, la información recopilada fue sistematizada, presentada en tablas resúmenes con énfasis en aquellos estudios que han determinado y entregado información sobre indicadores, concentraciones y rangos de algunos factores abióticos o ambientales que pueden ser relevantes para la incidencia de proliferaciones de algas verdes. Las TABLAS 1.36, 1.37, 1.38 y 1.39 entregan información resumida sobre: a) factores abióticos, b) rango o índice de concentración del factor estudiado, c) autores, d) revista o link de publicación del estudio o abstract, e) tipo de estudio (in situ, laboratorio, revisión), f) ciudad y país donde fue realizado el estudio. Por otra parte, es importante mencionar que para poder determinar cuáles son las variables y factores abióticos que inciden en los blooms de algas, más del 70 % de las actividades experimentales se han realizados en condiciones controladas (“laboratorio”), por lo tanto, es la forma más cercana para tener una aproximación en la búsqueda sobre las proliferaciones de algas verdes que ocurren en el ambiente natural.

En general, para la especie *Rhizoclonium sp.* (TABLA 1.36), el 76,4 % de los estudios han estado dirigidos a investigaciones en condiciones controladas (“laboratorio”) y el 29,6% se han realizado en campo (“in situ”). En ambos casos, la intención ha sido investigar distintos factores abióticos y parámetros ambientales, que favorecen las condiciones para que esta especie prolifera rápidamente en la columna de agua. Estos trabajos e investigaciones se han realizado

principalmente en Inglaterra, Estados Unidos y Chile y se relacionan esencialmente a las proliferaciones que han ocurrido en estas latitudes a partir del año 2001 en adelante. Los estudios se han enfocado principalmente en las siguientes variables: Temperatura, Salinidad, Fotoperiodo, Intensidad lumínica, Nitrato, Amonio y Fosfato.

Los estudios han demostrado que *Rhizoclonium* spp. presenta un amplio rango de tolerancia a la temperatura, salinidad, fotoperíodo y concentración de nitratos, los cuales favorecen el éxito reproductivo, aceleración del crecimiento y aumento de ramificaciones. El rango de temperatura óptima oscila entre $> 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la columna de agua. Mientras que a una salinidad alta (> 27 PSU) se alcanzan los mayores crecimientos, pero con escasa formación de ramificaciones. También se demuestra que la intensidad lumínica $> a 80$ y $< a 180\text{ }\mu\text{mol de fotones m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ con días más largos (fotoperiodos 16:8 [L:O]), son más favorables para aumentar la abundancia y crecimiento de esta especie. Los nutrientes más importantes que inciden en la proliferación, liberación y germinación de esporas son el nitrato (NO_3) y el fosfato (PO_4) con concentraciones de $> 14\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ y $100\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$, respectivamente. La concentración de amonio debe estar bajo los $80\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$, por sobre este rango puede inhibir la absorción de los otros nutrientes y por lo tanto, inhibir las ocurrencias de proliferaciones de *Rhizoclonium* spp.

TABLA 1.36. Factores que inciden en la proliferación de la especie *Rhizoclonium spp.* (éxito reproductivo, aceleración del crecimiento y aumento de ramificaciones), experimentos en condiciones controladas e información de estudios in situ, según referencias bibliográficas a nivel nacional e internacional.

Factores abióticos	Índice (Concentración de variable y/o rango)	Especie	Año	Autor	Revista/ DOI/Proyectos de Investigación	Tipo de Estudio (in situ/Laboratorio)	Ciudad, País
Temperatura	>15 °C a 20°C	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> ,	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. and Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	> 16°C a 20 °C	<i>Rhizoclonium sp</i>	2018	Ávila M., et al.,	FIPA 2017-10: Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de <i>Rhizoclonium spp.</i> , y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la región de Los Lagos	In situ	Maullin, Chile
	> 16 °C a 20 °C	<i>Rhizoclonium sp</i>	2020	Aroca, G.E., M.E. Ramírez, H. Robotham, M. Ávila	Aquatic Botany 167 (2020) 103291 https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2020.103291	Laboratorio	Maullin, Chile
Salinidad	27 PSU	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> ,	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	>= 30 PSU	<i>Rhizoclonium sp</i>	2018	Ávila M. et al.,	FIPA 2017-10: Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de <i>Rhizoclonium spp.</i> , y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la región de Los Lagos	In situ	Maullin, Chile
	> 30 PSU	<i>Rhizoclonium sp</i>	2020	Aroca, G.E., M.E. Ramírez, H. Robotham, M. Ávila	Aquatic Botany 167 (2020) 103291 https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2020.103291	Laboratorio	Maullin, Chile
Fotoperiodo	16: 8 (L:O)	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> ,	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	16: 8 (L:O)	<i>Rhizoclonium sp</i>	2018	Ávila M. et al.,	FIPA 2017-10: Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de <i>Rhizoclonium spp.</i> , y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la región de Los Lagos	In situ	Maullin, Chile
	16: 8 (L:O)	<i>Rhizoclonium sp</i>	2020	Aroca, G.E., M.E. Ramírez, H. Robotham, M. Ávila	Aquatic Botany 167 (2020) 103291 https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2020 .	Laboratorio	Maullin, Chile
Intensidad lumínica	88 μmol de fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> ,	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	> 90 y < 180 μmol de fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Rhizoclonium sp</i>	2020	Pablo P. Leal, Johana Ojeda, Carolina Sotomayor, Alejandro H. Buschmann	Journal of Applied Phycology (2020) 32:3219–3232 https://doi.org/10.1007/s10811-020-02153-w	Laboratorio	Región de los Lagos, Chile
Nitrato	100 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> ,	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	> 14 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Rhizoclonium sp</i>	2020	Aroca, G.E., M.E. Ramírez, H. Robotham, M. Ávila	Aquatic Botany 167 (2020) 103291 https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2020.103291	Laboratorio	Maullin, Chile
Amonio	80 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> ,	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	<4 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Rhizoclonium sp</i>	2007	Richard C.Dugdale, Frances P. Wilkerson, Victoria E.Hogue Albert Marchi	Estuarine, Coastal and Shelf Science 73 (2007) 17e29	In situ- Laboratorio	Bahía San Francisco, Estados Unidos
Fosfato	100 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Rhizoclonium tortuosum</i> ,	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra

Para la especie *Chaetomorpha linum* (TABLA 1.37), gran parte de los estudios se han realizado en condiciones controladas (“laboratorio”) con 94,7% y solo un trabajo se ha realizado “in situ” (ver TABLA 1.37). Las proliferaciones más importantes y frecuentes de esta especie han ocurrido en

continente europeo y en Australia, en lugares donde la eutrofización ha jugado un impacto elocuente. Por ello, las investigaciones más importantes se han efectuado en países como: Dinamarca, España, Inglaterra. El rango de temperatura óptimo para posibles proliferaciones de esta especie, oscila entre $> 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $< 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la columna de agua. Mientras que a una salinidad alta ($> 25\text{ PSU}$) se alcanzan los mayores crecimientos. También esta especie es tolerante a altos niveles de luz, incluidos los rayos UVB, con intensidad lumínica > 100 y $> 400\text{ }\mu\text{mol}$ de fotones $\text{m}^{-2}\text{ s}^{-1}$, además, para aumentar su abundancia le favorece días más largos y noches más cortas, es decir fotoperiodos 16:8 (L:O). Los estudios indican que los nutrientes más importantes que inciden en la proliferación de esta especie son el nitrato (NO_3) y el fosfato (PO_4) y se ha observado un aumento de biomasa al cabo de 10 días. Este incremento se acentúan cuando se aumentan las concentraciones de Nitrato y fosfatos Las tasas máximas de crecimiento se registran en concentraciones de nutrientes que oscilan entre $>50\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ a $650\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ para NO_3 ; $>15\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ a $\geq 65\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ para PO_4 ; y entre $\approx 80\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ a $120\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ para Amonio (NH_4), por sobre este rango este último nutriente puede inhibir la absorción de los otros nutrientes y por lo tanto, disminuir las posibilidades de ocurrencias de proliferaciones de *C. linum*.

TABLA 1.37. Factores que inciden en la proliferación de la especie *Chaetomorpha linum* algas epifitas (éxito reproductivo, aceleración del crecimiento y aumento de ramificaciones), experimentos en condiciones controladas e información de in situ, según referencias bibliográficas a nivel nacional e internacional.

Factor Abiótico	Índice (Concentración de variable y/o rango)	Especie	Año	Autor	Revista/ DOI/Proyectos de Investigación	Tipo de Estudio (in situ / Laboratorio)	Ciudad, País
Temperatura	>18°C <20°C	<i>Chaetomorpha linum</i>	1996	Dorte Krause-Jensen, Karen McGlathery, Sarren Rysgaard, Peter Bondo Christensen	MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Vol. 134: 207-216	Laboratorio	Kertinge Nor, Dinamarca
	> 20°C	<i>Chaetomorpha linum</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	> 20°C < 22°C	<i>Chaetomorpha linum</i>	2002	Margarita Menéndez, Jorge Herrera & F.A. Comín	SCI. MAR., 66 (4): 355-364	Laboratorio	Mediterranean coastal lagoon (Tancada, Ebro delta, NE España)
	>= 19 °C	<i>Chaetomorpha linum</i>	2015	Julia Cooke, Robert Lanfear, Alison Downing, Michael R. Gillings, Alistair G.B. Poore, Ian D. Goodwin, Liette S. Waldron, Aaron Phillips, Yola Metti and Matthew W. Bulbert	Botanica Marina 2015; 58(5): 401–407	In situ	Sydney, Australia
Salinidad	27 PSU	<i>Chaetomorpha linum</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
Fotoperiodo	12:12 (L:O)	<i>Chaetomorpha linum</i>	1996	Dorte Krause-Jensen, Karen McGlathery, Sarren Rysgaard, Peter Bondo Christensen	MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Vol. 134: 207-216	Laboratorio	Kertinge Nor, Dinamarca
	16 :8 (L:O)	<i>Chaetomorpha linum</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	15:9 (L:O)	<i>Chaetomorpha linum</i>	2002	Margarita Menéndez, Jorge Herrera & F.A. Comín	SCI. MAR., 66 (4): 355-364	Laboratorio	Mediterranean coastal lagoon (Tancada, Ebro delta, NE España)
Intensidad lumínica	>120 $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$ <380 $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	1996	Dorte Krause-Jensen, Karen McGlathery, Sarren Rysgaard, Peter Bondo Christensen	MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Vol. 134: 207-216	Laboratorio	Kertinge Nor, Dinamarca

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	175 $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	> 400 $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	2002	Margarita Menéndez, Jorge Herrera & F.A. Comín	SCI. MAR., 66 (4): 355-364	Laboratorio	Mediterranean coastal lagoon (Tancada, Ebro delta, NE España)
	175 $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	2006	Kai Bischof, Ralf Rautenberger,, Lena Brey , José Lucas Pérez-Lloréns	MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Vol. 306: 165–175	Laboratorio	Bahía de Cádiz, España
Nitrato (NO₃)	650 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	1996	Dorte Krause-Jensen, Karen McGlathery, Sarren Rysgaard, Peter Bondo Christensen	MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Vol. 134: 207-216	Laboratorio	Kertinge Nor, Dinamarca
	400 mmol m^{-3}	<i>Chaetomorpha linum</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	68 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	2002	Margarita Menéndez, Jorge Herrera & F.A. Comín	SCI. MAR., 66 (4): 355-364	Laboratorio	Mediterranean coastal lagoon (Tancada, Ebro delta, NE España)
Amonio NH₄	= 80 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	<=120 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	2002	Margarita Menéndez, Jorge Herrera & F.A. Comín	SCI. MAR., 66 (4): 355-364	Laboratorio	Mediterranean coastal lagoon (Tancada, Ebro delta, NE España)
Fosfatos PO₄³⁻	>= 65 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	1996	Dorte Krause-Jensen, Karen McGlathery, Sarren Rysgaard, Peter Bondo Christensen	MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Vol. 134: 207-216	Laboratorio	Kertinge Nor, Dinamarca
	>30 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	>= 18 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Chaetomorpha linum</i>	2002	Margarita Menéndez, Jorge Herrera & F.A. Comín	SCI. MAR., 66 (4): 355-364	Laboratorio	Mediterranean coastal lagoon (Tancada, Ebro delta, NE España)

El orden Ulvales (TABLA 1.38), presenta un alto número de especies. Entre los que se destacan: *U. prolifera*, *U. linza*, *U. rigida*, *U. curvata*, *U. intestinalis* (ex *Enteromorpha intestinales*) *U. compressa*, *U. clathrata*, *U. obscura*, entre otras. Todas se caracterizan por ser algas oportunistas, que han generado eventos de blooms de algas verdes en extensas áreas marinas, generando impacto y consecuencias socioeconómicas importantes para las comunidades humanas asociadas al sector marino y también pueden generar amenaza tanto para la biodiversidad como para la recreación en las áreas costeras. Estas algas verdes tienen una gran plasticidad para aclimatarse a cambios rápidos de factores ambientales.

La mayoría de los estudios se han realizado en el Mar Amarillo, Mar Báltico, Bahía Sydney, Bahía de San Francisco y Costo de Inglaterra. Por ello, las investigaciones más importantes se han efectuado en países como: China, Alemania, Francia, Inglaterra, Estados Unidos, Inglaterra. El 83,3 % de estos estudios corresponden a investigaciones realizadas en laboratorio y 16,6 % corresponde a estudio “in situ” (ver TABLA 1.38). También se observa que una de las especies más estudiada es *Ulva prolifera*, dado a que es la principal especie que ha causado eventos recurrentes en el Mar Amarillo, causando un gran daño a la economía marina regional. En etapas tempranas de las proliferaciones fuentes ricas en nitrógeno (especialmente NO_3) en el agua de mar son muy importantes para estimular su rápido crecimiento, mientras que en la etapa posterior de los blooms, el nitrógeno orgánico es capaz de contribuir en mantener el crecimiento de *Ulva*, alargando así la duración de las proliferaciones de este especie.

Para la temperatura el rango óptimo es de $> 9\text{ }^\circ\text{C}$ y $< 35\text{ }^\circ\text{C}$ en la columna de agua. La temperatura por sobre $18\text{ }^\circ\text{C}$ acelera el inicio y la magnitud del asentamiento de los gametos y la reproducción, que aumentó aún más en combinación con concentraciones de nitrato elevados. Para la salinidad, los estudios demuestran que las especies de *Ulva* proliferan con mayor facilidad entre $>24\text{ PSU}$ $< 35\text{ PSU}$. Esta especie se puede aclimatar mejor en un ambiente con altos niveles de luz, presentando crecimiento de tejido laminar en rangos $>70 < 180\text{ }\mu\text{mol}$ de fotones $\text{m}^{-2}\text{ s}^{-1}$, también días más largos y noches más cortas, es decir fotoperiodo de 16:8 (L:O) son favorables para aumentar su abundancia. Los estudios indican que los nutrientes más importantes que inciden en la proliferación de esta especie son el nitrato y el fosfato, donde se ha observado un aumento de biomasa al cabo de 10 días y este incremento se acentúa cuando se aumentan las concentraciones de nitrato y fosfatos en la columna de agua. Sin embargo, en comparación con otras algas verdes epifitas, *Ulva* necesita bajas concentraciones de nitratos y fosfatos. Para *Ulva rigida* el rango mínimo de nitrato

observado es de $> 400 \mu\text{mol L}^{-1}$ y máximo $< 160 \mu\text{mol L}^{-1}$. Para fosfato el rango mínimo observado es de $> 5 \mu\text{mol L}^{-1}$ y máximo $< 80 \mu\text{mol L}^{-1}$. Para amonio la concentración máxima para proliferación es de $< 80 \mu\text{mol L}^{-1}$ por sobre este rango puede inhibir la absorción de los otros nutrientes y, por lo tanto, disminuir las posibilidades de ocurrencia de proliferaciones de esta especie.

TABLA 1.38. Factores que inciden en la proliferación de Ulvales epifitas (éxito reproductivo, aceleración del crecimiento y aumento de ramificaciones), experimentos en condiciones controladas e información de in situ, según referencias bibliográficas a nivel nacional e internacional.

Factor Abiótico	Índice (Concentración de variable y/o rango)	Especie	Año	Autor	Revista/ DOI/Proyectos de Investigación	Tipo de Estudio (in situ / Laboratorio)	Ciudad, País
Temperatura	15 °C	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	2000	Heike K. Lotze & Winfrid Schramm	J. Phycol. 36, 287–295	Laboratorio	Western Baltic Sea, Germany
	>10°C a 20°C	<i>Ulva curvata</i> y <i>Ulva rigida</i> , <i>Ulva linza</i> , <i>Ulva compressa</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	> 20°C >26 °C	<i>U. intestinalis</i> & <i>Ulva prolifera</i>	2012	Ying Wang, You Wang, Lin Zhu, Bin Zhou, Xuexi Tang	https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0038245#abstract0	Laboratorio	Mar Amarillo, China
	15°C	<i>Ulva prolifera</i>	2016	Hongmei Li, Yongyu Zhang, Xiurong Han, Xiaoyong Shi, Richard B. Rivkin & Louis Legendre	https://doi.org/10.1038/srep26498	Laboratorio	China
	>25 °C	<i>Ulva prolifera</i>	2016	Gao, G., Zhong, Z., Zhou, X., & Xu, J.	Harmful Algae, 59, 51–58. https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.09.004 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113622001404?via%3Dihub	Laboratorio	China
	>=18 °C	<i>Ulva rigida</i>	2017	Guang Gao, Anthony S. Clare, Craig Rose, Gary S. Caldwell	Marine Pollution Bulletin Volume 114, Issue 1, 15, Pages 439-447 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.003	Laboratorio	Reino Unido
	>20 °C	<i>Ulva linza</i>	2018	Guang Gao, John Beardall, Menglin Bao, Can Wang,	Biogeosciences, 15, 3409–3420, 2018 https://doi.org/10.5194/bg-15-3409-2018	Laboratorio	Mar Amarillo, China

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

			Wangwang Ren, & Juntian Xu				
>15°C a 20°C	<i>Ulva prolifera</i>	2019	Yongyu Zhang, Peimin He, Hongmei Li, Gang Li, Jihua Liu, Fanglue Jiao, Jianheng Zhang, Yuanzi Huo, Xiaoyong Shi, Rongguo Su, Naihao Ye, Dongyan Liu, Rencheng Yu, Zongling Wang, Mingjiang Zhou	National Science Review 6: 825–838, 2019 doi: 10.1093/nsr/nwz026	Revisión-	Mar Amarillo, China	
25 °C – “26°C	<i>Ulva clathrata</i>	2020	Maruf Kasim, Abdul M. Balubi, Hamsia, Sarini Y. Abadi, Wardha Jalil	http://bioflux.com.ro/docs/2020.2410-2420.pdf	In situ	Southeast Sulawesi, Indonesia	
>15°C	<i>Ulva intestinalis</i>	2021	Kim, JH., Zhao, Z.X. & Kim, Y.S.	J Appl Phycol 33, 3951–3962 (2021). https://doi.org/10.1007/s10811-021-02563-4	Laboratorio	China	
<25 °C <35°C	<i>Ulva prolifera</i>	2022	Hailong Wu, Yameng Liu, John Beardall, Zhihai Zhong, Guang Gao	Marine Environmental Research Volume 179 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113622001404?via%3Dihub Juntian Xu	Laboratorio	Mar Amarillo, China	
Salinidad	= 27 PSU	<i>Ulva curvata y Ulva rigida, Ulva linza, Ulva compressa</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	>20 <30 PSU	<i>Ulva spp & Ulvaria obscura</i>	2008	Timothy A. Nelson, Karalon Haberlin, Amora V. Nelson, Heather Ribarich, Ruth Hotchkiss, Kathryn L. Van Alstyne, Lee Buckingham, Dejah J. Simunds, & Kerri Fredrickson	Ecology . 2008 May;89(5):1287-98. doi: 10.1890/07-0494.1.	Laboratorio	Collection and field sites were located within the San Juan Island Archipelago, Washington State, USA, or in the vicinity of Seattle, Washington, USA.
	>25 PSU > 30 PSU	<i>U. intestinalis & Ulva prolifera</i>	2012	Ying Wang, You Wang, Lin Zhu, Bin Zhou, Xuexi Tang	PLoS One. 2012; 7(8): e38245. doi: 10.1371/journal.pone.0038245 https://journals.plos.org	Laboratorio	Mar Amarillo, China

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

					/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0038245#abstract0		
	>30 PSU<35PSU	<i>U. intestinalis</i> & <i>Ulva prolifera</i>	2012	Ying Wang, You Wang, Lin Zhu, Bin Zhou, Xuexi Tang	PLoS One. 2012; 7(8): e38245. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0038245#abstract0	Laboratorio	Mar Amarillo, China
	>15PSU <30PSU	<i>Ulva prolifera</i>	2016	Zhu, M., Liu, Z., Shao, H., & Jin, Y.	Acta Physiol Plant 38, 169 (2016). https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2010.03222.x https://doi.org/10.1007/s11738-016-2178-7	Laboratorio	China, Mar Amarillo
	>26PSU a 32 PSU	<i>Ulva prolifera</i>	2019	Yongyu Zhang, Peimin He, Hongmei Li, Gang Li, Jihua Liu, Fanglue Jiao, Jianheng Zhang, Yuanzi Huo, Xiaoyong Shi, Rongguo Su, Naihao Ye, Dongyan Liu, Rencheng Yu, Zongling Wang, Mingjiang Zhou	National Science Review 6: 825–838, 2019 doi: 10.1093/nsr/nwz026	Revision	Mar Amarillo, China
	>30PSU < 32 PSU	<i>Ulva clathrata</i>	2020	Maruf Kasim, Abdul M. Balubi, Hamsia, Sarini Y. Abadi, Wardha Jalil	http://bioflux.com.ro/docs/2020.2410-2420.pdf	In situ	Southeast Sulawesi, Indonesia
Fotoperiodo	14: 10 (L:O)	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	2000	Heike K. Lotze & Winfrid Schramm	J. Phycol. 36, 287–295	Laboratorio	Western Baltic Sea, Germany
	16:8 (L:O)	<i>Ulva curvata</i> y <i>Ulva rigida</i> , <i>Ulva linza</i> , <i>Ulva compressa</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	12:12 (L:O)	<i>Ulva prolifera</i>	2016	Hongmei Li, Yongyu Zhang, Xiurong Han, Xiaoyong Shi, Richard B. Rivkin & Louis Legendre	https://doi.org/10.1038/srep26498	Laboratorio	China
	12:12(L:O)	<i>Ulva linza</i>	2018	Guang Gao, John Beardall, Menglin Bao, Can Wang,	Biogeosciences, 15, 3409–3420, 2018 https://doi.org/10.5194/bg-15-3409-2018	Laboratorio	China, Mar Amarillo

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

				Wangwang Ren, & Juntian Xu			
Intensidad lumínica	100 μmol fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	2000	Heike K. Lotze & Winfrid Schramm	J. Phycol. 36, 287–295	Laboratorio	Western Baltic Sea, Germany
	>18 a 175 μmol fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Ulva curvata</i> y <i>Ulva rigida</i> , <i>Ulva linza</i> , <i>Ulva compressa</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	>100 <200 μmol fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Ulva spp</i> y <i>Ulvaria obscura</i>	2008	Timothy A. Nelson, Karalon Haberlin, Amarah V. Nelson, Heather Ribarich, Ruth Hotchkiss, Kathryn L. Van Alstyne, Lee Buckingham, Dejah J. Simunds, & Kerri Fredrickson	Ecology. 2008 May;89(5):1287-98. doi: 10.1890/07-0494.1.	Laboratorio	Collection and field sites were located within the San Juan Island Archipelago, Washington State, USA, or in the vicinity of Seattle, Washington, USA.
	> 90 μmol fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>U. intestinalis</i> & <i>Ulva prolifera</i>	2012	Ying Wang, You Wang, Lin Zhu, Bin Zhou, Xuexi Tang	PLoS One. 2012; 7(8): e38245. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0038245#abstract0	Laboratorio	Mar Amarillo, China
	80 μmol fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Ulva prolifera</i>	2016	Hongmei Li, Yongyu Zhang, Xiurong Han, Xiaoyong Shi, Richard B. Rivkin & Louis Legendre	https://doi.org/10.1038/srep26498	Laboratorio	China
	>29 μmol de fotones. $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Ulva lactuca</i> & <i>Ulva obscura</i>	2018	Kathryn L. Van Alstyne	Harmful Algae Volume 78, September 2018, Pages 27-35 https://doi.org/10.1016/j.hal.2018.07.005	Laboratorio	Washington, Estados Unidos
	>300 μmol de fotones. $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$	<i>Ulva linza</i>	2018	Guang Gao, John Beardall, Menglin Bao, Can Wang, Wangwang Ren, & Juntian Xu	Biogeosciences, 15, 3409–3420, 2018 https://doi.org/10.5194/bg-15-3409-2018	Laboratorio	Mar Amarillo, China

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	>120 μmol fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ < 240 μmol fotones $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	<i>Ulva prolifera</i>	2019	Yongyu Zhang, Peimin He, Hongmei Li, Gang Li, Jihua Liu, Fanglue Jiao, Jianheng Zhang, Yuanzi Huo, Xiaoyong Shi, Rongguo Su, Naihao Ye, Dongyan Liu, Rencheng Yu, Zongling Wang, Mingjiang Zhou	National Science Review 6: 825–838, 2019 doi: 10.1093/nsr/nwz026	Revisión	Mar Amarillo, China
	>240 μmol fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ < 400 μmol fotones $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	<i>Ulva prolifera</i>	2022	Hailong Wu, Yameng Liu, John Beardall, Zhihai Zhong, Guang Gao, Juntian Xu.	Marine Environmental Research Volume 179 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113622001404?via%3Dihub Juntian Xu	Laboratorio	Mar Amarillo, China
	>90 μmol fotones. $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ < 120 μmol de fotones. $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	<i>Ulva intestinalis</i>	2021	Kim, JH., Zhao, Z.X. & Kim, Y.S.	J Appl Phycol 33, 3951–3962 (2021). https://doi.org/10.1007/s10811-021-02563-4	Laboratorio	China
Nitrato	>50 < 500 $\mu\text{mol} / \text{L}^{-1}$	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	2000	Heike K. Lotze & Winfrid Schramm	J. Phycol. 36, 287–295	Laboratorio	Western Baltic Sea, Germany
	>400 a 1000 mmol m^{-3}	<i>Ulva curvata</i> y <i>Ulva rigida</i> , <i>Ulva linza</i> , <i>Ulva compressa</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	>80 $\mu\text{mol} / \text{L}^{-1}$	<i>Ulva spp</i> & <i>Ulvaria obscura</i>	2008	Timothy A. Nelson, Karalon Haberlin, Amarah V. Nelson, Heather Ribarich, Ruth Hotchkiss, Kathryn L. Van Alstyne, Lee Buckingham, Dejah J. Simunds, & Kerri Fredrickson	Ecology. 2008 May;89(5):1287-98. doi: 10.1890/07-0494.1.	Laboratorio	Collection and field sites were located within the San Juan Island Archipelago, Washington State, USA, or in the vicinity of Seattle, Washington, USA.
	>15 mg L^{-1}	<i>Ulva sp</i>	2014	Thierry Perrota, Nadège Rossia, Alain Ménesguenb, Franck Dumas	Journal of Marine Systems Volume 132, Pages 38-53 https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2013.12.010	Laboratorio	Bretaña, Francia
	100 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Ulva prolifera</i>	2016	Hongmei Li, Yongyu Zhang Xiurong Han, Xiaoyong Shi Richard B.	https://doi.org/10.1038/srep26498	Laboratorio	China

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

				Rivkin & Louis Legendre			
	150 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Ulva rigida</i>	2017	Guang Gao, Anthony S. Clare, Craig Rose, Gary S. Caldwell	Marine Pollution Bulletin Volume 114, Issue 1, 15 Pages 439-447	Laboratorio	Inglaterra
	160 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Ulva lactuca & Ulvaria obscura</i>	2018	Kathryn L.Van Alstyne	Harmful Algae Volume 78, September 2018, Pages 27-35 https://doi.org/10.1016/j.hal.2018.07.005	Laboratorio	Washington, Estados Unidos
	106 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Ulva linza</i>	2018	Guang Gao, John Beardall, Menglin Bao, Can Wang, Wangwang Ren, & Juntian Xu	Biogeosciences, 15, 3409–3420, 2018 https://doi.org/10.5194/bg-15-3409-2018	Laboratorio	Mar Amarillo, China
	>80 $\mu\text{mol /L}^{-1}$	<i>Ulva prolifera</i>	2019	Li, H., Zhang, Y., Chen, J., Zheng, X., Liu, F., & Jiao, N.	Journal of Applied Phycology (2019) 31:625–635 https://doi.org/10.1007/s10811-018-1575-2	Laboratorio	Mar Amarillo, China
	>20 mg/L ⁻¹	<i>Ulvaes</i>	2021	Louise Schreyers, Tim van Emmerik, Lauren Biermann & Yves-François Le Lay	Remote Sens. 2021, 13(8), 1408; https://doi.org/10.3390/rs13081408	In situ	Bretaña, Francia
Nitrógenos totales	>80 $\mu\text{mol /L}^{-1}$	<i>Ulva prolifera</i>	2019	Yongyu Zhang, Peimin He, Hongmei Li, Gang Li, Jihua Liu, Fanglue Jiao, Jianheng Zhang, Yuanzi Huo, Xiaoyong Shi, Rongguo Su, Naihao Ye, Dongyan Liu, Rencheng Yu, Zongling Wang, Mingjiang Zhou	National Science Review 6: 825–838, 2019 doi: 10.1093/nsr/nwz026	Revisión	Mar Amarillo, China
Amonio (NH4)	65 μmol	<i>Ulva Intestinalis</i>	2007	L. Rees, T., Dobson, B., Bijl, M., & Morelissen, B.	Hydrobiologia, 586, 135–141. https://doi.org/10.1007/s10750-006-0569-	Laboratorio	New Zealand
	<80 $\mu\text{mol L}^{-1}$	<i>Ulva prolifera (Blooms macroalga verdes)</i>	2019	Hui Wang, Guangce Wang, Wenhui Gu	J Appl Ecol. 2020;57:766–776.DOI: 10.1111/1365-2664.13587	Revisión	Mar Amarillo, China

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

Fosfato	>20 a 50 mmol/L ⁻¹	<i>Ulva curvata</i> y <i>Ulva rigida</i> , <i>Ulva linza</i> , <i>Ulva compressa</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	>60 a 80 µmol L ⁻¹	<i>Ulva curvata</i> y <i>Ulva rigida</i> , <i>Ulva linza</i> , <i>Ulva compressa</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	10.2 µmol L ⁻¹	<i>Ulva linza</i>	2018	Guang Gao, John Beardall, Menglin Bao, Can Wang, Wangwang Ren, & Juntian Xu	Biogeosciences, 15, 3409–3420, 2018 https://doi.org/10.5194/bg-15-3409-2018	Laboratorio	Mar Amarillo, China
	10 µmol L ⁻¹	<i>Ulva prolifera</i>	2016	Hongmei Li, Yongyu Zhang Xiurong Han, Xiaoyong Shi Richard B. Rivkin & Louis Legendre	https://doi.org/10.1038/srep26498	Laboratorio	China
pH	<7.6	<i>Ulva prolifera</i>	2016	Hongmei Li, Yongyu Zhang Xiurong Han, Xiaoyong Shi Richard B. Rivkin & Louis Legendre	https://doi.org/10.1038/srep26498	Laboratorio	China
	7.95	<i>Ulva rigida</i>	2017	Guang Gao, Anthony S. Clare, Craig Rose, Gary S. Caldwell	Marine Pollution Bulletin Volume 114, Issue 1, 15 January 2017, Pages 439-447	Laboratorio	Reino Unido
	< 7.5	<i>Ulva linza</i>	2018	Guang Gao, John Beardall, Menglin Bao, Can Wang, Wangwang Ren, & Juntian Xu	Biogeosciences, 15, 3409–3420, 2018 https://doi.org/10.5194/bg-15-3409-2018	Laboratorio	Mar Amarillo, China

Varias especies de *Cladophora* forman inmensas concentraciones de algas en sistemas costeros y como también en zonas de agua dulce (Dodds 1991; Zulkify et. al., 2013). Estos desarrollos masivos ocurren con frecuencia donde se acumulan nutrientes (Flindt *et al.*, 1997; Curiel *et al.*, 2004). Muchas especies, incluida *C. ruchingeri*, tienen altas tasas de crecimiento, cortos tiempos generacionales, amplia tolerancia ecológica y produce cantidades significativas de descendencia a través de la liberación de grandes cantidades de esporas asexuales, lo que resulta en grandes poblaciones estacionales (Zulkify *et al.*, 2013). Varias especies de *Cladophora* pueden formar estadios de reposo de paredes gruesas que pueden persistir durante condiciones desfavorables. Estas características

brindan una ventaja competitiva sobre otras macroalgas y esto puede explicar por qué *C. ruchingeri* se ha vuelto una especie problemática. Los estudios indican que la aparición repentina de *C. ruchingeri* en los últimos años es un cambio en las condiciones ambientales (p. ej., enriquecimiento de nutrientes) que ha facilitado el rápido aumento de la biomasa. Las actividades experimentales de esta especie se han realizado en las costas atlánticas de Estados Unidos, atlántico de Europa, Mar Báltico, Golfo de Finlandia, Inglaterra y también en Nueva Zelanda (TABLA 1.39). El 70,3 % de estos estudios corresponden a investigaciones realizadas en laboratorio y 29,6 % corresponde a estudio *in situ* (ver TABLA 1.39). Las investigaciones experimentales coinciden en que la abundancia de *Cladophora* es mucho más dependiente a los cambios de nutrientes y también a la disponibilidad de luz. También se ha detectado que la mayoría de las especies de *Cladophora* tienen altos requerimientos de nutrientes y el fósforo parece ser el factor limitante para el crecimiento. Los estudios demuestran que este género posee una alta plasticidad morfológica, lo que hace difícil su clasificación de especie.

Las condiciones en la columna de agua para un rápido crecimiento son temperatura en un rango > 14 °C y un máximo de < 28 °C. La temperatura por sobre los 30 °C produce una inhibición en la tasa fotosintética y en consecuencia su proliferación. Las tasas de crecimiento más rápidas se registraron en irradiaciones que oscilaron entre $\geq 175 < 600 \mu\text{mol}$ de fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. El fotoperiodo 16:8 (L:O) es más favorable para aumentar su abundancia. Con respecto a la salinidad, las mayores tasas de crecimiento se registraron para las algas en condiciones de cultivo controlado a $\Rightarrow 25$ PSU. Los estudios indican que los nutrientes más importantes para la proliferación de este género es el fósforo, y requiere de concentraciones bajas para aumentar su abundancia en la columna de agua, con valores mínimos de $>5 \mu\text{mol L}^{-1}$ y un rango máximo de $> 160 \mu\text{mol L}^{-1}$. En cuanto a nitrato los rangos de concentraciones que mejor le favorecen son entre $> 100 \mu\text{mol L}^{-1} < 800 \mu\text{mol L}^{-1}$. Para amonio las concentraciones máximas para proliferación son de $<100 \mu\text{mol L}^{-1}$ por sobre este rango puede inhibir la absorción de los otros nutrientes y por lo tanto, disminuir las posibilidades de ocurrencias de proliferaciones de esta especie. No se han reportado estudios sobre la influencia del pH.

TABLA 1.39. Factores que inciden en la proliferación de género Cladophorales epifitas (éxito reproductivo, aceleración del crecimiento y aumento de ramificaciones), experimentos en condiciones controladas e información de in situ, según referencias bibliográficas a nivel nacional e internacional.

Factor Abiótico	Índice (Concentración de variable y/o rango)	Especie	Año	Autor	Revista/ DOI/Proyectos de Investigación	Tipo de Estudio (in situ/Laboratorio)	Ciudad, País
Temperatura	>19°C =>25 °C	<i>Cladophora spp</i>	1978	L. Moore	Verb.Int. Tbeor. Angew. Limnol. 20, 1727-1733	Laboratorio	Stuttgart, Alemania
	>15 °C a 25°C	<i>Cladophora glomerata</i>	1986	M.C. Freeman	Hydrobiologia 131, 23-30 https://doi.org/10.1007/BF00008320	Laboratorio	the Manawatu River, New Zealand
	>17.5 °C a 19.5 °C	<i>Cladophora prolifera</i>	1989	Brian E. Lapointe & Julie O'Connell	Estuarine, Coastal and Shelf Science (1989) 28, 347-360	Laboratorio	Harrington Sound, Bermuda
	>15 °C a 20 °C	<i>Cladophora rupestri</i> <i>Cladophora sericea</i>	1989	M. L. Cambridge, A. M. Breeman & C. van den Hoek	Phycologia Volume 29, 1990 - Issue 1 Pages 74-85 https://doi.org/10.2216/i0031-8884-29-1-74.1	In situ	North Atlantic Ocean. Holanda
	>15 °C a 20°C	<i>Cladophora dalmatica</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	>15 °C < 26°C	<i>Cladophora glomerata</i>	2004	Choo, Kyung-sil & Snoeijs, Pauline & Pedersén, Marianne	Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 298(1):111-123 DOI:10.1016/j.jembe.2003.08.007	Laboratorio	Mar Baltico
	>22.5 °C	<i>Cladophora glomerata</i>	2005	Scott N. Higgins E. Todd Howell, Robert E. Hecky Stephanie J. Guildford Ralph E. Smith	J. Great Lakes Res. 31:547-563 Internat. Assoc. Great Lakes Res https://www.academia.edu/28200618/The_Wall_of_Green_The_Status_of_Clادophora_glomerata_on_the_Northern_Shores_of_Lake_Erie	In situ-Laboratorio	Northern Shores of Lake Erie's Eastern Basin,

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

					es_Eastern_Basin_1995_2002		
	>16°C < 28°C	<i>Cladophora glomerata</i>	2008	Y. I. Gubelit, N. A. Berezina	IEEE/OES US/EU-Baltic International Symposium Russia	In situ	Eastern Golfo de Finlandia
	>20°C a 27°C	<i>Cladophora glomerata</i>	2009	Yulia Gubelit	Biologiya Vnutrennikh Vod, No. 4, 2009, pp. 8–12.	In situ	Neva Estuary, Golfo de Finlandia
	>15°C <28°C	<i>Cladophora glomerata</i>	2010	Yulia I. Gubelit, Nadezhda A. Berezina	Marine Pollution Bulletin 61 183–188	In situ	Neva Estuary Noreste del Mar Báltico
Salinidad	= 36 PSU a 37 PSU	<i>Cladophora prolifera</i>	1989	Brian E. Lapointe & Julie O'Connell	Estuarine, Coastal and Shelf Science (1989) 28, 347-360	Laboratorio	Harrington Sound, Bermuda
	= 27 PSU	<i>Cladophora dalmatica</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
Fotoperiodo	16:8 (L:O)	<i>Cladophora dalmatica</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
Intensidad Lumínica	>400 $\mu\text{mol fotonos m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ <1520 $\mu\text{mol de fotonos m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	<i>Cladophora prolifera</i>	1989	Brian E. Lapointe & Julie O'Connell	Estuarine, Coastal and Shelf Science (1989) 28, 347-360	Laboratorio	Harrington Sound, Bermuda
	=175 $\mu\text{mol de fotonos m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	<i>Cladophora dalmatica</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	600 $\mu\text{mol fotonos m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	<i>Cladophora glomerata</i>	2004	Choo, Kyung-sil & Snoeijs, Pauline & Pedersén, Marianne	Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 298(1):111-123	Laboratorio	Mar Baltico
	>175 $\mu\text{mol fotonos m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	<i>Cladophora glomerata</i>	2005	Scott N. Higgins E. Todd Howell, Robert E. Hecky Stephanie J. Guildford Ralph E. Smith	J. Great Lakes Res. 31:547–563 Internat. Assoc. Great Lakes Res https://www.academia.edu/28200618/The_Wall_of_Green_The_Status_of_Clادophora_glomerata	In situ – Laboratorio	The Northern Shores of Lake Erie's Eastern Basin

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

Nitrato (NO ₃)	160 µmol /L ⁻¹	<i>Cladophora prolifera</i>	1989	Brian E. Lapointe & Julie O'Connell	Estuarine, Coastal and Shelf Science (1989) 28, 347-360	Laboratorio	Harrington Sound, Bermuda
	800 µmol L ⁻¹	<i>Cladophora dalmatica</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
Amonio	100 µmol L ⁻¹	<i>Cladophora dalmatica</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
Fosfatos	100 µmol L ⁻¹	<i>Cladophora glomerata</i>	1986	M.C. Freeman	Hydrobiologia 131, 23-30 https://doi.org/10.1007/BF00008320	Laboratorio	the Manawatu River, New Zealand
	60 µmol L ⁻¹	<i>Cladophora prolifera</i>	1989	Brian E. Lapointe & Julie O'Connell	Estuarine, Coastal and Shelf Science (1989) 28, 347-360	Laboratorio	Harrington Sound, Bermuda
	>10 µmol L ⁻¹	<i>Cladophora dalmatica</i>	2001	Taylor, R., Fletcher, R. L. & Raven, J. A.	Botánica Marina, vol. 44. 327-336 https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042	Laboratorio	Langstone Harbour, Inglaterra
	>80 a 160 µmol L ⁻¹	<i>Cladophora glomerata</i>	2009	Yulia I Gubelit	Biologiya Vnutrennikh Vod, No. 4, 2009, pp. 8-12. Inland Water Biology Vol. 2 N° 4	In situ	Neva Estuary, Golfo de Finlandia
	>80 a 160 µmol L ⁻¹	<i>Cladophora glomerata</i>	2010	Yulia I. Gubelit , Nadezhda A. Berezina	Marine Pollution Bulletin 61 183-188	In situ	Neva Estuary Noreste del Mar Báltico

Apreciaciones finales sobre estudios científicos realizados en el mundo

Muchos estudios han enfatizado que los factores como, aumento o suministro de nutrientes, temperatura, transparencia del agua, hidrografía, tipo de fondo marino (Poole & Raven, 1997; Elliott & de Jonge, 2002) entre otros, son limitantes importantes para las proliferaciones de algas verdes epifitas. También las características oceanográficas juegan un rol importante en estos eventos. Eriksson y Johansson (2005) mencionan que el aumento de la sedimentación conducirá a una disminución o pérdida de especies sensibles a la sedimentación, favoreciendo a las especies más resistentes a la sedimentación. Los rasgos de las especies sugeridos para hacer que las macroalgas sean resistentes a la sedimentación son talos duros, propagación vegetativa, reproducción en períodos de baja sedimentación y capacidad de regeneración, es decir, cualidades de las algas oportunistas. En el Mar Báltico, se ha demostrado que la sensibilidad a la sedimentación difiere entre especies de macroalgas de acuerdo con predicciones basadas en estrategias reproductivas, lo que da como resultado diferentes comunidades de macroalgas en diferentes regímenes de sedimentación (Eriksson y Johansson 2005).

Los cambios en las condiciones abióticas pueden alterar las interacciones de las especies y provocar cambios rápidos en la abundancia. Cuando varios factores abióticos cambian simultáneamente, los efectos resultantes son difíciles de predecir. En la actualidad, existe evidencia científica experimental (in situ y laboratorio) que es consistente con la idea de que los nutrientes orgánicos (fuentes de nitrógenos, fosfatos, especialmente) se han identificado como los principales factores en las ocurrencias de algas verdes epifitas. Las explicaciones comunes para la aparición de proliferaciones de macroalgas verdes y rojas incluyen una mayor disponibilidad y concentración de nitrógeno y/o fósforo, así como cambios en la circulación del agua (Raffaelli *et al.*, 1998). Por otra parte, también se ha encontrado una estrecha relación con factores ambientales relevantes que incluyen irradiación, temperatura y salinidad, como también se ha demostrado que el viento superficial del mar juega un papel importante en la aparición de proliferaciones algales, en su migración y cambios morfológicos (Perrota *et al.*, 2014; Cao *et al.*, 2019; Kiirikki y Blomster 1996). Por lo tanto, los antecedentes indican que las especies oportunistas obtienen una ventaja competitiva al exhibir una adaptabilidad más pronunciada a cambios rápidos de la columna de agua.

Con la información de estudios e investigaciones de campo como de laboratorio se evidencian ciertos patrones que podrían predecir posibles ocurrencias de proliferaciones de algas verdes en tiempo y espacio. La Figura 1.19 muestra un esquema representativo de combinaciones de estos

patrones. Para ello, se deben conjugar una serie de combinaciones de factores abióticos y parámetros ambientales que inciden en la columna de agua. En general en la columna de agua se debe presentar por un periodo de tiempo (que aún es desconocido), un aumento de temperatura, aumento de la intensidad lumínica, aumento de las concentraciones de nitratos, fosfatos, baja concentración de amonio, pH más alcalino, fotoperiodos con días más largos. Estas condiciones generalmente empiezan a ocurrir con mayor frecuencia a mediados del a inicios del periodo estival hasta inicios de la estación de otoño, sin embargo, la intensidad de estos eventos, puede también ser influenciado con fenómenos naturales extremos, como la presencia del Fenómeno del Niño (2022-2023), el cual está produciendo un aumento de la temperatura en las costas de territorio nacional y que puede causar que la presencia de algas verdes pueda ser más intenso y perdurar por mucho más tiempo.

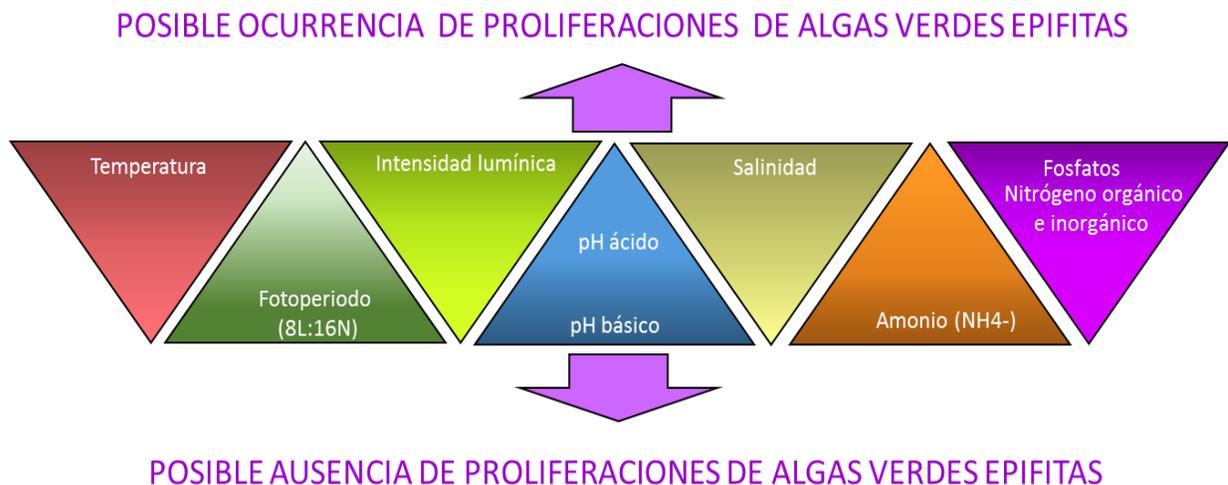


Figura 1.19. Relación de factores abióticos que inciden en la proliferación de algas verdes epifitas, como consecuencia de los efectos combinados del Cambio Climático e impacto antropogénico.

Por otra parte, existen antecedentes en otras latitudes donde se ha evaluado la dinámica de los blooms de algas verdes y se proporciona una categorización del impacto en la base de datos cuantitativos para futuras evaluaciones de tendencias de las proliferaciones in situ (Lyons *et al.*, 2009) (ver TABLA 1.40).

TABLA 1.40. Nivel de impacto de proliferaciones de algas verdes en la columna de agua desde la costa intermareal hasta los 10 m de profundidad (Lyons *et al.*, 2009).

Categoría	Descripción
0 ausente	No hay macroalgas presentes en toda la columna de agua.
1 Escaso	Algunas macroalgas individuales dispersas en la columna de agua en la superficie o en el fondo. Sin grandes grumos.
2 Bajo	Algunos grumos presentes en el fondo, en la columna de agua o en la superficie. Macroalgas en su mayoría dispersas.
3 Medio	Grandes cúmulos presentes. Las macroalgas pueden cubrir el fondo o la superficie. Dificultad para distinguir grumos. Aproximadamente la mitad de toda la columna de agua contiene macroalgas.
4 Saturado	Grandes cúmulos presentes. Muy poca agua libre de algas. Se produciría alguna dificultad para nadar
5 Severo	Agrupación a gran escala. Toda la columna de agua está llena de macroalgas. El fondo marino no se puede distinguir. Las ondas inducidas por el viento están ausentes y la dinámica de las olas parece alterada. Mucha dificultad para nadar o simplemente moverse en la columna de agua

Análisis de Variables

Se construyó un modelo logístico utilizando como variables independientes a los parámetros oceanográficos recopilados en la revisión bibliográfica. Contrastados con un vector de presencia/ausencia estacional por año de la plaga. Aunque se ha levantado una gran cantidad de información en las 3 zonas de estudio, sólo fue posible utilizar información del Río Maullín ya que es el único que tiene información, con menor cantidad de vacíos. También es importante considerar que el programa de monitoreo de las áreas declaradas plagas que actualmente ejecuta el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), no realiza levantamiento de información durante el invierno (con excepción de la temperatura). Esto porque dirige el esfuerzo de los profesionales a caracterizar el momento más probable de la ocurrencia de las plagas (primavera, verano y principios de otoño). Por lo que existe poca información de las condiciones ambientales durante un ciclo anual permanente, para poder predecir ocurrencias de desarrollo de las plagas.

Como se indicó anteriormente, en la literatura científica se le atribuye a la conjunción de varios factores la proliferación masiva de algas verdes filamentosas, entre los que se encuentran la temperatura, el fotoperiodo, la intensidad lumínica, el pH, la salinidad, el amonio, el fosfato y el nitrógeno.

Con el objeto de generar una hipótesis de trabajo que pueda ser contrastada con la información de terreno levantada entre el año 2013 y 2022, se debió descartar algunos parámetros debido a la falta de información. Uno de estos es el pH, dado que desde el año 2013 y 2017, sólo hay 3 registros de pH, lo cual corresponde a la mitad del periodo de análisis. Otro parámetro que no puede ser incorporado en este análisis es la radiación luminosa, pues cuenta con registro sólo entre el 2018 y 2022. El amonio también tiene un bajo número de registros, con información sólo entre primavera del 2015 y otoño del 2018, y durante la última campaña de monitoreo (2022) en 3 estaciones. En relación con el nitrógeno, se han medido el nitrato y el nitrito, de los cuales sólo el nitrato cuenta un registro más completo de información. La salinidad, presenta una serie de valores <3,6 PSU entre el 2019 y el 2022, lo que está muy por debajo de lo normal para un estuario que alberga especies marinas. Por esto, la salinidad también se sacó de la batería de variables independientes.

Considerando todo lo anterior se ha planteado como hipótesis de trabajo para evaluar en diferentes iteraciones el modelo completo y desagregado, con el objeto de ajustarlo en la medida de lo posible (TABLA 1.41) hasta que permita predecir la ocurrencia de un evento de proliferación, asociado a cierto grado de incertidumbre.

TABLA 1.41. Niveles de significancia del modelo logístico y criterio de información de Ikaike (AIC).

AIC	temperatura	fotoperiodo	fosfato	nitrito
24,952	0,148	0,417	0,220	0,212
23,633	0,099.		0,255	0,267
29,559	0,242	0,586		0,184
28,687	0,548	0,422	0,766	
25,460		0,235	0,255	0,238

Considerando el criterio de información Ikaike, podemos ver que como resultado preliminar que el modelo incorpora o selecciona en primer lugar a la temperatura, luego el fosfato y el nitrito.

En relación con la temperatura de este modelo, podemos ver que efectivamente se han registrado máximas inusuales durante el tiempo en que se han generado eventos de proliferación de algas verdes filamentosas (Figura 1.20).

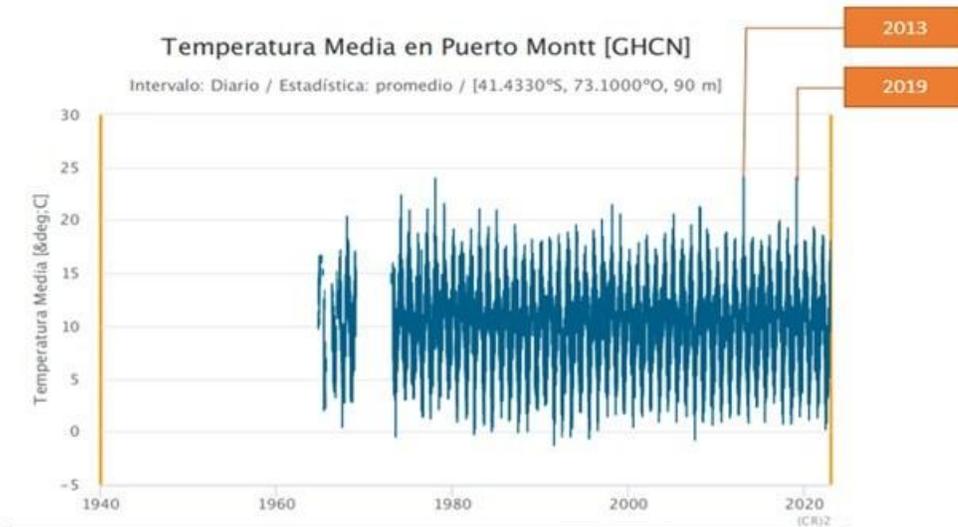


Figura 1.20. Registro de temperatura del aire en la estación climática de Puerto Montt. (Fuente: CR2).

Mapas Temáticos del área de estudio

Se confeccionaron mapas temáticos con la información recopilada mediante entrevistas y encuestas a alqueros y funcionarios públicos. En la Ribera Norte del Río Maullín se entrevistó a 22 personas de las localidades de Las Conchillas, Changue, El Faro, Los Coihues, La Pasada, Lepihue y Lolcura. En el Río San Pedro Nolasco, se entrevistó a un dirigente que indicó que en el sector no varan algas, debido a esto no fue necesario un mapa para esta localidad. En el Río Pudeto en cambio, las 12 personas entrevistadas indicaron que las varaciones de algas se concentraban en un sector acotado de la ribera sur del río entre la Ex-cancha del Huaso y Pupelde-La Pasarela (Figuras 1.21 y 1.22).

Se confeccionó 1 mapa para cada lugar (3 en total) (Figura 1.23, 1.24 y 1.25) en el que se muestra la distribución de las estaciones de muestreo biológico. Para la confección de estos mapas, se generaron unidades geométricas, las cuales tienen asignada una tabla de atributos con la información recopilada durante la ejecución de este objetivo.

La información incorporada fue:

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

Biológica: Mes, Año, Fuente, Biomasa, Carga Especie, Humedad

Ambiental: Concentración de Nitrógeno Amoniacal, Concentración de Nitrato, Concentración de Nitrito, Oxígeno disuelto, Salinidad, Temperatura, Concentración de Clorofila, COT, Concentración de Fosfatos Totales, Concentración de Fosfato, Concentración de Fósforo Total, Concentración de Hidrocarburos fijos, Concentración de Hidrocarburos totales, Hidrocarburos volátiles, Concentración de Nitrógeno total, Concentración de MOT, SAAM, Disco Sechii, Concentración de Seston Inorgánicos, Concentración de Seston Orgánicos, Turbidez, Profundidad, ph del sustrato, Concentración de Coliformes Fecales, Concentración de Coliformes Totales, Conductividad, Feopigmentos, Radiación Lumínica, NTK, Concentración de Ortofosfato, Concentración de Silicato, Concentración de Sulfato, pH de agua, REDOX, Concentración de aceites y grasas, Clorofila Activa, Transparencia de agua. Toda esta información fue consolidada por estación y año.

Se adjunta un archivo digital con los archivos en formato shape (.shp)

ZONA HISTORICA DE VARAZONES

RIO MAULLIN, MAULLIN

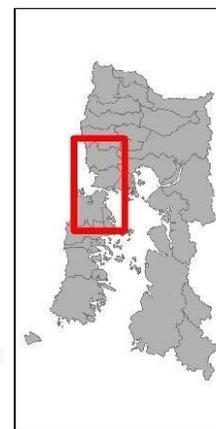
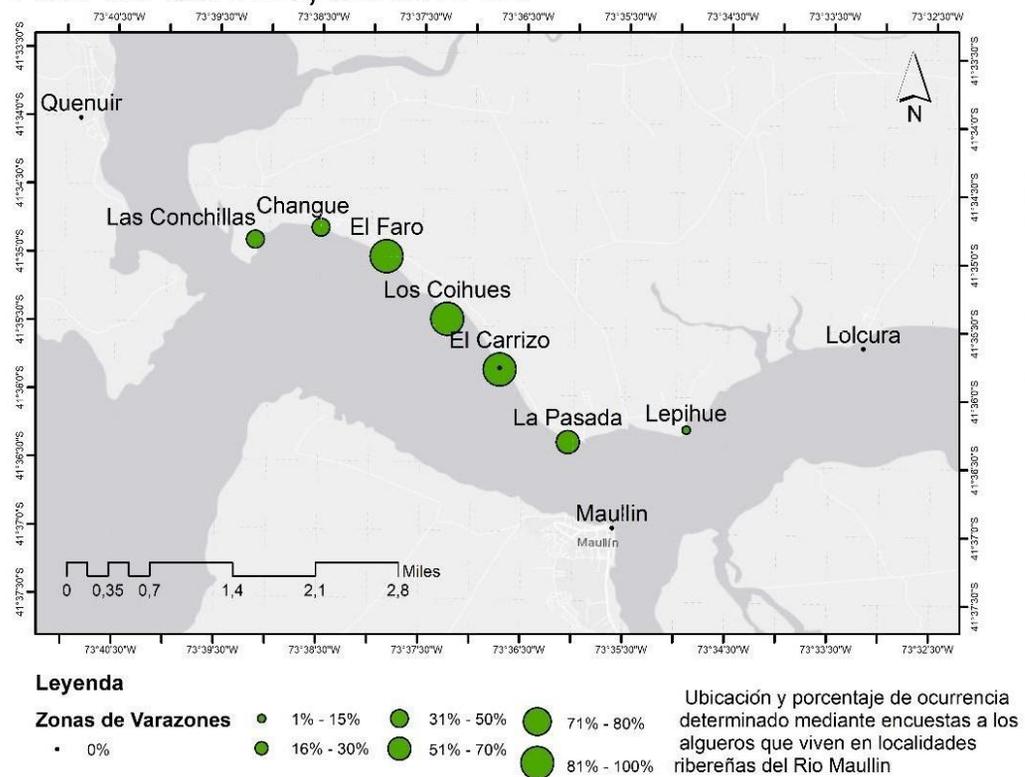


Figura 1.21. Mapa temático de zonas históricas de varazones de algas en el río Maullín.

ZONA HISTORICA DE VARAZONES

RIO PUDETO, ANCUD

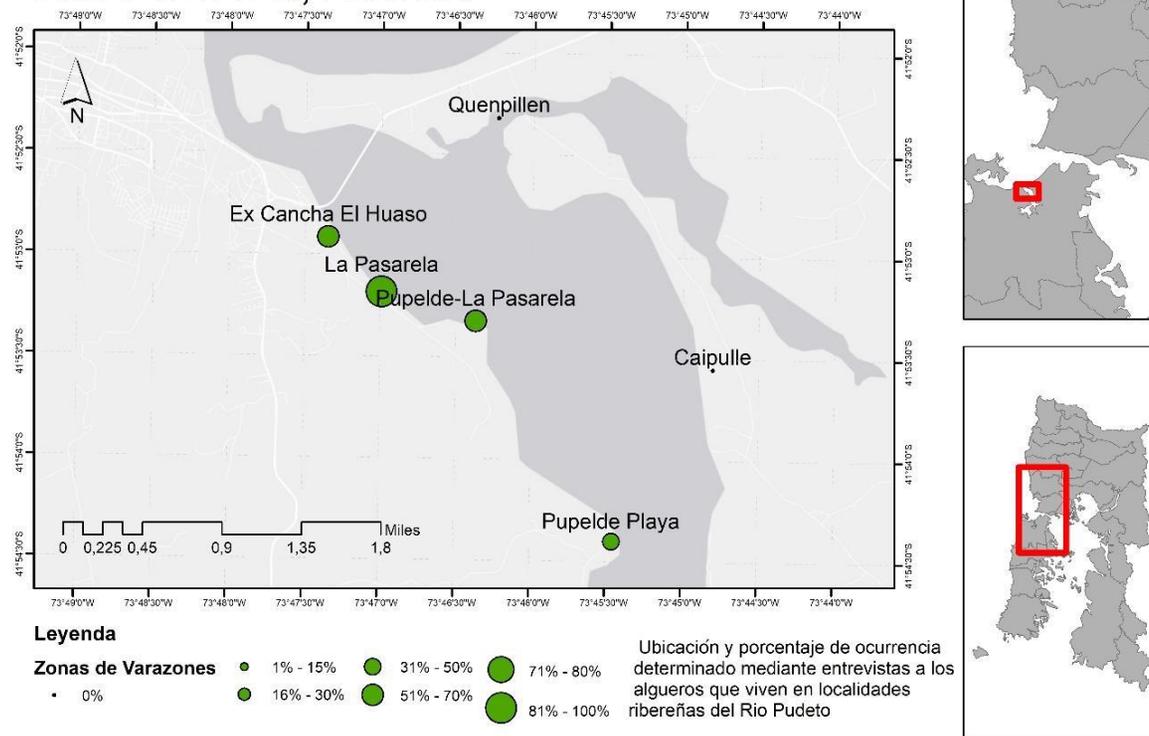


Figura 1.22. Mapa temático de zonas históricas de varazones de algas en el río Pudeto.

ESTACIONES DE MUESTREO BIOLÓGICO RÍO MAULLÍN

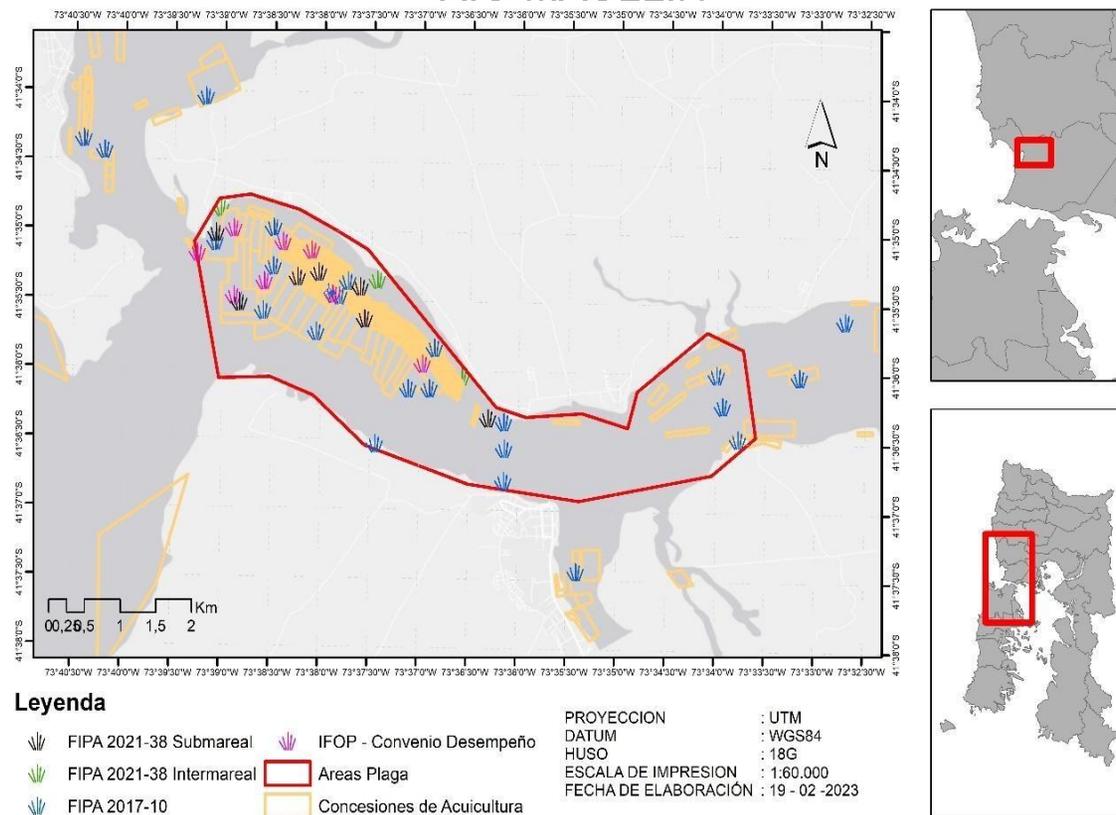


Figura 1.23. Mapa con la ubicación de las estaciones de muestreo biológico en el Río Maullín.

ESTACIONES DE MUESTREO BIOLÓGICO RÍO SAN PEDRO NOLASCO

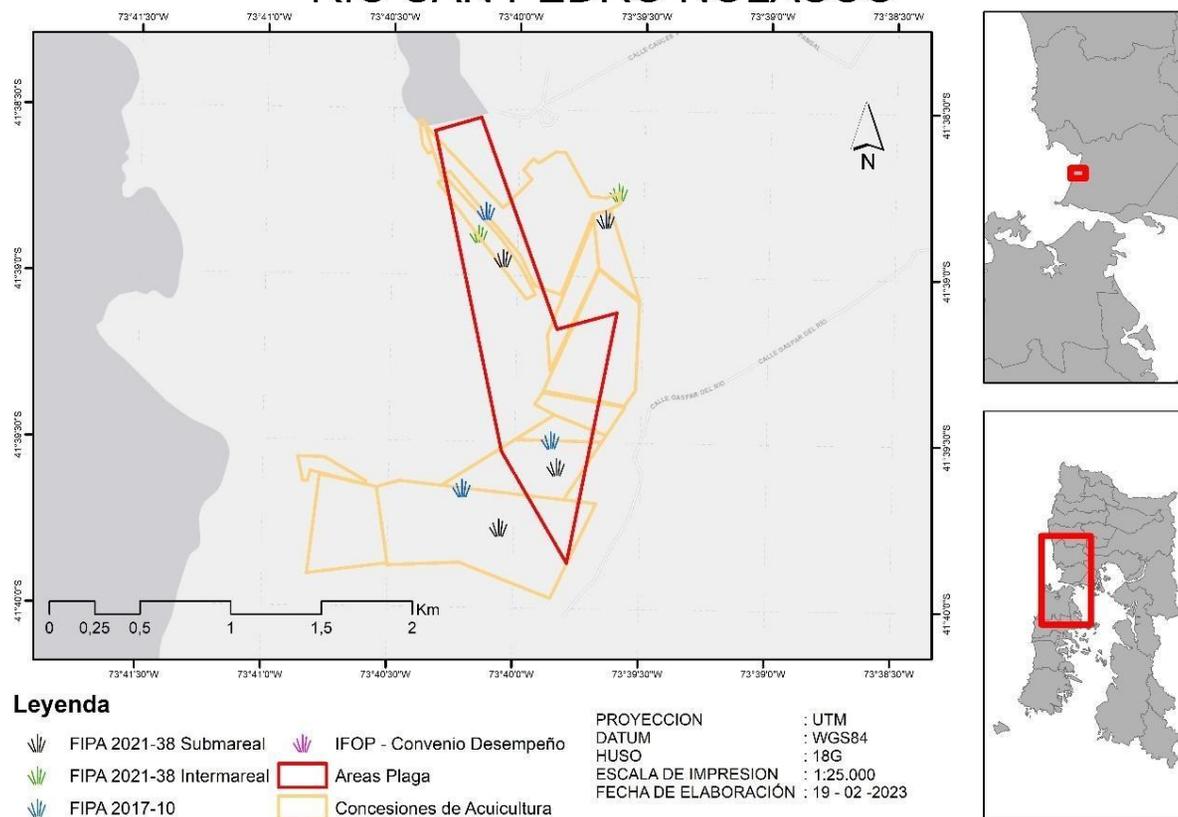


Figura 1.24. Mapa con la ubicación de las estaciones de muestreo biológico en el Río San Pedro Nolasco.

ESTACIONES DE MUESTREO BIOLÓGICO RÍO PUDETO

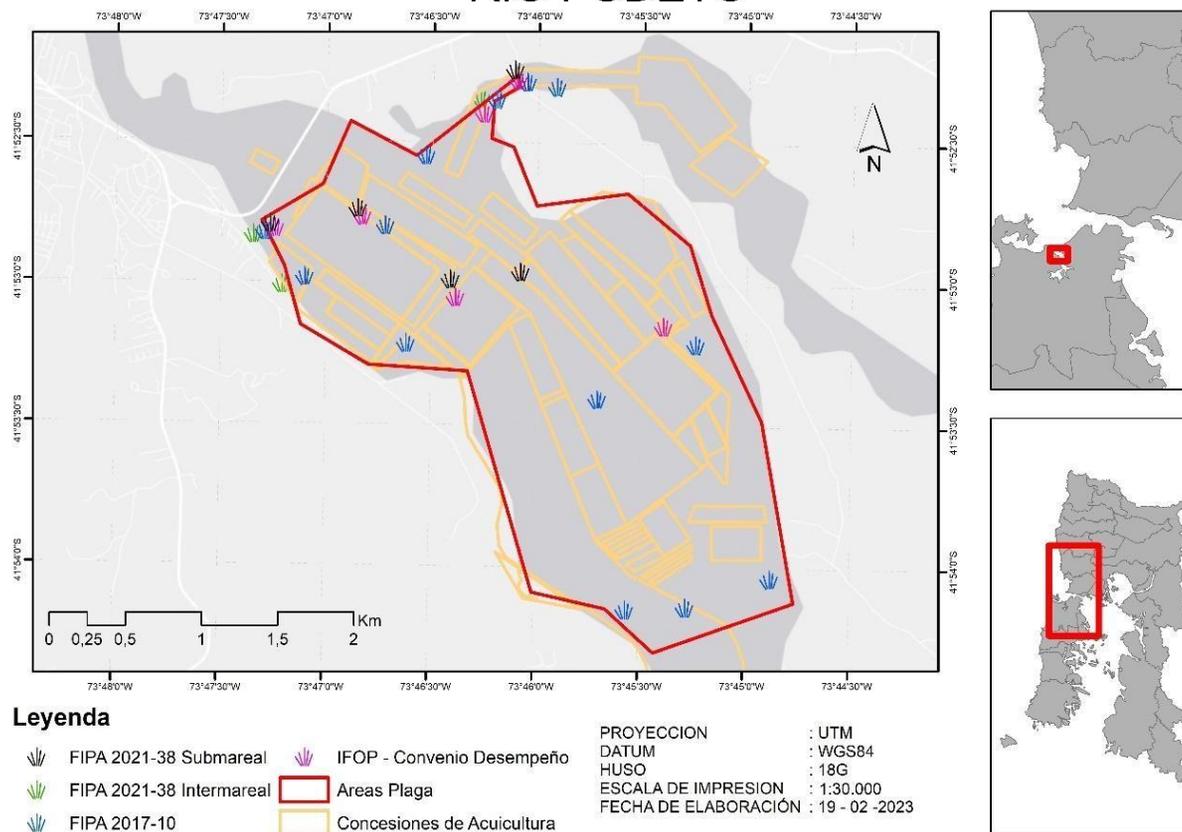


Figura 1.25. Mapa con la ubicación de las estaciones de muestreo biológico en el Río Pudeto.

1.3 Recopilar y sistematizar información secundaria a nivel nacional e internacional sobre varazones de algas en general y macroalgas verdes filamentosas en particular, así como información histórica y primaria (encuestas) a nivel nacional del desarrollo de varazones de macroalgas verdes filamentosas.

1.3.1. Información secundaria nacional e internacional

Proliferaciones de macroalgas dañinas (HMBs) en todo el mundo

A nivel mundial, las proliferaciones de macroalgas nocivas o dañinas “harmful macroalgal blooms” (HMBs) se encuentran en el grupo de las algas verdes (División Chlorophyta) y algas pardas (División Ochrophyta), principalmente. También se han encontrado proliferaciones masivas de macroalgas rojas del género *Gracilaria* (*Gracilaria* spp., *G. tenuistipitata*, *G. tikvahiae*, *G. vermiculophyta*) en China y Estados Unidos (Wang *et al.*, 2014; Thornbear *et al.*, 2017; Whitehouse & Lapointe, 2015, Piñón-Gimate *et al.*, 2009), sin embargo, no se profundizó en este análisis ya que los eventos no tienen la misma intensidad y alcance que las otras dos divisiones de algas.

En particular, las proliferaciones producidas por macroalgas verdes se conocen comúnmente como mareas verdes (“green tides”), describiéndose 18 especies pertenecientes a los órdenes Cladophorales, Ulvales y Bryopsidales (TABLA 1.42).

En el orden Cladophorales se encuentran las especies con morfología filamentosas del género *Cladophora* (con las especies *C. ruchingeri*, *C. glomerata* y *C. dalmática*), *Chaetomorpha* (con la especie *Chaetomorpha linum*) y *Rhizoclonium* (con las especies *Rhizoclonium* sp. y *R. tortuosum*).

En el orden Ulvales existen especies filamentosas (o tubulares), algunas de las cuales antiguamente se reconocían con el género *Enteromorpha* y actualmente se reconocen como *Ulva*, encontrándose: *U. compressa*, *U. prolifera* y *U. linza*. También presentan un talo filamentosas las especies *Ulva curvata* y *Percursaria percursa* (Figura 1.26). Por otro lado, en este orden también se encuentran especies con morfología foliar (o laminar), como: *Ulva lactuca*, *Ulva rigida*, *Ulva rotundata*, *Ulva armoricana*, *Ulva ohnoi* y *Ulvaria obscura* (Figura 1.27).

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

En el orden Bryopsidales, solo se encuentra una especie que ha producido eventos de proliferación masiva y corresponde a *Codium decorticatum*.

En cuanto a la división Ochrophyta, solo existe el género *Sargassum* como único representante del orden Fucales, cuyas especies incluyen: *S. horneri*, *S. fluitans*, *S. natans* y *Sargassum* sp. (TABLA 1.42).

TABLA 1.42. Resumen de especies de macroalgas dañinas (HMBs) a nivel nacional e internacional.

Clasificación				País	Referencias bibliográficas
División	Orden	Especie	Nombre común		
Chlorophyta	Cladophorales	<i>Rhizoclonium</i> sp.	-“Lana verde” -Rhizoclonium	Chile	Ávila <i>et al.</i> , 2019
		<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	-Green tides	Inglaterra	Taylor <i>et al.</i> , 2001
		<i>Cladophora ruchingeri</i>	-“Lana verde” -Rhizoclonium	Chile, Nueva Zelandia	Ávila <i>et al.</i> , 2019 ; Pochon <i>et al.</i> , 2015
		<i>Cladophora glomerata</i>	Macroalgal blooms	Finlandia	Gubelit & Berezina, 2008
		<i>Cladophora dalmatica</i>	-Green tides	Inglaterra	Taylor <i>et al.</i> , 2001
		<i>Chaetomorpha linum</i>	-“Lana verde” -Rhizoclonium	Chile, Australia, Inglaterra	Ávila <i>et al.</i> , 2019, Cooke <i>et al.</i> , 2015; Taylor <i>et al.</i> , 2001
	Ulvales	<i>Ulva compressa</i> <i>(ex Enteromorpha compressa)</i>	-Rhizoclonium -Green tides	Chile, Irlanda, Inglaterra	Ávila <i>et al.</i> , 2019, Bermejo <i>et al.</i> , 2022, Taylor <i>et al.</i> , 2001
		<i>Ulva prolifera</i> <i>(ex Enteromorpha prolifera)</i>	-Green tides	China, Irlanda	Min <i>et al.</i> , 2019 ; Zhang <i>et al.</i> , 2022; Zhao <i>et al.</i> , 2011, 2013, 2018, 2021; Liu <i>et al.</i> , 2013; Li <i>et al.</i> , 2016; Bermejo <i>et al.</i> , 2022; Gao <i>et al.</i> , 2010; Keesing <i>et al.</i> , 2011; Gladyshev & Glubelit, 2019; Wang <i>et al.</i> , 2016. Wang <i>et al.</i> , 2019 ; Xiao <i>et al.</i> , 2021; Xing <i>et al.</i> , 2017; Ye <i>et al.</i> , 2011; Zheng <i>et al.</i> , 2022; Jin <i>et al.</i> , 2018; Zhou <i>et al.</i> , 2015; Leliaert <i>et al.</i> , 2009.
		<i>Ulva lactuca</i>	-Green macroalgal blooms	Estados Unidos	Lyons <i>et al.</i> , 2009; Nelson <i>et al.</i> , 2008; Whitehouse & Lapointe, 2015.

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		<i>Ulvaria obscura</i>	-Green macroalgal blooms	Estados Unidos	Nelson <i>et al.</i> , 2008
		<i>Ulva rigida</i>	-Macroalgae bloom -Green tides	Italia; Reino Unido; Irlanda, Inglaterra	Runca <i>et al.</i> , 1996; Gao <i>et al.</i> , 2010; Bermejo <i>et al.</i> , 2022; Taylor <i>et al.</i> , 2001; Wan <i>et al.</i> , 2017.
		<i>Ulva curvata</i>	-Green tides	Inglaterra	Taylor <i>et al.</i> , 2001
		<i>Ulva rotundata</i>	-Green tides	Francia	Charlier <i>et al.</i> , 2006
		<i>Ulva armoricana</i>	-Green tides	Francia	Charlier <i>et al.</i> , 2006; Schreyers <i>et al.</i> , 2021
		<i>Ulva linza</i> (ex <i>Enteromorpha linza</i>)	-Green tides	China, Inglaterra; Corea	Gao <i>et al.</i> , 2018 ; Taylor <i>et al.</i> , 2001; Kim <i>et al.</i> , 2010
		<i>Ulva ohnoi</i>	-Green tides	Japón	Hiraoka <i>et al.</i> , 2003
		<i>Ulva spp.</i>	-Green tides	China, Irlanda, Francia, Dinamarca, Portugal, España	Gravier <i>et al.</i> , 2011 ; Kim <i>et al.</i> , 2019; Bermejo <i>et al.</i> , 2022, Charlier <i>et al.</i> , 2007, Fort <i>et al.</i> , 2020; Mazé <i>et al.</i> , 1993; Ménesguen & Piriou, 1995.
		<i>Percursaria percursa</i>	-Green tides	Inglaterra	Taylor <i>et al.</i> , 2001.
	Briopsidales	<i>Codium decorticatum</i>	-Green tides	Estados Unidos	Charlier <i>et al.</i> , 2008
Ochrophyta	Fucales	<i>Sargassum horneri</i>	-Golden tides	China, Corea del Sur, Japón, Estados Unidos,	Min <i>et al.</i> , 2019, Zhang <i>et al.</i> , 2022, Hwang <i>et al.</i> , 2016, Zhao <i>et al.</i> , 2021, Byeon <i>et al.</i> , 2019, Choi <i>et al.</i> , 2020 ; Zhuang <i>et al.</i> , 2021; Zhang <i>et al.</i> , 2019; Schell <i>et al.</i> , 2017; Xing <i>et al.</i> , 2017; Xiao <i>et al.</i> , 2021.
		<i>Sargassum fluitans</i>	-	México (Caribe), Brasil	García-Sánchez <i>et al.</i> , 2020, Sissini <i>et al.</i> , 2017
		<i>Sargassum natans</i>	-	México (Caribe), Brasil	García-Sánchez <i>et al.</i> , 2020, Sissini <i>et al.</i> , 2017
		<i>Sargassum sp.</i>	Golden tides	China, República de Sierra Leona (África), República de Ghana (África), República de Trinidad y Tobago (Caribe)	Kim <i>et al.</i> , 2019; Smetacek & Zingone, 2013; Milledge & Harvey., 2016



Figura 1.26. Hábito de especies del orden Ulvales con morfología filamentosa. **A.** *Ulva compressa*. **B.** *Ulva prolifera*. **C.** *Ulva curvata*. **D.** *Ulva linza*. **E.** *Percursaria percura*. (Fuente: Aroca et al., 2020; Algaebase).

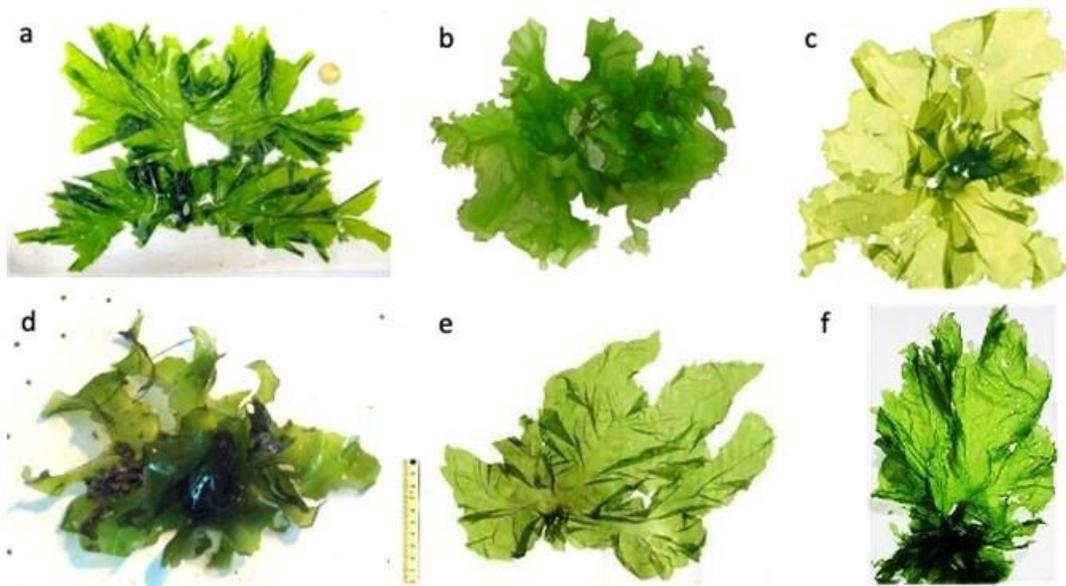


Figura 1.27. Hábito de especies del orden Ulvales con morfología foliar. A. *Ulvaria obscura*. B. *Ulva lactuca*. C. *Ulva rigida*. D. *Ulva rotundata*. E. *Ulva ohnoi*. F. *Ulva armoricana*. (Fuente: Algaebase).

Globalmente, las proliferaciones de algas dañinas (HMBs), ocurren principalmente en las zonas templadas del hemisferio norte (Ye *et al.*, 2011; Joniver *et al.*, 2021), en costas industrializadas de América, Europa y el área Asia oriental, siendo ésta última la más afectada (Figura 1.28). Las mareas verdes son las más predominantes (62%), seguidas de las mareas doradas (15%), rojas (5%) y mixtas (19%), que aparecen con menor frecuencia y con una cobertura espacial reducida (Joniver *et al.*, 2021). Actualmente, los eventos de mareas verdes siguen ocurriendo en las mismas zonas, adicionándose nuevos puntos como Chile en el hemisferio sur. Además, los eventos de mareas doradas (“golden tides”) han surgido principalmente en las zonas tropicales del mar del Caribe, costa Atlántica de África y costa Asia-Pacífico. Por tanto, la zona más afectada con eventos de proliferación de macroalgas dañinas (HMBs) ha sido la costa Asia-Pacífico, con eventos de mareas verdes y mareas doradas en las últimas dos décadas (Figura 1.28, TABLA 1.43).

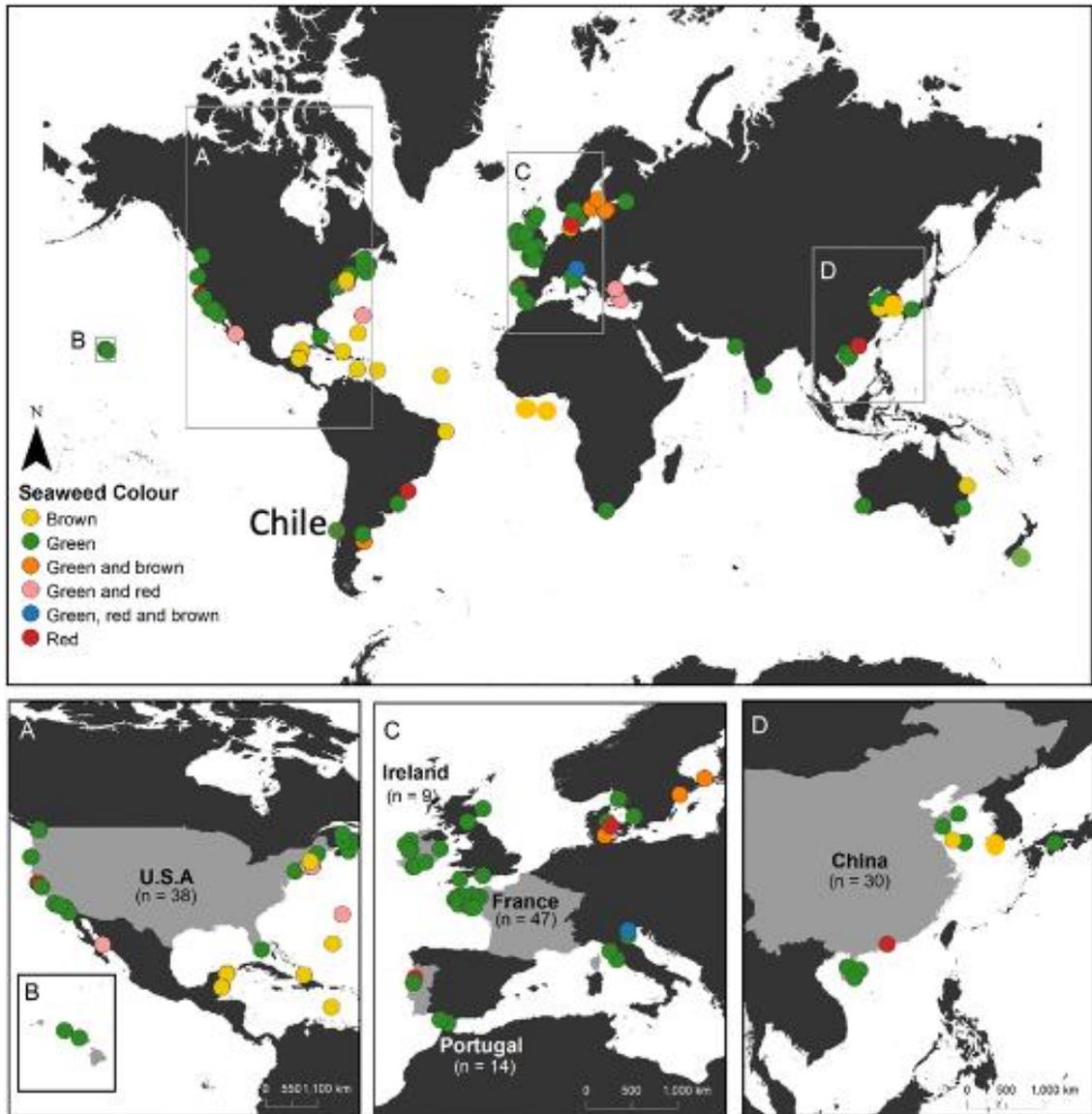


Figura 1.28. Proliferaciones de macroalgas dañinas (HMBs) en todo el mundo. Distribución de eventos mareas verdes (“green tides”, en círculos verdes), mareas pardas (“Brown o Golden tides”, en círculos café), mareas rojas (en círculos rojos) y sus combinaciones (círculo naranja=verdes y café; círculo rosado=verdes y rojas; círculo azul=verdes, rojas y cafés). Información construida en base a revisión de las últimas 3 décadas por Ye *et al.*, (2011) y Joniver *et al.*, (2021), hasta el año 2018. Se incluye Chile (Ávila *et al.*, 2019) (con algas verdes).

Análisis de especies de macroalgas que componen las varazones naturales y lugares de ocurrencia y frecuencia a nivel nacional.

Una característica geográfica en Chile es la gran extensión latitudinal de su costa, que representan cerca de 55.000 km efectivos de litoral costero, 95 % del cual corresponde sólo al área conocida como archipiélago chileno, desde Chiloé al Cabo de Hornos. Además, desde el punto de vista oceanográfico, existen corrientes marinas costeras y oceánicas que generan distintos gradientes de temperaturas (Figura 1.29 A). Dada las diferencias latitudinales, Camus *et al.* (2001) ha propuesto distritos de biogeografía marina en base a características oceanográficas, climáticas y geomorfológicas de la costa continental de Chile, los que corresponden de norte a sur a: distrito Septentrional (30°S a 33°S), distrito Mediterráneo (33°S a 38°S), distrito Meridional (38°S a 41°S), distrito Austral (43°S a 52°S) y distrito subantártico (53°S - 56°S) (Figura 1.29 B). Estas diferencias fundamentales modelan el rango de distribución de especies y la biodiversidad encontrada a lo largo de todo el país, lo cual se denota en las especies de importancia económica desembarcadas en la zona norte, centro y sur de Chile (Figura 1.30).

Lo anteriormente expuesto junto a factores abióticos (grado de exposición de la zona costera, dinámica de corrientes locales, estacionalidad) y bióticos (actividad de pastoreo) (López *et al.*, 2019; Thiel & Gutow 2005; Garden *et al.*, 2014; Pfister y Betcher 2018; Reed *et al.*, 2011) hacen que las varazones de macroalgas en cuanto a biodiversidad y volumen sean distintas, incluso a nivel local.

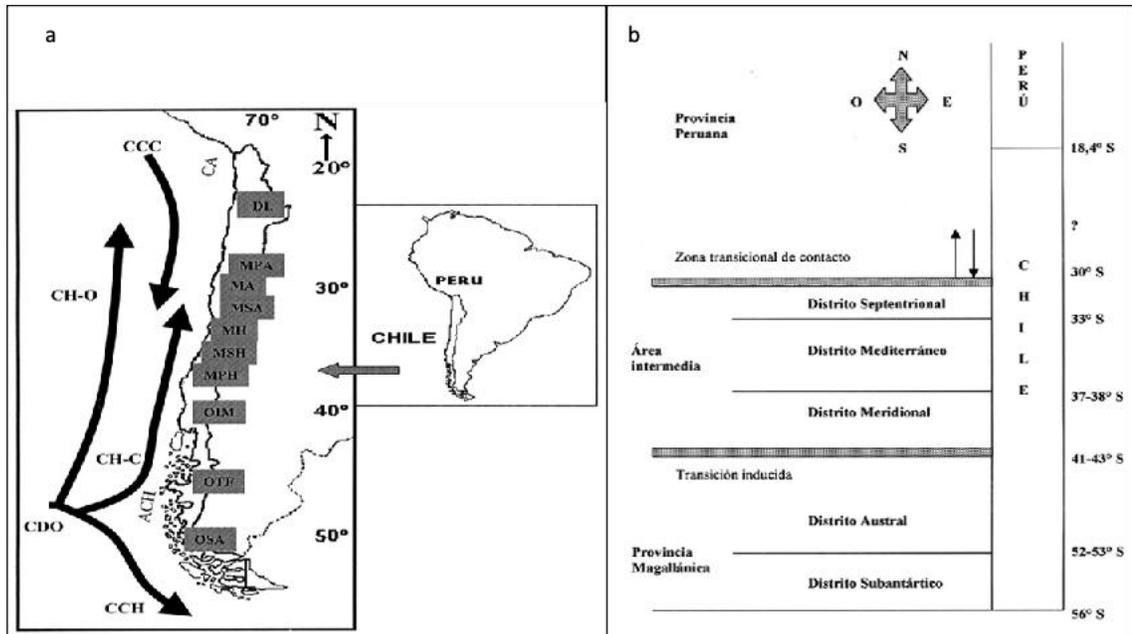


Figura 1.29. **A.** Principales corrientes oceánicas que influyen en la costa chilena (contracorriente cálida (CCC), corriente Humboldt Oceánica (CH-O), corriente Humboldt Costera (CH-C), corriente de deriva del oeste (CDO), corriente Cabo de Hornos (CCH)); **B.** Distritos biogeográficos marinos en Chile continental en base a Camus (2012).

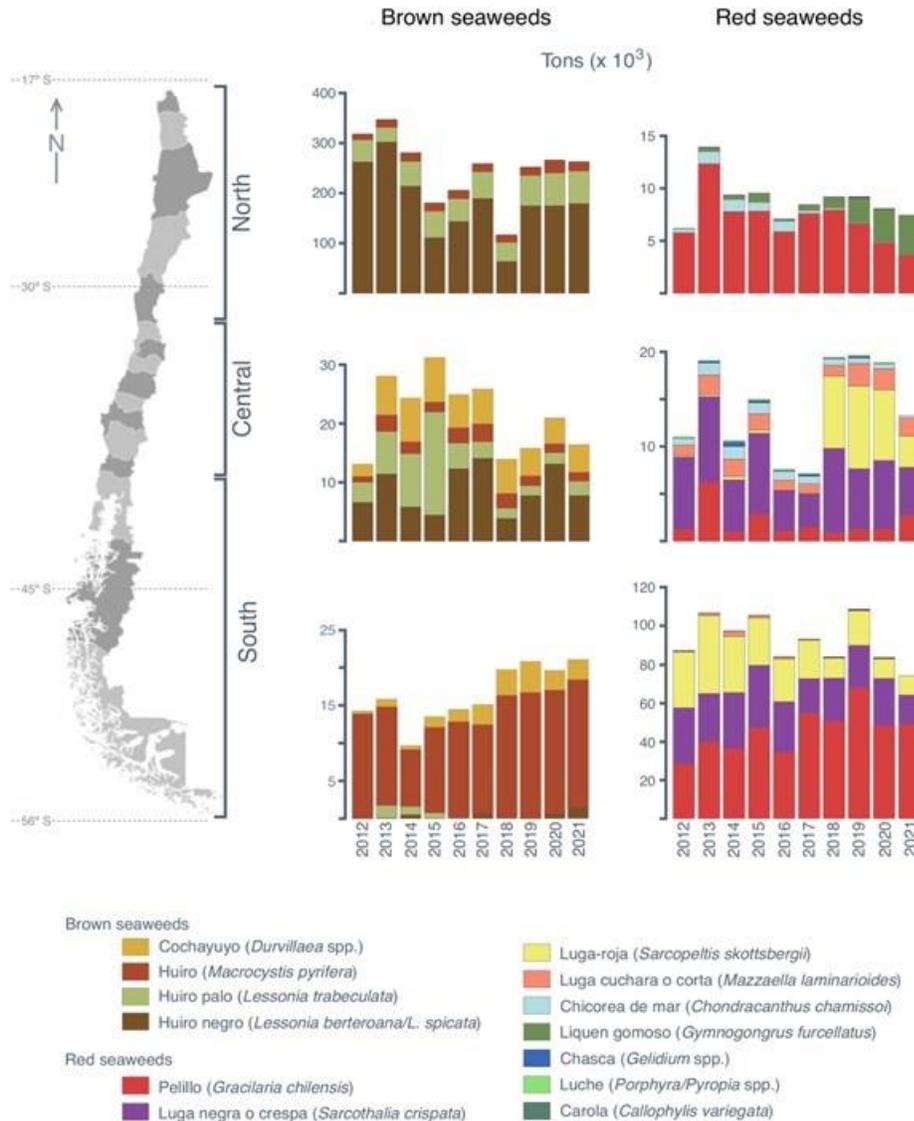


Figura 1.30. Desembarque de principales macroalgas (pardas y rojas) de explotación comercial en Chile en la zona norte, centro y sur del país (extraído de Oyarzo-Miranda *et al.*, 2022).

A nivel nacional, solo se encontró un estudio de composición de especies de macroalgas varadas (o arribazones) en playas de la Región de Los Lagos. Este proyecto fue realizado por la Universidad Austral de Chile (sede Puerto Montt) y tuvo como objetivo la evaluación de arribazones de algas en diferentes lugares de las provincias de Llanquihue y Chiloé, con el propósito de conocer las biomásas de algas que se depositan en estos ambientes y proyectar su potencial utilización como fertilizante natural (TABLA 1.43). Al respecto, se evaluaron 13 sectores costeros: Sector de Ancud: Faro Corona (sector expuesto), Quetalmahue. Sector Isla Quinchao: Curaco de Vélez, Achao, Chequián y Quinchao. Sector Isla Lemuy: Liucura y

Playa Marico. Sector Quellón: Playa Quellón viejo, Oqueldan, Cheter y Chaiguao. Sector Maullín: Los Coihues. Solo Quinchao y Chaiguao no presentó arribazones en todo el periodo de estudio y no fueron considerados en los posteriores análisis.

Entre los resultados se muestra la variación anual de arribazones de macroalgas en los distintos sectores costeros, existiendo una tendencia en general de mayores arribazones entre primavera a otoño y menores o nulas en los meses de invierno, con excepción de Achao (Isla Quinchao) y Playa Marico (Isla Lemuy), en que la máxima biomasa varada ocurrió en junio. Existió una amplia variación en la máxima biomasa proyectada: en Faro Corona correspondió a 18 ton (mes de febrero), Quetalmahue a 16 ton (mes de noviembre), en Curaco de Vélez a 15 ton (mes de octubre), Achao a 13 ton (mes de junio), Chequián a 250 ton (mes de marzo), Liucura a 50 ton (mes de mayo), Playa Marico a 11 ton (mes de junio), Playa Quellón Viejo a 20 ton (mes de enero y febrero, por separado), Oqueldan con 5 ton (mes de marzo), Cheter con 3 toneladas (mes de marzo y enero) y Los Coihues a 10 ton (mes de diciembre). La composición de los arribazones estuvo representada por 9 especies, 2 de la división Chlorophyta (*Ulva* sp. y *Rhizoclonium* sp.), 5 especies de la división Rhodophyta (*Sarcothalia crispata*, *Nothogenia* sp., *Callophyllis* sp., *Mazzaella* sp. y *Gracilaria chilensis* [Actualmente *Gracilaria chilensis*]), y 2 especies de la división Ochrophyta (*Macrocystis pyrifera* y *Lessonia* sp.). Cuando se registraron los mayores porcentajes de abundancia arribazones de cada especie, *Ulva* sp., fue la especie más importante, llegando a monopolizar sectores como Quellón viejo, Cheter y Oqueldan, en un 100% (Figura 1.31).

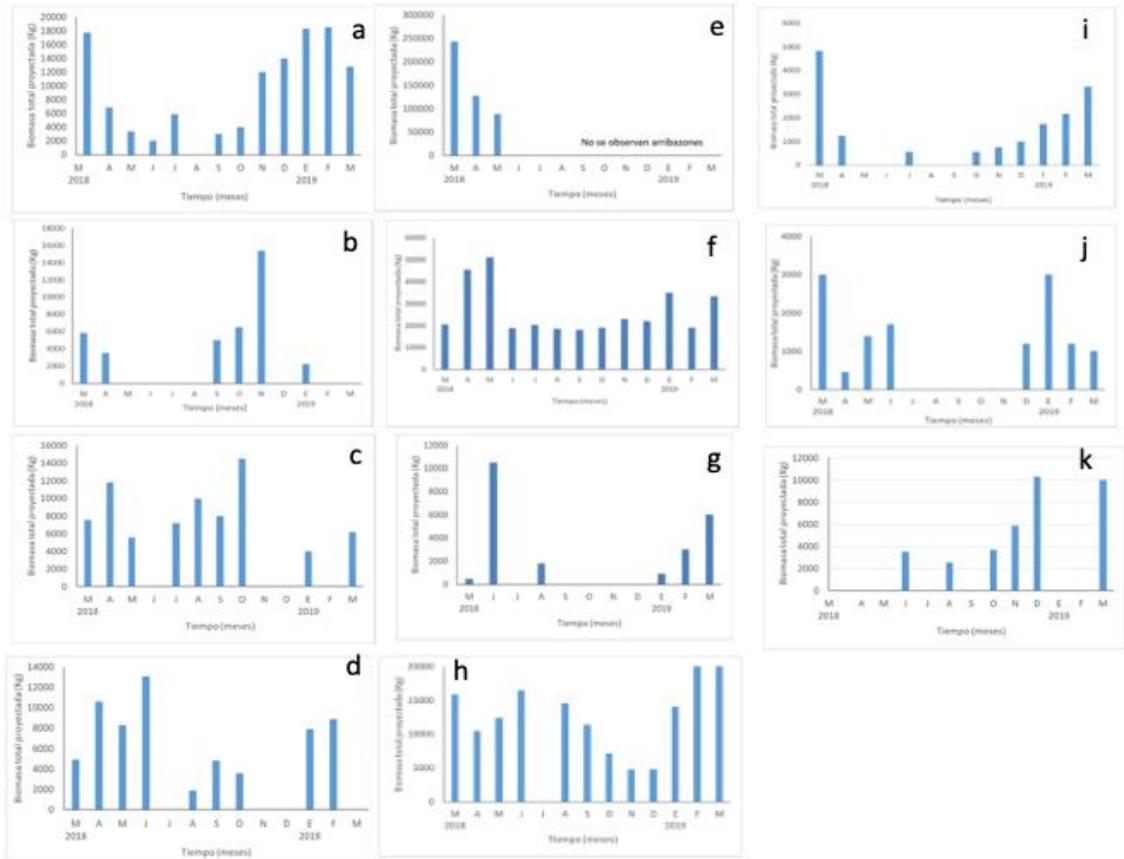


Figura 1.31. Biomasa total proyectada de arribazones de macroalgas según área costera de la Región de Los Lagos. Sector de Ancud: **A.** Faro Corona (sector expuesto); **B.** Quetalmahue. Sector Isla Quinchao; **C.** Curaco de Vélez; **D.** Achao; **E.** Chequián. Sector Isla Lemuy; **F.** Liucura; **G.** Playa Marico. Sector Quellón; **H.** Playa Quellón viejo; **I.** Oqueldan; **J.** Cheter. Sector Maullín; **K.** Los Coihues.

TABLA 1.43. Porcentaje de abundancia de especies en varazones de macroalgas en distintos sectores de la Región de Los Lagos. (*No se muestra valor solo se menciona su presencia).

Fuente: Westermeier (2019).

División	Especie	Provincia Llanquihue	Provincia de Chiloé									
			Calbuco	Ancud	Isla Lemuy		Isla Quinchao			Quellón		
				Faro Corona	Playa Marico	Liucura	Curaco Vélez	Achao	Chequián	Quellón viejo	Cheter	Oqueldan
Clorophyta	<i>Ulva sp</i>	72	52	*	29	66	33	6	100	100	100	
	<i>Rhizoclonium sp.</i>				4	0,9						
Rhodophyta	<i>Sarcothalia crispata</i>		10,9					*				
	<i>Nothogenia sp.</i>		24,7									
	<i>Callophyllis sp</i>		1,6									
	<i>Mazzella laminarioides</i>		<1									
	<i>Gracilaria chilensis</i>	21			67	33	36,8	*				
Ochrophyta	<i>Macrocystis pyrifera</i>	6,6	2,9				30,2	17				
	<i>Lessonia sp.</i>		7									

Para complementar la información entregada, se realizó un análisis en el buscador Google sobre noticias nacionales con palabras claves como: “varazones naturales”, “arribazones de macroalgas”, “desechos de macroalgas en playas”, encontrándose 2 artículos que describen la presencia de varazones de macroalgas en la Bahía de Dichato (Región del Bio bío) y playa La Herradura (Región de Coquimbo). Solo en Bahía Dichato se señala que dicho fenómeno habría sido producido por algas verdes, no especificándose especie para poder comparar con las actuales especies plaga presentes en la Región de Los Lagos (Figura 1.32).

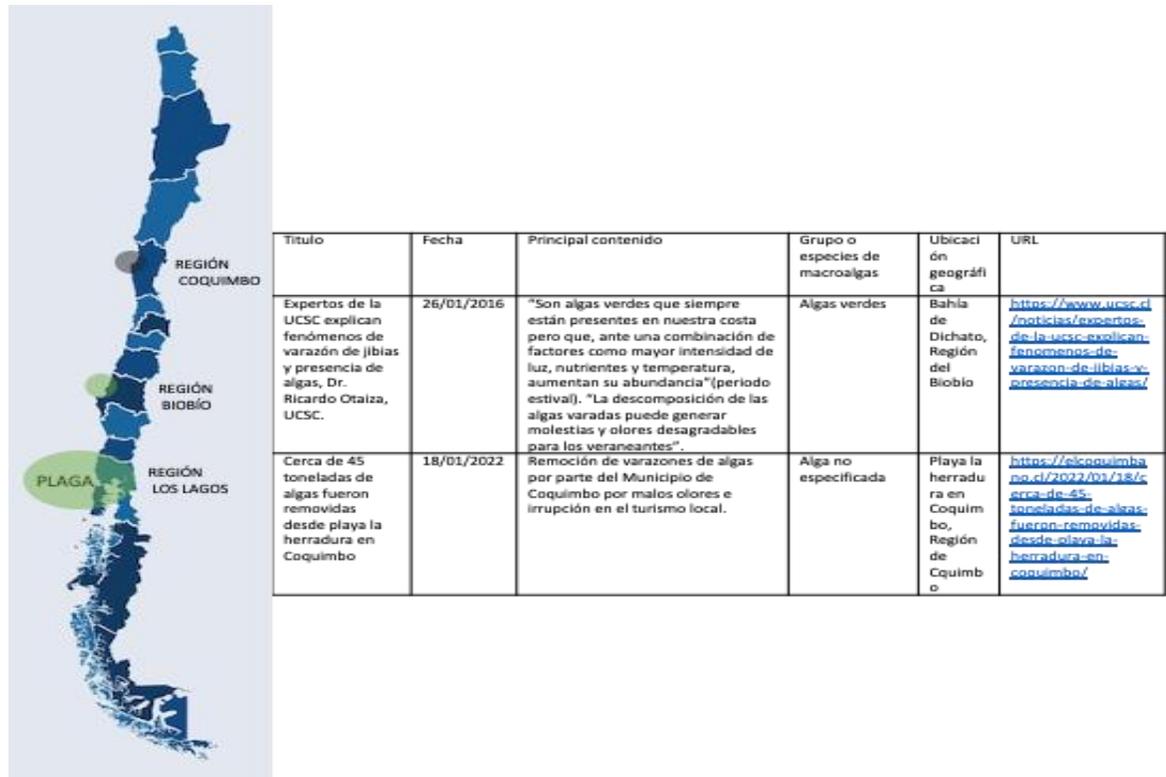


Figura 1.32. Mapa nacional con zonas afectadas por fenómenos de varazones macroalgas en zonas costeras de Chile y ubicación de zona plaga en la Región de Los Lagos.

Análisis de causas y efectos de fenómenos de especies dañinas (HBMs) in situ a nivel nacional e internacional

Los eventos de proliferación masiva pueden ser ocasionados por especies dañinas de macroalgas pertenecientes a la división Chlorophyta (algas verdes), Ochrophyta (algas pardas) y Rhodophyta (algas rojas). Éstos eventos comenzaron en los años 70's en países industrializados, convirtiéndose en un problema en los años 80's y masificándose a nuevas áreas desde el año 2000, con una escala de magnitud y frecuencia que dista de disminuir, dada las condiciones ambientales que se está enfrentando a nivel global por el cambio climático (calentamiento y acidificación oceánica)(Gao *et al.*, 2016), unido a factores locales antropogénicos (relacionados principalmente a la agricultura y urbanización de las zonas costeras) (Bermejo et al, 2022, Smetacek & Zingone, 2013; Menesguen & Piriou, 2013, Wang *et al.*, 2019), así como las características adaptativas y masificadoras (principalmente desde el punto de vista fisiológico y reproductivo)(Gao *et al.*, 2016 b y 2010; Wang *et al.*, 2016 y 2019; Juping *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2019) de las especies de macroalgas, catalogadas algunas de ellas como especies oportunistas e incluso invasivas (Zhao *et al.*, 2018). Cabe

mencionar además que los grandes eventos, son el resultado de solo unos pocos géneros de macroalgas, destacándose *Ulva* y *Sargassum*, responsables de las mareas verdes (“green tides”) y mareas doradas (“golden tides”), respectivamente.

Entre las características de los géneros *Ulva* y *Sargassum*, se destaca:

- Son especies cosmopolitas
- La tasa de crecimiento es gatillada por un aumento de la concentración de nutrientes.
- A diferencia de muchas especies bentónicas (adherida a sustrato), estas especies pueden crecer e incluso reproducirse en un estado de libre flotación, evitando así los herbívoros bentónicos y por efecto de las corrientes marinas; colonizando nuevos espacios marinos.

Debido a este comportamiento oportunista y a su tolerancia a diversos parámetros ambientales, las algas de las "mareas verdes" como *Ulva* spp. suelen considerarse indicadores de contaminación (Largo *et al.*, 2004; Taylor *et al.*, 2001, Wang *et al.*, 2017).

Aunque estas macroalgas no son tóxicas para el ser humano, la proliferación masivas causa extensas zonas de acumulación costera, perjudicando en una primera instancia las actividades costeras de acceso al mar por parte de actividades turísticas, deportivas y pesqueras; así como actividades de acuicultura (al invadir instalaciones de cultivo) (Figura 1.33). Por otro lado, si las varazones no son removidas, estas se descomponen, generando olores pestilentes e incluso compuestos tóxicos (H₂S), con efectos perjudiciales en el ecosistema marino.



Figura 1.33. Mareas verdes y doradas. **A.** Costa Bretaña (Francia); **B.** Playa Qingdao (China); **C.** Bahía en Antigua (Sur del Caribe); **D.** Sierra Leona (África); **E.** Cultivo de *Pyropia* en el Mar Amarillo (China).

Mareas verdes originadas por especies del género *Ulva*

Francia

El incremento de la biomasa de especies del género *Ulva* en zonas costeras Europeas y de Estados Unidos comenzó en los años 70's y fue asociado a la eutroficación de las zonas costeras (Bermejo et al, 2022, Smetacek y Zingone, 2013). Como los efectos adversos comenzaron a ser evidentes, los países afectados como Francia (con las especies *Ulva armorica* y *Ulva rotundata*, principalmente) comenzaron a tomar medidas para reducir los niveles de nutrientes provenientes de la agricultura (fertilizantes y cría industrial de ganado) y aguas residuales. A pesar de los esfuerzos, las populares playas turísticas de la Bretaña Francesa, cuyas algas varadas eran recolectadas tradicionalmente por agricultores locales y utilizadas como abono, desde la década de 1990 y dada la gran magnitud de los eventos (Ye et al., 2011), comenzaron a retiradas en camiones.

En el año 2009, se dieron a conocer los primeros casos de muerte de animales terrestres (caballo y jabalíes salvajes) por intoxicación con gas venenoso (ácido sulfhídrico, H_2S), producido por la descomposición de estas macroalgas. En paralelo, esto afectó al turismo local, que sumado a los costos de remoción y disposición de biomasa varada en la playa (US\$10 a 150 por tonelada) (Charlier et al., 2007, TABLA 1.44); causó severas pérdidas en la

economía local. Como ejemplo, el volumen total para los 72 municipios en el año 2004 fue de 69.225 m³ mientras que los gastos implicados alcanzaron los \$€ 610.000 euros.

TABLA 1.44. Ejemplo de cantidad de *Ulva sp.* cosechada en la localidad de Hellion (1989-1992) (Fuente: Charlier *et al.*, 2007).

Year	Harvesting parametres	May	June	July	August	September	Total
1989	Quantity of <i>Ulva</i> harvested (m ³)	3780	2257	2812	925	1137	10,911
	Number of days of harvesting	11	7	11	2	3	34
	Average daily quantity (m ³)	344	322	255	463	379	320
	Maximum daily quantity (m ³)	500	500	333	463	444	500
1990	Quantity of <i>Ulva</i> harvested (m ³)	2187	2214	3421	2039	149	10,010
	Number of days of harvesting	8	10	16	10	3	47
	Average daily quantity (m ³)	273	221	214	204	50	213
	Maximum daily quantity (m ³)	365	243	365	243	81	365
1991	Quantity of <i>Ulva</i> harvested (m ³)	403	3885	5511	3148	653	13,600
	Number of days of harvesting	2	12	16	10	4	44
	Average daily quantity (m ³)	201	324	344	315	163	309
	Maximum daily quantity (m ³)	245	542	630	472	297	630
199	Quantity of <i>Ulva</i> harvested (m ³)	155	5737	3605	3603	1460	14,560
	Number of days of harvesting	1	19	10	15	7	52
	Average daily quantity (m ³)	155	300	360	240	208	279
	Maximum daily quantity (m ³)	155	550	550	525	380	55

Las fuertes sospechas de asociaciones ecologistas y profesionales de la salud de que el sulfuro de hidrógeno que emana de la descomposición de las algas podría suponer graves amenazas para la salud humana y animal, incluso la muerte cuando se encuentra en altas concentraciones; llevaron a la creación del primer Plan Anti-algas en 2010 por parte del gobierno francés. Junto con estos esfuerzos de reducción, el Centro Francés de Tecnología e Innovación en Algas (CEVA) ha llevado a cabo un seguimiento regular de las superficies de las mareas verdes. El CEVA ha estado utilizando la fotografía aérea para cuantificar la superficie de algas en 95 lugares (Schreyes *et al.*, 2021).

La Bretaña Francesa es una región húmeda sobrecargada de nutrientes liberados por la alta densidad de cría de animales (estimada en una equivalencia de 50 millones de personas), y por tanto, es una situación que no parece que vaya a cambiar a corto plazo. Desde 1991, los granjeros han tratado de hacer un esfuerzo, lo cual se vio reflejado entre 1998 y 2007, con un decrecimiento de la concentración de nitrato de 5 mg/L en el agua superficial. Sin embargo, los niveles en el año 2007 aún eran altos (30mg/L) e incluso fuera de la norma de salud humana (25mg/L)(Gavier, 2012). 10 años más tarde y gracias al plan Anti-plagas,

nuevamente se ha reducido los niveles de nitrato, llegando a un nivel entre 22 a 26 mg/L (Schreyes *et al.*, 2021).

Estudios actuales (Schreyes *et al.*, 2021), utilizando archivos de imágenes de satélite Landsat gratuitos y de libre acceso a lo largo de 35 años (1984-2019), exploraron el potencial de la teledetección para la detección y el seguimiento a largo plazo de las proliferaciones de macroalgas verdes. Los resultados mostraron que existieron importantes fluctuaciones interanuales y estacionales en la cobertura estimada de macroalgas. Además, en términos de tendencias en el tiempo, los eventos de mareas verdes no mostraron una disminución en la extensión en tres de los cuatro sitios estudiados, por tanto, la disminución observada en las concentraciones de nitrógeno de los ríos que drenan los lugares afectados no dió lugar a una reducción de la extensión de éstas, concluyendo que las fluctuaciones interanuales pueden atribuirse principalmente a factores climatológicos en esta fase, más que a una disminución de las concentraciones de nitrógeno en los ríos que drenan las zonas costeras. Así pues, los esfuerzos para reducir las mareas verdes aún no han mostrado mejoras importantes en los lugares estudiados.

China

Por más de una década, las mareas verdes (*Ulva* sp.) han estado apareciendo continuamente en el Mar Amarillo (Kim *et al.*, 2019; Zheng *et al.*, 2011). En el 2008, una espectacular marea verde invadió, sin previo aviso, las playas de Qingdao, sede de las pruebas de vela de los Juegos Olímpicos de Pekín. Masas de *Ulva* llegaron flotando desde las aguas abiertas del Mar Amarillo y vararon unas semanas antes del inicio de la competición. En esta oportunidad, se desplegó una barrera de 30 km de largo para mantener las masas de algas flotantes fuera de la bahía y se retiraron más de un millón de toneladas de algas, involucrando a 10.000 personas, con un costo de \$30 millones de dólares. Además, los centros de cultivo de algas comestibles (*Pyropia* sp.) sufrieron pérdidas de \$100 millones de dólares (Ye *et al.*, 2011).

El análisis de imágenes por satélite del Mar Amarillo en 2008 reveló que en total 3.500 km² estaban cubiertos de algas flotantes en parches repartidas a lo largo de 84.000 km y que la causa estaba estrechamente relacionada a la eutroficación de las zonas costeras, dada las altas concentraciones de nitrato en el Mar Amarillo que podrían explicar las altas tasas de

crecimiento (21,9% al día) de las algas flotantes (Liu *et al.*, 2013; Kessing *et al.*, 2011). Estos parches fueron posteriormente conducidos hacia la costa por los vientos, quedando a lo largo de 140 km de línea costera, en que incluía Qingdao. La especie responsable correspondió a *Ulva prolifera*, donde un estudio demostró que esta especie prolifera rápidamente desde células de fragmento de talos entre 1 y 2 mm que se adhieren al talo parental, teniendo altas tasas de esporulación (Gao *et al.*, 2010).

La proliferación de algas pelágicas, al igual que las de años posteriores, pudo rastrearse en imágenes de satélite hasta la costa, a unos 200 km al sur de Qingdao, donde la acuicultura del alga roja comestible *Pyropia yezoensis*, que se cultiva en balsas a lo largo de la zona intermareal desde 2004 (Keesing *et al.*, 2011; Hu *et al.*, 2010). Dado que *Ulva prolifera* crece profusamente en las balsas, los fragmentos de talo desalojados y descartados en el mar durante la cosecha de *Pyropia* en primavera se han convertido en un problema. *Pyropia* en primavera son la fuente de semillas más probable de la marea verde de verano. Si esta hipótesis de siembra es correcta, entonces la recolección *Ulva* como subproducto mitigaría la magnitud de la marea verde. Se ha estimado que 500 toneladas de *Ulva*, desechadas desde las estructuras de cultivo de *Pyropia*, crecen produciendo un millón de toneladas en 6 semanas (Liu *et al.*, 2013). Estudios moleculares sugieren que la cepa de *Ulva prolifera* responsable por la marea verde puede estar hibernando en la superficie del sedimento al sur del Mar Amarillo como fragmentos que provienen de la proliferación superficial estival (Liu *et al.*, 2013).

Li *et al.* (2017) analizaron las variaciones espacio-temporales de nitrógeno y fósforo inorgánicos disueltos (DIN y PO4-P) y la relación N/P a lo largo de la costa de Jiangsu desde 1996 hasta 2014 durante finales de marzo a abril, los meses que corresponden al período previo a la proliferación de las mareas verdes desde 2007. Los resultados indican que existe una zona de altas concentraciones de DIN (nitrógeno inorgánico disuelto) y PO4-P, desarrollado a lo largo de la costa de Jiangsu, entre las ciudades de Sheyang y Nantong, desde 1996. A lo largo de los 18 años, hubo una tendencia de aumento de las concentraciones de DIN durante el período previo a la proliferación, así como una correlación positiva entre la biomasa de *U. prolifera* y las concentraciones de DIN (correlaciones de Spearman, $r=0,84$, $P<0,001$), pero no con PO4-P o la relación N/P (Figura 1.34). También se concluye que los aportes de nutrientes procedentes de los ríos y la

maricultura de la provincia de Jiangsu pueden haber aportado el nitrógeno que contribuyó a la magnitud de las proliferaciones de macroalgas que posteriormente se extendieron al sur del Mar Amarillo.

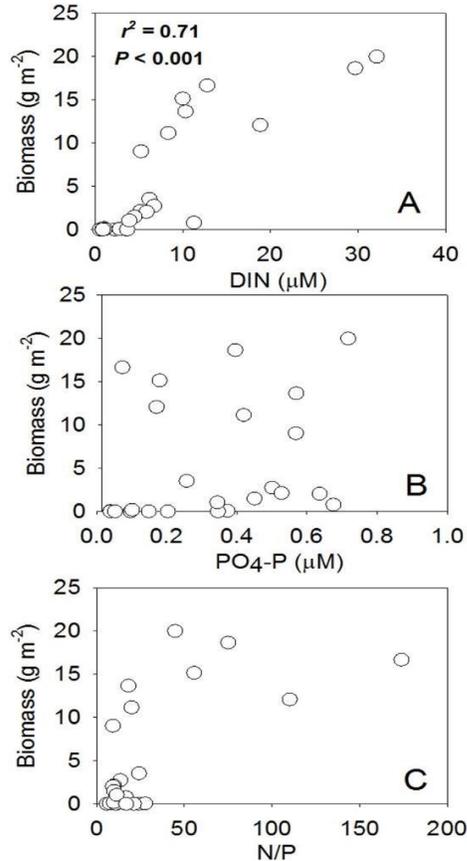


Figura 1.34. Biomasa de *U. prolifera* (peso húmedo) en aguas superficiales (0-5 m) a lo largo de la costa de Jiangsu durante la primavera de 2012, representada gráficamente en función de la concentración de nutrientes y la relación N/P antes del inicio de la proliferación (Fuente: Li *et al.*, 2017).

Jin *et al.* (2018), exploraron la influencia de los factores ambientales y la actividad humana en el desarrollo anual de *U. prolifera* durante 2011-2016, combinando imágenes del generador geoestacionario en color del océano y factores ambientales monitorizados. Entre los resultados se destaca que las floraciones de *U. prolifera* se distribuyeron principalmente en la zona centro del Mar Amarillo Sur, a la deriva desde las dorsales arenosas radiales del sur del mar Amarillo. Lo interesante de este estudio es que definieron tres fases de crecimiento (fase inicial, fase de brote y fase de disipación) para facilitar el análisis de la

relación entre los factores medioambientales y las condiciones de crecimiento de la *U. prolifera*. En la fase inicial, el cultivo de algas (*Pyropia yezoensis*), la temperatura superficial del mar (TSM) y la radiación disponible influyeron en la biomasa de algas. En la fase de brote, la transparencia del agua de mar, las precipitaciones y la actividad del viento afectaron a las algas. Finalmente, en la fase de disipación, la radiación intensa y las operaciones de limpieza aumentaron la tasa de extinción de algas (Figura 1.35). Señalan, además, que aunque algunos de los resultados no son concluyentes y sólo se basan en análisis cuantitativos, el estudio puede proporcionar una mejor comprensión de los factores que influyen en la formación y acumulación de macroalgas. En el futuro aconsejan la necesidad de realizar estudios de campos multidisciplinarios y exhaustivos, combinados con técnicas de teledetección y estudios *in situ*, para comprender mejor los mecanismos de los brotes de algas.

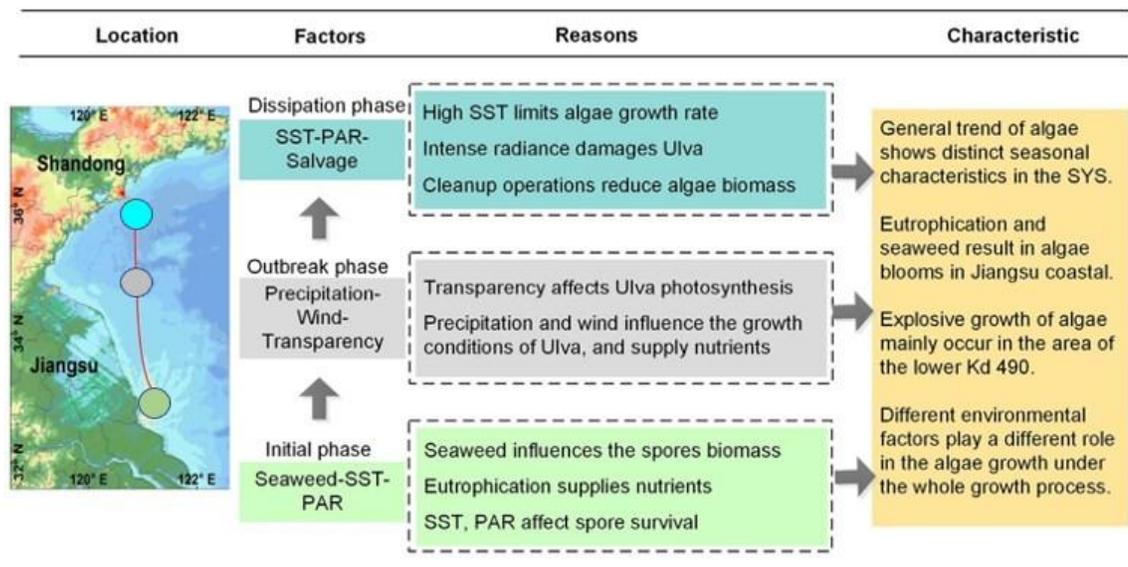


Figura 1.35. Factores que influyen en el desarrollo de *U. prolifera* en el Mar Amarillo Sur. Los puntos coloreados en la columna izquierda representan las diferentes fases de crecimiento de las algas (Fuente: Jin *et al.* 2018).

Estudios recientes (Zheng *et al.*, 2022), señalan que, de todas las mareas verdes registradas en el Mar Amarillo, el año 2021 ocurrió el mayor evento desde el pasado gran evento en el 2007 (Figura 1.36). A raíz de esto, se realizó un seguimiento utilizando el Índice de

Vegetación de Diferencia Normalizada y Google Earth Engine, además de análisis factores de control a partir del cambio medioambiental y la actividad humana. Se encontró que dentro de la actividad humana, el cultivo de *Pyropia yezoensis*, en el banco de Jiangsu septentrional de China, tiene un impacto en el escalamiento de la proliferación de las mareas verdes. En comparación con el mismo periodo de años anteriores, el desalojado y descarte de talos de *U. prolifera* al mar en 2021, proporcionó más semillas flotantes para la marea verde. El índice de intensidad de la actividad humana en las ciudades costeras de las provincias chinas de Jiangsu y Shandong ha ido en aumento durante los últimos nueve años, lo que ha provocado la liberación de grandes cantidades de nutrientes en el agua de mar, proporcionando a la marea verde los nutrientes necesarios para su crecimiento. Desde la perspectiva de los cambios medioambientales, la temperatura de la superficie del mar fue más alta en junio y julio en el sur del Mar Amarillo, lo cual fue favorable para el crecimiento de la marea verde. La abundante radiación solar en mayo y julio favoreció la fotosíntesis de *Ulva prolifera*. En tanto, la menor radiación fotosintéticamente activa en agosto favoreció la reducción del efecto de la fotoinhibición y promovió el crecimiento de las algas. De acuerdo con el análisis anterior, el brote de marea verde está relacionado con diversos factores, como las condiciones ambientales básicas del mar, la fuente de *U. prolifera* y la eutrofización del agua de mar.

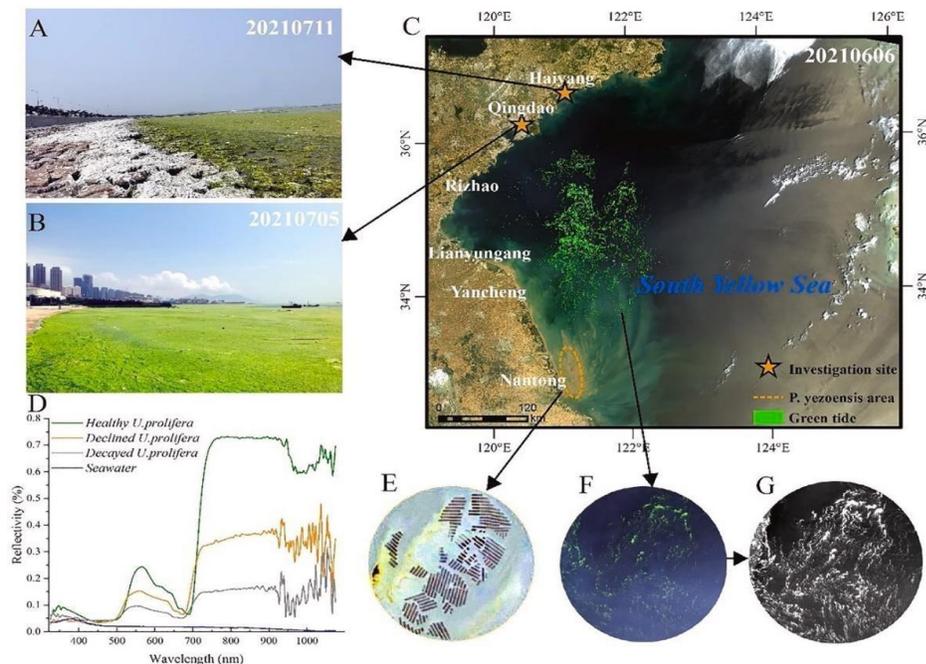


Figura 1.36. Marea verde producida por especie *Ulva prolifera* al sur del Mar Amarillo, año 2021. **A-C.** Muestra los principales puntos de proliferación en el mar (incorporándose el cultivo de *P. yezoensis*) y de arribazón en las zonas costeras; **D.** Análisis de curvas espectrales en distintas fases de la marea verde; **E.** Imagen que muestra el detalle de ubicación del cultivo de *P. yezoensis*; **F-G.** Distintos trabajo de colores en imagen para mostrar expansión de marea verde en el mar (Fuente: Zheng *et al.*, 2022).

En cuanto a la eutroficación del mar, según estudios realizados por Wang et al (2019), encontraron que las altas concentraciones de nitrato (nitrito) y las bajas concentraciones de amonio (amoníaco) en el agua de mar, potencian el suministro de óxido nítrico en las células de las algas. Cuando el óxido nítrico funcionó como molécula señal, las células vegetativas de las algas se diferenciaron en células reproductoras, creando un gran número de esporas. Estas esporas se desarrollan rápidamente en nuevos individuos, aumentando así la población de *U. prolifera* que puede sustentar las mareas verdes.

Finalmente, se presenta un cuadro resumen con publicaciones internacionales encontradas en que se entregan datos de volúmenes varados y factores ambientales gatillantes de mareas verdes en general (TABLA 1.45).

TABLA 1.45. Publicaciones científicas de varazones de especies de macroalgas dañinas (HBMs) a nivel internacional.

Especie (División)	Lugar (País)	Condiciones ambientales gatillantes del fenómeno	Meses y/o Años	Volúmenes varados	Referencia
<i>Uva sp.</i>	Tolka (Irlanda)	Eutroficación por parte de la agricultura, además de aguas residuales urbanas	Junio (2016 a agosto (2017). Máxima biomasa en verano y mínima en invierno.	-	Bermejo <i>et al.</i> , 2022
<i>Ulva prolifera</i>	Mar amarillo (sur), China	Fase inicial: cultivo de algas, temperatura superficial Fase de masificación: transparencia del agua, precipitación y actividad del viento Fase de disipación: temperatura superficial del agua, intensidad de radiación y operaciones de limpieza de playa	2011, 2012, 2013,2014, 2015,2016	Sin datos, solo cobertura de 29.215 m ²	Jin <i>et al.</i> , 2018
<i>Ulva prolifera</i>	Qingdao, Mar amarillo (China)	-	Verano	Alrededor de 20 millones de toneladas	Gao <i>et al.</i> , 2010
<i>Cladophora glomerata</i>	Costa este del Golfo de Finlandia	Eutroficación	2003 -2005	Se encontraron dos alzas en la biomasa de <i>C. glomerata</i> , de verano a otoño (julio y septiembre del hemisferio norte), en todos los años estudiados, con un máximo (300±100 g secos/m ²)	Gubelit & Berezina, 2008
<i>Ulva prolifera</i>	Mar amarillo (China)	Temperatura, luz, nutrientes y viento	2008-2012	Mas de 20 há en costa Jiangsu y 5.000 ton desde balsas de maricultura	Liu et al, 2013
<i>Ulva prolifera</i>	Mar amarillo (China)				Keesing <i>et al.</i> , 2011
<i>Ulva sp</i> principalmente y <i>Cladophora sp.</i>	Bretaña Francesa, Francia	Eutroficación costera (agricultura y zonas fuertemente industrializadas o urbanizadas)	1999-1982 meses de primavera a verano (mayo a septiembre en H.N)	Varazones de hasta 1 m de altura, con remoción entre 11.000 a 14.500 m ³ por año.	Charlier <i>et al.</i> , 2007, 2008.

1.3.2. Información histórica nacional y su actualización a partir de información primaria (encuestas)

Análisis histórico de varazones de algas

Se han desarrollado una serie de estudios en los ríos Maullín, San Pedro Nolasco y Pudeto, de los cuales sólo se menciona la ocurrencia o presencia de varazones de algas, pero sin realizar una evaluación para cuantificar la cantidad de algas que resultaron varadas.

Un primer registro se encuentra en el Informe del Consultora GHD denominado “Evaluación de problemas ambientales que afectan la producción del alga *Gracilaria chilensis* en la Región de Los Lagos”. En el cual se determinó que la presencia de un terraplén sumergido habría disminuir el caudal del Río Pudeto en un 75%, generando con esto una zona de embancamiento en la ribera sur del río. Este terraplén fue empleado en la construcción de un puente en el Río Pudeto, lo cual concluyó durante el año 1997. En este informe además se indica la ocurrencia de un alga verde filamentosa, que en ese momento era llamada “lama verde”.

En el Río Maullín el primer registró de una proliferación de algas verdes filamentosas se realizó en el estudio “Caracterización sanitaria de los cultivos de macroalgas y evaluación de alternativas de control de los principales agentes patógenos” en un muestreo realizado el 2014 en los ríos Maullín, Quenuir y San Pedro Nolasco. En relación con las algas varadas sólo se indica para el Río Maullín que “Se observó abundante cantidad de algas varadas en la playa” y como recomendación “Realizar limpieza de algas varadas en la playa”. Todo esto sin establecer una medida que dé cuenta de la magnitud de las varazones observadas por el equipo ejecutor del proyecto. Una descripción similar es hallada en el Informe Técnico D. AC N°273/2015, donde se indica en la introducción que desde el año 2012 se ha reportado en forma periódica en la Ribera Norte del Río Maullín “la presencia de altas abundancias en los meses estivales de estas macroalgas verdes filamentosas, periodo durante el cual pueden apreciarse a simple vista grandes varazones en el intermareal, como también junto a los cultivos y praderas naturales explotadas comercialmente de la especie *G. chilensis*”. En mayo del año 2015 se realizó la declaración de plaga por presencia de macroalgas verdes del género *Rhizoclonium spp.* en cuerpos de agua del Río Maullín (Res Ex. SSPP N° 1346/2015), lo cual encargó al Servicio Nacional de Pesca el diseño de un Programa de

Vigilancia y Monitoreo. Esto se concretó mediante la Res Ex. SERNAPESCA N° 11.051/2015, en la cual se estableció que el fin del programa es evaluar el impacto de la plaga de *Rhizoclonium spp.* en centros de cultivo, así como actividades extractivas en el área plaga. Este programa orienta sus objetivos a recopilar información desde centros de cultivo y a difundir información general sobre la plaga a los titulares de concesiones. Sin considerar en este documento el problema que generarían las varazones de algas. Se extendió la vigencia de la resolución de plaga de especies del género *Rhizoclonium spp.* en el Río Maullín por 5 meses (RES EX SSPP N° 1547/2017). En mayo del 2018 se publicó una nueva renovación del área plaga en el Río Maullín, en la cual se agregó la desembocadura del Río San Pedro Nolasco. Esto fue fundado en el informe técnico D AC. N° 1.059/2017, el cual recoge los antecedentes del “Estudio del desempeño de la acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento, año 2015” ejecutado por el IFOP. Este estudio ha contado con el financiamiento permanente a la fecha del presente informe, a través de un convenio entre el IFOP y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Este estudio inicialmente consideró 33 muestreos ubicados en los ríos Maullín, Quenuir y San Pedro Nolasco. Para luego en el estudio ejecutado al siguiente año se incorporaron estaciones de muestreo en el Río Pudeto. En los muestreos realizados en las zonas de cultivo y alledañas en los ríos Maullín y Pudeto, se observó los periodos de máxima abundancia (2015 y 2021) y una disminución de la plaga durante 2018, 2019 y 2020. Aunque en los informes se indica que las algas epífitas verdes estuvieron presentes en niveles altos y bajos, no se informan varazones de algas pues estos estaban enfocados en determinar la abundancia de estas en los centros de cultivo y alledañas. En el muestreo realizado en abril y mayo del año 2020, se obtuvieron registros fotográficos de las algas varas en el sector de Changue (Figura 1.37).



Figura 1.37. Imágenes de la presencia del alga verde filamentosas varadas en el sector de Changue en el Río Maullín en otoño de 2020. **A.** Mes de abril; **B.** Mes de mayo, días previos al muestreo; **C.** Mes de mayo, durante el muestreo. (Fuente: IFOP, 2020).

Otro estudio que comenta la proliferación de *Rhizoclonium spp.*, es el “Diagnóstico Territorial del Río Maullín”, desarrollado por la Universidad de Los Lagos. Sin embargo, estos comentarios sobre el *Rhizoclonium spp.* están relacionados con asignar una causa al descenso en un 19,1% en el retorno por exportaciones de pelillo en febrero de 2015, en relación con la obtenida en igual bimestre del año 2014.

La consultora ECCOPRIME durante el 2013, desarrolló en proyecto “Estudio básico para el diagnóstico de calidad ambiental del Río Maullín” en él se realiza una descripción florística y faunística de las especies presentes en la cuenca del río Maullín, sin referirse a la presencia de algas verdes filamentosas o *Rhizoclonium spp.*, sobre los cultivos de pelillo o varadas en la costa.

En 2014 se desarrolló el estudio “Generación de portafolio base para solicitud formal de norma 2ria. de calidad ambiental para el Río Maullín y diseño de plan de gestión ambiental participativo para el sitio prioritario Maullín” por la consultora Cosmovitalis. En este estudio se diseñó un modelo de gestión territorial y ambiental para la cuenca del Río Maullín, sin considerar en esto las proliferaciones de plaga de *Rhizoclonium spp.*

Por último, el Fondo de Investigación Pesquera y Acuícola licito el proyecto FIPA 2017-10 denominado “Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de

Rhizoclonium spp., y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la Región de Los Lagos, en el cual entre las actividades del proyecto se realizaron entrevistas a algueros mediante cartografía participativa. Se entrevistaron a 7 actores claves en Maullín en las localidades de Lolcura, La Pasada, El Carrizo y Changue y en relación con el Río Pudeto se entrevistaron a 7 actores claves de las localidades de La Pasarela, Caipulle, Pupelde La Pasarela, Pupelde Alto y Quempillen.

En el Río Maullín se pudo determinar que existió un aumento progresivo de la plaga, iniciando en el 2013 con presencia sólo en la concesión más cercana a la desembocadura del Río Maullín (Sindicato Estrella del Mar) hasta alcanzar la máxima abundancia en 2016 en que cubrió toda la zona de cultivos entre Las Conchillas y La Pasada. Pero no se informa sobre la ocurrencia de varazones de algas por los entrevistados.

Para el Río Pudeto en cambio los entrevistados reconocen la presencia de una especie de alga verde que llaman “lana verde”, la cual al ser consultados por el origen de la plaga indican respuestas tan diversas como “desde los años 80’s”, “desde el año 2000”, “desde el 2007”. A diferencia del Río Maullín, en Pudeto los entrevistados no pudieron identificar una zona geográfica en que se habría originado la plaga. Sin embargo, existió un amplio consenso de estos en que la proliferación de *Rhizoclonium spp.*, se debe a la pérdida en la velocidad de corriente, que se produce por un terraplén sumergido que fue usado durante la construcción del puente del Río Pudeto, el cual fue informado por la consultora GHD (Figura 1.38). El terraplén genera que se acumule sedimento en el sector de la ribera sur del Río Pudeto en el sector Pupelde, donde indican los entrevistados se registran año a año el origen de proliferaciones estacionales.



Figura 1.38. Cobertura del terraplén y zonas de embancamiento (Fuente: GHD, 2013).

Respecto de las varazones de algas en el informe del proyecto FIPA 2017-10 (UNAP, 2019) en la evaluación inicial en el Río Pudeto, se registró una varazón de *Chaetomorpha linum* que cubría hasta 30 metros desde la costa en la zona de embancamiento (Figura 1.39). Este sector corresponde a un área de libre acceso en el cual la cantidad de biomasa formaba una capa de algas de 40 centímetros de alto y un ancho de 30 metros desde la costa, donde se ubicó una estación de muestreo (PUD 6).



Figura 1.39. Polígono que delimita de zona de acumulación de la especie de alga verde *Chaetomorpha sp.*.

Los muestreos biológicos mostraron que existe una expansión en la cobertura de algas verde de las especies *Chaetomorpha linum*, *Ulva compressa* y *Ulva sp* (tipo laminar) durante la estación de verano desde la zona de embancamiento hasta Pupelde-La Pasarela (Figura 1.40).

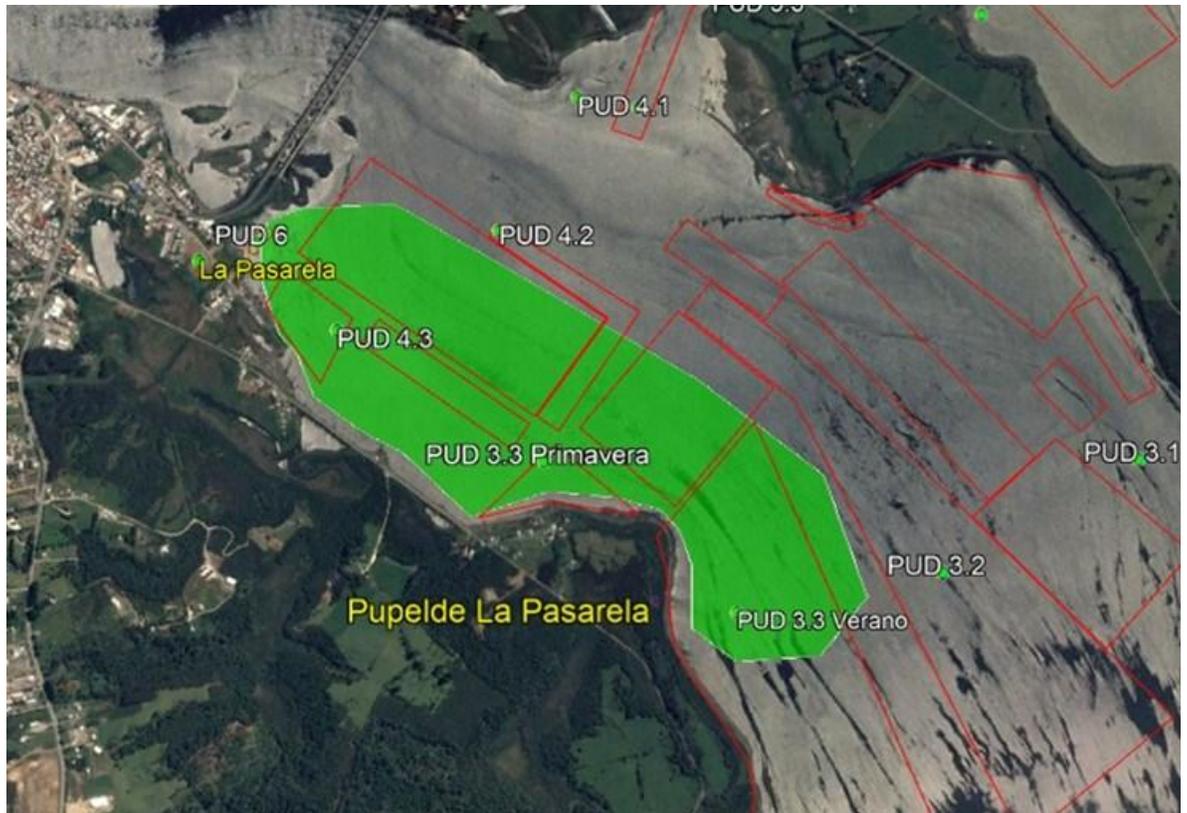


Figura 1.40. Cobertura de algas verdes filamentosas en el Río Pudeto, durante la estación de verano.

En la zona de embancamiento el mayor registro de biomasa se realizó durante primavera 2017 con una biomasa de $15,8 \pm 2,6 \text{ kg/m}^2$, predominado casi en su totalidad por *Chaetomorpha linum* (Figura 1.41 y 1.42).

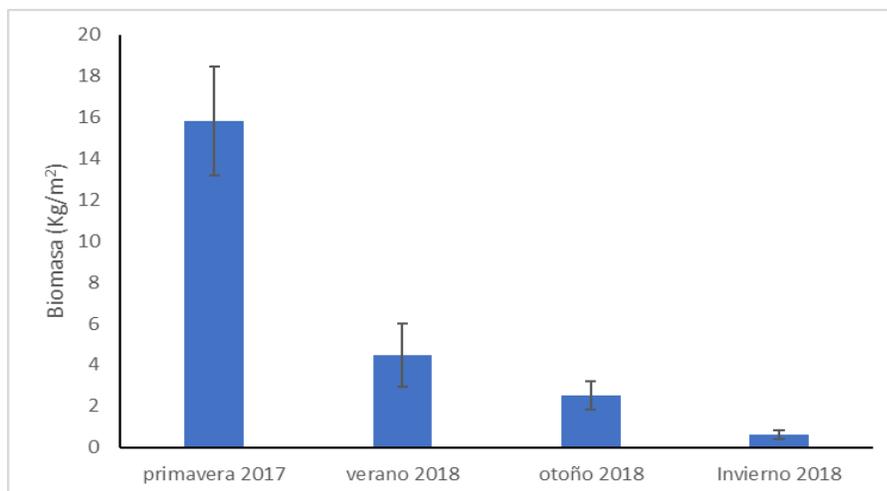


Figura 1.41. Biomasa de algas varadas en la zona de embancamiento, Río Pudeto en distintas estaciones de los años 2017-2018.



Figura 1.42. Varazón de *Chaetomorpha sp.* en el Río Pudeto. **A.** Toma de Muestra; **B.** Submuestra para análisis de laboratorio; **C.** Cobertura de *Chaetomorpha sp.* en estación de monitoreo PUD 6. Fuente FIPA 2017-10.

En FIPA 2017-10 (UNAP, 2019) se realizaron entrevistas a 99 cultivadores de algas en Maullín, lo cual permitió caracterizar el ciclo productivo de los cultivadores de algas en los ríos Maullín y Pudeto. Un aspecto interesante que se indica en dicho informe es que las semillas provienen del mismo río y a veces se complementa con alga proveniente de localidades cercanas como Puerto Godoy, Los Piques, Chuyaquen y Punta Quillahua. Sin

embargo, en el marco del presente proyecto 2 entrevistados indicaron una sospecha sobre el origen de plaga, lo cual será brevemente analizado dado la importancia que reviste esto en el control y erradicación de la plaga. Según Don Miguel Curimilla del sector de Amortajado en el Río San Pedro Nolasco, se realizaron siembras de pelillo durante el 2021 con algas provenientes desde Ancud en la concesión del sindicato Isla Amortajado. Tras lo cual, observaron la aparición de lana, como llaman los algueros a las algas verdes tipo *Rhizoclonium*, río abajo en la concesión del sindicato. Durante la temporada 2022, la cantidad de estas algas plaga fue tan abundante que disminuyó considerablemente la productividad de su concesión. Un relato similar fue indicado por un dirigente de la ribera norte del río Maullín, quien indicó que se habían traído desde Ancud 50 a 70 toneladas para iniciar la siembra, los cuales venían en cuerdas y a granel para la siembra directa al sustrato, sobre las cuales vendrían las semillas de las algas plagas.

Cabe señalar que para que estas especies proliferen es imprescindible que estas algas estén presentes en los sectores afectados, lo cual podría estar siendo propiciado por el traslado de semillas hacia Maullín desde Ancud. A partir del 2011 a través de financiamiento de la siembra por el Fondo de Fomento a la Pesca Artesanal hasta el 2015, se trasladó semilla hacia Maullín, la siembra luego ser fue financiado por el Fondo de Administración Pesquera a través de un convenio FAP-GORE. Esto se extendió hasta el año 2018 cuando inician las bonificaciones a través de la Ley 20.925 “Bonificación al repoblamiento y cultivo de algas”. La administración del fondo está a cargo del Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (INDESPA) el cual fue creado mediante RES EX N° 21.069 en este mismo año.

Sin embargo, hay que considerar que las algas que generan proliferaciones en Maullín son únicamente de la especie *Chaetomorpha linum* (IFOP, 2021), mientras que en el Río Pudeto las especies plagas más abundantes son *Chaetomorpha linum* y *Ulva compressa* (UNAP, 2019).

Otra fuente consultada dado el impacto para los habitantes de las localidades fueron las redes sociales Youtube, Instagram y Facebook, encontrándose que en Facebook se realizaron 5 publicaciones, siendo 4 de Río Maullín (ver Figuras 1.43,1.44,1.45 y 1.46) y 1 de Río Pudeto. (Figura 1.47).

Para el Río Maullín el usuario Canal 21 publicó el 21 de abril del 2020 un video provisto por un alguero de la ribera norte, donde se puede observar en el sector de Changue algas varadas que cubre un cinturón entre 3 y 5 de ancho. En el trayecto de aproximadamente 500 metros hacia el sector El Faro realizada por quien compartió el video, se observa que hay una mayor cantidad de algas acumuladas hacia El Faro donde la varazón alcanza una altura de 40 cm de alto y entre 5 y 7 metros de ancho. En el registro se ven que las algas que componen la varazón son verdes principalmente y rojas (muy probablemente *G. chilensis*).



Figura 1.43. Publicación de varazón de algas por el usuario Canal 21 (<https://www.facebook.com/canal21chiletv/videos/868149033663205>).

El 9 de mayo del 2020, bajo la etiqueta “Lo que arrojó el viento de anoche.” Se observa en el sector El Faro una gran acumulación de algas, a tal punto que no se puede ver la arena que se encuentra en la playa en ningún momento del video. En el recorrido de aproximadamente 100 metros, se puede ver que la varazón de algas se extiende en toda la costa hacia el sector Los Coihues. Además, que la altura de marea permite ver la varazón de algas en aproximadamente 10 metros de ancho.



Figura 1.44. Varazón de algas en el sector El Faro (<https://www.facebook.com/100009152133904/videos/2526937447621302>).

El 23 de junio del 2021 se publicaron 2 fotografías en el sector Los Coihues, donde se puede observar una gran acumulación de algas verdes filamentosas. En la fotografía de la izquierda (Figura 1.47) tomada en dirección hacia El Faro, se observa una varazón de algas de aproximadamente 2 metros de ancho y una altura de 30 centímetros de alto que se extiende a lo largo de toda la costa. Mientras que en la fotografía de la derecha la fotografía fue tomada en dirección hacia La Pasada, donde se observa una mayor cantidad de algas varas, las que cubren todo el borde costero (> 15 metros) con una altura de la varazón que parece ser mayor a 50 centímetros.

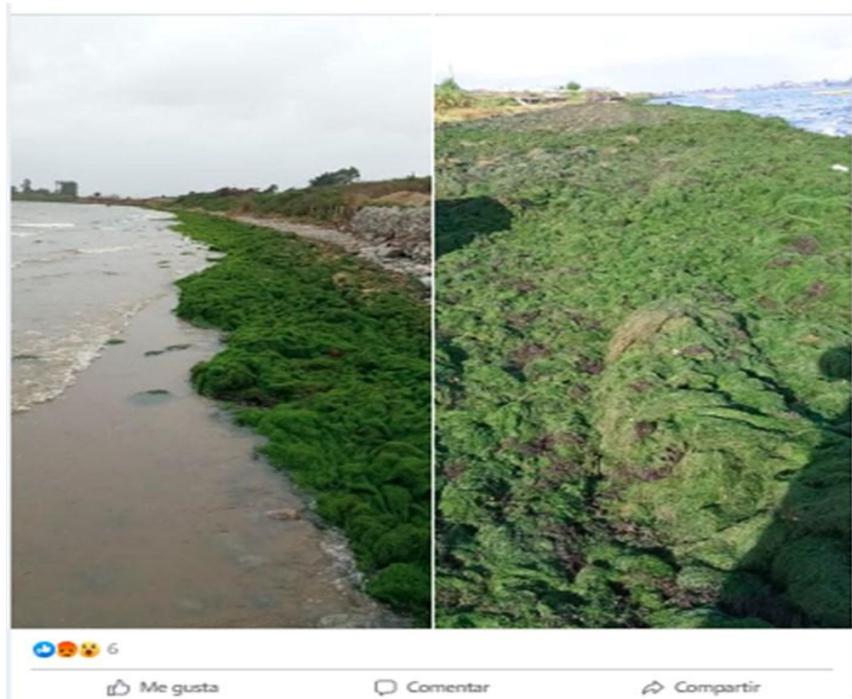


Figura 1.45. Varazón de algas verdes filamentosas en el sector Los Coihues.

El día 4 de julio del 2021 se publicó un video (Figura 1.48) donde se observa un acopio de algas generado durante la faena de limpieza de algas varadas que fue realizada por la Municipalidad de Maullín. En el video se observan 2 retroexcavadoras cargando un camión tolva, mientras otro se encuentra a la espera para ser cargado. Quien relata indica que hay miles de toneladas de algas en el río, lo cual considera un desastre ambiental.

Ministerio de Medio Ambiente #contaminacionambiental #reservadelabiosfera rio maullín contaminado siendo reserva natural de aves migratorias.

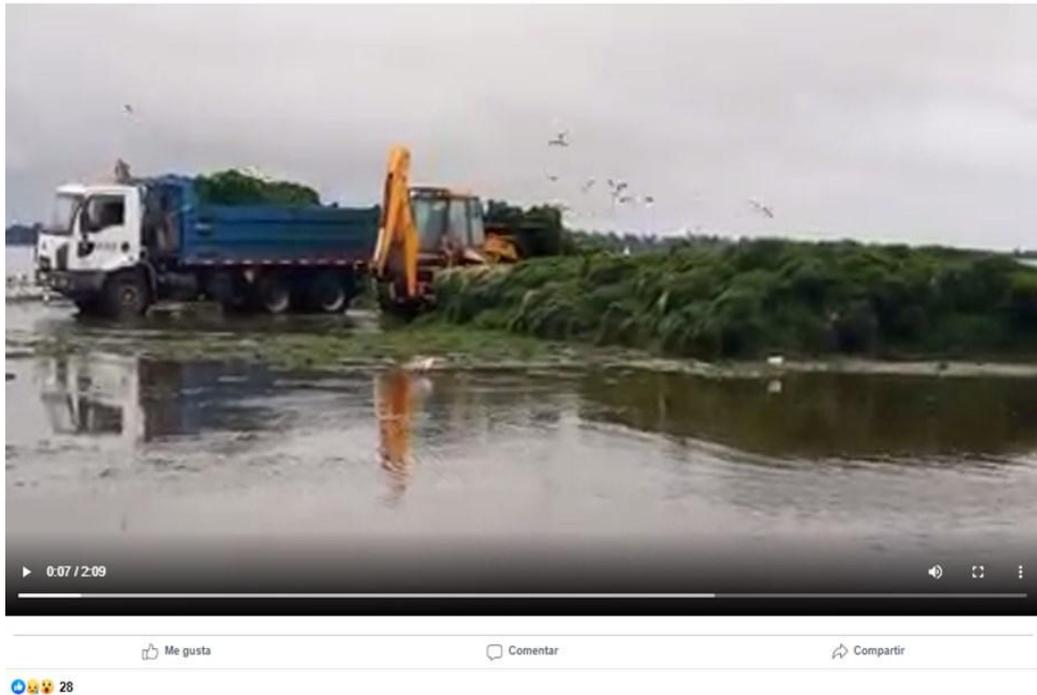


Figura 1.46. Limpieza del borde del Río Maullín (https://m.facebook.com/story.php?story_fbid=pfbid0218dNuyzspW2nVFL1m6DCadDWO WT1183x5bwpmS2MrK2QRztqfdQEU3AGSYzBKbjFI&id=1517255691&mibextid=Nif5oz).

En el Río Pudeto sólo se encontró una publicación del día 13 de noviembre 2020, en que se observa una cobertura completa de la zona de embancamiento en Pupelde (Figura 1.47). Quien relata indica que el alto de la varazón de algas es de 1 metro de alto, lo cual no permite que las embarcaciones puedan salir de la caleta pues están varadas. También responsabiliza de la abundancia de algas a la pérdida de flujo que tuvo el Río Pudeto, producto de la construcción del puente Pudeto.

La cobertura de algas que se observa en el video alcanza los 300 metros desde la orilla en una superficie de aproximadamente 12 hectáreas, donde la profundidad varía entre 1 y 1,5 metros.



Figura 1.47. Acumulación de algas de Río Pudeto (<https://www.facebook.com/kaleuche/videos/10224582525413748>)

En Instagram sólo hay 2 publicaciones, donde se informa de gestiones para la limpieza de las playas de la Ribera Norte del Río Maullín (Figura 1.48 y 1.49).



Figura 1.48. Noticia Publica sobre la varazón de algas por usuario PaisLobo (<https://www.instagram.com/p/CUnAqSqLy13/?igshid=MDM4ZDc5MmU=>).



Figura 1.49. Noticia publicada sobre coordinación para la limpieza de la costa ribera norte del Río Maullín, publicado por el usuario munimaullin (<https://www.instagram.com/p/CdghesbOR5w/?igshid=MDM4ZDc5MmU=>)

En Youtube sólo hay un video (Figura 1.50) la cual corresponde a un punto de prensa de un funcionario público (7 de octubre del 2016), en que comenta las acciones generales ejecutadas a esa fecha en relación con la plaga, lo cual no está relacionado con varazones de algas.



Figura 1.50. Punto de prensa del director regional del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) (Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=Mjrxl8_xjvA).

1.3.3. Datos obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas

La técnica empleada para el registro de datos, como se comentaba anteriormente, fue una entrevista semiestructurada. Las entrevistas fueron respondidas por funcionarios de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA); Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA); Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de salud y Municipalidades; además, fue informante un investigador de la Fundación Chiquihue y dirigentes de organizaciones de cultivadores de algas pelillo. Las entrevistas se realizaron entre el 16 de diciembre de 2022 y 11 de septiembre de 2023; empleando medios telemáticos y presenciales.

Síntesis de la información obtenida sobre las características de las varazones de algas plaga

El total de encuestados fueron once personas, 7 mujeres y 5 hombres. Del total de estos informantes 10 fueron profesionales de reparticiones públicas y 2 dirigentes pertenecientes a organizaciones de cultivadores de pelillo. Se entregan las respuestas y opiniones vertidas sobre el tema, como síntesis frente a los eventos de proliferaciones, los cultivadores en los sectores estudiados solicitan ayuda a las autoridades para:

- Remoción de la biomasa generada para facilitar el normal desplazamiento y apoyo de actividades turísticas en la época estival
- Ayuda económica e inclusión en programas de trabajo, particularmente en el caso de Maullín también recibieron ayuda en cajas de víveres.

Por su parte las instituciones públicas han apoyado en generar financiamiento para programas de investigación para estudio de estos fenómenos; coordinación de mesas de trabajo locales; programas de apoyo para siembra a través de Indespa; vinculación con autoridades y centros universitarios locales; capacitaciones para los cultivadores en manejo de algas plaga, entre otros.

Para los encuestados, la primera varazón de algas plaga fue durante el año 2014 y 2015. Anteriormente, a esa fecha, no hubo nada parecido a una varazón de algas de grandes dimensiones según relato de una informante de la localidad de la Ribera Norte del Río Maullín. Las afectaciones anteriores a estas varazones están referidas, según los informantes, a la disminución de algas pelillo para extraer; estos eventos ocurrieron en décadas anteriores al año 2000. Posteriormente, las afectaciones producidas se atribuyen a lo que los informantes definen como “gusanillo”, “baba” o “flor”, fundamentalmente. Desde el año 2009, hasta el año 2013, se mantuvo estable esta situación.

Es en el período 2014-2015, que se produce la primera varazón de algas plaga, tipo Rhizoclonium. Al respecto, una dirigente de cultivadores relata: Desde el año 2009 hasta el año 2013 se mantuvo estable esta situación, 2014-2015, apareció el tema Rhizoclonium. No sabíamos porque venía el Rhizoclonium y después ya, volvieron a venir los siguientes años, también; como que pasaron dos años, y después volvió a salir el Rhizoclonium y que como que cada vez viene aumentando mucho más; está saliendo mucho más”.

En este contexto, los dirigentes de los cultivadores, del Río Maullín, sostienen que, en el año 2014, sembraron pelillo a finales de junio; en agosto cosecharon, dejaron descansar dos meses la siembra de pelillo. Según estos dirigentes, cuando fueron a ver la siembra para cosechar, en el mes de octubre (2014), estaba plagada de Rhizoclonium; frente a esta situación los dirigentes comentan: “este fue el primer Rhizoclonium que nosotros vimos. La plaga iba cubriendo parte de las concesiones. Algunas de las concesiones fueron afectadas, no todas”.

Consecutivamente, el año 2015, manifiestan los cultivadores del río Maullín, igualmente hubo bastante Rhizoclonium y ocurrió lo mismo que en el año 2014; esto es, siembra en junio y siembra afectada por Rhizoclonium el mes de octubre; seguidamente, en las cosechas de los meses ulteriores de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, siempre existió presencia de Rhizoclonium.

A continuación, en los años 2016 y 2018, expresan los cultivadores del Río Maullín, había alga plaga, pero en menor cantidad que en los años 2014-2015. Durante los años 2019, 2020 y 2021, según los informantes, colapsó. “Durante el 2019-2020, había bastante alga plaga. En los períodos de invierno y primavera, según los testimonios, hay más que en períodos de verano y el alga plaga se extiende por amplios sectores de las playas de la costa y en el interior del río. Al respecto los informantes declaran: “Mi sindicato, en el año 2019, no tenía Rhizoclonium. tuvo buenas cosechas. Fueron afectadas las parcelas que estaban más a la orilla del río Maullín. El Rhizoclonium va de las parcelas que están más cerca de la costa hacia adentro. Casi la mayoría de las parcelas que están a la orilla de la playa fueron afectadas. Las parcelas se llenan parcialmente de Rhizoclonium; pero la playa se llena completamente cuando vara el alga. Cuando hay temporal, el Rhizoclonium comienza a salir para afuera y llega a la playa; ahí se empieza a soltar. El año 2021, esto era como una manta. La playa y adentro en el río. Desde la línea de libre navegación hacia adentro. Las parcelas desde la W hasta la C estaban llenas de Rhizoclonium. El Rhizoclonium flotaba, dentro de las concesiones, estaba como enterrado en la arena. Ahí afectó a las parcelas de los cultivadores y la de los sindicatos”. En la playa, el sector con más alga [plaga] que había era entre Changue hasta el Carrizo. [3PP1] En este ámbito, la presidenta de la Federación Ribera Norte señala que las varazones se producen desde la localidad de Las Conchillas hasta La Pasada y que, hacia el interior del río, según el dirigente, llega hasta la línea de navegación (Figura 1.51).

Un funcionario público de Maullín, sostiene que tiene antecedentes de que en el 2014 había aflorado y que, en el año 2015, las varazones de algas plaga, no fueron tan intensas, como serían las del año 2021; al respecto sostiene, “Yo llegue acá (Maullín) el 2015; a finales del 2015, y había antecedentes; ya se había trabajado; había aflorado, creo que el 2014, al parecer. No fue tan intenso, pero, fue preocupante. Pero el año pasado (2021), creo que fue algo extremo, la varazón. Este año (2022) volvió nuevamente, pero mucho menos que el

2021. Durante el año 2021, no hubo sector de la Ribera Norte que no tuviera algas en sus playas. Llegamos hasta Quenuir con las algas, era impresionante”. Mientras que un funcionario público de Ancud, indica que sus primeros contactos con las algas plagas fueron en el 2017-2018 en el sector Ex-cancha del Huaso. En esta ocasión pudo observar una abundante varazón de algas verdes, frente a una planta de proceso que hay en el sector. En este sentido complementa que en el Río Pudeto, es en el sector Ex-cancha del Huaso donde año a año se origina la plaga, para luego extenderse hacia el Río Pudeto en general. Los sectores más afectados corresponden a La Pasarela, especialmente el Sindicato Pudeto. Esto porque ese sector tiene baja profundidad y una menor circulación, lo cual genera que en día soleado aumente la temperatura en el agua del río en ese sector. Lo cual a su juicio propicia condiciones para que se desarrollen proliferaciones de algas.

El funcionario público de Maullín, sostiene que las características de las varazones de algas plaga son una manifestación de limpieza, fundamentalmente para los cultivadores de pelillo, en la medida que el alga no permanece en las concesiones y se deposita en las playas. Estas algas plaga en la playa, según el funcionario público, es un problema ambiental; al respecto sostiene: “Estas varazones, son una manifestación de limpieza, más que de afectación. para algunos cultivadores de pelillo que trabajan en sus concesiones. La afectación es cuando el alga plaga está en el cultivo de pelillo. Porque cuando están cultivando, no hay posibilidades de crecimiento y de una buena cosecha; ni una venta de acuerdo con el precio de mercado. Distinto es la varazón, en este caso el mayor problema pasa a ser medioambiental, también de movilidad, porque las salidas de las casas son mirando hacia el río. Entonces eso significa que no tienen salida, porque son montañas de algas”.

Por otra parte, sostienen los informantes que las varazones, generalmente están desde la localidad de Las Conchillas, hasta el sector de La Pasada. Dentro de esta área, son más abundantes los volúmenes de algas desde las localidades de El Carrizo hasta la localidad de Changue. Además, declaran los informantes, se cubrieron de algas los sectores de Lolcura, Lepihue y Quenuir.

En cuanto al sector del Río San Pedro Nolasco, para un dirigente de pescadores que cultivan pelillo en este sector, la presencia de alga plaga se presentó durante los años 2019 y 2022. Anteriormente, sostiene, “había poliquito”. Igualmente, antes había retención de agua, por

Figura 1.52. Registro de proliferación de alga plaga en el Río San Pedro Nolasco de Maullín. Para un funcionario de la Fundación Chiquihue, el año 2014 fue especialmente crítico. En ese año, se empieza a detectar, fundamentalmente en la zona de Maullín, la presencia de estas algas filamentosas; que igualmente se encontraba presente en el Río Pudeto, en los sindicatos que trabajaban más cercanos de la costa. Desde el año 2014, en adelante, son procesos casi permanentes. Como expresa, “hay años en que hay más cantidad; hay años que hay menos cantidad, pero está presente ya; siempre hemos tratado de que tenemos que acostumbrarnos; cosechar antes. Hay manuales ahí, trabajo que se ha hecho con la municipalidad, para evitar los cerquillos; ese tipo de cosas como práctica de cultivo para evitar que el *Rhizoclonium* siga arruinando el sistema. Los problemas de las algas plaga genera una afectación considerable a los cultivos de pelillo, que inutiliza la producción de esta alga; y genera el problema de las varazones, que, a su vez, estas varazones se transforman en un problema de salud pública. Cuando estas algas comienzan a degradarse, generan ácido sulfídrico, que puede ser nocivo y mortal en algunos casos. Aquí nunca llegamos a extremos graves, pero sí, está la posibilidad latente”.

Específicamente, en Pudeto, , siempre aparece una epífita en el río Pudeto a fin de temporada, a fines de las cosechas, en los meses de febrero o marzo. Siempre aparece alga plaga; no siempre es la misma especie *Cladophora ruchingeri*, *Pseudochattonela* cf. *verruculosa*, y *Rhizoclonium*; todas algas filamentosas que dañan la producción del pelillo. Normalmente los acuicultores, que son sindicatos fundamentalmente, le echan la culpa a la construcción del puente que disminuyó la circulación de las aguas; entonces esto generó que existan sectores en donde el movimiento de agua es bajo. Lo mismo que en el río Maullín con los cerquillos, el embancamiento, ha disminuido según la percepción la corriente en el río y favorece la aparición de estas algas oportunistas. En Pudeto los cultivadores se quejan de que no pueden sembrar o cosechar porque el “verde” (alga plaga) los va a perjudicar. Para nosotros el *Rhizoclonium* y *Cladophora* [*ruchingeri*] son algas nativas de acá y que, por alguna circunstancia especial de luminosidad, de temperaturas del agua tienden a abundar; generando problemas masivos en ambos ríos.

Además, para este último informante, en el Río Maullín perdura más tiempo el problema y afecta una superficie casi completa de las concesiones de acuicultura, donde la mayoría son pequeños parceleros. Hay zonas más perjudicadas, que tienen menos circulación de agua,

que están más afectadas por el embancamiento en el Río Maullín. En el río Pudeto, serían fenómenos más cortos, que no perduran tanto en el tiempo. En este contexto, los acuicultores se han acostumbrado a estos eventos de algas plaga y tratan de organizar toda su producción, para evitar los efectos nocivos de estas.

En cuanto al Río San Pedro Nolasco, el funcionario de la Fundación Chiquihue señala, “el Río San Pedro Nolasco está presentando siempre problemas de embancamiento. El problema del San Pedro Nolasco se acrecienta, aunque no tengo antecedentes, por la planta de tratamiento de aguas servidas de Carelmapu. Era un río que tenía una muy buena producción de pelillo y poco a poco ha ido decayendo; puede ser una de las causas”.

Un funcionario de Subpesca de Los Lagos indica, “en Maullín se genera la primera declaración de área de plaga; declaración que se extendió durante dos años (2015-2017); en los cuerpos de agua de la Ribera Norte. En el año 2018, se renueva la resolución que declara alga plaga para el Río Maullín y se incluye el área del Río Pudeto ese año”. Antes del 2015, se venían registrando presencia de algas plaga, pero en menores cantidades; el funcionario consultado estima que “tiene que haber comenzado esto alrededor del 2013, aproximadamente: porque se vio en varias épocas estivales, y cuando se masifica se declara plaga. El grueso de la problemática comienza el año 2015. En el 2020 hay otra renovación, porque estas declaraciones de plaga son por dos años. Se estableció el 2015 que el Servicio Nacional de Pesca, tiene que adecuar los programas de vigilancia, detección y control del alga nociva (plaga). De ahí en adelante, junto con la declaración, se establece que SERNAPESCA tiene que adecuar programas de vigilancia, detección y control de la plaga. El 2019 no ocurre nada relevante; es lo mismo. Todos los años había varazones, en mayor o menor cantidad; esto no se ha visto, así como tan masivo; se podría decir que va en aumento; el año 2020 la varazón fue gigante y el 2021 no fue tanto; entonces obedece a otros tipos de fenómenos, según mi punto de vista. El crecimiento no es exponencial. En Pudeto no fue tan fuerte como en Maullín: tienen harto Rhizoclonium que afecta sus cultivos, pero la gran varazón se registró en Maullín”.

En relación con las localidades de la comuna de Puerto Montt, que efectúan cultivos o recolección de pelillo, no hay testimonios de cultivadores o recolectores de pelillo que aseveren la existencia de Rhizoclonium o varazones de algas plaga. Según la Encargada de la Oficina de Pesca Artesanal, de la Municipalidad de Puerto Montt, se carece de registros

de presencia de Rhizoclonium en Puerto Montt. Al respecto, esto es lo que expresa la funcionaria: “Nosotros no tenemos ningún registro de Rhizoclonium en Puerto Montt; en el principal sector que nosotros tenemos como foco que son Coihuín, Chamiza; según declaraciones de dirigentes artesanales, que son de avanzada edad, no recuerdan haber visto varazones de Rhizoclonium nunca. Por lo que nosotros tenemos de información; ellos dicen que no hay Rhizoclonium. La información que ellos tienen se refiere a varazones de Maullín y Pudeto. Nosotros en la comuna de Puerto Montt, no tenemos datos, que hayan entregado nuestros usuarios”.

Eventos de varazones de algas plaga, volúmenes y extracción de las playas

En los eventos de varazones de algas ocurridos el año 2014 y 2015, señala una informante, solicitaron a la Municipalidad de Maullín, camiones para poder sacar el alga plaga varada de la playa (Figura 1.55); esto se debe, principalmente, a que los cultivadores querían evitar que el alga plaga retornara al río Maullín y afectara sus cultivos, pues sostienen que esta alga nociva se adhiere al pelillo que ellos cultivan, afectando su calidad y por tanto, recibiendo menos dinero por las algas vendidas a intermediarios locales. Igualmente, sostiene que, en la temporada de mediados de la década del 2010, las autoridades tardaron en solucionar el problema del retiro y el alga regreso nuevamente al río; al respecto la informante sostiene: “Nosotros el año 2014 y 2015, solicitamos camiones para sacar el alga verde de la playa, con la municipalidad; lo que pasó es que se demoraron como seis meses en sacar el alga plaga de la playa. Lo que pasó es que demoraron los retiros, por los trámites relacionados con las resoluciones; y pasó tanto tiempo que vinieron las mareas altas y se llevó toda esa mugre para adentro del río. Con esto se limpió la playa en esos años. Ahora, en la última gran varazón que hubo (2021) se sacó el alga plaga de la playa”

Por otra parte, señala una dirigente de los cultivadores, los algueros para poder sacar las algas plaga, recurrieron a las autoridades regionales; igualmente, señala, las autoridades municipales estaban al tanto de la situación. Los dirigentes dialogaron con el intendente regional de la época y le solicitaron apoyo para el retiro. Según la informante, la intendencia pagó a una empresa particular de camiones para que el alga plaga pudiera ser retirada; igualmente, la empresa compradora que tiene una planta en Ancud, colaboró en contratar camiones para sacar parte del alga plaga de la playa. Al respecto, una informante local expresa: “Nosotros fuimos a hablar con las autoridades regionales; igual a la municipalidad,

ellos sabían lo que estaba pasando. Para que nos dieran las platas para poder sacar el Rhizoclonium de la playa; y lo sacamos. Nosotros como dirigentes solicitamos al intendente que había antes, apoyo; y él nos apoyó. La intendencia pagó a la empresa. Le pagaron a una empresa para que efectuara el trabajo. Los que nos apoyaron, igualmente, fue la empresa compradora; también nos ayudó a retirar eso de la playa”. Un comprador de la empresa contrató un camión para que sacara el Rhizoclonium; pero fueron uno o dos días de trabajo para sacar el alga; después se dieron cuenta que no daban abasto con dos días. Entonces nosotros hablamos a nivel regional; hablamos con el intendente para que nos diera más plata para sacar el resto de alga plaga que había. Nosotros le mandamos el número de la persona que estaba sacando el Rhizoclonium y lo contrataron para que el hombre sacara el alga. Era el mismo transportista que tenía contratado la empresa.

Para la presidenta de la Federación de Algueros del Río Maullín, el volumen de algas retiradas en el año 2021, fueron 17.000 toneladas. Esta cifra, según la dirigente, le fue entregada por una autoridad regional, el año 2021. Además, esta cantidad de algas sacadas de las playas es avalada por un informe (Anexo 4), de la empresa que procedió a su retiro (Servicios C y G Limitada). La empresa encargada, sostiene que el alga fue retirada entre los meses de julio y agosto de 2021, y que el trabajo lo efectuaron en 30 días de trabajo aproximadamente; al respecto indica: “Ese trabajo lo sacamos como en un mes. Sacamos y después esperamos que la marea suba, mareas altas, bote más y después fuimos a sacar el resto. Primero limpiamos; después dijimos que suba la marea, saque más algas del río, y después sacamos las algas de la playa”. Trabajamos como un mes: primero 15 días; dejamos descansar y después echamos otra limpieza; y ahí quedó limpia. En total fue un mes de trabajo, pero lo fuimos haciendo por etapas; que el río fuera botando el Rhizoclonium. Trabajamos por mareas; entre 5 y 6 horas aproximadamente, con tres o cuatro camiones, dos excavadoras y una retroexcavadora. El alga plaga estaba desde Changue hasta los muelles de la Pasada; igualmente sacamos algas de Lepihue”.

En efecto, la presidenta de la Federación de Algueros de la Ribera Norte, señala que en el proceso de extracción, suspendieron las actividades del retiro del alga de playa, con la finalidad de que con mareas altas saliera más alga plaga depositada en el río; al respecto la dirigente comenta: “Entre invierno y primavera; sacamos todo lo que se podía, en un lado; entonces como adentro en el río, se veía una ruma más, entonces nosotros dijimos: cuando

venga la marea alta la de octubre, seguramente lo va a tirar para afuera; porque las mareas de octubre son como bien fuertes. Así, que dejamos como 10 o 15 días, y de ahí lo llamamos y le dijimos que podía venir a limpiar el resto que había quedado, pero ya no era tanto. Después estuvieron limpiando, nuevamente como tres días”. Después de que sacaron el alga de la playa, quedó limpio, pero igualmente quedó alga en el río. Estaba enterrado en la arena, vinieron varios científicos, también a ver este tema adentro en el río. Fuimos a ver hasta dónde está la piedra de las Conchillas y dijeron que ahí estaba; decían que no todo era Rhizoclonium, había algo que llamaban alga epifita y los pedazos de algas más largos era Rhizoclonium. La cifra oficial era de 17.000 toneladas, pero yo creo que había mucho más; 20.000, porque dentro en el río quedaba. Los 17.000 eran cifras que entregó la persona del camión”.

A diferencia en el sector de Ancud, Río Pudeto, el funcionario de la oficina de pesca de la indicó que no se han levantado datos de terreno sobre los volúmenes de alga varada, siendo el principal sector afectado Pupelde-La Pasarela.

En cuanto a los volúmenes de algas plaga retirados en el sector del Río San Pedro Nolasco, estos fueron entre 6.000 y 8.500 kilos en el año 2020. La extracción de alga plaga fue realizada por el STI Amortajado, para lo cual los socios del sindicato emplearon seis (6) botes. Estiman que limpiaron, en ese tiempo, alrededor del 30% de la concesión de su sindicato (Figura 1.53); la concesión tiene una extensión de 31,8 hectáreas.



Figura 1.53. Extracción de algas en la Ribera Norte del Río Maullín mediante camiones.

Acciones de los habitantes de las localidades frente a los eventos de varazones

Los dirigentes de las localidades de la Ribera Norte del Río Maullín sostienen que cuando ocurrieron las varazones, ellos siempre trataron, como organizaciones e incluso como comunidad ribereña, de solucionar el problema de la proliferación de algas plaga y de las varazones de estas en sus playas. Las primeras acciones que efectuaron el 2014-2015, según los dirigentes, fue contactar a las autoridades locales, para solicitar el retiro de las algas. En esa época no lograron sacar el alga plaga de la playa y el alga retornó al río. La principal dificultad para retirar el alga plaga a tiempo estaba relacionada con la dificultad para obtener las autorizaciones por parte de las autoridades. En la proliferación masiva y varazón del año 2021, obtuvieron la autorización correspondiente para retirar una gran cantidad de algas plaga de la playa. Una vez retirada de la playa, según los dirigentes. Al respecto una dirigente comenta: *“lo que pasa que cuando nosotros quisimos sacar el alga de la playa, debíamos tener una resolución para sacarla; y mientras no estuviera la resolución no podíamos sacar el alga de la playa. Eso fue el año 2014-2015; el alga regresó al río. Ahora, en el año 2021, igual debíamos tener una resolución; no es llegar y sacar eso de la playa, así como así. Después la problemática fue donde íbamos a colocar esa alga. Porque mientras más lejos dejábamos el alga más plata nos iba a salir. Por lo tanto, no alcanzaríamos a sacar toda el alga plaga de la playa. Entonces tuvimos que hablar con unas personas que tenían campo, que estaban cerca de la playa, para poder tirar ese Rhizoclonium”. Algunos propietarios de campo tienen concesiones de acuicultura; fuimos a tirar en sus propios predios de ellos. Ellos tienen un campo cerca. Un poco tiraron acá en el sitio de la junta de vecinos; en la parte de adelante tiraron un poco. Bueno, a cuenta nosotros lo hicimos nosotros como dirigentes, más que autoridades. Cuando los camiones comenzaron a sacar el Rhizoclonium, nosotros les dijimos donde lo fueran a colocar. Porque teníamos que sacar eso, porque, si quedaba volvería al río nuevamente.* En el Río Pudeto indica el encargado de la Oficina de Pesca, que las propuestas de extracción de la plaga para llevarlo a predios agrícolas cercanos no han prosperado debido a que estos predios no cuentan con Resolución de Calidad Ambiental (RCA) para el acopio. Sin embargo, los procesos de limpieza menores llevados a cabo por la comunidad, no han visto buenos resultados debido a que a los 2-3 días la cantidad de algas varadas acumuladas es similar a la observada previo a la limpieza. Otra propuesta tendiente a disminuir el impacto de las algas plagas sobre la

economía local de los algueros del Río Pudeto, corresponde a un cambio en el sistema de cultivo de fondo por uno suspendido. Ese proyecto actualmente en ejecución inició la implementación de 5 sistemas de cultivo en septiembre (2023). El cual según explica el encargado de la oficina de pesca (Ancud) deberían ser cultivos con una menor cantidad de plaga. También indica que existe expectativa sobre encontrar un uso para la plaga, siendo los resultados de este proyecto (FIPA 2021-38) de especial interés.

Por otra parte, sostienen los dirigentes, que ellos, en el año 2021, junto con reunirse y efectuar acciones para retirar el alga plaga el año 2021, dirigieron las actividades de la extracción del alga plaga de la playa. Al respecto una dirigente comenta, “estaban todos pendientes que se podía hacer; porque adentro estaba lleno de Rhizoclonium. Nosotros nos juntamos un grupo de dirigentes cuando vimos todo ese Rhizoclonium en la playa; entonces hablamos con las autoridades, a nivel regional, para que nos pudieran ayudar a dar las platas, para poder seguir contratando esa cuestión y sacar el Rhizoclonium de la playa. Estuvimos varios dirigentes. Nosotros estábamos ahí para decir donde tenían que sacar más alga plaga. Sobre todo, en unas casas que había más abajo. Estuvieron dos dirigentes, más pendiente del sacado del alga; yo estaba en reuniones a nivel regional, para ver estos temas. Alguien tenía que quedar mirando que los camiones saquen ese Rhizoclonium de ahí, que llenen los camiones y lo saquen”.

Para el funcionario de Pesca de Maullín las acciones que han emprendido las personas de las comunidades de la Ribera Norte, ha estado enfocadas en denunciar los efectos de la contaminación, sin reparar en sus acciones para obtener el pelillo; además, expresa el funcionario los habitantes del sector de la Ribera Norte, o por lo menos los que lucran con la venta del pelillo, señalan como responsables a las autoridades fundamentalmente por la falta de extracción de las algas de las riberas; al respecto el funcionario declara: “las personas de la Ribera Norte, ellos se han enfocado, más que todo, al tema de las varas y los cerquillos. Ellos le echan la culpa a la contaminación; que viene todo esto del lago y las salmoneras. Acá hay una salmonera, entonces hablan de un embancamiento y que las varas y los cerquillos, como que reciben todo lo que llega y le quitan ciertas condiciones al pelillo, dándole las condiciones ideales a las algas epífitas, pero lamentablemente, por ejemplo, ahora que tienen las condiciones ideales para la comercialización del pelillo, que está mejor la venta del alga, empezaron a llenar de varas y cerquillos de nuevo”. Lo que pasa es que

ellos (cultivadores de la Ribera Norte) quieren que la responsabilidad recaiga en un tercero, o el municipio o el gobierno regional, pero estamos hablando de un costo altísimo para una acción que no puede llevar a ninguna solución. El municipio puede gastar de su propio dinero el tema del retiro y finalmente al ver que esta buena la producción, simplemente volver ellos mismos a instalar las mismas varas y quedamos en nada. La autoridad es como consciente de ello, por eso no hay nadie que diga vamos a hacerlo así o así. Para ser más directo tiene que ver con modelos de negocio. Las personas de las comunidades ribereñas afectadas no han efectuado acciones concretas para solucionar el problema del alga. Tiene que ver mucho con esta situación de plaga que les permite tener un respaldo para la solicitud de las cosas que generen ellos, ante las autoridades, nosotros estamos afectados porque hay una plaga”. Por otra parte, señala que es necesario, tener una estrategia de comercialización clara, “que les permitiera ordenarse y a la vez mandar ciertas formas de trabajo, no solo para el cultivo de algas; otros cultivos de especies, turismo, gastronomía”.

Las acciones de manejo frente a la presencia de plagas, de los cultivadores han sido, según el informante de la Fundación Chiquihue, en primer lugar, “adelantar las cosechas; en el Río Maullín, cuando empiezan los primeros atisbos en las parcelas C y D; empieza a aparecer Rhizoclonium se generan las alertas y empiezan las cosechas antes de que se genere la plaga completa que afecta el pelillo. Esta es una recomendación que efectúa la empresa que compra las algas, en base a pruebas que ha efectuado con sindicatos de cultivadores. En el Río Pudeto, también adelantan las cosechas. Lo central es evitar llegar a tener un pelillo largo, cuando aparece la plaga. La siembra en el invierno permanece ahí, exponiéndose a los temporales, hay varazón de pelillo, pero en los meses de octubre o noviembre pueden cosechar bien; después empieza a aparecer el alga plaga y van desfasando la cosecha hasta finales de marzo, cuando desaparece el alga plaga. Los cultivadores tienen que acostumbrarse a manejar la estacionalidad de la plaga”.

Lo segundo, que se repite tanto para las localidades de Pudeto como para las del Río Maullín, es pedir ayuda social al municipio; fundamentalmente, inclusión en programas de trabajos generados por las municipalidades. En algunos casos, se entregan ayudas relacionadas a cajas de víveres, como lo manifiesta la jefa del Departamento de Fomento Productivo de la Municipalidad de Maullín. Básicamente estas son las estrategias que tienen para enfrentar las consecuencias de los efectos de las plagas de algas verdes filamentosas.

Según el entrevistado de la Subsecretaría de Pesca Los Lagos, el uso que les han dado a las algas plagas en las comunidades ribereñas ha sido el de fertilizante de huerta. Por otra parte, cuando los cultivadores asisten a solicitar ayuda a los organismos públicos, lo hacen de manera organizada, fundamentalmente los cultivadores de la Ribera Norte del Río Maullín. Igualmente, según la funcionaria, “los cultivadores de Pudeto no se acercan tanto; solamente tenemos información por los monitoreos del IFOP, que ellos están siendo afectados también”.

Accionar de las autoridades frente a la proliferación de algas plaga y su retiro

Para los dirigentes de los algueros, la respuesta de las autoridades fue considerada rápida. Al respecto un dirigente de los cultivadores de pelillo señala: *“la respuesta fue rápida; super rápido. Así de rápido nos ayudaron; el intendente de la época; nada que decir. Gracias a eso el Rhizoclonium, no se volvió a meter para adentro del río nuevamente. Al meterse, al río, este año estaríamos plagado nuevamente. Además, se pegaría adentro en el río en la arena. Es posible que estuviésemos plagados el 2023 y 2024.*

Para los funcionarios de la Municipalidad de Maullín, el problema de la plaga es una preocupación constante y por ello han establecido vinculaciones con Universidades; y apoyan a las comunidades ribereñas en terreno y se presta apoyo en instancias de retiro del alga plaga en donde se producen las varazones. Además, sostiene el Encargado de pesca, dividen el problema de la proliferación de algas plagas en un problema ambiental, que afecta los desplazamientos de a la población de las localidades ribereñas y las actividades turísticas del sector; en segundo lugar, las afectaciones particulares de los cultivos de los productores de pelillo. El municipio también efectúa las gestiones y coordinaciones entre los servicios, para solucionar estos problemas.

Por otra parte, Fundación Chiquihue, sostiene que cuando apareció *Rhizoclonium*, se efectuaron una serie de reuniones con la intendencia, con los cultivadores de pelillo. Existe una Mesa Pelillera que tiene representantes de varios sectores emblemáticos. En esta instancia, se efectúan reuniones con las instituciones que consideraba pertinente: INDAP, el SAG, Servicio de Salud, SERNAPESCA y la SUBPESCA. En este contexto, SUBPESCA decretó la plaga. Sin embargo, *“la declaración de plaga no trajo ninguna medida que favorece a los cultivadores; les impedía movilizar algas. Fue más complicación que beneficio, la declaración*

de plaga, que peleamos muy fuerte para obtenerla. Después nada más; tuvimos el 2020 o el 2021 una mesa de Rhizoclonium y tuvimos dos reuniones. Los pescadores siempre están molestos porque no hay resultados concluyentes. ¿Qué hacemos? ¿Cómo enfrentamos la situación? Son críticas permanentes a la autoridad. Lo que esperábamos nosotros de esta declaración de plaga era más; la declaración de plaga carece de un instrumento que atenúe las consecuencias ecológicas, ambientales, sociales y económicas. Lo único que asegura la declaración de plaga, es el impedimento de mover el alga considerada plaga. Se convocaron a varios especialistas, de varias universidades. Nosotros presentamos ahí que el problema había pasado a ser sanitario, por las varazones y las descomposiciones. Ahí se logró el acuerdo entre el municipio y algunas empresas que pusieron el combustible para retirar el alga varada. Esto fue lo más real que se hizo desde el punto de vista de las autoridades, con algunos reparos de salud y del SAG. En el sentido que debe ser depositada el alga varada en un lugar autorizado, para evitar descomposición en otros lugares. La señora de salud pedía que una vez que se tirara se tenía que esparcir para secar o realizar un arado para su incorporación al suelo. Los análisis químicos también sugieren que puede ser un fertilizante con ciertas vitaminas que mejorarían la calidad del suelo. Para el SAG y el INDAP, estar sacando un alga varada y estarla llevando a una disposición, es estar llevando basura a un terreno. Es un abono que carece de reconocimiento. Se necesitan autorizaciones, según el SAG, para reincorporar este producto hacia la tierra. El SAG puso reparos; salud también.

Para el funcionario del Sistema de Impacto Ambiental de la Secretaría Ministerial de Salud de Los Lagos, el actuar de su institución está asociada, siempre y cuando, exista un riesgo para la salud de la población. El representante de Salud Pública, “*concorre para constatar lo que está sucediendo, verificar cual es el riesgo para la salud de la población*”. En el caso particular de las algas plagas varadas, no hay un riesgo para la salud de la población, en este caso; “*Riesgo para la salud de la población implica tomar medidas reparatorias, preventivas, de promoción. Todas situaciones que no se están dando con Rhizoclonium en este momento. No hay superaciones de normas primarias, o por lo menos no se ha acreditado, superación de normas de emisión o focos de insalubridad donde abiertamente vamos a ver una proliferación de ratones, palomas o algún otro vector mayor o menor, que estuviera transmitiendo alguna enfermedad a la población, algo infecto contagioso. Aquí hay un*

riesgo de que se dé una emanación de gases, malos olores, o deterioro del bienestar de la población, menoscabo de la calidad de vida, sin duda”.

Por otra parte, expresa que la primera acción en caso de haber un riesgo para la salud es eliminar el foco de insalubridad. Esto sería, enviando los restos de algas plagas varadas en las costas a una disposición final; enviarlas a un vertedero, los cuales, en la región de Los Lagos, están saturados. En segundo lugar, considerar el alga plaga como una materia prima y darle un uso productivo fundamentalmente, generar compostaje para estructurar y mejorar suelos de baja calidad. En este ámbito el representante de salud sostiene: *“En el caso de las algas varadas, lo primero es eliminar focos de insalubridad. La manera tradicional, de eliminar estos focos, sería enviando esta materia prima, tratándola como un residuo, y enviándola a disposición final. Pero tenemos una situación puntual, que es un poco más compleja, que el Rhizoclonium; esta situación compleja es que los sitios de disposición final de residuos industriales o domiciliarios, en la región, están colapsados. La actividad productiva es bastante grande, en relación con la cantidad de sitios de disposición. Entonces no hay una factibilidad técnica para disponer de volúmenes enormes de materia orgánica como las algas plaga. Por lo tanto, y ante la necesidad de optimizar los recursos, el Servicio de Salud propone buscar un uso benéfico del Rhizoclonium y evitar la disposición final. Al ser materia orgánica, basta con que no tenga contaminación plástica, es prácticamente imposible no darle un uso; porque simplemente llevándolo a un proceso de compostaje, ya tenemos suelo; tenemos materia orgánica, perfecta para beneficiar a los suelos productivos agrícolas, a las praderas. En el peor de los casos; al ser inviable, esto es, ninguna entidad pública o privada, se hiciera cargo de la materia orgánica acumulada, habría que enviarlo a disposición; es decir, enviar la materia orgánica a rellenos sanitarios o vertederos, los cuales hay que pagar por su uso, en metros cúbicos; y ¿Quién cancelara los miles de metros cúbicos?, no es viable económicamente enviarlo a disposición final. Por lo tanto, la gente se acostumbra, y la industria del pelillo fracasará donde exista Rhizoclonium y/o se trata como una materia prima, se lleva a un proceso de compostaje, y se empaqueta como un producto para potenciar la agricultura en la región o en el país. La nueva forma de pensar la economía es que los residuos sean considerados materia prima. Cualquier residuo debe ser reincorporado a la cadena productiva”.*

La Subsecretaría de Pesca de Los Lagos, apoya al emitir declaraciones de áreas de plaga; tratar de apoyar con financiamiento con los recursos que cuentan, principalmente a través de estudios del Fondo de Investigación Pesquera (FIPA); en tercer lugar, gestionar reuniones con distintas instituciones para poder coordinar el trabajo en ayuda del sector, especialmente la ayuda inmediata, para retirar el alga plaga; en cuarto lugar, efectuar capacitaciones relacionadas con el manejo del alga plaga en los cultivos. Igualmente, acudir a sus reuniones de organizaciones, orientarlos donde acudir frente a determinadas problemáticas y con quien conversar sobre determinadas problemáticas. Además, para el profesional del organismo público consultado, la respuesta de la autoridad no ha sido efectiva; respecto a esto lo que expresa el funcionario es lo siguiente: *“en el momento que llegamos ha sido tarde. Instancias de trabajo coordinado han existido con otras instituciones; yo creo que vamos caminando hacia una coordinación efectiva, pero todavía falta bastante. Faltan recursos, propios; nosotros para poder ejecutar las cosas, es complicado, tenemos que ir a otras partes a pedir dineros, fondos, y no siempre son prioridades para las instituciones que tienen los fondos. Es un sector muy pequeño que está afectado por Rhizoclonium, frente a otros problemas sociales que existen. La coordinación de las soluciones a situaciones inmediatas se ha efectuado a destiempo”*.

Además, agrega el profesional de SUBPESCA que ellos comenzaron a trabajar con estas mismas instituciones y que surgió de la Dirección Zonal de Pesca, *el primer anuncio de presencia de algas plaga. Cuando la gente avise que se está produciendo una varazón (es el usuario quien debe avisar sobre la varazón de algas plaga), en ese momento se activa el proceso de retiro de algas varadas: los permisos necesarios se emiten rápidamente; se sabe claramente que se tiene que hacer en estas situaciones: quién iba a retirar el alga varada, quien iba a financiar el retiro, etc. Otra forma es que los usuarios afectados den el aviso en SERNAPESCA y esta entidad avisa a SUBPESCA y a Salud; conociendo las características de eventos de este tipo, se indica que hacer y diera rápidamente los permisos necesarios para estos casos. Al establecer un plan básico se sabe que hacer; es importante evitar estar viendo todos los años como actuar, como se resuelve todo esto para llegar al retiro. Al carecer de un plan de contingencia siempre se va a depender de la persona que esté a cargo de las gestiones. Todo el proceso de retiro de varazón de las algas plaga carece de un buen funcionamiento porque no existe un protocolo de actuación; era esto lo que nosotros*

queríamos generar; para que no estuviéramos todos los años adivinando lo que queda cerca y cómo hacerlo; qué problemas habrá y qué implicancias tendrá. Al mismo tiempo, carecer de un protocolo de actuación, es un problema muy menor a los ojos de otros problemas que enfrentan las instituciones de las cuales hablamos acá. Los que ponen los dineros, Gobierno Regional, y salud que también ve muchas cosas más de lo que es una plaga pequeña que afecta dos sectores, ni siquiera comunas completas”

Por otra parte, para la encargada de SERNAPESCA de la Oficina de Maullín, la estrategia que ellos han empleado para enfrentar los fenómenos de proliferación y varazón de algas plaga se basa fundamentalmente en la educación de los usuarios de su servicio para la toma de conciencia de la problemática. Para la funcionaria pública el camino es el diálogo con los cultivadores de pelillo; evitar las sanciones o parte por la instalación de objetos para retener o captar algas (cerquillos). Además, la profesional de SERNAPESCA señala que su institución actúa de forma coordinada con la Armada y la Municipalidad.

Comunidades afectadas por el alga plaga

Para los dirigentes de los algueros de la Ribera Norte, los afectados, concretamente, son toda la población que habita en el sector. Los habitantes del lugar, los recolectores de orilla, las personas y organizaciones que tienen concesiones. Los habitantes que viven de las algas sostienen los dirigentes, que fueron afectados, quedan sin la posibilidad de obtener ingresos por las ventas del pelillo en la temporada que lo cosechan o recolectan, principalmente en verano. Los algueros guardan el dinero para “pasar el invierno”, como lo expresa una dirigente: *“Se ven afectados, todos los pelilleros; toda la gente. Los recolectores de orilla, la gente que tenía sus concesiones. Al no haber lamilla, la gente estaba escasa de trabajo. Porque aquí, la mayoría de la gente trabajamos únicamente en el pelillo. Al terminarse el pelillo, la gente no tiene trabajo. Más encima, ellos habían guardado su platita, para pasar el invierno, y tuvieron que gastarlo para poder cubrir ese tiempo. La gente trabaja en el verano para poder cubrir sus necesidades en invierno; entonces todo eso se complica. La gente al quedarse sin la posibilidad de cultivar o recolectar pelillo, yo creo que no pueden dedicarse a ninguna cosa más, porque no hay ningún trabajo más acá (...) siempre ando viendo el tema turístico, acá en nuestro sector. En estos momentos no tenemos mucho apoyo en la región. Yo fui a una reunión con el alcalde, para ver que una sede que tenemos,*

convertirla en un restaurante”. En estos momentos no tenemos mucho Rhizoclonium; para tampoco podemos asegurar que no hay adentro del río. Que no vaya a brotar nuevamente con los tremendos calores que hay.

Por otra parte, la dirigente sostiene que una de las causas de porque hubo una varazón tan grande el año 2021, fue que los algueros no trabajaron sus parcelas el año 2020. Efectivamente, los cultivadores de pelillo cuando están trabajando en sus parcelas retiran en sus embarcaciones el pelillo del río; este retiro de alga plaga fue habitual en el período 2014-2015, de la primera gran varazón; pero en el año 2020 no se retiró alga plaga de las concesiones o del río pues la gente debía cumplir las recomendaciones sanitarias de la pandemia y, por tanto, no podían trabajar en grupos. Igualmente, la dirigente comenta que en unas circunstancias las varazones de algas plaga los puede afectar más que en otras. En relación con lo descrito anteriormente, una dirigente de la Ribera Norte comenta: *“El año 2020, igualmente, se llenó, porque mucha gente no trabajó por la pandemia. Se acuerda que la pandemia fue el año 2020. Cuando la pandemia comenzó, la gente no trabajaba, porque no se podía juntar con otros porque se podía contagiar. Entonces lo que pasó, es que esta alga tuvo todo el tiempo del mundo para crecer como a ella se le antojara. Al trabajar la gente en el pelillo se va moviendo más; al estar trabajando la gente saca el Rhizoclonium para afuera. Pero como nadie trabajo el Rhizoclonium creció. Nosotros cuando trabajamos limpiamos, sacamos el Rhizoclonium para afuera. Nosotros en el año 2014-2015, subíamos encima del bote el Rhizoclonium; separamos la lamilla del Rhizoclonium; sacábamos el Rhizoclonium, para que no quedara en el río. Durante el 2020, nosotros no sacamos Rhizoclonium del río, por eso creció demasiado. En el año 2021, comenzamos a trabajar; pero había Rhizoclonium. Hace como unos 6 meses se estuvo limpiando. En ese tiempo, cuando hubo pandemia, nosotros no nos afectó tanto el Rhizoclonium, porque el gobierno nos daba unas lucas para subsistir; por eso no sentíamos el problema del Rhizoclonium; pero sin pandemia y con Rhizoclonium hubiésemos tenido problemas económicos. Igual, en ese tiempo, en la pandemia, venían a dar cajas con productos, que nos ayudaron a subsistir; por eso no nos afectó tanto el Rhizoclonium. Pero al venir ahora una plaga grande nos afectaría. Entonces, las autoridades deberían estar preparadas, guardar algo, por lo que pueda suceder acá. Lo interesante acá, es que sepan qué hacer con el Rhizoclonium, donde tirar esa alga; que es fundamental, porque cuando sale, nosotros no encontramos donde dejarla”.*

En cuanto a la afectación, según un informante de la Fundación Chiquihue, todas las concesiones de acuicultura, del Río Maullín, fueron afectadas, porque el alga no se puede cosechar; la empresa compradora, *“tiene una exigencia que dice: hasta cierto nivel de presencia de Rhizoclonium puedo comprar; al tener más no compra el pelillo que le quieren vender; porque es imposible separar un alga de la otra. Además, toda la población de la Ribera Norte se ve perjudicada por las varazones. Por lo tanto, casi toda la población de la Ribera Norte del Río Maullín trabaja o depende en un gran porcentaje de la actividad económica que genera el cultivo del pelillo. Así que cualquier cosa que le afecte al pelillo, afecta económicamente a todos los habitantes del sector. Además, es un sector que ha crecido notablemente.*

En cuanto al río Pudeto, es menor la superficie que está con actividad de acuicultura; existe una concesión muy grande de la empresa Algas Marinas S.A., que la trabaja con unos pescadores, esa es la zona más central del río; pero el alga plaga, se genera más en las concesiones del Sindicato Pupelde y el Sindicato La Pasarela, son los sindicatos que están más afectados. En distintos años hemos tenido problemas serios, en términos de la aplicación de los instrumentos de fomento que tiene el estado como la ley de bonificación de algas, hay sindicatos que no pudieron cosechar; los parceleros, del Río Maullín, también muy afectados en sus espacios muy reducidos para cultivar; entonces, el impacto económico y por consecuencia social es gravísimo; y el tema sanitario de la varazón nunca se llegó a medir; o medir el impacto que genera la descomposición de estas algas, pero de seguro lo hay; porque los volúmenes que se registraron en la costa fueron impresionantes”

Para el funcionario del Sistema de Impacto Ambiental de la Secretaría Ministerial de Salud de Los Lagos, los principales afectados son las personas que viven y trabajan a la orilla de los ríos con el alga pelillo: En este ámbito el funcionario sostiene, *“los principales afectados son las personas que viven y trabajan a la orilla de los ríos con el pelillo; el alga se enreda en el pelillo, es más competitiva que este, y por tanto prolifera; pelea por la luz y los nutrientes y es más eficiente. Por lo tanto, para los productores del alga pelillo es sumamente perjudicial. Particularmente, pienso, que actualmente no afecta una gran cantidad de personas; que el alga al ser fotosintética está captando CO2 y en cierta forma ayudando a mitigar las emisiones de efecto invernadero, por lo tanto, no me parece mal, pues no afecta*

la macroeconomía local; la afectación es algo relacionado con los productores de pelillo, pero ellos no son el motor de la actividad productiva de la región”.

Resultados sobre preguntas específicas a profesionales de instituciones públicas sobre actores que inciden en las proliferaciones y varazones de algas plagas.

En base a una escala y un conjunto de factores (abióticos y antrópicos) se solicitó a los entrevistados que determinarían cuáles (factores) de este abanico de opciones, son los más relevantes para que ocurran las proliferaciones y varazones de algas plaga. En este contexto, los informantes consultados tenían que marcar preferencias de acuerdo con lo que ellos consideran como menos importante hasta lo más importante. Se asignó una escala de importancia de nivel 1 al nivel 5, siendo el nivel 1 el menos importante y nivel 5 el más importante. Estos fueron analizados (n= 7) de manera independiente para cada uno de los factores propuestos (factores abióticos y factores antrópicos / globales). Los resultados muestran que en cuanto a factores abióticos el 70 % de los entrevistados posiciona al factor “Aumento de la Temperatura” como el factor más importante que inciden en las proliferaciones de algas verdes epifitas (Figura 1.54), en segundo lugar posicionan al “Aumento de nutrientes” con un 57 %y en tercer lugar el “Aumento de la Salinidad”, “Disminución del pH” e “Aumento de la intensidad lumínica”, todas con un 43 %.

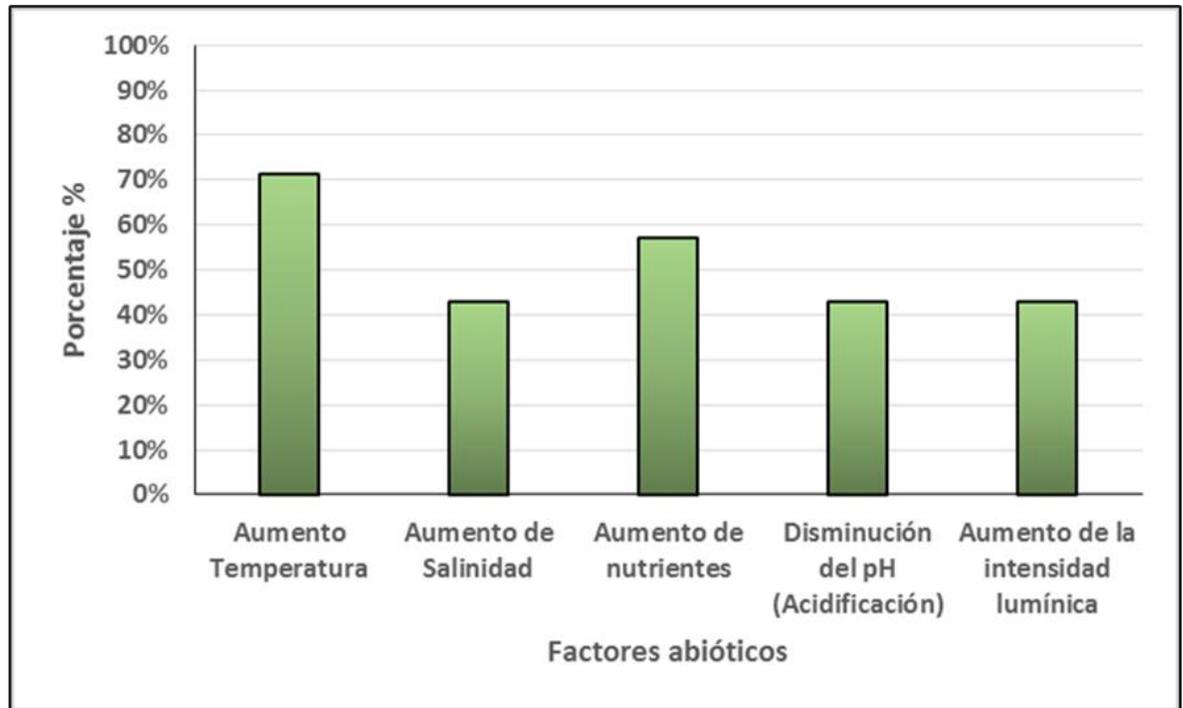


Figura 1.54. Resultados de factores abióticos más importantes que pueden incidir en las proliferaciones de algas verdes, según preferencia de entrevistados.

En cuanto a factores antrópicos y/o globales (Figura 1.55), los entrevistados posicionan el efecto del Cambio climático como el principal factor que está incidiendo en las proliferaciones de algas verdes, con un 100 %, en segundo lugar ubican a “Otras” (desforestación, acuicultura, aguas residuales domésticas) con 71 % y en tercer lugar el factor “Urbanización” con (57 %) de las ciudades cercanas a los sitios en donde se han presentado eventos en la región de los Lagos.

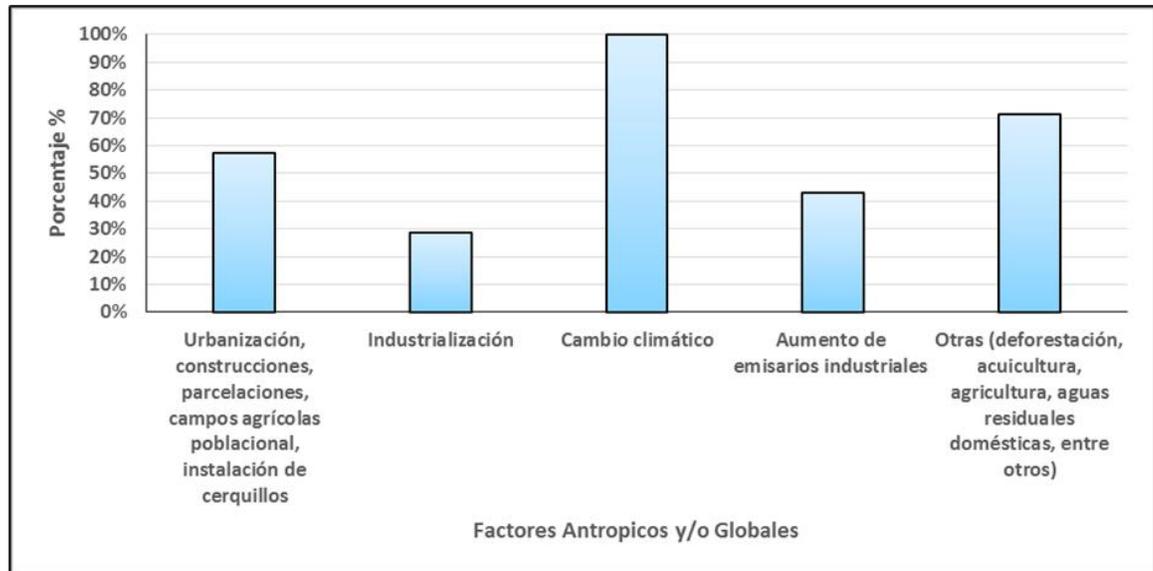


Figura 1.55. Resultados de factores antrópicos y /o globales abióticos más importantes que pueden incidir en las proliferaciones de algas verdes, según preferencia de entrevistados.

Datos obtenidos mediante encuesta a pescadores artesanales

Durante el mes de enero del 2023, se aplicó una encuesta a 20 cultivadores/recolectores de pelillo y 2 intermediarios de la Ribera Norte del Río Maullín, para conocer sus opiniones sobre las características que han tenido las varazones de algas ocurridas en los períodos 2013-2015 y 2020-2021. En total se encuestaron a 22 personas; 86% hombres y 14% mujeres. El promedio de edad de estos encuestados fue de 57 años. Las personas residían en varias localidades de la Ribera Norte: Changue, El Carrizo, El Faro, Las Conchillas, Lolcura, Los Coihues, La Pasada y Lepihue. Igualmente, la mayoría trabajaba en la localidad en donde residía (Figura 1.56).



Figura 1.56. Fotografías de los entrevistados y de restos de algas verdes filamentosas descartadas en la playa.

Mediante cartografía participativa se identificaron los lugares históricos de varazones de algas, teniendo una mayor coincidencia (>86% de los entrevistados) los sectores El Faro, Los Coihues y El Carrizo. Secundariamente, señalaron a Changue y La Pasada (>48% de los entrevistados), seguido de Las Conchillas (33% de los entrevistados). Por último, se encuentran Lepihue y Lolcura, de los que sólo en Lepihue 3 personas (14%) señalaron que se desarrollan varazones de algas (Figura 1.57).

A esto los entrevistados añaden que las algas verdes filamentosas varan en la costa producto de los fuertes vientos de otoño e invierno (temporales). De hecho, una entrevistada explica que esta sería la causa de la diferencia entre la magnitud de las varazones de 2020 vs 2013. Y también en los temporales sería la explicación de la diferencia en la magnitud de las varazones entre localidades, ya que las localidades más afectadas (El Faro, Los Coihues y El Carrizo) se encuentran en la dirección de la entrada de las olas del mar.

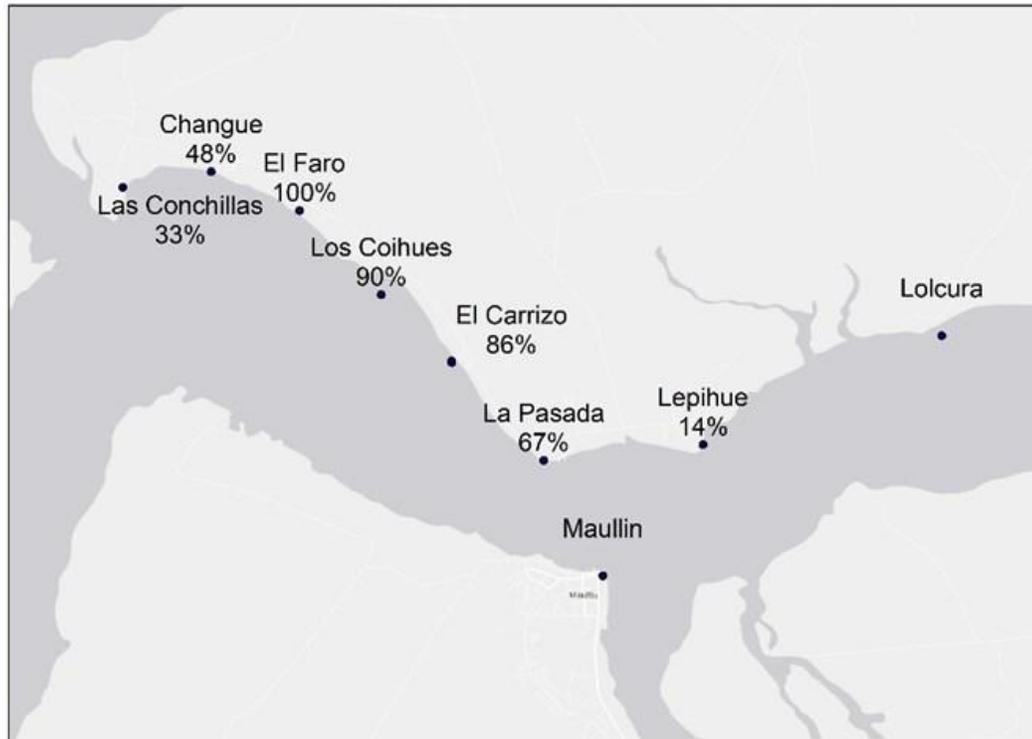


Figura 1.57. Sectores históricos de varazón en el Río Maullín (porcentaje en base a lo que señalan los entrevistados).

Si bien es cierto, la entrevista consideró una pregunta para conocer la percepción de las personas sobre la magnitud de las algas varadas en el evento de proliferación que se extendió entre el 2013 y 2015. Un 42% de los entrevistados no pudo contestar, debido a que no lo recordaba. Las restantes respuestas se dividen entre personas que indican que la cantidad de algas varadas fueron similares todos los años (2013, 2014 y 2015); que el 2014 fue mayor y otros que el 2015 fue mayor. Por todo lo anterior, la respuesta a esta pregunta no permitió conocer cómo se desarrollaron las varazones durante ese tiempo. Al consultarles sobre el último evento de varazón de algas plaga, el 77% de los encuestados manifestaron que el año que más alga varó en la Ribera Norte del río Maullín fue el 2021, siendo el menor el año 2020. Al considerar la magnitud de éstas, el 32% de los encuestados expresó que las varazones del año 2021 fueron 3 veces mayores que las varazones del año 2020, mientras que el 16% se inclinó por el doble. Considerando lo antes dicho, y teniendo en cuenta que la información oficial indica que se retiraron 17.460 toneladas durante el 2021, se puede estimar que a juicio de una parte importante de los entrevistados en el año 2020 vararon entre 5.820 y 8.730 toneladas de algas verdes filamentosas. El 32% de los

entrevistados no pudieron asignar un orden de magnitud a esta relación entre las varazones de ambos años, sólo indicaron que fue varias veces mayor. Con lo cual sólo se puede inferir que las varazones del 2020 habrían sido menores a 5.820 toneladas (TABLA 1.46).

TABLA 1.46. Percepción de entrevistados sobre la cantidad de algas varadas en el año 2020.

2021 vs 2020	% (n=19)	Varazón Percibida
Varias veces mayor	21%	< 5.820 ton.
Triple	32%	5.820 ton.
Doble	16%	8.730 ton.
Menor al doble	11%	8.730 < >17.460
30% mayor	5%	12.222 ton.
Similares	16%	17.460 ton

Se han descrito 2 eventos masivos de proliferación de algas plagas (*Rhizoclonium spp.* y *Chaetomorpha linum*), las cuales iniciaron en los años 2013 y 2020. Al respecto, el 86% manifestó que en el evento del año 2020 hubo una mayor cantidad de algas varadas. Considerando como referencia, el volumen extraído en el año 2021 más la cantidad de algas varadas más probable según la percepción de los entrevistados durante el 2020, podemos estimar una cantidad de algas varadas para el evento del año 2013. El 43% expresó que el año 2020 el alga plaga varada había sido el triple que el año 2013, lo cual corresponde a 7.760 toneladas. Mientras que el 14% se inclinó por el doble (11.640 toneladas) y el 24% de entrevistados indicó 5 y 7 veces mayor como referencia, lo cual genera un rango entre 3.325 y 4.656 toneladas de algas varadas (TABLA 1.47).

TABLA 1.47. Percepción de entrevistados sobre la cantidad de algas varadas en el proceso de proliferación de algas verdes filamentosas iniciado en el año 2013.

2020 vs 2013	% (n=21)	Varazón Percibida
Varias veces mayor	24%	3.325 < > 4.656 ton.
Triple	43%	7.760 ton.
Doble	14%	11.640 ton.
15% mayor	5%	22.116 ton.

El 14% restante corresponde a personas que percibieron una mayor varazón de algas durante el 2013, con diferentes grados de magnitud (Doble, 60% y 40% mayor).

En relación con el último evento de plaga (2020-2021), un 85% de los entrevistados pudieron estimar una cantidad de algas varadas por unidad de área, lo cual es resultado de la experiencia que tienen estos en el pesaje de pelillo. Sin embargo, estos señalan que las algas plaga son pesadas húmedas, pero una vez que pierden agua al varar (estilar) son más livianas que el pelillo. Un 45% de los entrevistados sugieren que cuando se encontraba la mayor cantidad de algas varadas en las playas, esta biomasa se encontraba entre 100 y 300 kg/m². La mayor estimación fue dada para el sector de El Faro con 500 kg/m² y la menor para el sector de Lepihue con 5 a 6 kg/m². Los encuestados también describieron las varazones de algas del año 2021, como “cinturones” o “colchones” de algas de distintas medidas de alto y ancho, cubría toda la extensión de la Ribera Norte. La altura del “colchón”, expresan los encuestados, puede oscilar entre los 20 centímetros y los 2 metros, siendo más común entre 50 cm y 1,5 metros. En relación con el ancho del cinturón o colchón, los entrevistados describen una situación que concuerda con las zonas de varazones históricas (El Faro, Los Coihues y El Carrizo). En estas se describió un mayor ancho de la varazón con 20 y 60 metros de ancho, hasta otros que incluían en esta varazón las algas que estaban en el mar, pues indicaban que no se podía navegar. Siendo esta descripción desde la playa hasta las concesiones y otros hasta el candil del río, lo cual corresponde a 300 y 1200 metros respectivamente. De hecho, un entrevistado estimó que entre la cantidad de lana verde que varó y lo que permanecía en el mar, había entre 100.000 y 200.000 toneladas. Según este relato una parte importante del alga verde no pudo ser retirada por la Municipalidad de Maullín.

En torno a los sectores de varazones históricas, el espacio ocupado en la playa por las algas verdes filamentosas disminuye considerablemente, siendo de 5 y 4 metros para el sector de Changue y Lepihue, respectivamente. Mientras que en Lolcura fue de 1 metro de ancho y en Las Conchillas, la velocidad y dirección en que se mueve el agua no genera varazones masivas en el lugar.

Por último, dado que existe una mayor tolerancia a las algas epífitas en la compra según indica un intermediario, se ha mantenido la comercialización del pelillo en el Río Maullín. Es habitual apreciar en la costa, el descarte de algas verde filamentosas en la playa, donde puede volver al mar producto del arrastre de las olas, lo cual se ha convertido en una mala práctica (Figura 1.58).



Figura 1.58. Fotografías de descarte de algas verdes filamentosas en la playa.

Río Pudeto

Durante el mes de febrero del 2023, se aplicó una entrevista a 12 cultivadores/recolectores de pelillo que trabajan en el Río Pudeto, para lograr una caracterización de las varazones de algas en esta zona. Por la información de los estudios ejecutados previamente en el sector, se sabe que estos eventos de proliferaciones tienen un comportamiento anual. Esta es una diferencia considerable con los eventos de Maullín. Por ende, la estrategia de levantamiento de información debió considerar preguntas abiertas, ya que como se vio con los entrevistados de Maullín, no es posible para los entrevistados identificar las características de cada año en particular, pues no lo recuerdan. De los entrevistados sólo una fue de sexo femenino. El promedio de edad de estos encuestados fue de 60 años. Las personas residían en varias localidades del Río Pudeto: Ribera Sur, Ex Cancha del Huaso, La Pasarela, Pupelde-La Pasarela, Pupelde Playa y Pudeto Medio. Igualmente, la mayoría trabajaba en la localidad en donde residía (Figura 1.59).



Figura 1.59. Fotografías de los entrevistados en Río Pudeto.

A través de cartografía participativa se solicitó a los entrevistados identificar los principales sectores donde varan algas en el Río Pudeto. El 100% de los entrevistados indicaron que los varaderos de algas se encontraban únicamente en la ribera sur del Río Pudeto, siendo el mayor varadero histórico el que se encuentra en La Pasarela, debido a que el 83% de los entrevistados los señalaron como un lugar que varan algas. Le siguen en nivel de importancia los sectores que están en torno a este, que son Ex Cancha El Huaso y Pupelde-La Pasarela, ambos fueron señalados por el 67% de los entrevistados. Los 3 sectores antes mencionados se encuentran en 2.500 metros de costa en la ribera sur de este río. Finalmente, río arriba se encuentra Pupelde Playa (antes conocida como Pupelde Caleta) donde también varan algas, pero en menor cantidad (Figura 1.60).

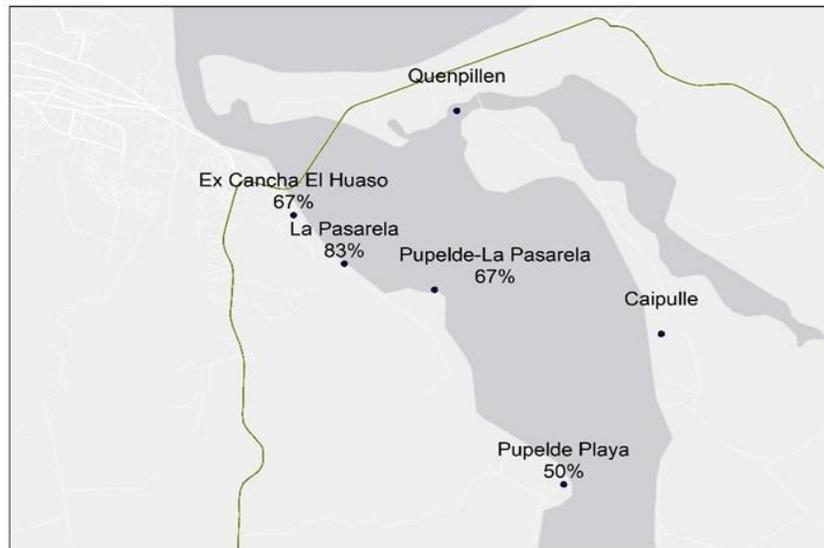


Figura 1.60. Sectores históricos de varazón en el Río Pudeto (porcentaje de entrevistados lo señalan).

A la consulta de los años en que no hubo varazón de algas verdes filamentosas, todos los entrevistados se remontaron a el tiempo previo a la aparición de estas. En este sentido, 8 de los 12 entrevistados dataron la aparición de la plaga en los años 2013 o anteriores. Otro aspecto señalado es que, en los últimos 2 años ha aumentado la magnitud de la proliferación de algas verdes filamentosas (*Chaetomorpha linum* y *Ulva compressa*). Lo cual, el 50% de los entrevistados indican que se debe al cierre de la desembocadura del Río Pudeto ocurrido en estos años. En febrero del 2022, comenzaron los trabajos de dragado de este sector del río, lo cual se habría extendido hasta el mes de octubre del 2022, dejando la obra inconclusa debido a problemas administrativos. También en relación con esto, el 41% indican que siempre ha varado la misma cantidad de algas. Hubo gran consenso en que las algas verdes proliferan durante verano y producto de los vientos de otoño e invierno, estas varan en la playa dejando las concesiones “libres de la plaga”, o “poquita cantidad”.

No hubo concordancia entre los entrevistados en las cantidades de algas varadas, con respuestas que van desde 8 a 500 kg/m². Pero si hubo acuerdo en señalar el espacio ocupado por las varazones de algas, donde el 75% de los entrevistados indicó que las varazones alcanzaban en torno a los 50 cm de altura y el 58% indicó que esta ocupaba toda la playa, entre 5 y 10 metros de ancho.

Discusión

Las algas que se han identificado a nivel de especie en las proliferaciones ocurridas en los cultivos de pelillo en la temporada 2022-2023 son *Ulva compressa* que ocurre solo en el río Pudeto y *Chaetomorpha linum*, que se encontró en las localidades de río Pudeto, río Maullín y río San Pedro Nolasco. También se han observado proliferaciones de especies del orden Cladophorales, las cuales deberán a futuro que ser debidamente identificadas a nivel específico mediante el uso de técnicas moleculares, nos referimos específicamente a *Cladophora sp.* y *Rhizoclonium sp.* También en los muestreos efectuados en la localidad Maullín ocurre frecuentemente, un alga roja filamentosa fina, la “babasa” que ha sido identificada solo hasta nivel de orden Ceramiales.

Los eventos de proliferaciones de mareas verdes en las costas de la región de Los Lagos, han tenido diferentes magnitudes, registrándose como la de mayor importancia la ocurrida en el año 2021 (la Municipalidad de Maullín reportó la remoción de 17.460 ton). De acuerdo con lo descrito en la literatura para mareas verdes en China (Lui et al., 2010; Zheng et al., 2019), estos eventos cada año se van incrementando, tendencia que ha sido similar en la región de Los Lagos. El rápido crecimiento que experimentan las proliferaciones de algas verdes puede generar grandes varazones que causan efectos de dimensiones sociales, económicos, ecológicos y ambientales. Los procesos de descomposición causan problemas que interfieren con aspectos estéticos y ambientales de zonas costeras, cuando se liberan gases y olores producto de la descomposición de las algas que pueden afectar la salud de las comunidades ribereñas. También alteran la diversidad de flora y fauna del sector, afectando el turismo y la economía local.

Estos eventos generan la necesidad para las comunidades locales de iniciar programas de remoción de la proliferación generada. En países como China, donde este tipo de varazones son recurrentes, se han desarrollado algunas alternativas de utilización de la biomasa de varazones como bio-fertilizante y en biorrefinerías (McHugh, 2003; Tang et al., 2009; Prasad et al., 2010; Zhang et al., 2013; Sarakar et al., 2018). Las encuestas realizadas en la comunidad, durante el desarrollo del proyecto muestran que el fenómeno de las mareas verdes, a pesar de ser de grandes dimensiones, afecta localmente a los productores de pelillo y el resto de la comunidad no valora y no le da importancia por considerar que el

cultivo del pelillo no es una actividad económica principal en la comuna. Esta percepción hace muy difícil para los acuicultores lograr ayuda de las autoridades. La magnitud del impacto económico-social total que genera este fenómeno se desconoce, pues no ha sido cuantificado, hasta ahora.

La legislación vigente para plagas debería adaptarse a la realidad del cultivo de macroalgas pelillo, de manera que permita la extracción, remoción y disposición del alga plaga en plazos que permitan solucionar la contingencia. Los acuicultores y pescadores de las zonas afectadas señalan la importancia de actuar en forma oportuna frente a estos eventos.

Dentro de la información científica internacional, se señala que el epifitismo es un problema importante en el cultivo del género *Gracilaria*, reduciendo gravemente la productividad y la rentabilidad de los cultivos. A través del análisis bibliográfico se encontraron un número de 33 taxas que han sido reportados en cultivos de pelillo, en la Región de Los Lagos de Chile. Las especies que han provocado efectos negativos en cultivos comerciales de *G. chilensis* son las algas rojas del orden Ceramiales como *Polysiphonia* sp, *Ceramium* spp., *Anthithamnion* sp. y *Callithamnion* sp. (Westermeier *et al.*, 1991; Buschmann *et al.*, 1997; Candia *et al.*, 2006; Leonardi *et al.*, 2007; Olmos y Nuñez, 2014; Ávila *et al.*, 2019); también el alga parda *Giffordia* sp. (Küschel y Buschmann, 1991); las algas verdes como *Ulva* sp.(incluidas ex *Enteromorpha* sp.), *Ulva compressa*, *Cladophora ruchingeri* y *Rhizoclonium* spp. (Matamala & Sanhueza, 1988; Buschmann y Gómez, 1993, Candia *et al.*, 2006, Olmos y Nuñez, 2014; UNAP, 2019; Aroca *et al.*, 2020), y diatomeas del género *Melosira* (Matamala y Sanhueza, 1988; Candia *et al.*, 2006, Ávila *et al.*, 2019). La información bibliográfica internacional indica que *Polysiphonia* spp., presenta antecedentes de efectos negativos en cultivos comerciales de *Kappaphycus alvarezii* en Filipinas y Malasia (Hurtado *et al.*, 2005; Vairappan, 2006). En *Gracilaria gracilis* para las costas de Argentina se describe la presencia de especies de *Ceramium* y *Polisiphonia* (Martin *et al.*, 2013).

Los antecedentes bioecológicos, de distribución, condiciones oceanográficas y ambientales, demuestran que las zonas ribereñas a los cultivos de pelillo son ecosistemas dependientes de cursos o cuerpos de agua con una matriz variable de vegetación e inmersos en cuencas hidrográficas, donde cumplen funciones ecológicas esenciales suministrando servicios ecosistémicos para el bienestar humano. Además, mantienen una elevada biodiversidad y productividad, proporcionando refugio y alimento a un gran número de organismos.

La presencia y ocurrencia periódica de eventos de proliferación causa problemas económico-sociales que afectan a las comunidades de Rio Pudeto, Rio Maullin y Rio San Pedro Nolasco, ya que no pueden comercializar el pelillo, que representa un ingreso que les permite guardar reservas para el invierno. Esta situación provoca la migración de jefes de hogar a otros lugares en busca de trabajo, lo que genera que los hogares deben ser administrados por mujeres que deben asumir en parte el rol de proveedores (Gallardo et al., 2024). Las practicas de comercialización han variado en el último tiempo con una mayor tolerancia a las algas plaga, es habitual apreciar en la costa descarte de algas epifitas en la playa, esta mala práctica debería eliminarse pues siempre existe el riesgo de estar favoreciendo la propagación de las plagas.

Los estudios científicos han enfatizado que factores como aumento o suministro de nutrientes, la temperatura, transparencia del agua, hidrografía, tipo de fondo marino entre otros, son factores importantes y determinantes en las proliferaciones de algas verdes epifitas. Además, se resalta que las especies epifitas poseen características como: propagación vegetativa, capacidad de crecer y reproducirse sin estar adherido a sustrato; reproducción en condiciones ambientales variables con amplio rango de tolerancia y capacidad de regeneración, es decir, cualidades de las algas oportunistas. Los estudios experimentales *in situ* y laboratorio han identificado que los nutrientes orgánicos (fuentes de nitrógeno y fosfatos, especialmente), la circulación del agua, que evidencian ciertos patrones podrían ser elementos importantes para modelos de predicción de ocurrencias de proliferaciones de algas verdes en tiempo y espacio.

Conclusiones

- Las algas más importantes que se identificaron en las proliferaciones ocurridas en los cultivos de pelillo en la temporada 2022-2023 son *Chaetomorpha linum*, que se encontró en grandes volúmenes en las localidades de rio Pudeto, rio Maullin y rio San Pedro Nolasco. Secundariamente durante el periodo estival se registró *Ulva compressa* sólo en el rio Pudeto.
- Los factores importantes en el desarrollo de proliferaciones de macroalgas son el aumento de la temperatura, el aumento de nutrientes, la transparencia del agua y el tipo de fondo marino entre otros, de acuerdo con la revisión bibliográfica.

- Otros factores relevantes son la influencia predominante de los nutrientes orgánicos, especialmente el nitrógeno y fosfatos provenientes del efecto de la eutrofización, en particular de la rápida industrialización/urbanización, emisarios de planta, agricultura, ganadería y deforestación, inciden en la propagación de estas algas.
- Se ha demostrado que elementos ambientales como irradiación, temperatura, salinidad y el viento superficial del mar juegan un papel crítico en la formación de proliferaciones, como por ejemplo en los procesos reproductivos y transformaciones morfológicas.
- Las especies oportunistas poseen una ventaja adaptativa distintiva, lo que les permite sobresalir en entornos sujetos a cambios rápidos en la columna de agua. Estas algas verdes epifitas se hacen resistentes a la sedimentación generando talos duros, utilizando mecanismos de dispersión como la propagación vegetativa, adaptando el proceso de reproducción en períodos de baja sedimentación y capacidad de regeneración, es decir, cualidades propias de las algas oportunistas.
- Es necesario mejorar la coordinación entre entidades públicas y privadas para abordar de manera más eficiente y sistemática la problemática de las proliferaciones, donde se implemente un plan de mitigación, que este en conocimiento de todas las entidades.

CAPÍTULO 2

Objetivo Específico 2. Caracterizar la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas, en las áreas de plaga declaradas mediante Res. Ex. (SUBPESCA N° 1166 de 2020: *Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchingeri*, *Rhizoclonium* y *Ulva compressa*. En base a los resultados proponer al menos 3 potenciales usos productivos, identificando la normativa intersectorial asociada a cada caso.

Antecedentes

En Chile uno de los recursos algales más importantes que se destaca es alga roja *Gracilaria chilensis* conocido con el nombre común “pelillo” y que se destina a la producción de agar-agar, el cual es usado como viscosante para la industria alimenticia mundial, en la industria farmacéutica, en microbiología y estudios biotecnológicos. En nuestro país más del 90% del desembarque de esta especie proviene de cultivos comercial localizados en la Región de Los Lagos, especialmente de tres áreas de extracción: río Maullín, río San Pedro Nolasco y río Pudeto. Desde hace una década la productividad en estas localidades está siendo afectada recurrentemente por proliferaciones importantes de algas verdes filamentosas que epifitan los talos de “pelillo” afectando su comercialización por una disminución en grado de pureza y calidad del producto comercializado, lo que también se ve reflejado en una disminución en los desembarques nacionales de “pelillo” que pasó de 90% entre 2009 y 2011 a un 68% en 2013, y un 81% los años 2014 y 2015 (Informe técnico D. AC 321/2020, Anuario estadístico Subpesca 2019).

El daño ocasionado por estas epifitas puede contribuir a la fragmentación del talo, ocurriendo una pérdida masiva de biomasa de los cultivos si estos epífitos son abundante. Sin embargo, independiente del daño que provoca el epífito, éstos al ser organismos fotosintetizadores compiten por nutrientes, gases disueltos y luz solar, en los cultivos comerciales de “pelillo”

provocando una disminución de las tasas de crecimiento del pelillo, afectando la materia prima y provocando menor valor económico (Informe Final FIPA 2017-10).

Debido a la ocurrencia progresiva de la presencia de las algas verdes filamentosas (epifitas) en la Región de los Lagos, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en el marco del artículo 4 del reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas D.S. (MINECOM) N°345 de 2005 y sus modificaciones declaró una serie de Resoluciones Exentas (Res. Ex. N°1346 de 2005, Res. Ex. N° 1704 del 2018 y Res. Ex. N° 1166 de 2020) para decretar y ampliar las áreas de plagas en las zonas del río Maullín, río San Pedro Nolasco, río Pudeto y zonas aledañas, considerando plagas las diferentes especies de algas verdes filamentosas que comúnmente afectan los cultivos de “pelillo” como lo son: *Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchingeri*, *Rhizoclonium spp.* y *Ulva compressa*.

La metodología del plan de muestreo permite por una parte la obtención de la muestra biológica, su análisis y que los resultados sean comparables a largo plazo por los equipos técnicos de las instituciones que colaboran en la determinación de los niveles de abundancia de las algas epifitas sobre el pelillo. La aplicación de la metodología que se describe considera en todos sus aspectos a la RES EX N° 2.160/2022 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. En esta resolución se delimita el área que se encuentra afectada por la proliferación de algas epifitas tipo *Rhizoclonium spp.*, para lo cual el proyecto solicitó y obtuvo una autorización de Pesca de Investigación (Ex N° E-2023-068). El plan de muestreo consideró 14 puntos de muestreo en total, ubicados en el Río Maullín, San Pedro Nolasco y Pudeto.

Metodología

2.1. Plan, diseño de muestreo en Áreas Sujetas a Muestreo (ASM) para caracterización bioquímica y evaluación de la carga total (CT).

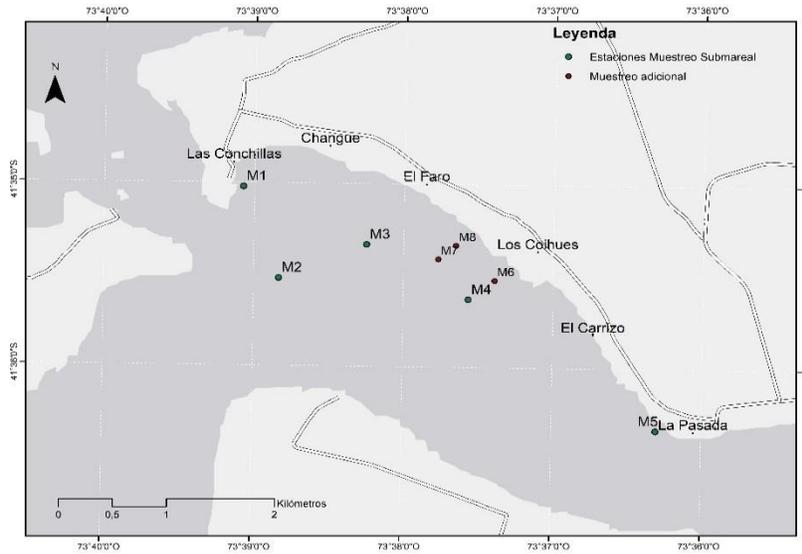
El plan de muestreo de la zona submareal consideró 2 campañas para la colecta de material de algas verdes filamentosas en áreas declaradas plagas en los ríos Maullín, San Pedro Nolasco y Pudeto, abarcando las estaciones de verano y otoño. Inicialmente el equipo técnico sugirió realizar un muestreo durante la estación de primavera 2022, con el objeto de contrastar la composición bioquímica de las especies plaga bajo diferentes condiciones ambientales. Sin embargo, durante dicha estación no hubo una proliferación masiva de las algas plagas, registrándose sólo a nivel de

presencia sobre los cultivos. Debido a esta razón, en reunión sostenida con la contraparte técnica el 23 de enero de 2023 se acordó iniciar los muestreos biológicos en marzo de 2023.

Con la información disponible en informes finales de proyectos consultados y con las encuestas realizadas en las zonas de estudio, se ubicaron las zonas para las campañas de muestreo (Figura 2.1, 2.2 y 2.3).

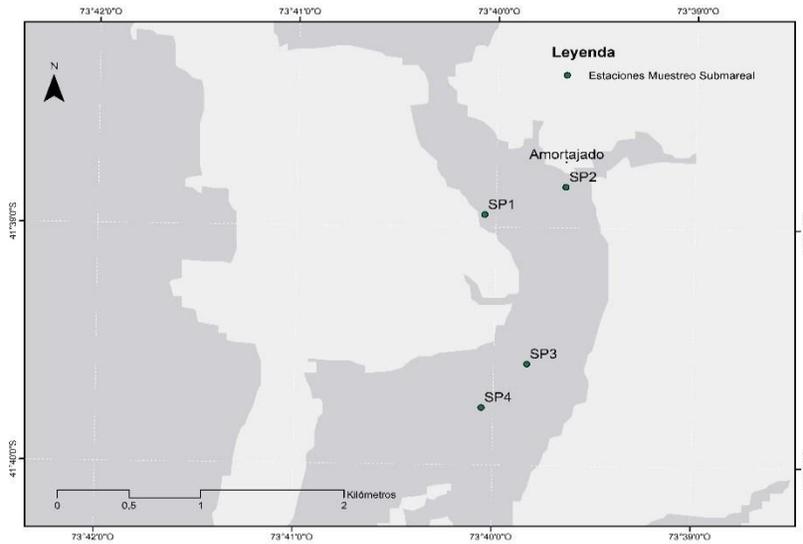
La propuesta de plan de trabajo, puntos de muestreos y número de cuadrantes, fue presentada a la contraparte técnica de la SUBPESCA en reunión de trabajo para ser consensuadas y validadas. En las 3 zonas de estudios se realizaron 2 campañas de muestreo, siendo en el río Maullín la primera en marzo del 2023 y la segunda en junio del 2023 con 5 puntos de muestreo en cada una de ellas. Previo a las campañas de muestreo en esta localidad se realizaron 3 inspecciones mediante buceo para verificar la presencia de algas verdes filamentosas en la zona submareal, durante los meses de agosto, septiembre y noviembre del 2022. En el río Pudeto las campañas de muestreo se realizaron en los meses de diciembre del 2022 y mayo del 2023 con 5 puntos de muestreo cada vez. En el río San Pedro Nolasco las campañas de muestreo se realizaron en marzo y julio del 2023 con 4 puntos de muestreo por campaña. Las evaluaciones de la zona submareal y de las algas varadas se realizaron en paralelo en mismo día en todas las zonas de estudio.

Las estaciones fijas establecidas originalmente fueron modificadas en la proliferación ocurrida en el Río Maullín en otoño del 2023 y se procedió a incrementar el número de estaciones. En forma similar en el río Pudeto en la estación de invierno del 2023 se aumentó el número de estaciones de muestreo.



Etiqueta	Este (X)	Norte (Y)
M1	612.424	5.395.563
M2	612.747	5.394.637
M3	613.564	5.394.971
M4	614.502	5.394.409
M5	616.233	5.393.069
M6	614.747	5.394.581
M7	614.216	5.394.807
M8	614.405	5.394.933

Figura 2.1. Ubicación de estaciones de muestreo biológico submareal en el Río Maullín.



Etiqueta	Este (X)	Norte (Y)
SP1	610.947	5.388.322
SP2	611.514	5.388.534
SP3	611.238	5.387.158
SP4	610.921	5.386.821

Figura 2.2. Ubicación de estaciones de muestreo biológico submareal en el Río San Pedro Nolasco.

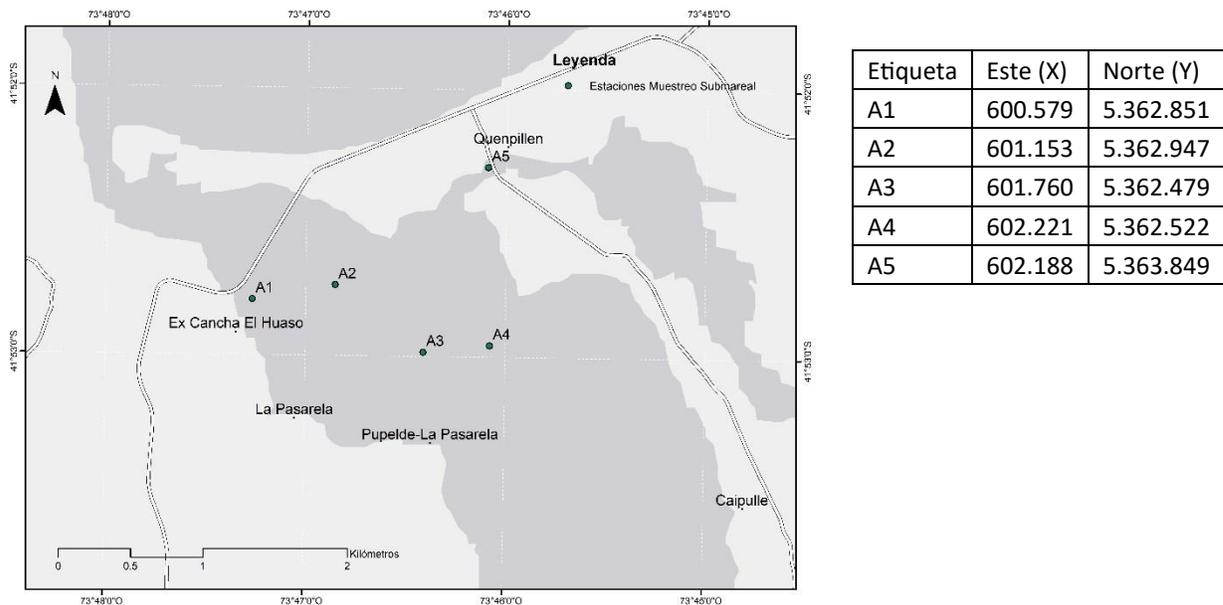


Figura 2.3. Ubicación de estaciones de muestreo biológico submareal en el Río Pudeto.

En cada punto de muestreo (Figura 2.1, 2.2 y 2.3) se tomaron muestras con cuadrantes usando un transecto lineal georreferenciado. El muestreo realizado fue sistemático y destructivo. En cada punto se muestrearon mediante buceo 3 cuadrantes al azar (réplicas) de 1 m², las que fueron dispuestas en mallas debidamente etiquetadas para su traslado en cajas con aislación térmica. Las muestras obtenidas fueron llevadas al laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad Arturo Prat en Puerto Montt (ICyT-UNAP) para su procesamiento.

Procesamiento de las muestras

En el laboratorio, para el procesamiento de las muestras se aplicó el mismo procedimiento metodológico utilizado en el proyecto FIPA 2017-10 (UNAP, 2019). El cual se detalla a continuación:

A) Tratamiento post cosecha: Se realizó el pesaje húmedo total de la muestra, luego cada una fue revisada, realizando la separación de pelillo y algas verdes filamentosas acompañantes con apoyo de una lupa estereoscópica.

B) Las muestras obtenidas de algas de las estaciones de muestreo fueron separadas y lavadas de manera independiente con agua dulce, para eliminar sedimentos y otras algas epífitas (algas rojas).

C) Luego las algas verdes filamentosas fueron revisadas bajo lupa estereoscópica, separando por especie, de acuerdo a su taxa: *Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchingeri*, *Rhizoclonium* y *Ulva compressa* u otro.

D) Se obtuvo el peso húmedo para cada taxa utilizando una balanza adecuada para el volumen obtenido.

E) Luego se registró el peso seco de las muestras de *G. chilensis* y cada una de las algas encontradas tras un proceso de pre-secado ambiental y secado en una estufa a 40°C hasta peso constante (Figura 2.4 y 2.5). De esta forma, cumplir con la norma de calidad analítica de la AOAC y asegurar la validación de los análisis que serán realizados en las actividades de caracterización bioquímica de las algas verdes filamentosas.



Figura 2.4. Procesamiento de muestras intermareal de *Chaetomorpha linum*. A. Ejemplo de muestra submareal (muestreo de agosto) en el proceso de limpieza B. Secado en tendales contruidos en el laboratorio del ICyT de la Universidad Arturo Prat, Puerto Montt.



Figura 2.5. Procesamiento en laboratorio de *Chaetomorpha linum*. A. Lavado y estilado del alga. B. Pesado del alga. C y D. Secado en estufa con aire forzado.

En laboratorio también se determinó el rendimiento desde húmedo a seco de *Chaetomorpha linum* (utilizando 4 muestras como replicas), con un promedio de $6,5 \pm 0,5\%$.

Muestras para caracterización bioquímica

En particular con las algas tipo *Rhizoclonium spp.*, se obtuvieron 2 submuestras con un peso de alrededor de 2 Kilos, para cada una de las campañas de muestreo y para cada área sujeta a muestreo. Las submuestras obtenidas fueron enviadas al Laboratorio Moléculas Bioactivas de la Universidad Católica del Norte, donde se realizaron los análisis proximales, análisis de minerales, caracterización funcional y la descripción de las características físicas de las algas verdes filamentosas (*Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchingeri* y *Ulva compressa*) (TABLA 2.1).

TABLA 2.1. Listado de especies de muestra compuesta y alga plaga más abundante, según localidad durante las estaciones de invierno y verano.

ALGA PLAGA	LOCALIDAD	ESTACIÓN
<i>Chaetomorpha linum</i>	Maullín	Invierno
		Verano
	Pudeto	Invierno
	San Pedro Nolasco	Verano
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Maullín	Verano
<i>Ulva compressa</i>	Pudeto	Verano

Las muestras de macroalgas de las especies del complejo ipo *Rhizoclonium spp* colectadas en la zona submareal, se denominan en el presente informe como algas plaga. Mientras que las algas varadas en la zona intermareal son denominadas alga compuesta.

Se detalla en la TABLA 2.2 la cantidad de muestras procesadas en peso seco, obtenidas en la zona submareal de los Ríos Maullín, Pudeto y San Pedro Nolasco. Las muestras fueron enviadas a fines del mes de diciembre de 2022 y mediados de abril, fines de junio y mediados de julio de 2023; con un total de 5 envíos.

TABLA 2.2. Resumen de muestras de algas procesadas por ICyT-UNAP para ser enviadas al laboratorio de UCN.

LOCALIDAD	FECHA DE COLECCIÓN TERRENO	Especie MUESTRA	ESTADO (KG)	FECHA de envío
Maullín	12/22	<i>Chaetomorpha linum</i>		12/22
	11/03/2023	<i>Chaetomorpha linum</i>		11/23
	11/03/2023	<i>Cladophora ruchingeri</i>		11/23
Pudeto	12/22	<i>Ulva compressa</i>		12/22
	11/22	<i>Chaetomorpha linum</i>		11/23
	11/23	<i>Chaetomorpha linum</i>	(secos) (semiseco)	11/23
San Pedro Nolasco	11/23	<i>Chaetomorpha linum</i>		11/23

Análisis de datos

La estrategia de análisis propuesta permitió la obtención de estimadores de biomasa con sus respectivos estadígrafos de tendencia central, dispersión y errores de estimación.

Los estimadores se determinaron usando los siguientes algoritmos, a saber:

La biomasa promedio

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{Biomasa (Kg)}$$

Para el cálculo del error de la media poblacional se usó:

$$EE_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde S es la desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Posteriormente, se calculó el porcentaje de carga para las especies epífitas encontradas en *G. chilensis* en total y específico respecto de la especie(s) de algas verdes filamentosas, usando la fórmula indicada en la resolución exenta N° 1346.

$$\text{Carga Total (\%)} = \frac{(\text{Peso seco otras algas en gr.})}{(\text{Peso seco de pelillo en gr.})} \times 100\%$$

$$\% \text{ Carga específico} = \left(\frac{\text{Peso seco especie alga epifita (gr.)}}{\text{Peso alga } G. \text{ chilensis (gr.)}} \right) \times 100$$

Con la finalidad de representar las fluctuaciones de la carga total y específica de las algas verdes filamentosas se construyeron gráficos comparativos entre las dos campañas de muestreo realizadas.

2.2. Caracterización y análisis proximal, análisis de minerales caracterización funcional y descripción de las características físicas (organolépticas) de las algas verdes filamentosas muestreadas en las áreas declaradas plaga de acuerdo con la Res. Ex. N° 1166 de 2020.

En el laboratorio de Moléculas Bioactivas de la Universidad Católica del Norte dirigido por la Dra. Nancy Chandía, se realizaron los análisis químicos detallados en la TABLA 2.3.

TABLA 2.3. Listado de análisis químicos realizados para cada una de las muestras de algas seleccionadas, según tipo de muestra, zona, localidad y estación.

ANÁLISIS	METODOLOGÍA
i) Proximal Humedad, cenizas, proteínas, lípidos, fibra bruta e hidratos de carbono totales y vitaminas (A y E).	El contenido de humedad se determinó secando las algas en un horno a 95°C hasta peso constante. (Método NCh 765.Of 2018). El contenido de cenizas se cuantificó después de la combustión de las muestras a 500°C en un horno de mufla (Método NCh 842.Of 1978). El contenido de proteína bruta se determinó usando digestión Kjeldahl (Método IQ-076 basado en Norma ISO 5983-2). El contenido de lípidos totales se determinó mediante el Método Soxhlet (Método IQ-062 basado en AOCS Ba 3-38). El contenido de fibra bruta fue evaluado, mediante digestión ácida y alcalina (Método 962.09; AOAC, 1990). El contenido de hidratos de carbono totales se calculó restando la suma de todas las fracciones sobre 100. El contenido de vitaminas A y E, se determinó mediante IC-072 por HPLC.
ii) Minerales y Metales Pesados	Este análisis incluyó Espectrometría de Masa (ICP-MS) de extracción parcial con agua regia y barrido IC-POES. Este es un método analítico robusto de determinación de metales pesados ampliamente usado en plantas y algas marinas debido a su capacidad de detección de elementos a nivel traza.
iii) Fibra dietética total (soluble e insoluble)	Determinación de Fibra Cruda: Q-012/FCR Ref. AOAC Official Methods of Analysis 962.09.
iv) Fenoles totales	La metodología utilizada, se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes oxidantes. El contenido de fenoles totales de la muestra se expresó como mg Kg ⁻¹ de ácido gálico.
v) Pigmentos	Método espectrofotométrico que evalúa clorofilas y carotenoides totales. La determinación de los pigmentos se basó en una extracción con N, N-dimetilformamida (DMF) durante 24 h a 4 °C en oscuridad. Las extinciones del extracto se midieron en un espectrofotómetro de barrido UV-visible. Para el cálculo de Chl a, b y carotenoides totales se utilizaron las ecuaciones dicromáticas descritas por Inskeep y Bloom (1985) y Henley y Dunton (1995).
vi) Capacidad Antioxidante	Secuestro de DPPH, según la metodología descrita por Brand- Williams <i>et al.</i> , 1995. La capacidad antioxidante de las muestras analizadas fue expresada como equivalentes de Trolox (µmol/mg de muestra).
vii) Ácido ascórbico	IC-073 Determinación de Vitamina C (Ac. Ascórbico) en Alimentos, HPLC Fluorescencia.

viii) Análisis organoléptico	Se evaluaron muestras de algas secas y molidas mediante la norma UNE ISO 4121:2006. Se enfocó en aspectos como apariencia, color y olor, excluyendo la evaluación del sabor debido a la falta de información sobre la idoneidad de la muestra para el consumo humano. Este análisis, se llevó a cabo con la participación de expertos del laboratorio Bureau Veritas Chile S.A.
------------------------------	---

2.3. Catastrar a nivel nacional las industrias o intermediarios potenciales interesados en adquirir la materia prima

Se realizó una revisión de información en informes sectoriales, FIPA y FIC sobre industrias o intermediarios potenciales interesados en usar materia prima de macroalgas verdes, con énfasis en:

- Consumo humano/Gastronomía
- Ingrediente para alimento animal y de peces
- Bio-fertilizantes
- Cosmética
- Farmacéutica y nutracéutica
- Fibras hidrosoluble y biocompuestos

Con la información obtenida se elaboró un catastro a nivel nacional de los posibles interesados en materia prima de algas verdes para su uso como materia prima de productos industriales. Además, se organizó y efectuó un taller de trabajo con intermediarios e industriales interesados en usos de algas donde se presentó y se dió a conocer los resultados sobre las características bioquímicas y propiedades nutricionales determinadas durante el estudio, en las especies de mayor interés. Con la información recopilada se identificaron las brechas de información y se efectúan propuestas de uso considerando la regulación asociada.

Resultados

2.1. Plan, diseño de muestreo en Áreas Sujetas a Muestreo (ASM) para caracterización bioquímica y evaluación de la carga total (CT).

Se detallan a continuación las inspecciones submarinas previas a la ejecución de las campañas de muestreo formales, realizadas durante la estación de primavera 2022, donde se observaron algas tipo *Rhizoclonium spp.* sólo a nivel de presencia.

Inspección zona submareal y muestreo: AGOSTO 2022 – RÍO MAULLÍN

El 29 de agosto, se hizo una evaluación en los puntos de muestreo ubicados en los cultivos submareales de *G. chilensis*, encontrándose escasamente 15 kg húmedos de alga plaga, la cual estaba enredada en talos de pelillo. Este punto corresponde a M6 de la figura 2.6.

Inspección zona submareal: SEPTIEMBRE Y NOVIEMBRE 2022 – RÍO MAULLÍN

Se realizaron 2 campañas de muestreo en la zona de Changue y El Faro, para verificar el estado de ocurrencia de la plaga, los días 5 de septiembre y 27 de noviembre del año 2022. La inspección consistió en el recorrido de 100 metros, mediante buceo en los puntos M7 y M8 (Figura 2.7).

En la inspección realizada el 5 de septiembre de 2022, se pudo observar en todas las estaciones que no había presencia de algas verdes filamentosas, sino la presencia de otra especie de alga epífita conocida comúnmente como la “flor del pelillo”. Esta epífita presenta un comportamiento estacional, proliferando rápidamente a principio de primavera para luego disminuir su abundancia a fines de primavera (Figura 2.6, 2.7 y 2.8). Al no constatar la presencia de algas plaga, en un recorrido de 100 metros, se estimó que el porcentaje de la cobertura del alga roja epífita sobre el pelillo fue de un 85%.



Figura 2.6. Cultivo de pelillo epifitado en estación M6 en septiembre de 2022.

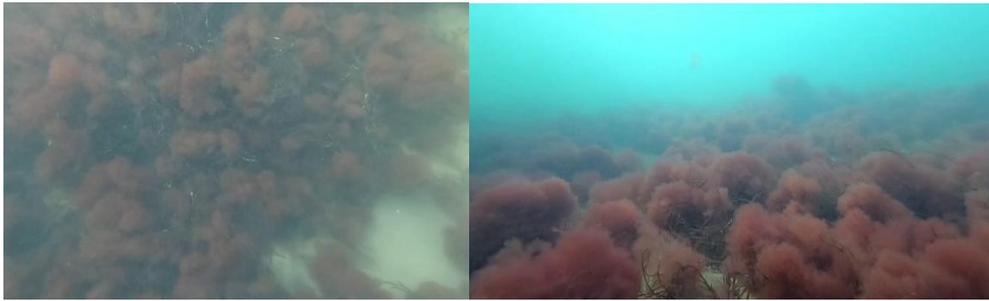


Figura 2.7. Cultivo de pelillo epifitado con algas rojas en estación M7 en septiembre de 2022.



Figura 2.8. Cultivo de pelillo epifitado con algas rojas en estación M8 en septiembre de 2022.

La disminución de la cobertura de fin de la primavera de la flor del pelillo se verificó en una tercera inspección realizada el 27 de noviembre del 2022, observándose una cobertura de la epífita roja menor al 15% (Figura 2.9).



Figura 2.9. Cultivo de pelillo sin algas epífitas en el Río Maullín en noviembre 2022.

Análisis de datos

Durante la ejecución del proyecto se realizaron 2 muestreos por cada ASM en la zona en que se emplazan los cultivos submareales. En el Río Pudeto los muestreos se realizaron en primavera de 2022 y otoño de 2023. En el Río Maullín, los muestreos se ejecutaron en otoño e invierno de 2023. En el Río San Pedro Nolasco, los muestreos fueron en otoño e invierno de 2023.

Con los pesos secos obtenidos de cada especie en el procesamiento en laboratorio, se calcularon los siguientes valores de carga total y específica de cada muestra.

Río Pudeto

El primer muestreo en el Río Pudeto se realizó en diciembre de 2022, debido a que ya se tenían antecedentes (FIPA 2018-10) de la ocurrencia de *Ulva compressa* durante este periodo del año, lo cual fue confirmado por pescadores artesanales locales. Al hacer el procesamiento de secado en laboratorio de cada una de las especies presentes en cada muestra, se determinó que están

constituidas principalmente por las especies de algas verdes filamentosas: *Ulva compressa* y *Chaetomorpha linum* en todos los puntos de muestreo, a excepción del punto 5 (Quempillén), que mayoritariamente muestra *Ceramium* sp., *Macrocystis pyrifera* y *Ulva* sp. (TABLA 5 Anexo 5). Dada la alta dispersión en los datos de peso de *G. chilensis* (incluso ausencia), los valores de carga total tienen una alta variabilidad e incluso son poco racionales (ej.: 1.433 %). Los datos de carga total promedio en verano en todos los puntos de muestreo fueron mayores a 15±9%, con máximos en los puntos A3 y A4, en que se alcanzaron valores de 933±784% y 727±705%, respectivamente (Figura 2.10 A). Al analizar la carga específica de verano, queda claro que el punto A3 tiene el más alto valor (571±498%), representado por *Ulva compressa* principalmente, a diferencia del punto A4, en que la carga específica es bastante menor con 22±11%, con una mayor importancia del alga roja *Ceramium*, en lugar de las algas verdes filamentosas (Figura 2.10 B).

En mayo de 2023 se realizó el segundo muestreo en el río Pudeto, donde se observó que la principal alga verde filamentosa en todos los puntos de muestreo es *Chaetomorpha linum*, a excepción del punto A5 (Quempillén). En esta última, las especies más abundantes son el alga verde *Ulva* sp. y el alga roja *Ceramium* sp. donde además no se observó presencia de *G. chilensis* (TABLA 2 Anexo 5). En cuanto a la carga total, se encontraron valores mínimos de 9±7% (punto A2) y valores máximos de 1.205±484% en el punto A1. En este punto sólo *Chaetomorpha linum* se encontró epifitando al pelillo, por lo que la carga específica es la misma que la carga total. La presencia a *G. chilensis* en el punto A5 fue escasa, con presencia sólo en 1 réplica, con una carga específica de 1.600% en esta (Figura 2.10 A). Por otro lado, el punto A5, baja a 0%, donde no existe participación de algas verdes filamentosas (Figura 2.10 B).

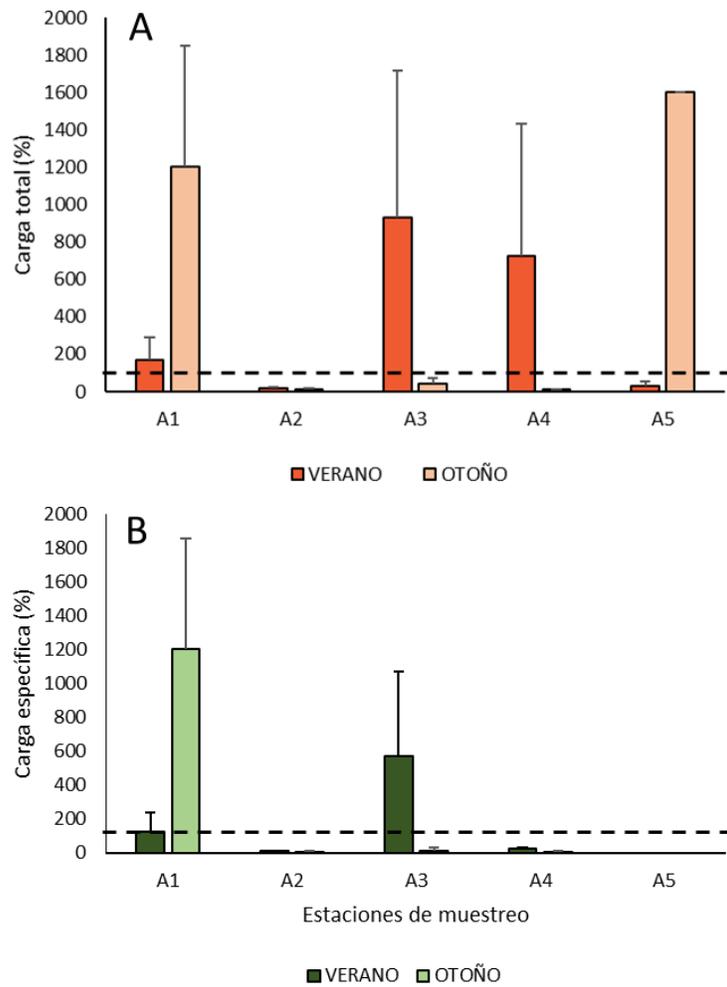


Figura 2.10. Carga promedio (\pm EE) de muestras de pelillos en los puntos de muestreo en el Río Pudeto, en la estación de verano y otoño. A. Carga total (%). B. Carga específica (%).

Río Maullín

En primer muestreo en el Río Maullín fue realizado en marzo de 2023, en que se determinó que la única especie del grupo de algas verdes filamentosas objeto de este estudio fue *Chaetomorpha linum*. Otras algas que contribuyeron a la carga de epífitas corresponden al alga verde *Ulva* sp. y las algas rojas del orden Ceramiales (*Ceramium* sp. y otra especie no identificada, comúnmente mencionada por los pescadores como “babasa”) (TABLA 3 Anexo 5). Los valores de carga total de otoño tuvieron valores de 0% (M2 y M4), así como valores bajos que no alcanzaron el 15% (M1 y M3), tan solo el punto M5 (La pasada) tuvo un alto valor que alcanzó los 260±165%, donde el 162±89%, estuvo representado por *Chaetomorpha linum* (Figura 2.11 A y B).

En junio de 2023, se realizó un segundo muestreo donde la principal especie de alga verde filamentosa correspondió a *Chaetomorpha linum* y secundariamente *Rhizoclonium* sp. (TABLA 4 Anexo 5). Las otras especies que afectaron a la carga epífita de pelillo corresponden a ejemplares del orden Ceramiales ya mencionados en la estación de otoño (Figura 2.11 A). Especies que se encontraron más puntualmente en el punto M1 (Las Conchillas), corresponden a algas rojas como *Chondracanthus chamissoi*, *Asterfilopsis furcellatus* y *Mazzaella membranacea* (TABLA 4 Anexo 5). Al evaluar la carga total (%), ésta no se pudo calcular en el punto M1 por no presentar pelillo. Respecto de los otros puntos, se debe destacar los puntos M4 y M5, que alcanzaron valores de 43±17% y 25±8%, donde la carga total es igual a la específica, representada en su totalidad por *Chaetomorpha linum*. En los puntos M2 y M3, la carga total fue en promedio de 19±10% y 3±0,6%, respectivamente, representada por especies de algas rojas del orden Ceramiales (Figura 2.11 B).

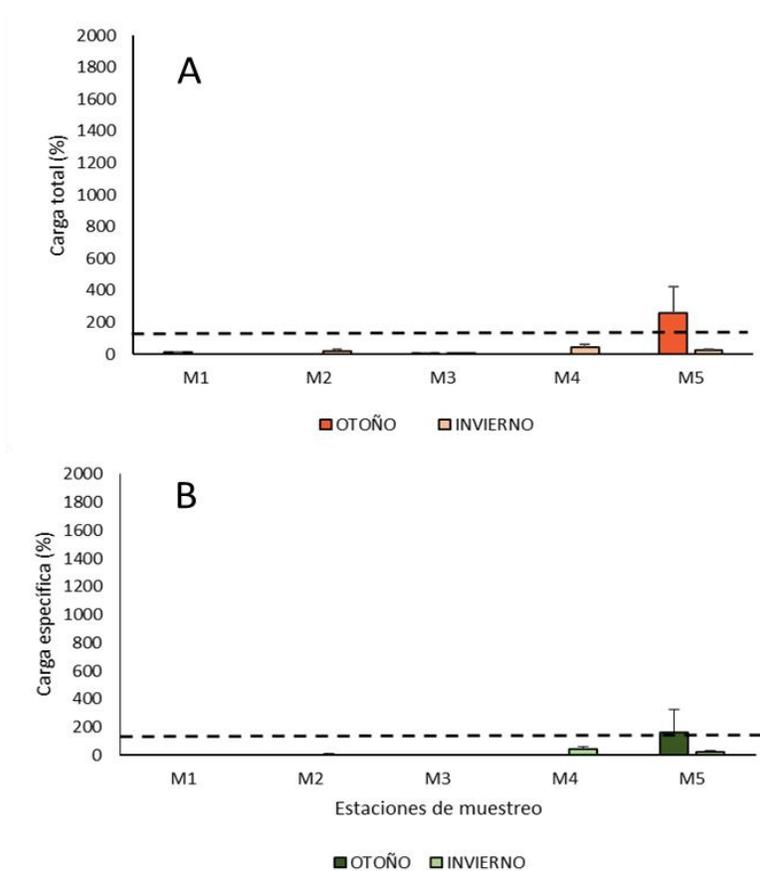


Figura 2.11. Carga promedio (\pm EE) de muestras de pelillos en los puntos de muestreo en el río Maullín, en la estación de otoño e invierno. A. Carga total (%). B. Carga específica (%).

Río San Pedro Nolasco

En el muestreo de marzo de 2023, la principal alga verde filamentosa correspondió a *Chaetomorpha linum* (TABLA 5 Anexo 5). Otra epífita encontrada fue el alga roja *Ceramium* sp. Los mayores valores de carga total (%) (Figura 2.12 A) se encontraron en el punto de muestreo SP1 con $682 \pm 57\%$, exclusivamente con *Chaetomorpha linum*, por lo que la carga específica (%) es la misma (Figura 2.12 B). En el punto SP2, también se encontró una carga, pero muy baja, del $7 \pm 7\%$, atribuido a *Ceramium* sp. Cabe mencionar que hubo una escasa presencia de *G. chilensis* en los puntos de muestreo restantes.

En el siguiente muestreo en julio de 2023 (TABLA 6 Anexo 5), se siguió manteniendo *Chaetomorpha linum* como la única especie de alga verde filamentosa encontrada en el punto SPN 1 pero no aportando en peso, solo en presencia. Otras epífitas fueron especies del orden

Ceramiales. Se encontraron valores cercanos a 0% de carga total en todos los lugares de muestreo, tan solo en el punto SPN 2, se registró un valor promedio de $2\pm 3\%$ atribuido a la especie de alga roja comúnmente llamada por los lugareños como “Babasa”. La carga específica (%) en esta localidad fue de 0% (Figura 2.12 B).

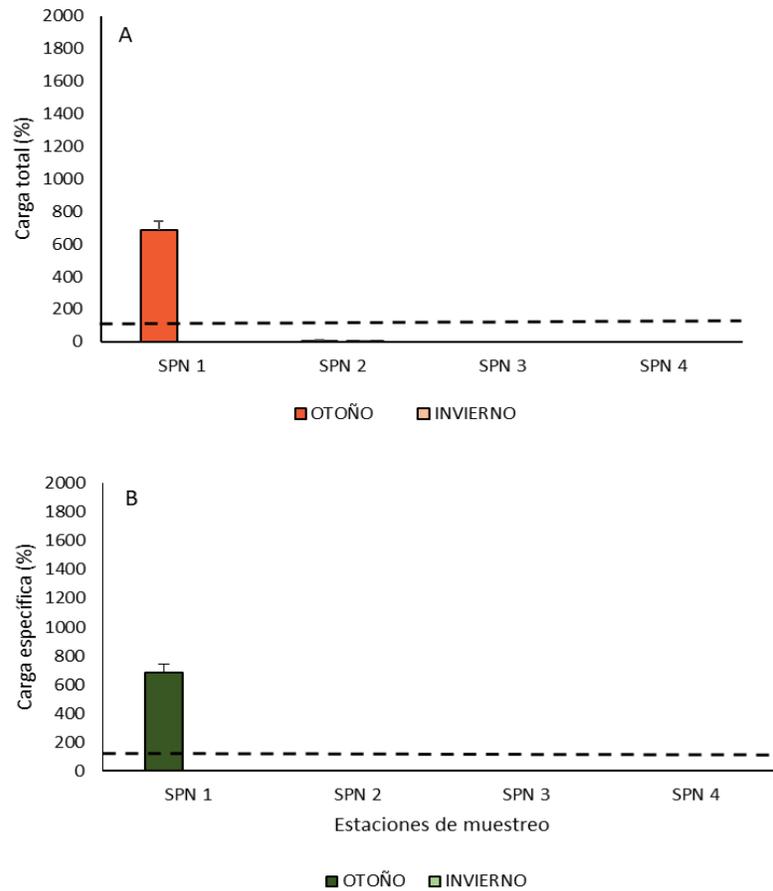


Figura 2.12. Carga promedio ($\pm EE$) de muestras de pelillo en los puntos de muestreo en el Río San Pedro Nolasco, en la estación de otoño e invierno. A. Carga total (%). B. Carga específica (%).

2.2. Caracterización y análisis proximal, análisis de minerales caracterización funcional y descripción de las características físicas (organolépticas) de las algas verdes filamentosas muestreadas en las áreas declaradas plaga de acuerdo con la Res. Ex. N° 1166 de 2020.

Composición proximal

La composición proximal determinada para las especies de algas plaga más abundantes, según localidad de origen y temporada de muestreo, se observa en la TABLA 1.4. Los valores son expresados como gramos por 100 gramos de alga seca (g/100 g base seca), los que también pueden ser expresados como porcentaje de peso seco. El contenido de calorías es expresado como kilocalorías por 100 gramos de alga seca.

TABLA 2.4. Composición proximal de alga plaga más abundante (g/100 g base seca) según especie, localidad de origen y temporada de recolección.

Especie	Localidad	Temporada	Cenizas	Proteínas	Lípidos	Fibra cruda	Hidratos de carbono Totales	Energía Kcal/100g
<i>C. linum</i>	Pudeto	Invierno 2022	36,98	20,73	0,58	16,41	21,14	172,7
	Maullín	Invierno 2023	44,42	19,13	<0,50	12,01	17,76	147,6
		Verano 2023	36,56	16,91	1,22	18,88	21,46	164,5
	San Pedro Nolasco	Verano 2023	40,80	18,26	1,22	17,35	17,35	153,4
<i>Ulva compressa</i>	Pudeto	Verano 2023	35,22	18,91	<0,50	5,18	30,44	197,4

En términos generales todas las algas evaluadas contienen cenizas, hidratos de carbono, proteínas y lípidos como sus principales constituyentes.

El contenido de cenizas varió desde 35,22% a 44,42%, en *Ulva compressa* (Pudeto, verano) y *Chaetomorpha linum* (Maullín, invierno) respectivamente. Con relación a la especie *C. linum* podemos inferir que las algas provenientes de la zona del río Maullín en la estación de invierno

presentaron la mayor concentración de cenizas (44,42 %), seguidas de la localidad de San Pedro Nolasco (40,80%) (Figura 2.13). Al respecto, Circuncisao et al., (2018) señalan que la variabilidad en el contenido de cenizas refleja los diferentes mecanismos que presentan las especies para acumular elementos inorgánicos del medio marino, lo que depende de varios factores internos tales como: tipos de polisacáridos que componen la pared celular del alga, estructura del talo y edad.

El contenido de proteínas fue similar para todas las algas evaluadas, el cual fluctuó entre 20,73 % y 16,91 % para *Chaetomorpha linum* (Pudeto-invierno y Maullín-verano, respectivamente). Es importante señalar, que las algas, en general pueden variar su contenido proteico entre un 10 y un 30% (Penget et al., 2015), lo cual está dentro del rango determinado para las especies evaluadas. En relación con la especie *C. linum*, es posible inferir que las algas recolectadas durante la temporada de invierno presentan un mayor contenido proteico que las recolectadas en la época estival (Figura 2.13).

La cantidad de lípidos totales en las muestras de algas estudiadas, concuerdan con otros datos de algas marinas reportados, donde el contenido de lípidos generalmente es menor al 0,5% (Hold y Kraan, 2011). Para el caso particular de *C. linum* de la localidad de Maullín y San Pedro Nolasco, recolectadas en la temporada de verano presentaron valores de 1,22% (Figura 2.13).

En relación con al contenido de fibra cruda, se observa que fluctúa entre un 18,88% para *Chaetomorpha linum* (Maullín, verano) y un 5,18% para *Ulva compressa* (Pudeto, verano). Con respecto a la comparación entre localidad de origen y temporada de recolección para la especie *C. linum*, es posible inferir que las algas recolectadas en la temporada de verano presentan un mayor contenido de fibra cruda (Figura 2.13).

El contenido de hidratos de carbono para las especies estudiadas fue de 17,35% para *Chaetomorpha linum* (San Pedro Nolasco, verano) a 30,44% para *Ulva compressa* (Pudeto, verano). Al comparar el contenido de hidratos de carbono para las algas provenientes de la localidad de Maullín, es posible observar que las algas de la temporada de verano presentaron un mayor contenido que las algas recolectadas en invierno. Con relación a la localidad de estudio las muestras de *C. linum* provenientes de Maullín, presentaron el mayor contenido de hidratos de carbono al ser comparadas con las otras localidades (Figura 2.13).

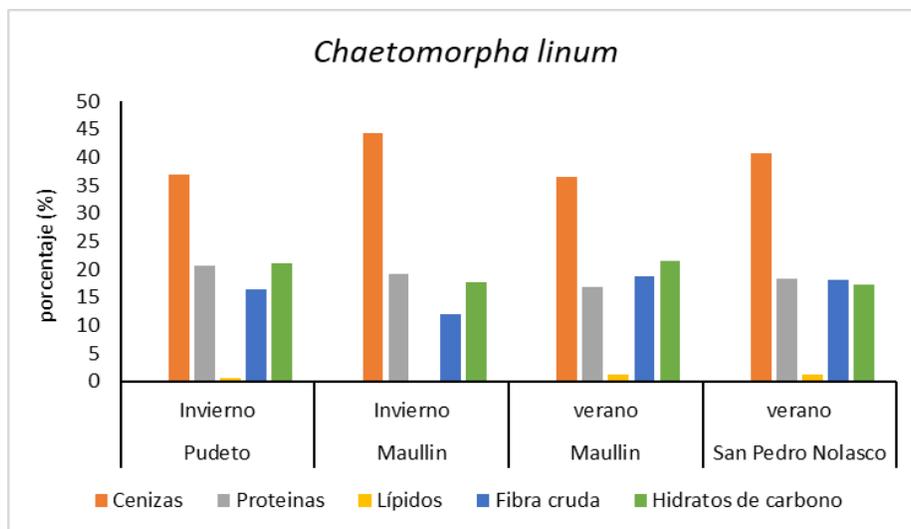


Figura 2.13. Composición proximal de alga plaga *Chaetomorpha linum* según localidad de origen (ríos Pudeto, Maullín y San Pedro Nolasco) y temporada de recolección (verano y otoño-invierno 2023). Los valores son expresados como gramos por 100 gramos de alga seca (g/100g), los que también pueden ser expresados como porcentaje de peso seco.

En términos de calorías, los valores obtenidos fueron Kcal 147,6 y 197,4 para *C. linum* (Maullín-invierno) y *U. compressa* (Pudeto-verano) respectivamente. Esto concuerda con estudios previos que señalan que las algas marinas son alimentos con bajo contenido calórico, ideales para ser incorporadas en dietas saludables.

Vitaminas

El contenido de vitaminas presentes en las especies de algas evaluadas se muestra en la TABLA 2.5.

TABLA 2.5. Contenido de vitaminas presentes en alga plaga más abundante según localidad de origen y temporada de recolección. (LD=límite de detección).

Especie	Localidad	Temporada	Vitamina A	Vitamina C	Vitamina E	β-carotenos
<i>Chaetomorpha linum</i>	Maullin	Verano	<LD	42,10	2,59	19,30
	Pudeto	Invierno	<LD	<LD	1,03	11,10
	San Pedro Nolasco	Verano	<LD	<LD	2,59	5,44

Los valores de vitaminas se expresan como: Vitamina A ($\mu\text{g}/100\text{g RE}$); Vitamina C (ácido ascórbico mg Kg^{-1}); Vitamina E (α - tocoferol mg Kg^{-1}); β -carotenos (mg Kg^{-1}); LD=límite de detección del análisis (vitamina A= $11 \mu\text{g} /100\text{g RE}$; Vitamina C= $0,60 \text{ mg Kg}^{-1}$).

Los análisis realizados mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) con el objetivo de determinar la concentración de vitaminas en las distintas especies de algas consideradas plaga evidenciaron la ausencia de vitamina A. Una observación análoga se hizo respecto a la vitamina C, que únicamente pudo ser cuantificada en *C. linum* de Maullín durante el verano, presentando una concentración de $42,10 \text{ mg Kg}^{-1}$ de ácido ascórbico. En cuanto a la vitamina E, cuantificada como α -tocoferol, se registraron concentraciones similares en ambas localidades evaluadas, siendo las algas originarias de Pudeto las que presentaron el menor contenido con $1,03 \text{ mg Kg}^{-1}$. Por otro lado, se detectó la presencia de β -caroteno en *C. linum* en las tres localidades evaluadas, registrando las algas provenientes del Río Maullín la mayor concentración, con un total de $19,30 \text{ mg Kg}^{-1}$.

Minerales y metales pesados

El contenido de minerales y metales pesados presentes en las especies de alga plaga más abundante según localidad y temporada se presentan en la TABLA 2.6 y TABLA 2.7 respectivamente.

TABLA 2.6. Contenido de elementos inorgánicos en alga plaga más abundante. Los macroelementos se expresan como $\text{g (Kg de peso seco)}^{-1}$ y los elementos traza en $\text{mg (Kg de peso seco)}^{-1}$. (LD=límite de detección del mineral).

	<i>Ulva compressa</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>			<i>Cladophora ruchingeri</i>	
Localidad	Pudeto	Maullín		San Pedro Nolasco	Pudeto	Maullín
Estación	verano	invierno	verano	verano	invierno	verano
Macroelementos						
Na	6,2	5,8	6,8	9,2	5,8	5,9
K	20,8	41,8	139,3	128,9	0,001	69,0
Ca	4,3	1,4	6,0	4,9	4,6	6,3

Mg	8,6	1,7	3,0	2,7	2,8	4,0
P(%)	0,2	0,3	0,1	0,03	0,0003	0,02
Elementos traza						
Fe	889,6	3517,9	1894,5	2044,2	3224,1	2314,5
Mn	41,6	38,4	181,5	87,0	0,05	101,7
Cu	4,7	< LD	7,0	8,0	0,02	14,4
Zn	8,8	9,2	11,3	12,9	0,02	25,0
Mo	0,1	0,3	0,2	0,5	0,0007	0,25
Se	< LD	< LD	< LD	< LD	<LD	< LD

Respecto al contenido de minerales presentes en las diferentes especies de algas plaga recolectadas desde los ríos Maullín, Pudeto y San Pedro Nolasco, se puede observar la presencia de macroelementos como: sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y fósforo (P). Además de elementos traza, tales como: hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn) y molibdeno (Mo), selenio (Se) se encuentra fuera límite de detección. En términos generales, la especie *C. linum*, presentó un mayor contenido de sodio y potasio al ser comparados con las especies *U. compressa* y *C. ruchingeri*. Por el contrario, se observó un mayor contenido de calcio para *C. ruchingeri* y fósforo para *U. compressa*, cuando se compararon con los valores promedio de *C. linum*, especialmente durante la temporada de verano.

El contenido de Na fue similar para todas las especies evaluadas, fluctuando para *C. linum* entre 5,8 g kg⁻¹ (Maullín–Pudeto, invierno) y 9,2 g kg⁻¹ (San Pedro Nolasco, verano). Para la especie *U. compressa* y *C. ruchingeri* se observaron valores similares. En términos de temporalidad, fue posible determinar un mayor contenido de sodio en la estación de verano para todas las especies de algas evaluadas.

En lo que respecta al K, el contenido fluctuó entre 20,8 g kg⁻¹ para la especie *U. compressa* (Pudeto, verano) y 139,3 g kg⁻¹ para *C. linum* (Maullín, verano). En particular, en la localidad de San Pedro Nolasco-verano, el contenido de potasio determinado fue de 128,9 g kg⁻¹, valores similares a los observados para la localidad de Maullín para la temporada de verano. Es importante destacar que la cantidad de este macroelemento observado en *C. linum* (Maullín, verano), corresponde a más

del doble registrado para la temporada de invierno, lo que sugiere que existiría una componente estacional en la fluctuación de este elemento.

Los niveles de Ca oscilaron entre los 1,4 g Kg⁻¹ para *C. linum* (Maullín, invierno) y 6,3 g Kg⁻¹ para *C. ruchingeri* (Maullín, verano), con respecto al factor de estacionalidad el mayor contenido de calcio para la especie *C. linum*, se registró en la temporada de verano. Tanto para el magnesio (Mg) y fósforo (P), se observó un mayor contenido en *U. compressa* con 8,6 y 0,2 g Kg⁻¹ respectivamente que el promedio obtenido para *C. linum* de las diferentes localidades y *C. ruchingeri*.

Referente a los elementos traza, el hierro (Fe) osciló entre 889,6 – 3517,2 mg kg⁻¹, observando un mayor contenido del mineral en *C. linum* (Maullín, invierno), valores similares a los de *C. linum* se observaron para la especie *C. ruchingeri*. Para el caso particular de *U. compressa* el contenido de Fe fue menor al registrado para las otras especies de algas estudiadas en las distintas localidades y temporadas. Con respecto al factor estacional, es posible determinar que las algas recolectadas en la temporada de invierno presentaron un mayor contenido del hierro.

Los niveles de manganeso (Mn) fluctuaron entre 0,05 a 181,5 mg Kg⁻¹, observando un mayor contenido en *C. linum* (Maullín-verano) seguido de *C. ruchingeri* (101,7 mg kg⁻¹). En lo que respecta a la estacionalidad, fue posible observar un mayor contenido de Mn en *C. linum* recolectadas en la temporada de verano.

El contenido de cobre (Cu) osciló entre 0,02 y 14,4 mg Kg⁻¹, mientras que la cantidad de zinc (Zn) estuvo entre 0,02 – 25 mg Kg⁻¹ y molibdeno (Mo) entre 0,1 – 0,25 mg Kg⁻¹ para *C. linum* (Pudeto, invierno) y *C. ruchingeri* (Maullín, verano) respectivamente. Para el caso particular del Cu y Mn la especie *C. ruchingeri*, registró casi el doble del contenido presente en *C. linum* y *U. compressa*. Con respecto al contenido de selenio (Se) estuvo por debajo del límite de detección del análisis para todas las especies evaluadas.

TABLA 2.7. Contenido de metales pesados en alga plaga más abundante según localidad y temporada. Los valores se expresan en mg (Kg peso seco)⁻¹.

	<i>Ulva compressa</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>			<i>Cladophora ruchingeri</i>	
Localidad	Pudeto	Maullín		San Pedro Nolasco	Pudeto	Maullín
Estación	verano	invierno	verano	verano	invierno	Verano
Metal						
As	0,80	3,84	7,95	9,61	9,15	6,75
Cd	0,16	0,13	1,53	2,79	0,14	3,94
Pb	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD	11,30
Hg	0,03	0,02	0,03	0,04	< LD	0,01
Cr	3,58	4,02	5,22	4,43	1,03	4,66
Al	1032	1858	942	1051	1922	1487
Ni	1,29	1,27	3,57	5,22	3,85	2,36

El contenido de arsénico (As) total fluctuó entre 0,80 mg Kg⁻¹ para *U. compressa* (Pudeto, verano) y 9,61 mg Kg⁻¹ para *C. linum* (San Pedro Nolasco, verano). En el caso del cadmio (Cd), los valores promedio fluctuaron entre 0,13 mg Kg⁻¹ para *C. linum* (Maullín. Invierno) y 3,94 mg Kg⁻¹ para *C. ruchingeri* (Maullín, verano). Los niveles de mercurio (Hg) fluctuaron entre 0,01- 0,04 mg Kg⁻¹. Con respecto al contenido de plomo (Pb) los valores obtenidos estuvieron por debajo del rango de detección (<0,00001 mg Kg⁻¹ peso seco) del análisis por ICP-MS en la mayoría de las muestras de algas, a excepción de *C. ruchingeri*, donde se registró un total de 11,30 mg Kg⁻¹ del metal. En tanto, para el contenido de níquel (Ni) y cromo (Cr) los valores oscilaron entre 1,27 – 5,22 mg Kg⁻¹ y 1,03 – 5,22 mg Kg⁻¹ respectivamente. El aluminio (Al) presentó los mayores valores en relación con los otros metales evaluados, cuyos valores oscilaron entre 942 y 1.922 mg Kg⁻¹.

Fibra dietética

La fibra dietética soluble e insoluble para las muestras de algas analizadas, se presentan en la TABLA 2.8. Los valores son expresados como gramos por 100 gramos de alga seca, pero también pueden ser expresados como porcentaje de peso seco (%).

TABLA 2.8. Contenido de fibra dietética insoluble (FDI), fibra dietética soluble (FDS) y fibra dietética total (FDT), en especies de alga plaga según localidad de origen y temporada de recolección. Los resultados son expresados en g por 100 g de peso seco.

	<i>Ulva compressa</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>			<i>Cladophora ruchingeri</i>	
Localidad	Pudeto	Maullín		San Pedro Nolasco	Pudeto	Maullín
Estación	verano	invierno	verano	verano	Invierno	verano
Fibra						
FDS	15,9	12,9	14,8	13,1	12,5	16,8
FDI	28,4	27,7	30,1	25,8	6,6	34,4
FDT	44,3	40,6	44,9	38,9	19,1	51,2

El contenido de fibra dietética total (FDT) mostró variabilidad, abarcando un rango que osciló entre el 19,1% y el 51,2%. Es relevante resaltar que la especie *C. ruchingeri* (Maullín, verano) presentó el contenido más elevado de FDT. En la mayoría de las especies evaluadas, la fibra dietética insoluble (FDI) superó a la fibra dietética soluble (FDS), con la excepción de *C. linum* (Pudeto, invierno). Los valores de FDI fluctuaron desde un mínimo de 6,6% en *C. linum* (Pudeto, invierno) hasta un máximo de 34,4% en *C. ruchingeri*. Por otro lado, el contenido de FDS varió entre un mínimo de 12,5% en *C. linum* (Pudeto, invierno) y un máximo de 16,8% en *C. ruchingeri*. En resumen, *C. ruchingeri* mostró el contenido más elevado de fibra en comparación con las otras especies estudiadas. Además, se observó que las muestras de *C. linum* recolectadas en Maullín durante la temporada de verano presentaron un mayor contenido de FDT en comparación con las de San Pedro Nolasco en la misma temporada. Asimismo, se registró un mayor contenido de fibra en las algas provenientes de Maullín en comparación con Pudeto durante la temporada de invierno.

Pigmentos

En la TABLA 2.9, se presentan los resultados para cada una de las muestras analizadas con relación al contenido de: clorofila total, clorofila a y b y carotenoides.

TABLA 2.9. Contenido de pigmentos mg (g peso seco)⁻¹ clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b), clorofila total (Chl total), carotenoides según especie de alga plaga más abundante, localidad de origen y temporada.

	<i>Ulva compressa</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>			<i>Cladophora ruchingeri</i>	
Localidad	Pudeto	Maullín		San Pedro Nolasco	Pudeto	Maullín
Estación	verano	invierno	verano	verano	invierno	verano
Pigmentos						
Chl a	0,23	0,25	1,56	0,96	1,82	1,27
Chl b	0,14	0,33	0,97	0,53	1,27	1,31
Chl total	0,37	0,58	2,52	1,49	3,02	2,58
Carotenoides totales	0,12	0,23	0,85	0,37	0,62	0,82

En términos generales, se puede apreciar que todas las especies evaluadas exhiben una mayor proporción promedio de clorofila a (Chl a) en comparación con la clorofila b (Chl b), con una variación que oscila entre el 43% y el 64% en el caso de *C. linum*, recolectadas en las localidades de Maullín (invierno) y San Pedro Nolasco (verano), respectivamente, en relación con el contenido total de clorofila (Chl total). En lo que respecta a los carotenoides totales, las especies *C. linum* (Maullín, verano) y *C. ruchingeri* mostraron los niveles más elevados de este metabolito en comparación con *Ulva compressa*.

En cuanto a la procedencia geográfica, para la especie *C. linum*, las algas recolectadas en la localidad de Pudeto presentaron una concentración superior de pigmentos, con la excepción de los carotenoides, que fueron ligeramente más abundantes en las algas recolectadas en Maullín. Con respecto a la estacionalidad, se observa que las algas recolectadas en verano presentaron una concentración más elevada de pigmentos en comparación con las algas recolectadas en invierno.

Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante

El contenido de fenoles totales se cuantificó en mg g⁻¹ de GAE. La capacidad antioxidante expresada en Equivalentes Trolox (TEAC, por sus siglas en inglés) es una medida utilizada para

cuantificar la actividad antioxidante de una sustancia en comparación con el Trolox, un análogo sintético de la vitamina E. Proporciona una medida relativa de la capacidad de una sustancia para neutralizar los radicales libres y proteger contra el estrés oxidativo. En TABLA 2.8 se presentan los resultados obtenidos en este análisis.

TABLA 2.10. Contenido de fenoles totales (mg g^{-1} GAE) y capacidad antioxidante expresada como $\mu\text{mol g}^{-1}$ de Equivalentes Trolox (TEAC) presente en algas plaga más abundante según especie, localidad de origen y temporada de recolección.

	<i>Ulva compressa</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>			<i>Cladophora ruchingeri</i>	
Localidad	Pudeto	Maullín		San Pedro Nolasco	Pudeto	Maullín
Estación	verano	invierno	verano	verano	invierno	verano
Fenolestotales	1,22	1,74	1,77	1,68	6,57	3,26
Capacidad antioxidante	0,53	0,76	0,87	0,89	1,94	0,20

El contenido de fenoles totales osciló entre $1,22 \text{ mg g}^{-1}$ en *U. compressa* y $6,57 \text{ mg g}^{-1}$ en *C. linum* (Pudeto, invierno). Al comparar la especie *C. linum* entre las diferentes localidades de origen, se observa que las algas provenientes de Pudeto presentaron una mayor concentración del metabolito. No se observaron mayores variaciones entre las temporadas.

Con respecto a la capacidad antioxidante, se destaca que la especie *C. linum* exhibe una mayor capacidad antioxidante, con valores que oscilan entre 0,76 y $1,94 \mu\text{mol g}^{-1}$, seguida por *U. Compressa* con $0,53 \mu\text{mol g}^{-1}$ y *C. ruchingeri* con $0,20 \mu\text{mol g}^{-1}$. En cuanto a la temporada y la ubicación geográfica de origen de *Chaetomorpha linum*, no se observan mayores variaciones.

Análisis organoléptico

Los resultados de los análisis organolépticos se detallan en el ANEXO 6, donde se destaca que las muestras de algas exhiben un olor y una textura distintivas. Además, se ha observado la presencia de invertebrados en varias de las muestras, lo que indica la necesidad de mejorar los métodos de tratamiento postcosecha (TABLA 2.11).

TABLA 2.11. Resultados de análisis organolépticos en las muestras de algas plagas.

Muestras	Apariencia	Color	Olor	Textura
Mauullín Invierno	Bien conservado. Con desechos de productos marinos en la muestra	No uniforme. De color verde intenso y verde musgo oscuro y opaco	Buen olor, intenso. Libre de malos olores	Áspera y filamentosa. Resistente a la tracción. Reseca al tacto, de composición hilosa.
Mauullín Verano	Bien conservado. Con gran cantidad de desechos de productos marinos en la muestra.	Uniforme, de color verde claro intenso y opaco.	Buen olor, intenso. Libre de olores extraños.	Áspera y filamentosa. Seca al contacto. De composición levemente harinosa.
Pudeto Verano	Bien conservada. Libre de defectos.	Uniforme, de color verde intenso.	Buen olor, intenso. Libre de malos olores.	Áspera y filamentosa. Seca al contacto. De composición levemente harinosa.
San Pedro Nolasco Verano	Bien conservado. Con desechos de productos marinos en la muestra	Uniforme, de color verde musgo oscuro y opaco.	Buen olor, intenso. Libre de malos olores.	Áspera y filamentosa. Seca al contacto. De composición levemente harinosa.

2.3. Catastrar a nivel nacional las industrias o intermediarios potenciales interesados en adquirir la materia prima.

Se realizó revisión de información en informes sectoriales, FIPA y FIC sobre industrias o intermediarios potenciales interesados en usar materia prima de macroalgas verdes, con énfasis en:

- Consumo humano/Gastronomía
- Ingrediente para alimento animal y de peces
- Bio-fertilizantes
- Cosmética
- Farmacéutica y nutracéutica
- Fibras hidrosoluble y biocompuestos

De acuerdo a los resultados obtenido, se realizó un catastro de aquellas empresas que específicamente elaboran o producen alimento en base de ingredientes de origen vegetal. El catastro fue separado por alimento elaborado para: consumo humano, consumo humano tipo vegano, alimento para animales dentro del abastecimiento del mercado de las forrajearías, tiendas de mascotas, veterinarias, explotación pecuaria industrial y la crianza domiciliaria (alimento mascotas, alimento para caballo, alimento para ponedoras, alimento para pollitas y gallinero, alimento para cerdos) y bio fertilizantes para optimizar la productividad de los cultivos agrícolas (TABLA 2.12)

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

TABLA 2.12. Catastro de empresas a nivel nacional potenciales interesados en adquirir la materia prima.

Tipo	Nombre de la empresa	Historia (misión y visión)	contacto	web
Consumo humano	NUTRITARIAN FOODS	<p>Alimentos elaborados a base de ingredientes vegetales rigurosamente seleccionados, ofreciendo una deliciosa y nutritiva propuesta culinaria que cumpla con los más altos estándares de calidad e inocuidad, respetando a nuestros colaboradores y al medio ambiente que nos rodea. Es una empresa innovadora, inquieta, que ofrece no solo todas las proteínas vegetales que necesitamos, sino todos los micronutrientes y alimentos funcionales que todo organismo necesita para mantenerse saludable. Su Visión es volver lo simple y a lo que la tierra provee y siendo amigables con el medio ambiente.</p> <p>Los productos contienen un valor nutricional incuestionable. Se elaboran alimentos de origen 100% vegetal para todos y para toda ocasión de consumo.</p> <p>La sustentabilidad de nuestro planeta nace Rikü, que provee de alimentos cien por ciento veganos, fabricados en un emplazamiento vegano. Las recetas han sido desarrolladas responsable y cuidadosamente, vigilando el balance nutricional de micro y macronutrientes sin descuidar que el resultado sea delicioso. Especializado en la búsqueda de materias primas cuidadosa por Chile y el mundo, velando por la inocuidad y calidad de cada una de ellas. Si hay algo que caracteriza a los productos Rikü, es que resulten muy fáciles de preparar, pudiendo usarlos de manera muy versátil en distintas propuestas culinarias para que los disfrutes solo o en compañía de los que más quieres.</p>	<p>Bayona 243, Bodega 5. Colina. Santiago – Chile.</p> <p>+ 56 2 2759 4946</p> <p>ventas@tiendariku.cl</p>	<p>https://riku.cl/</p>
Consumo humano Alimentos veganos (nutricional)	Vegusta	<p>Elaboración y venta de alimentos saludables de origen vegetal. Estamos en constante creación de nuevos sabores que mejoren la calidad de vida de las personas.</p> <p>Misión: Desarrollar, comercializar y distribuir alimentos nutritivos y saludables que satisfagan a nuestros clientes que buscan una alimentación sana, vegetariana o vegana. Asegurando la correcta procedencia de materias primas, tanto como la calidad de los productos de acuerdo al respeto a la ética e ideales de nuestros consumidores y medio ambiente.</p> <p>Visión: Ser una empresa reconocida en el país en el desarrollo de alimentos nutritivos y saludables de origen vegetal, a través de una constante innovación y profesionalización de nuestros procesos de elaboración y</p>	<p>Contacto: David Dorante</p> <p>produccion@vegusta.cl</p>	<p>https://vegusta.cl/ -56-222791483</p> <p>Dirección: Avenida colón 8127, La Cisterna. Santiago. Teléfono Fijo: 22 2791483 Se abre en tu aplicación Correo electrónico:</p>

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		distribución de tal manera de ser preferidos por la calidad de nuestros productos y el compromiso con nuestros consumidores		ventas@vegusta.cl
Consumo humano Alimentos veganos (nutricional)	VegMonkey	<p>VegMonkey cuenta con “algoritmos” ni inteligencia artificial, que trabaja con un 100% con inteligencia humana para lograr desarrollar productos de origen vegetal, ricos, sanos y a precios justos.</p> <p>Vegmonkey nace en el año 2018, apuntando al mercado de comida rápida vegana en eventos masivos. Con el tiempo crecimos y vimos la oportunidad de desarrollar productos envasados de alimentos veganos y vegetarianos accesibles para todos. Creamos alimentos en base a plantas, muy ricos y de esta manera también cuidamos el medio ambiente.</p> <p>Queremos ser la mejor alternativa de alimentación rica, saludable y amigable con el medio ambiente.</p> <p>MISIÓN: Desarrollar alimentos veganos más ricos y nutritivos que no hagan extrañar a los de origen animal, a un precio justo y accesible.</p>	hola@vegmonkey.cl	<p>https://www.vegmmonkey.cl/</p> <p>Caupolicán #9750, Local 6</p> <p>Parque Industrial Buenaventura</p> <p>Quilicura</p>
Consumo humano Alimentos veganos (nutricional)	X NotCo	<p>Empresa con una meta en común: reinventar la industria alimentaria —un exquisito bocado a la vez. La intención es cambiar el día a día, para todos y en todos lados. Con la IA, Giuseppe, logran hacer la comida replicando productos animales, pero usando plantas y vegetales, haciéndolos aún más ricos, con el mismo aroma, sabor, textura, funcionalidad y nutrición - pero hechos solo en base a lo mejor de las plantas. Y no solo eso, al sacar al animal de la ecuación, se logra reducir considerablemente el impacto ambiental que representa la producción de cada producto versus uno regular.</p> <p>Haciendo productos igual - o más ricos - pero hechos en base a plantas, da una oportunidad a todos de disminuir nuestro consumo animal y con ello el impacto medio ambiental.</p>	S/N	https://notco.com/cl/
Animales	Monteverde S.A:	<p>Es una destacada empresa familiar, integrada verticalmente, dedicada a la elaboración y comercialización de diversos productos provenientes de la explotación agrícola y forestal, estamos ubicados en el corazón precordillerano de Chile, Región del Bío-Bío.</p> <p>En Monteverde S.A. el área de negocios Nutrición Animal comenzó sus actividades industriales y comerciales en el año 2011, y basa sus orígenes en la capacidad intrínseca de la empresa para formular y producir soluciones alimenticias tanto para la crianza domiciliaria como industrial, abasteciendo</p>	Contacto: Eric Birkner ebirkner@monteverde.cl	<p>https://www.monte-verde.cl/</p> <p>Fonos: (56-43) 2630340, 2630341, 2630342</p> <p>Fax: (56-43) 2591563</p> <p>Avenida Yungay, 786.</p>

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		<p>el mercado de las forrajearías, tiendas de mascotas, veterinarias y grandes distribuidores de la VIII, IX, X, XI, XII y XVI región del país.</p> <p>La empresa elabora productos de alta calidad, preferentemente con ingredientes de origen vegetal, siendo una solución para productores y empresas que se dedican a la explotación pecuaria industrial y la crianza domiciliaria, en las distintas etapas de crecimiento.</p> <p>En Alimentos Balanceados Monteverde S.A. la materia prima es sometida a estrictos controles de calidad, desde la recepción hasta la manufactura final. Estamos certificados en proceso de inocuidad alimentaria HACCP, realizando un monitoreo constante en toda la cadena productiva para así lograr elaboraciones inocuas y de alta performance.</p>		<p>Huépil, Región del Biobío, Chile. Codigo postal: 4480467</p>
Animales	Proa <i>Nutriendo Bienestar</i>	<p>Proa nace en 1939 bajo el alero de la sociedad molinera Francisco Aguado y Compañía conformada por el empresario chileno de origen español, Benedicto Aguado Hoces y su padre Francisco Aguado Villalba en la comuna de El Monte en la Región Metropolitana.</p> <p>En la década de los 90 la empresa incursiona en la producción de alimentos para salmones a través del proceso conocido como “extrusión”. Gracias a este nuevo sistema se desarrolla -en paralelo- el primer alimento para perros producido por la compañía, el que se comercializa con la marca “Champion”. Posteriormente, crea una línea de alimentos para gatos, aves y pequeñas mascotas, conformando así una nueva división de negocios.</p> <p>En la actualidad, Proa sigue trabajando en la mejora continua de sus procesos, en el perfeccionamiento y capacitación de su capital humano y en la sustentabilidad de sus negocios, con el propósito de contribuir a nutrir el bienestar de sus clientes y consumidores.</p>	<p>Contacto: Sebastián Jara sjara@proa.cl</p>	<p>https://www.proa.cl/ index Exposición 1511, Estación Central, Santiago, Chile. Fono: 225608300</p>
Animales	Nuproxa Suiza	<p>Nuproxa Suiza es una empresa suiza fundada en 2007, que suministra soluciones de alta calidad a la industria de la nutrición y salud animal.</p> <p>La empresa busca en la naturaleza soluciones eficientes, seguras y sostenibles para satisfacer las necesidades de la industria de nutrición y salud de animales de producción y mascotas.</p> <p>Los animales y vegetales han evolucionado durante millones de años, donde la naturaleza ha mejorado y probado sus productos en un proceso incesante que ninguna compañía puede equiparar.</p>	<p>Badajoz, 12, of. 303 Las Condes Santiago - Chile Tel.: +562 2220 2034</p>	<p>https://nuproxa.ch/es/ www.nuproxachile.cl</p>

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		<p>Con esta visión, en Nuproxa cree que los suplementos naturales, que entregan nutrientes en formas complejas y asociadas, naturalmente estables y protegidos, son alternativas mejores y económicamente más atractivas a la nutrición animal. Su complejidad, como en la naturaleza, proporciona interacciones entre las sustancias y los organismos que los reciben, incluso afectando la expresión de sus genes.</p> <p>Para entender las necesidades de la industria y ofrecer soluciones efectivas, seguras e innovadoras desde un punto de vista nutricional, Nuproxa confía en aliados globales y profesionales que añaden décadas de experiencia y conocimiento científico y de mercado, invirtiendo masivamente en investigación científica para la creación de nuevas aplicaciones de sustancias conocidas de la naturaleza, además de garantizar la calidad de nuestros productos con la certificación FAMI-QS (nuestra y de nuestros proveedores). El resultado es la entrega de soluciones naturales, sostenibles y fiables, probadas en las estaciones de investigación y en el campo.</p>		
Animales	BEZETA	<p>Empresa Familiar Con Más De 20 Años en el mercado, Dedicada a la Fabricación y distribución de alimentos para animales como, por ejemplo: Alimento para perro, Alimento para caballo, Alimento para ponedoras, Alimento para pollitas, Alimento para cerdos. Siempre Procurando Entregar La Mejor Calidad A Los Mejores Precios Del Mercado Actual.</p>	<p>Contacto: Daniela Baeza contactobezeta@gmail.com 569 31229765</p>	<p>https://www.alimentanimal.cl/ Camino Los Lagartos Parcela 5 #2800, San Francisco De Mostazal, Región De O'Higgins, Chile</p>
Fertilizantes	MYCSA AG	<p>MYCSA AG es parte de MYCSA Group un proveedor establecido en Brownsville, TX, líder a nivel global en el mercado de insumos orgánicos, materias primas, soluciones y otros productos para la industria de la agricultura orgánica.</p> <p>Durante años ha contado con materiales listados y aprobados por OMRI. Formuladores y agricultores de todo el mundo prefieren los productos por su calidad, precios competitivos, excelente servicio y el compromiso ambiental que compartimos.</p> <p>MYCSA AG abrió sus puertas en 2004 innovando por completo el concepto de insumos para la agricultura a través de materias primas orgánicas y</p>	<p>Contacto: Email: office@mycsainc.com</p>	<p>https://www.mycsainc.com/ Tel:+1 (956) 546-9119 Fax:+1 (956) 546-9229</p>

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		<p>repelentes que le permiten a los agricultores certificar sus cosechas como orgánicas y a la vez contribuir con una huella ecológica positiva.</p> <p>Podemos enviar nuestros productos de manera rápida y directa a cualquier parte del mundo con la confianza que nuestros clientes lo recibirán en óptimas condiciones.</p>		
Cosméticos	COLORBEL S.A.	<p>Fábrica de cosméticos, productos de belleza, cuidado e higiene personal.</p> <p>Es un laboratorio, fabricante y maquilador de productos cosméticos, conformado por un equipo de profesionales permanentemente capacitados, con amplia experiencia en el ámbito cosmético.</p> <p>Tiene más de 21 años de trayectoria en el rubro (desde el año 2001).</p> <p>Cuenta con modernas maquinarias para la fabricación de productos de belleza, cuidado e higiene personal, en líneas de producción que cumplen con las normas dictadas por el I.S.P. de Chile, que se acogen al D.S. 239/02, en relación a la fabricación de productos cosméticos.</p> <p>Tiene la capacidad de fabricar amplia gama de: Cremas y lociones, Cremas faciales y corporales, Protectores Solares, Fragancias femeninas, Fragancias masculinas, Productos capilares, Jabones líquidos, Geles sin enjuague, Talcos, Quita esmaltes, entre otros productos cosméticos.</p>	<p>Datos de contacto:</p> <p>Sin informacion</p>	<p>www.colorbel.cl</p> <p>+56 2 25565608</p> <p>Madrid #2034, Santiago</p>
	COSMÉTICA NACIONAL S.A.	<p>Es una empresa chilena con formación farmacéutica - cosmética de dilatada trayectoria en el sector.</p> <p>Desde sus inicios se encuentra enfocada en la producción y comercialización de productos cosméticos.</p> <p>Tiene más de 42 años de trayectoria en el rubro (desde 1979).</p> <p>Su principal marca de cosméticos es: Pamela Grant.</p> <p>Es proveedor de amplia variedad de productos en las categorías: Maquillaje, Cuidado Facial y Fragancias.</p>		<p>Datos de contacto:</p> <p>www.pamelagrant.cl</p> <p>+56 2 24387900</p> <p>Vargas Fontecilla #3830, Quinta Normal, Santiago</p>
	LABORATORIO ARENSBURG SAIC	<p>Es una empresa chilena dedicada a la fabricación de productos cosméticos con altos estándares internacionales.</p> <p>Tiene una trayectoria acumulada de más de 90 años en el mercado (desde 1917).</p> <p>Cuenta con certificación internacional en Normas ISO 9001:2008 aprobadas en Chile, Estados Unidos, Inglaterra e Italia.</p>	Sin información	<p>+56 2 2722346</p> <p>Los Limoneros #3777, Macul, Región Metropolitana</p>

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		Es proveedor de productos cosméticos para uso en: ojos, labios, rostro, uñas, cuidado personal.		
	LABORATORIO DUKAY S.A.	<p>Es una empresa dedicada a la fabricación y envasado de productos cosméticos y de consumo masivo.</p> <p>Fue fundada en 1986 por profesionales del área Química e Industrial, para ofrecer el servicio de maquila de productos cosméticos e industriales.</p> <p>Cuenta con una planta que ocupa una superficie de 12.000 m² dotada con más de 30 líneas de producción y envasado, cuya capacidad productiva es de más de 50 millones de unidades anuales, con una cartera de más de treinta clientes nacionales e internacionales, cubriendo gran parte de los países de Latinoamérica, EEUU y Europa.</p> <p>Ofrece los siguientes servicios de Fabricación y Envasado: Maquila, Semi maquila y Servicio Full Cost.</p> <p>Ofrece productos cosméticos para las siguientes categorías: Higiene (Shampoo, Acondicionador, Jabón Líquido, Jabón Espuma, Desodorantes Aerosol, entre otros), Polvos Talco, Cuidado Capilar, Bloqueadores Solares, Cremas y Lociones, Hidroalcohólicos, entre otros.</p>	Sin información	<p>Datos de contacto:</p> <p>www.dukay.cl</p> <p>+56 2 25879000</p> <p>El Taqueral #454, Lampa, Región Metropolitana</p>
	LABORATORIO HUDSON S.A. - COSMÉTICA Y PERFUMERÍA	<p>Es una empresa chilena especializada en la fabricación de productos cosméticos con marcas propias y para terceros.</p> <p>Tiene más de 58 años de trayectoria en la industria cosmética</p> <p>Cuenta con instalaciones que ocupan 2.700 m² de superficie construida, incluyendo las áreas de administración y producción.</p> <p>En la actualidad, fabrica productos a diferentes laboratorios, empresas comercializadoras de productos cosméticos y mayoristas.</p> <p>Es proveedor de amplia variedad de productos mediante sus líneas de: Maquillaje, Cuidado de la Piel, Cabello, Solar, Tocador, Fragancias, Amenidades, Fantasía y Accesorios</p>	Sin información	<p>Datos de contacto:</p> <p>laboratoriodudson.cl</p> <p>+56 2 29527714</p> <p>Calle Río Palena #9670, Parque Industrial Enea, Pudahuel, Santiago</p>

Discusión

Se realizaron los análisis correspondientes para la caracterización química de las algas declaradas plagas, tanto especies más abundantes que se encontraban en la zona submareal tales como: *Ulva compressa*, *Chaetomorpha linum* y *Cladophora ruchingeri* de los ríos Maullín, Pudeto y San Pedro Nolasco. Además de muestras de algas varadas, compuestas de diferentes especies que fueron recolectadas desde las riberas del río Maullín y Pudeto, en ambos casos las muestras de algas fueron recolectadas en dos temporadas, a las que posteriormente se les realizó un tratamiento postcosecha y los análisis químicos inicialmente propuestos por el mandante.

Los resultados de los análisis bioquímicos indican que la variabilidad en el contenido de cenizas refleja la capacidad diferencial entre especies acumulando elementos inorgánicos del agua de mar debido a varios factores internos (e.g. tipos de polisacáridos que componen la pared celular del alga, estructura del talo y edad de la planta). El contenido de cenizas varió desde un 26,6% a un 44,4%, obteniendo los valores más altos las algas plagas obtenidas desde la zona submareal del río Maullín, donde la especie dominante corresponde a *C. linum* (invierno). Es importante destacar, que las cenizas corresponden a uno de los principales componentes de las algas marinas, entendiéndose como un estimado del contenido total de minerales presentes, con valores que fluctúan entre el 22 y 36% según lo informado por Makkar et al. (2016). Resultados similares fueron reportados por Ortiz et al. (2009) para el alga verde *Codium fragile*, Yaich et al. (2011) y para *U. lactuca*, Peña-Rodríguez et al. (2011). Investigaciones realizadas por Rode et al. 2017, señalan contenidos de un 12% de cenizas para *C. linum* y entre un 15 y 19% para *Ulva fasciata* y *U. lactuca*, lo que concuerda con los resultados obtenidos. La variabilidad en el contenido de cenizas refleja la capacidad diferencial que presentan las especies de diferentes grupos de algas para acumular elementos inorgánicos del agua de mar, debido a varios factores internos (i.e. tipos de polisacáridos que componen la pared celular del alga, estructura del talo y edad de la planta) (Circuncisao et al., 2018). El alto contenido de ceniza presente en las algas evaluadas, sin duda, podría ser considerado como una ventaja nutricional, aumentando su relevancia como potencial ingrediente para aumentar el contenido de minerales en los alimentos.

El rango de proteína cruda, en las algas estudiadas estuvo dentro de lo reportado para diferentes especies de algas del hemisferio norte. Las muestras de algas estudiadas presentaron un 19,13% (PSMI) y un 18,91% (PSPV) de proteína cruda. La cantidad de lípidos totales concuerdan con datos

de otras especies de algas marinas reportados, donde el contenido de lípidos es generalmente a <5 % del peso seco. El contenido de fibra cruda está dentro de los rangos estudiados. En términos de Calorías, los valores obtenidos fueron Kcal 147,6 y 197,4 para *C. linum* y *U. compressa* respectivamente. Los resultados concuerdan con estudios previos que señalan que las algas marinas son alimentos con bajo contenido calórico, ideales para ser incorporadas en dietas saludables. Las muestras compuestas de la zona intermareal, tanto del río Maullín como del río Pudeto presentaron el mayor contenido de fenoles totales. Las muestras submareales del río Pudeto presentó una mayor capacidad antioxidante. En cuanto al contenido de minerales y metales pesados los resultados muestran la presencia de macroelementos como: sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y fósforo (P). Además de elementos traza tales como: hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), molibdeno (Mo) y selenio (Se).

Conclusión

- El río Pudeto alcanzó los mayores valores de carga total y específica (entre 700 a 900%) de todas las ASM analizadas en este proyecto, influenciados por una sucesión de especies de algas filamentosas *Ulva compressa* y *Chaetomorpha linum*; la primera dominando en verano (sitio A3, concesión frente a Pupelde) y la segunda en otoño, especialmente en el sitio A1 (La Pasarela). Pudeto es la única localidad que muestra sucesión de especies en la proliferación.
- En el Río Maullín, la única especie de algas verde filamentosa causante de proliferación encontrada fue *Chaetomorpha linum*, también se encontró esporádicamente *Rhizoclonium* en una muestra en la localidad de Las Conchillas (M1), donde naturalmente crece (esto fue descrito en detalle en el informe del proyecto FIPA 2017-10). Otras algas que contribuyeron a la carga de epífita correspondieron al alga verde *Ulva* sp. y algas rojas del orden Ceramiales. Los mayores valores de carga total (260%) se encontraron en el punto M5 (La Pasada) en otoño, donde más de la mitad de la biomasa correspondía a *Chaetomorpha linum*. En invierno, además del punto M5, se adicionó el punto M4 (frente a Federación de pescadores), alcanzando un valor máximo de 43% de carga total, que fue equivalente a la carga específica dominada por *Chaetomorpha linum*.
- En San Pedro Nolasco, la especie de alga filamentosa importante fue *Chaetomorpha linum*, principalmente en otoño, donde se encontró una alta carga específica de 680% puntualmente en la desembocadura del río San Pedro Nolasco (SPN 1). En invierno la carga específica (%) fue de 0%. También se encontraron otras algas epífitas del orden Ceramiales que no contribuyeron sustancialmente a la carga total.
- La proteína cruda, contenido de lípidos totales, fibra cruda, calorías en las algas estudiadas estuvieron dentro de los rangos lo reportado para diferentes especies de algas del hemisferio norte.
- Las muestras del río Pudeto exhiben una mayor capacidad antioxidante.
- En cuanto al contenido de minerales y metales están dentro de los rangos descritos para otras especies de algas verdes.
- Finalmente, los resultados de las muestras analizadas hasta este informe de *Chaetomorpha linum* y *Ulva compressa*, indican que ambas especies presentan el potencial para ser utilizadas como un ingrediente funcional en la industria alimentaria.

CAPÍTULO 3

Objetivo Especifico 3. Caracterizar la composición bioquímica de la biomasa de las algas varadas. En base a los resultados, proponer al menos 3 potenciales usos alternativos y, proponer medidas de manejo que permitan mitigar los efectos de la biomasa varada y resguardar su potencial uso posterior, identificando la normativa intersectorial asociada a cada caso.

Antecedentes

Las proliferaciones de algas verdes que se iniciaron en el año 2012 además del daño causado a los cultivos de pelillo afectan la calidad por la pérdida de pureza, han afectado la comercialización, generando importantes pérdidas para los pequeños acuicultores de la Ribera Norte del río Maullin, río Pudeto y río San Pedro Nolasco. La proliferación de algas verdes genera importantes volúmenes que permanecen flotando en el río, o bien, por efecto de vientos o marejadas son arrastrados y depositados en la ribera del río, constituyendo varazones que permanecen por días y semanas expuestos al sol, lluvia y condiciones climáticas de la zona. Esta biomasa algal, inicia procesos de descomposición, generando olores, presencia de insectos, y una capa de algas que impide el normal desplazamiento por la línea de costa de la ribera del río, que causan problemas a las comunidades residentes del lugar. La biomasa en descomposición no puede ser retirada en forma oportuna por diversas razones, magnitud del volumen, reglamentación vigente, por falta de vehículos adecuados para evacuar esta carga, falta de coordinación de las organizaciones de pescadores locales para gestionar los permisos, y falta de credibilidad en las capacidades locales, entre otros.

Bajo este escenario este proyecto busca convertir este problema en una propuesta de oportunidades de utilización y negocio para las organizaciones de estas comunas.

Metodología

3.1. Caracterización de la biomasa varada e identificación de especies involucradas.

Utilizando la información recopilada de los informes finales de proyectos y los datos obtenidos mediante encuestas en las zonas de estudio, se procedió a la identificación y ubicación de las estaciones para las campañas de muestreo. El plan de muestreo biológico intermareal consideró la obtención de las muestras en 8 puntos de muestreo en los Ríos Maullín, San Pedro Nolasco y Pudeto, los cuales fueron consensuados y validados con la contraparte técnica (figura 3.1, 3.2 y 3.3).

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron inspecciones y muestreos entre el periodo comprendido entre mayo de 2022 y julio de 2023 de la ocurrencia y magnitud de las varazones de algas, las cuales se presentan en la Ribera Norte del río Maullín y en la ribera sur del río Pudeto. Sólo se registró una varazón masiva en otoño del año 2023 en ambos ríos, donde se incrementó el número de puntos de muestreo con el objeto de delimitar y caracterizar de mejor manera la abundancia de algas varadas. En el Río San Pedro Nolasco la información previa a los muestreos obtenida mediante entrevistas a algueros locales, indica que en esa localidad no se registran varazones de algas.

En eventos de plaga, la zona intermareal de áreas afectadas tiene valores cercanos al 100% de cobertura, formando cinturones de algas con un ancho que varía según la intensidad de la proliferación de la plaga y de la magnitud del oleaje.

Las inspecciones consistieron en visitas a los puntos de muestreos para constatar la presencia o ausencia de varazones masivas de algas en las 3 zonas de estudio. En esta actividad se realizaron registros fotográficos y se tomaron muestras de las algas verdes filamentosas observadas en cada sector, las que fueron llevadas debidamente etiquetadas al laboratorio del ICYT para su análisis.

En las 3 zonas de estudios se realizaron 2 campañas de muestreo, siendo en el río Maullín la primera en marzo del 2023 y la segunda en junio del 2023 con 3 puntos de muestreo en cada una de ellas. Previo a las campañas de muestreo en esta localidad se realizaron 2 inspecciones a la zona intermareal para verificar la presencia de varazones masivas de algas,

durante los meses de agosto, mayo y junio del 2022. En el río Pudeto las campañas de muestreo se realizaron en los meses de diciembre del 2022 y mayo del 2023 con 3 puntos de muestreo cada vez. En el río San Pedro Nolasco las campañas de muestreo se realizaron en marzo y julio del 2023 con 2 puntos de muestreo por campaña. Las evaluaciones de la zona submareal y de las algas varadas se realizaron en paralelo en mismo día en todas las zonas de estudio.”

La metodología de muestreo consistió en delimitar la amplitud de la varazón y realizar la obtención de muestras usando para ello transectos georreferenciados paralelos a la línea de costa. El número de transectos implementados dependió de la expansión que ocupó la varazón, usando entre 10 y 30 transectos. En cada transecto se ubican 3 cuadrantes de 50 X 50 cm distribuidos en toda la amplitud de la varazón.

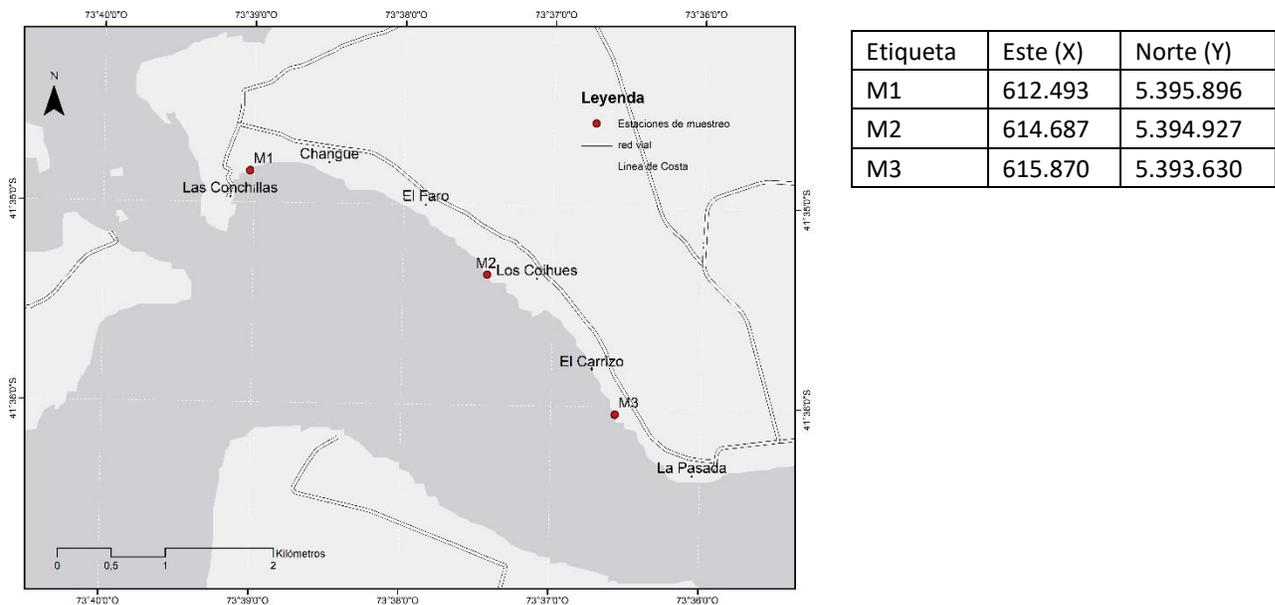
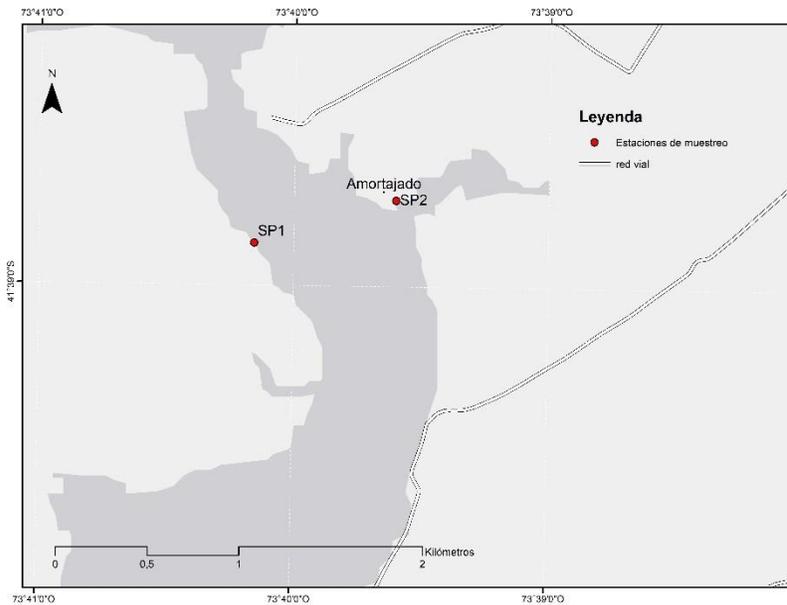
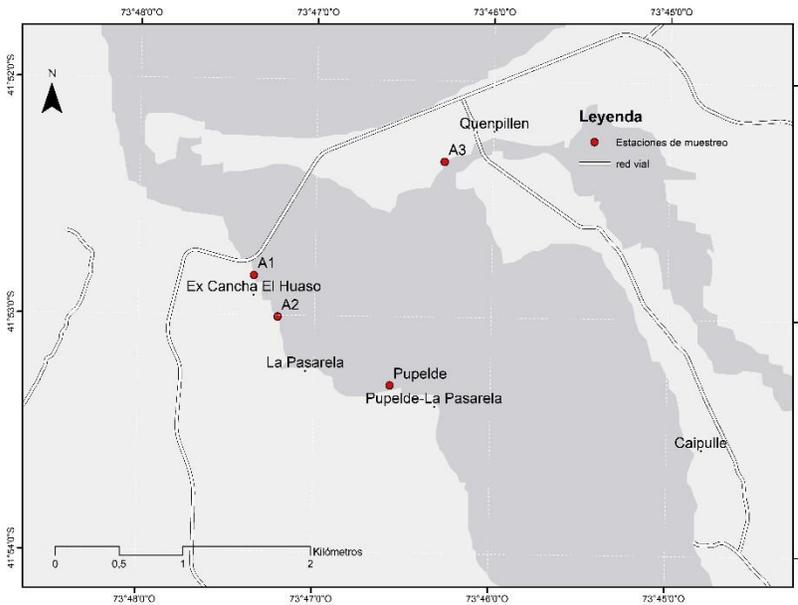


Figura 3.1. Ubicación de estaciones de muestreo biológico intermareal en el Río Maullín.



Etiqueta	Este (X)	Norte (Y)
SP1	610.811	5.388.427
SP2	611.654	5.388.577

Figura 3.2. Ubicación de estaciones de muestreo biológico intermareal en el Río San Pedro Nolasco.



Etiqueta	Este (X)	Norte (Y)
A1	600.467	5.362.777
A2	600.651	5.362.451
A3	601.962	5.363.662
PUPELDE	601.529	5.361.912

Figura 3.3. Ubicación de estaciones de muestreo biológico intermareal en el Río Pudeto.

El protocolo de procesamiento de las muestras de algas provisto por la UCN (TABLA 3.1), consideró limpieza, congelado (dada la abundancia del muestreo), pre-secado ambiental y secado a peso constante en estufa de secado con aire forzado.

TABLA 3.1. Protocolo de procesamiento de muestra de alga plaga recolectada en terreno.

Pasos	Acción	Detalle
1	Separar especies plaga de pelillo	Chequear muestra bajo lupa para separar cada especie plaga.
2	Limpiar	Retirar todo tipo de impureza (orgánica e inorgánica).
3	Lavar	Lavar con agua dulce.
4	Estilar	Eliminar el exceso de agua utilizando una centrífuga (teniendo el cuidado que no se dañen).
5	Secar	En estufa a temperatura baja (menos de 40°C) e ir revisando y moviendo, para asegurar un secado homogéneo.
6	Guardado en seco con etiquetado	Luego de que estén completamente secas, masar, traspasar a bolsas (con cierre hermético), rotular (con toda la información del lugar, fecha y especie) y guardar en un lugar seco y no expuesto a la luz.
7	Guardado en húmedo con etiquetado	En el caso que la especie más abundante en la recolección se sugiere luego de estilar (paso 4), congelar 1 kg de muestra en bolsas con cierre hermético y bien rotuladas.

En la TABLA 3.2 se indica en peso seco la cantidad de alga varada en la zona intermareal, específicamente en los Ríos Maullín y Pudeto. Estas algas procesadas en el laboratorio de Macroalgas del ICYT, fueron enviadas a Laboratorio de Moléculas Bioactivas de la UCN para su caracterización bioquímica. En el Rio San Pedro Nolasco no hubo varazones de algas durante el desarrollo del proyecto, lo cual concuerda con lo señalado por los algueros locales, quienes indican que en el Rio San Pedro Nolasco no se desarrollan varazones masivas de algas.

TABLA 3.2. Resumen de muestras de algas procesadas por ICyT-UNAP para ser enviadas al laboratorio de UCN.

PROCEDENCIA	RECOLECCIÓN TERRENO	PESO (KG)	Fecha de envío
Río Maullín	16/06/22	2,155	28/12/22
	31/05/23	2,200	29/06/23
Río Pudeto	13/12/22	2,216	28/12/22
	03/05/22	1,770	27/06/23
	30/06/23	1,593 (semiseco)	11/07/23

3.2 Caracterización proximal de las muestras de algas varadas

Las muestras de macroalgas comprendidas en este estudio corresponden a algas compuestas (zona submareal), las que fueron obtenidas desde los ríos Maullín y Pudeto, durante la estación de invierno 2022 hasta el invierno del 2023 (TABLA 3.3).

Posteriormente, las algas se secaron al sol y luego estufa a 40°C, para ser trasladadas al laboratorio de Moléculas Bioactivas de la Universidad Católica del Norte, ubicada en la región de Coquimbo.

TABLA 3.3. Listado de especies de muestra compuesta, según localidad durante las estaciones de invierno del 2022 hasta invierno del 2023.

LOCALIDAD	ESTACIÓN
Maullín	Invierno
	Otoño
Pudeto	Verano
	Otoño

Los análisis químicos comprometidos se muestran en la TABLA 3.4.

TABLA 3.4. Listado de análisis químicos realizados para cada una de las muestras de algas seleccionadas, según tipo de muestra, zona, localidad y estación.

ANÁLISIS	METODOLOGÍA
i) Proximal: Humedad, cenizas, proteínas, lípidos, fibra bruta e hidratos de carbono totales y vitaminas (A y E).	El contenido de humedad se determinó secando las algas en un horno a 95°C hasta peso constante. (Método NCh 765.Of 2018). El contenido de cenizas se cuantificó después de la combustión de las muestras a 500°C en un horno de mufla (Método NCh 842.Of 1978). El contenido de proteína bruta se determinó usando digestión Kjeldahl (Método IQ-076 basado en Basado en Norma ISO 5983-2). El contenido de lípidos totales se determinó mediante el Método Soxhlet (Método IQ-062 basado en AOCS Ba 3-38). El contenido de fibra bruta fue evaluado, mediante digestión ácida y alcalina (Método 962.09; AOAC, 1990). El contenido de hidratos de carbono totales se calculó restando la suma de todas las

	fracciones sobre 100. El contenido de vitaminas A y E, se determinó mediante IC-072 por HPLC.
ii) Minerales y Metales Pesados	Este análisis incluyó Espectrometría de Masa (ICP-MS) de extracción parcial con agua regia y barrido IC-POES. Este es un método analítico robusto de determinación de metales pesados ampliamente usado en plantas y algas marinas debido a su capacidad de detección de elementos a nivel traza.
iii) Fibra dietética total (soluble e insoluble)	Determinación de Fibra Cruda: Q-012/FCR Ref. AOAC Official Methods of Analysis 962.09.
iv) Fenoles totales	La metodología utilizada, se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes oxidantes. El contenido de fenoles totales de la muestra se expresó como mg Kg ⁻¹ de ácido gálico.
v) Pigmentos	Método espectrofotométrico que evalúa clorofilas y carotenoides totales. La determinación de los pigmentos se basó en una extracción con N, N-dimetilformamida (DMF) durante 24 h a 4 °C en oscuridad. Las extinciones del extracto se midieron en un espectrofotómetro de barrido UV-visible. Para el cálculo de Chl a,b y carotenoides totales se utilizaron las ecuaciones dicromáticas descritas por Inskeep y Bloom (1985) y Henley y Dunton (1995).
vi) Capacidad Antioxidante	Secuestro de DPPH, según la metodología descrita por (Brand- Williams <i>et al.</i> , 1995). La capacidad antioxidante de las muestras analizadas fue expresada como equivalentes de Trolox (μmol/mg de muestra).
vii) Ácido ascórbico	IC-073 Determinación de Vitamina C (Ac. Ascórbico) en Alimentos, HPLC Fluorescencia.
viii) Análisis organoléptico	Se evaluaron muestras de algas secas y molidas mediante la norma UNE ISO 4121:2006. Se enfocó en aspectos como apariencia, color y olor, excluyendo la evaluación del sabor debido a la falta de información

	sobre la idoneidad de la muestra para el consumo humano. Este análisis, se llevó a cabo con la participación de expertos del laboratorio Bureau Veritas Chile S.A.
--	--

3.3 Catastro de los rubros y empresas potencialmente interesadas en utilizar esta biomasa y proponer usos productivos para esta materia prima en distintas industrias

Se realizó una revisión de información en informes sectoriales, FIPA y FIC sobre industrias o intermediarios potenciales interesados en usar materia prima de macroalgas varadas verdes, con énfasis en:

- Consumo humano/Gastronomía
- Ingrediente para alimento animal y de peces
- Bio-fertilizantes
- Cosmética
- Farmacéutica y nutracéutica
- Fibras hidrosoluble y biocompuestos
- Biogás

Con la información obtenida se elaboró un catastro a nivel nacional de los posibles interesados en materia prima de algas verdes para su uso como materia prima de productos industriales. Además, se organizó un taller con intermediarios e industriales interesados en usos de algas para presentar y dar a conocer los resultados sobre las características bioquímicas y propiedades nutricionales determinadas durante el estudio. Con la información recopilada se identificaron las brechas de información y se efectúan propuestas de uso considerando la regulación asociada.

Resultados

3.1. Caracterización de la biomasa varada e identificación de especies involucradas.

Antes de recolectar las muestras existió un intenso trabajo de inspección a las ASM (zona intermareal y submareal), identificación de especie plaga y coordinación entre los grupos

de trabajo de UNAP y UCN en torno al protocolo de muestreo, conservación y envío de muestras.

Inspección zona intermareal: Otoño 2022- RIO MAULLÍN

En mayo de 2022, se concurrió a la ribera norte del Río Maullín. En el lugar, se hizo un recorrido desde norte al sur, considerando 3 localidades: Las Conchillas, Changue (2 sectores) y El Carrizo (Figura 4). Posteriormente, el 16 de junio de 2022 se hizo el mismo recorrido para evaluar principalmente si aún permanecía la plaga en la localidad y si correspondía a la misma especie, resguardando un volumen como evidencia.



Figura 3.4. Localidades visitadas en la ribera norte del Río Maullín.

En cada localidad se realizó una inspección visual en la zona intermareal con registro fotográfico; observando tanto la presencia de algas verdes varadas, así como adheridas a sustratos naturales (piedras) o artificiales (cerquillos o corrales de aposamiento de pelillo).

En las localidades en que se encontraron algas verdes en el intermareal, se sacó una muestra de alrededor de 1 a 10 kg, dependiendo de la cantidad encontrada y se guardó en bolsas plásticas etiquetadas.

Localidad Las Conchillas

En esta localidad las algas verdes en general no presentaron gran abundancia en el sustrato o estructuras de cultivo. En el intermareal se encontraron algas varadas como *Macrocystis*

pyrifera y *Collophyllis variegata*. Adheridas a guijarros, en una pequeña área (aproximadamente 6 m²) se encontraron filamentos de algas verdes, las cuales fueron guardadas para su análisis en laboratorio (Figura 3.5).



Figura 3.5. Localidad Las Conchillas. **A.** Vista zona intermareal con corrales para almacenar pelillo. **B.** Varazón de algas pardas y rojas principalmente. **C.** Recolección de algas verdes tipo *Rhizoclonium*, adheridas a sustrato natural.

Localidad de Changué

En la localidad de Changué (visita de dos sitios costeros), se observaron manchones de alga varada, principalmente de filamentos verdes tipo *Rhizoclonium* mezclado con *M. pyrifera*, *C. variegata* y *Gracilaria chilensis*. Debido a la abundancia, se extrajo muestra de 8 kg frescos de alga verde tipo *Rhizoclonium* para análisis en laboratorio (Figura 3.6).



Figura 3.6. Localidad Changué. **A-C.** Presencia de alga verde filamentosa tipo *Rhizoclonium* en manchones en zona intermareal, con extracción de muestra.

Localidad El Carrizo

En esta localidad, la abundancia de alga verde fue evidente, formando un cinturón continuo a lo largo de la costa (de un ancho aproximado de 3 a 5 m) desde esta localidad hacia la Pasada (Figura 3.7 A y B). También se encontraron otras especies, pero en cantidad fueron mínimas comparadas con el alga verde que claramente era la especie dominante (TABLA 3.5). Cabe mencionar que esta alga verde se acumula en el intermareal, descomponiéndose en forma gradual partiendo por la superficie que queda expuesta a la acción de la luminosidad y de las precipitaciones (decoloración) (Figura 3.7 B y Figura 3.8), sin presentar un olor desagradable. Debido a la abundancia, se extrajo muestra de 12 kg frescos de alga verde tipo *Rhizoclonium* para análisis en laboratorio.



Figura 3.7. Localidad El Carrizo. **A.** Presencia de alga verde filamentos tipo *Rhizoclonium* en un cinturón costero denso y continuo en zona intermareal. **B.** Se aprecia como el alga verde decolorada se va a acumulando hacia la zona superior del intermareal.

En la localidad, se conversó con un pescador local, cuya síntesis de encuesta casual se muestra en la figura 3.8.



Roberto Alvarado, pescador lugareño que tiene concesión (0,3 m²) y es parte de Sindicato Las Dunas) en río Maullín señala....la plaga va creciendo sobre el pelillo y la va aplastando, no teniendo ningún crecimiento...hemos pasado toda la pandemia con el alga verde, incluso en verano pasado (2021) llegaron máquinas desde la Municipalidad, sacaron todo y parecía playa pero ahora volvió otra vez (verano 2022) y ya no hicieron nada, con pérdida total de cultivo de pelillo...él trabaja dentro de la concesión (señala donde está el palafito) y ellos por iniciativa propia sacaron con horqueta el alga plaga pero en una semana quedo otra vez todo igual. A la pregunta: ¿de donde sale esta alga?, señala que los cultivos están llenos de la plaga y que incluso sale en la ribera opuesta (Pangal) y la parte mas densa de la plaga es en Carrizo....a la pregunta si el alga larga mal olor en verano, señala que no...además dice que con las lluvias se pudre el alga y se le sale el color (blanqueada) pero si uno ve debajo, se mantiene verde...hasta este mes otros años (mayo) se cosechaba y salían camionadas de pelillo pero ahora nadie compra...el actualmente tiene otro trabajo no relacionado con el cultivo de pelillo.

Figura 3.8. Encuesta casual a pescador local de Río Maullín.

Las muestras colectadas en terreno fueron submuestreadas para ser analizadas e identificadas bajo lupa en laboratorio. En la ribera norte del Río Maullín, la plaga está constituida por la especie *Chaetomorpha linum*, presente de menor a mayor cantidad desde la localidad de Las Conchillas hasta la localidad de El Carrizo, donde su abundancia fue máxima (Figura 8). Esta especie no está adherida al sustrato (no encontrando disco de adhesión en los ejemplares revisados) y se reproduce al parecer en forma vegetativa. Al evaluar la carga epífita en fresco, se determinó que esta correspondía a 95% (muestra total 12kg, del cual 0,5 kg fue pelillo). Cabe notar que, al analizar la muestra, los talos deshidratados parecían a simple vista otra especie (tipo *Ulva compressa*), sin embargo, al evaluarla bajo lupa, se verificó que correspondía a *Chaetomorpha linum* (Figura 3.9 b, c, e y f). Otra especie observada fue *Ulva* (TABLA 3.5 y Figura 3.10).

TABLA 3.5. Especies de algas encontradas en la zona intermareal de la ribera norte del Río Maullín en el mes de mayo 2022.

Localidad	Macroalgas verdes	Otras macroalgas varadas (las mas vistosas)
Las Conchillas	<i>Ulva</i> sp. 1	<i>Macrocystis pyrifera</i>
	<i>Ulva</i> sp. 2	<i>Callophyllis variegata</i>
	<i>Chaetomorpha linum</i>	
Changué	<i>Chaetomorpha linum</i>	<i>Callophyllis variegata</i>
		<i>Macrocystis pyrifera</i>
		<i>Gracilaria chilensis</i>
El Carrizo	<i>Chaetomorpha linum</i>	<i>Callophyllis variegata</i>
	<i>Chaetomorpha linum</i>	<i>Macrocystis pyrifera</i>
		<i>Callophyllis variegata</i>
		<i>Ceramium</i> sp.
		Alga roja del orden Ceramiales ("Babasa", nombre común lugareños)

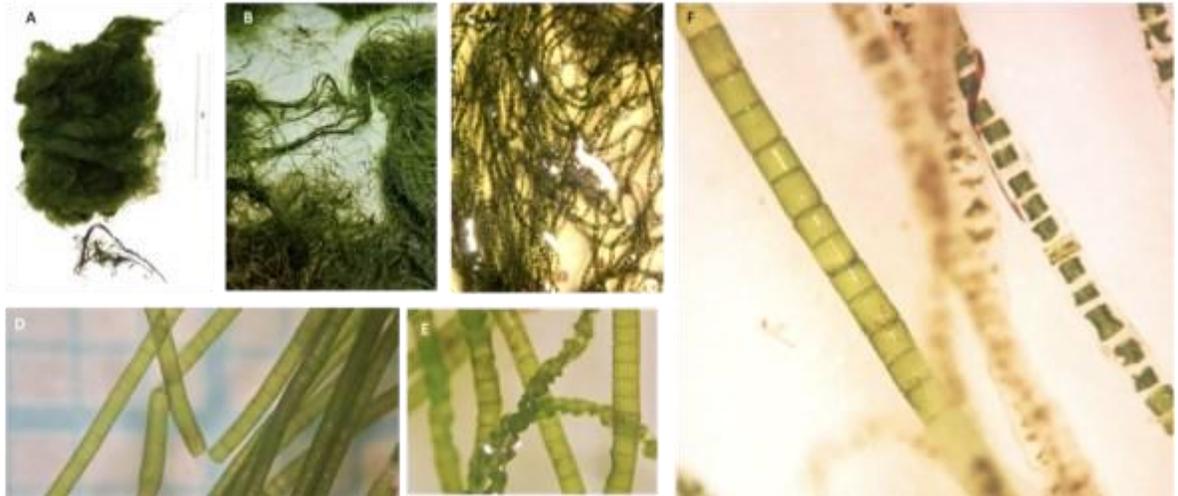


Figura 3.9. *Chaetomorpha linum*. **A.** Muestra de alga varada extraída desde zona intermareal de la localidad de El Carrizo, compuesta por alga peste y pelillo. **B y C.** Comparación a simple vista de alga fresca (talos rígidos) y alga deteriorada (talos deshidratados); **D-F.** Análisis comparativo bajo lupa de talos sanos y con distintos grados de deterioro. Muestra extraída en mayo de 2022.



Figura 3.10. Especies de *Ulva* encontradas en la localidad de Las Conchillas en el mes de mayo de 2022. **A.** Hábitos de talos de *Ulva* sp. **B.** Detalle de disco de fijación de *Ulva* spp.

Inspección zona intermareal y muestreo: JUNIO 2022 – RÍO MAULLÍN

Localidad Las Conchillas-Changúe y El Carrizo

El 16 de junio, se visitó nuevamente Las Conchillas donde no se observó la presencia de arribazones de algas verdes. Posteriormente en la localidad de Changúe se encontró una menor cantidad que en el mes de mayo, con persistencia de manojos sueltos de arribazones de alga verde, pelillo y otras algas (*Callophyllis variegata* y *Ulva* sp.) (Figura 3.11 A y B). En

esta localidad, un pescador que no se identificó, señaló que la plaga claramente afecta principalmente desde el Río Changué hasta la localidad de la Pasada (donde ocurre el embarque hacia la ciudad de Maullín), quedando la localidad de Las Conchillas fuera de la descripción. En la localidad de Changué se vieron tendales con pelillo, mostrando cierta actividad del pelillo (Figura 3.11 C).



Figura 3.11. Localidad de Changué. **A y B.** Zona intermareal con pequeñas arribazones de alga verdes mezcladas con otras algas y pelillo. **C.** Actividad de secado del alga pelillo en tendales.

Finalmente, se llegó a la localidad de El Carrizo, observándose el mismo cinturón encontrado en el mes de mayo (Figura 3.12 A y B). Claramente existió un abandono de las actividades de trabajo con el pelillo, al encontrarse tendales con alta vegetación (Figura 3.12 C). En esta localidad se recogieron 14 kg de algas varada húmedas en total, los cuales fueron transportados en cajas con aislación térmica.



Figura 3.12. Localidad El Carrizo. **A.** Presencia de alga verde filamentosa tipo *Rhizoclonium* en un cinturón costero denso y continuo en zona intermareal con vista hacia Las Conchillas. **B.** Mismo cinturón de arribazón de algas verdes y en menor cantidad pelillo y otras algas, con vista hacia La Pasada. **C.** Tendales de secado de pelillo en situación de abandono, con alta vegetación.

Muestreo Zona Intermareal Marzo 2023 - Río Maullín

Durante la estación de otoño se realizó un muestreo de la zona intermareal entre Las Conchillas y La Federación, donde no se observaron varazones importantes de algas (Figura 3.13). Tomándose registro de la proporción de las diferentes especies que componen las algas acumuladas en el intermareal.



Figura 3.13. Intermareal de Ribera Norte Río Maullín sin varazón de algas

Durante este muestreo no se registraron algas varadas en Las Conchillas, pero sí en el sector de Changue y en La Federación. Donde las mayores proporciones fueron de *Cladophora ruchingeri* con 19% y 27% en los sectores de Changue y La Federación, respectivamente. Le sigue el pelillo con 14% y 19% para los mismos sectores. Una diferencia entre estos dos sectores es que existió una mayor biodiversidad en Changue con 4 especies donde *Ceramium sp.* alcanzó un 10% y *Chaetomorpha linum* sólo un 1%, mientras en La Federación se determinaron 3 especies. De estas dos especies correspondieron a algas tipo *Rhizoclonium* las que alcanzaron un 42%, ya que sumado a la proporción de *C. ruchingeri*, se registró un 15% de *C. linum* (Figura 3.14).

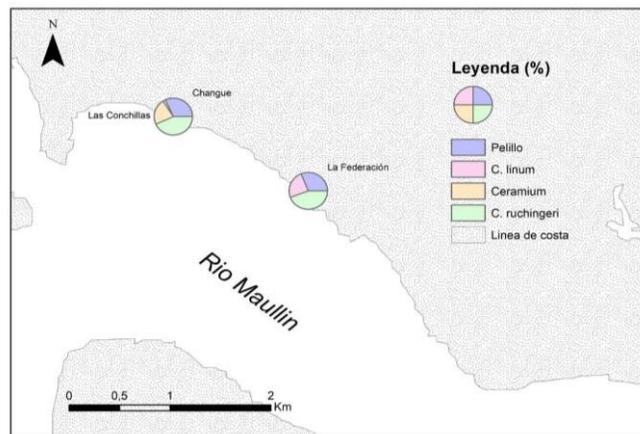


Figura 3.14. Proporción de algas en muestra compuesta intermareal.

Muestreo Zona Intermareal Mayo 2023 - Río Maullín

Durante la estación de invierno se registraron fuertes vientos que empujaron las algas verdes de los cultivos hacia la costa, formando la mayor varazón de algas registrada durante el año 2023. Durante el mes de mayo se realizó un muestreo que cubrió desde el sector de Las Conchillas hasta La Pasada, donde se observó que no habían algas verdes tipo *Rhizoclonium* varadas en el sector de Las Conchillas (Figura 3.15).



Figura 3.15. Sector Las Conchillas, sin varazón de algas plagas.

Dándose una importante acumulación de alga entre Changue y un punto medio entre El Carrizo y La Pasada (Figura 3.16).

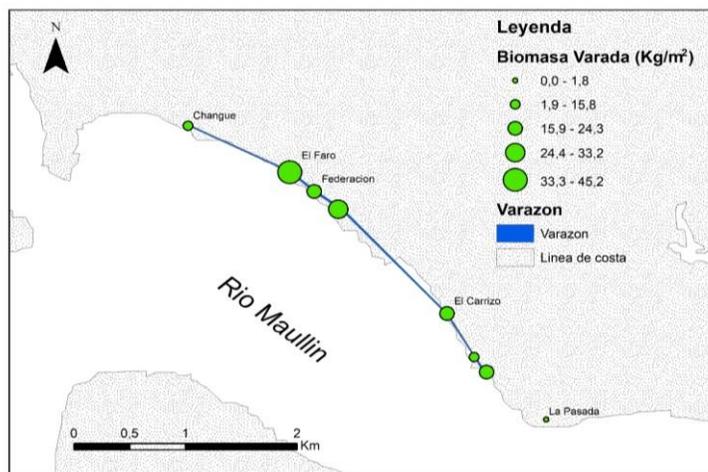


Figura 3.16. Varazón de algas en la Ribera Norte del Río Maullín.

La biomasa de la varazón de algas de mayo estaba compuesta en su mayoría por *Chaetomorpha linum*, la cual se extendió por 3,6 km con una biomasa promedio de 23 kg/m². La mayor acumulación de biomasa se registró entre El Faro y La Federación donde algunos de la zona recolectan el pelillo que varó juntamente con las algas plaga (Figura 3.17).



Figura 3.17. Algueros recolectando pelillo en la varazón de algas verdes tipo *Rhizoclonium*. Mayo del año 2023

La distribución en la zona intermareal de las algas varadas fue sobre el 75% de la biomasa acumulada en el intermareal alto, con biomásas que fluctuaron entre 29 y 91 kg/m². El resto de la biomasa se distribuye entre el intermareal medio y bajo, observándose acumulaciones de algas que estaban siendo arrastradas hacia la orilla desde la zona submareal (Figura 3.18).



Figura 3.18. Acumulaciones de algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*, siendo arrastradas hacia la orilla por la marea.

Entre El Carrizo y La Pasada fue el área donde la varazón alcanzó la mayor extensión del cinturón de algas, con 27 metros de ancho y también la mayor altura, llegando a los 33 centímetros. Los otros sectores comprendidos entre El Carrizo y Changue tuvieron una extensión de alrededor de 15 metros y una altura de aproximadamente 15 cm, a excepción de algunas zonas específicas en La Federación donde alcanzó los 30 centímetros de altura (Figura 3.19). En esta evaluación se pudo determinar que las algas varadas cubrieron un área

total de 61.052 m² en la Ribera Norte del Río Maullín con una abundancia total de 1.437 toneladas, las cuales principalmente correspondieron a *Chaetomorpha linum*.

La Federación

El Carrizo



Figura 3.19. Sectores La Federación y El Carrizo, con varazón de algas plagas, Mayo del 2023.

Muestreo zona intermareal Diciembre 2022 – RÍO PUDETO

Se realizó una salida a terreno el 13 de diciembre al Río Pudeto, comenzando con la zona costera de Quempillén (Figura 3.20 A - C). Se realizó un análisis de la cobertura intermareal de algas varadas, tomando 6 cuadrantes (50*50 cm) cada 6 m, donde no se encontraron varazones de algas en la zona intermareal (ancho de 4 a 5,8 m), tampoco especies de algas verdes filamentosas. También se evaluó la cobertura y se sacaron muestras en triplicado de la zona submareal, la cual estaba constituida por el alga verde *Ulva* sp. tipo foliosa, algas pardas y otras algas rojas (Figura 3.20 B, vista planar desde el puente Quempillén). Posteriormente, se concurrió a la zona costera de en frente, llamada también como “ex cancha del huaso” (Figura 3.20 E a G), realizándose el mismo ejercicio en la zona intermareal (ancho de 12 a 31 m), donde luego de evaluar 12 cuadrantes cada 6 m, solo en el último se encontró alga varada en disposición parchosa (Figura 3.20 G). Esta biomasa intermareal fue colectada y llevada al laboratorio. En cuanto a la zona submareal, se evaluaron también en cobertura y en abundancia, 4 puntos de muestreo ya descritos anteriormente. También se realizó el muestreo submareal (Figura 3.21), cuyos resultados se informan en el capítulo 2.



Figura 3.20. Zona intermareal de puntos de muestreo en Río Pudeto. **A-C.**Punto de muestreo A3, Quempillén. **E-G.** Desde zona de embancamiento hasta Pupelde-Caleta.



Figura 3.21. **A.** Muestreo de alga en cultivos submareales. **B.** Balsa flotante de acopio con alga recolectada que muestra la gran cantidad de alga verde tipo filamentosas entre los talos de pelillo.

Muestreo Zona Intermareal Mayo 2023 - RÍO PUDETO

Durante la estación de otoño se realizó un muestreo de la zona intermareal en el Río Pudeto, donde se observó una varazón de algas verdes en el sector Pupelde. Esta ocupó una menor superficie en relación con la observada en el Río Maullín. En el Río Pudeto en las estaciones de muestreo propuestas no se observaron algas acumuladas en la orilla del río, sino únicamente en Pupelde que se encuentran a 1,5 kilómetros al sur de la estación propuesta más cercana (Figura 3.22).

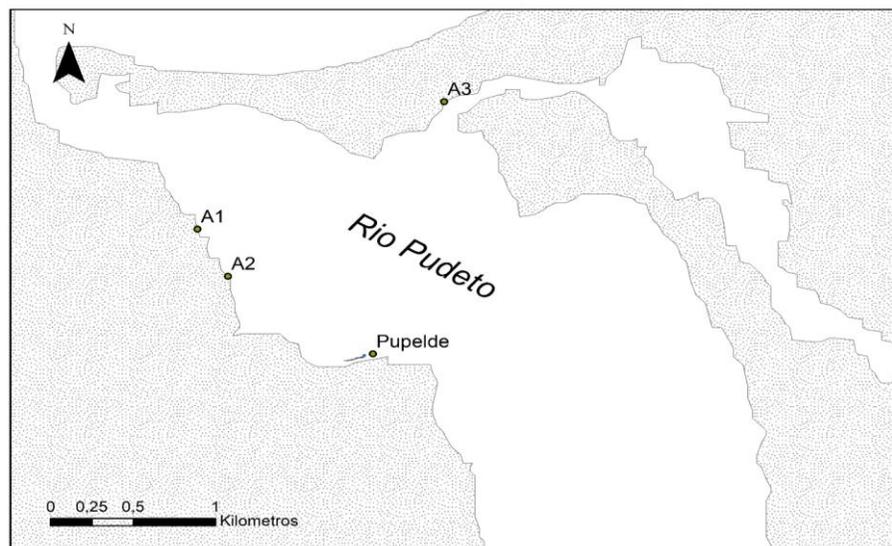


Figura 3.22. Estaciones de muestreo propuestas y de ocurrencia de varazón de algas en el Río Pudeto.

En este muestreo realizado el 3 de mayo se determinó que la varazón estaba compuesta principalmente por *Chaetomorpha linum*. El largo del área afectada en la costa fue de 140

metros, donde se registró en triplicado la biomasa en dos puntos y se determinó que el cinturón inicia abruptamente en la desembocadura de un arroyo que desemboca en el Río Pudeto donde la varazón tiene su ancho mayor con 16 metros (Figura 3.23). A medida que se aleja de ese punto, se va estrechando hasta medir 4 metros de ancho en el extremo opuesto, cubriendo con esto un área total de 923 m².

Al igual que en el Río Maullín la biomasa se concentró en el intermareal alto, con un máximo de 48 kg/m² siendo el promedio de 24,9 kg/m². Con esto se pudo calcular una abundancia total de 22 toneladas de algas varadas en el sector de Pupelde.

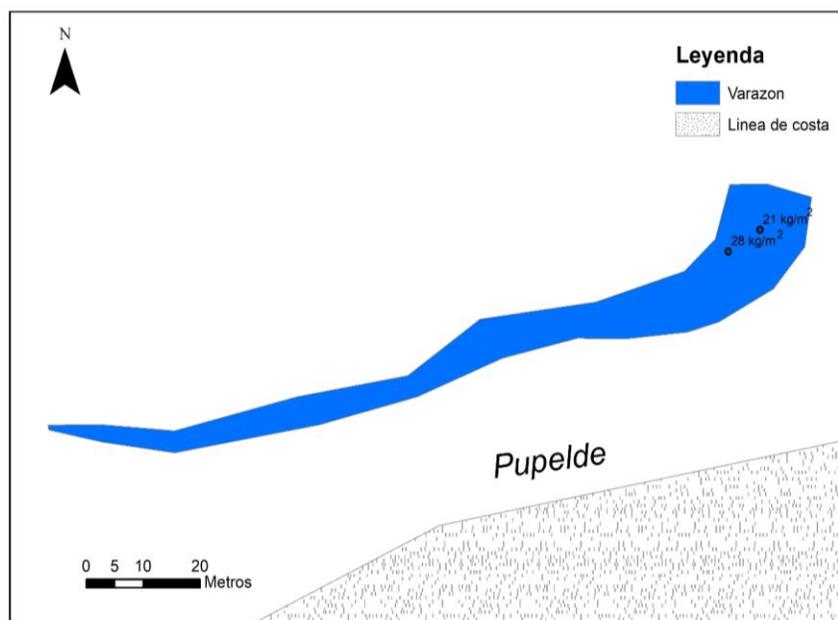


Figura 3.23. Delimitación del área afectada con la varazón de algas verdes filamentosas.

Al igual que en el Río Maullín, las algas expuestas al viento y la luz muestran un tono amarillo. Por otro lado, las algas cubiertas mantienen un verde intenso, sin mostrar signos visibles de estrés por emersión (Figura 3.24 A). Sólo en el Río Pudeto se observaron manojos de algas verdes filamentosas que formaban bolas de entre 5 a 10 centímetros de diámetro, posiblemente producto del flujo de corrientes predominante en el lugar (Figura 3.24 B).



Figura 3.24. **A.** Muestreo de la varazón de algas verdes en Pupelde. **B.** Bolitas de *Chaetomorpha linum* varadas.

3.2 Caracterización proximal de las muestras de algas varadas

La composición proximal determinada para las muestras de algas compuestas, según localidad de origen y temporada de muestreo, se observa en la TABLA 3.6. Los valores son expresados como g/100 g de base seca, los que también pueden ser indicados como porcentaje de peso seco. El contenido de calorías es expresado como kilo calorías por 100 gramos de alga seca.

TABLA 3.6. Composición proximal de alga compuesta (g/100 g base seca) según localidad de origen y temporada de recolección. El contenido de calorías es expresado como kilo calorías por 100 gramos de alga seca.

Especie	Localidad	Temporada	Cenizas	Proteínas	Lípidos	Fibra cruda	Hidratos de carbono Totales	Energía Kcal/100g
Alga compuesta	Maulín	Otoño	28,47	19,28	0,58	16,41	24,45	179,8
		Invierno	41,40	18,70	<0,5	18,19	18,32	148,1
	Pudeto	Verano	26,61	18,83	<0,5	24,7	24,16	172
		Otoño	27,18	18,90	0,6	18,87	26,91	188,7

En términos generales, se observa un contenido proximal similar entre los pools de alga compuesta provenientes de la ribera del río Maullín y Pudeto. El contenido de cenizas varió desde 26,61% a 41,40%, en las algas varadas recolectadas en Pudeto durante la temporada de verano y Maullín en la temporada de invierno. El contenido de proteínas fue similar para todas las algas compuestas evaluadas, el cual fluctuó entre 18,70% y 19,28 %. En relación con el contenido de fibra cruda, se observa que fluctúa entre un 16,41% para las algas de la localidad de Maullín (otoño) y 24,7% para Pudeto (verano). El contenido de hidratos de carbono para las especies estudiadas osciló entre 18,32% y 26,91% para las muestras de algas compuesta de Maullín y Pudeto, respectivamente. De igual manera las algas de Pudeto presentaron un mayor contenido de calorías promedio de 180,35 Kcal/100g en comparación a las algas de la localidad de Maullín, cuyo promedio fue de 163,95 kcal/100g.

Vitaminas

El contenido de vitaminas presentes en las especies de algas varadas para las distintas localidades evaluadas, se presentan en la TABLA 3.7 y se detalla a continuación.

TABLA 3.7. Contenido de vitaminas presentes en pool de algas varadas, según localidad de origen y temporada de recolección. (LD=límite de detección).

Especie	Localidad	Temporada	VitaminaA	Vitamina C	VitaminaE	β- carotenos
Alga compuesta	Maullín	Invierno	<LD	<LD	2,68	5,90
		Otoño	<LD	<LD	6,39	92,90
	Pudeto	Otoño	<LD	<LD	2,57	14
		Verano	<LD	<LD	2,39	2,73

Los valores de vitaminas se expresan como: Vitamina A ($\mu\text{g}/100\text{g RE}$); Vitamina C (ácido ascórbico mg Kg^{-1}); Vitamina E (α - tocoferol mg Kg^{-1}); β -carotenos (mg Kg^{-1}); LD=límite de detección del análisis (vitamina A=11 $\mu\text{g}/100\text{g RE}$; Vitamina C=0,60 mg Kg^{-1}).

Los análisis mediante HPLC para determinar el contenido de vitaminas en las muestras de algas compuestas mostraron valores por debajo del límite de detección del análisis para la vitamina A y la vitamina C. En cuanto al contenido de vitamina E, se observó una variación que osciló entre 6,39 y 2,39 mg Kg^{-1} en las algas recolectadas en las riberas de los ríos Maullín (otoño) y Pudeto (verano). En lo que respecta al β -caroteno, se encontró un contenido más alto (92,90 mg Kg^{-1}) en las algas de la localidad de Maullín durante la temporada de otoño.

Minerales y metales pesados

El contenido de minerales y metales pesados presentes en las muestras de algas compuestas según localidad y temporada se muestran en la TABLA 3.8 y TABLA 3.9 respectivamente.

TABLA 3.8. Contenido de elementos inorgánicos en alga compuesta. Los macroelementos se expresan como g (Kg de peso seco)⁻¹ y los elementos traza en mg (g de peso seco)⁻¹. (LD=límite de detección del mineral).

Algas compuestas				
Localidad	Mauullín		Pudeto	
Estación	invierno	otoño	otoño	verano
Macroelementos				
Na	2,3	6,1	2,4	4,1
K	6,4	0,001	0,85	2,4
Ca	2,2	6,5	4,8	2,3
Mg	1,4	2,9	3,2	2,2
P(%)	0,51	0,351	0,315	0,20
Elementos traza				
Fe	2.100	3.400	2.700	2.200
Mn	297	236,7	189,4	201
Cu	3,6	13,0	17,9	1,3
Zn	5,5	17,9	25,3	6,8
Mo	0,2	0,4	1,0	0,2

Referente al contenido de minerales presentes en las algas varadas de las riberas de los ríos Mauullín y Pudeto, se puede observar la presencia de macroelementos como: sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y fósforo (P). Además de elementos traza tales como: hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn) y molibdeno (Mo).

El contenido de sodio (Na) fue más elevado en las algas compuestas de la localidad de Mauullín (6,1 g kg⁻¹) durante el otoño en comparación con la misma estación en las algas compuestas de la zona de Pudeto (2,4 g kg⁻¹). En lo que respecta al potasio (K), las algas compuestas de Mauullín (invierno) mostraron un contenido promedio mayor del mineral (6,4 g kg⁻¹) en comparación con las algas varadas en Pudeto durante el verano, que presentaron un valor promedio de 2,4 g kg⁻¹. En cuanto al contenido de calcio (Ca), las algas de Mauullín

mostraron un 18% más de calcio en comparación con las algas de Pudeto. Los resultados para magnesio (Mg) fueron similares en ambas localidades. En lo que respecta a los elementos traza, para hierro (Fe), en la temporada de otoño en la localidad de Maullín se registra una mayor concentración con 3.400 mg kg⁻¹ al compararlo con Pudeto (2.700 mg kg⁻¹). Los contenidos variaron entre 297 y 189,4 mg kg⁻¹ para manganeso (Mn), 1,3 y 17,9 mg kg⁻¹ para cobre (Cu), 5,5 y 23,3 mg kg⁻¹ para zinc (Zn), y 0,2 y 1 mg kg⁻¹ para molibdeno (Mo).

TABLA 3.9. Contenido de metales pesados presentes en muestras de alga compuesta según localidad y temporada. Los valores se expresan en mg Kg⁻¹ de peso seco.

Localidad	Algas compuestas			
	Maullín		Pudeto	
	Estación	invierno	otoño	otoño
Metales pesados				
As	4,08	8,46	8,13	2,81
Cd	0,41	0,8	0,5	0,17
Pb	< LD	< LD	< LD	2,27
Hg	0,03	0,11	0,2	0,01
Cr	3,59	3,12	0,34	5,38
Al	684	2.109	1.922	2.474
Ni	1,92	2,53	3,49	1,85

Los niveles de arsénico (As) total variaron entre 2,81 y 8,46 mg Kg⁻¹, con un mayor contenido en las algas compuestas recolectadas en Maullín en comparación con las de Pudeto. En cuanto al cadmio (Cd), los valores promedio fluctuaron desde 0,17 mg Kg⁻¹ en las algas compuestas de Pudeto durante el verano hasta 0,5 mg Kg⁻¹ en las muestras de Pudeto durante el otoño. Los niveles de mercurio (Hg) fueron similares en ambas localidades, oscilando entre 0,01 y 0,11 mg Kg⁻¹, con un mayor contenido en la temporada de otoño en ambas áreas.

En lo que respecta al plomo (Pb), los valores obtenidos estuvieron por debajo del rango de detección (<0.00001 mg Kg⁻¹ peso seco) en las algas provenientes de Maullín durante el invierno y otoño, mientras que en las algas recolectadas en Pudeto durante el verano se registró un total de 2,27 mg Kg⁻¹ de este metal. Por otro lado, los contenidos de níquel (Ni) y cromo (Cr) oscilaron entre 1,85 y 3,49 mg Kg⁻¹ y entre 0,34 y 5,38 mg Kg⁻¹,

respectivamente. En el caso del aluminio (Al), este metal presentó los valores más altos en comparación con los otros metales evaluados (en ambas localidades), con concentraciones que variaron entre 684 y 2.474 mg Kg⁻¹.

Fibra dietética

La fibra dietética soluble e insoluble para las muestras de algas varadas analizadas, se presentan en la TABLA 3.10. Los valores son expresados como gramos por 100 gramos de alga seca, también pueden ser expresados como porcentaje de peso seco (%).

TABLA 3.10. Contenido de fibra dietética insoluble (FDI), fibra dietética soluble (FDS) y fibra dietética total (FDT), en algas compuestas según localidad de origen y temporada de recolección. Los resultados son expresados en g por 100 g de peso seco.

<i>Algas compuestas</i>				
Localidad	Maullín		Pudeto	
Estación	invierno	otoño	otoño	verano
Fibra				
FDS	10,9	17,7	18,1	11,6
FDI	26,0	13,9	20,3	34,9
FDT	36,9	31,6	38,4	46,5

El contenido de fibra dietética total (FDT) varió entre un 31,6% a 46,5% para las algas recolectadas en Maullín (otoño) y Pudeto (verano) respectivamente. La fibra dietética insoluble (FDI) superó a la fibra dietética soluble (FDS) en la mayoría de las muestras de algas evaluadas con la excepción de las algas compuestas de la zona de Maullín (otoño). Los valores de FDI fluctuaron desde un mínimo de 13,9% (Maullín, otoño) hasta un máximo de 34,9% para las algas recolectadas desde la ribera del río Pudeto durante la temporada de verano. Por otro lado, el contenido de FDS varió entre un mínimo de 10,9% (Maullín, invierno) y un máximo de 18,1% (Pudeto, otoño).

Pigmentos

En la TABLA 3.11 se presentan los resultados para cada una de las muestras analizadas con relación al contenido de: clorofila total, clorofila a y b y carotenoides.

TABLA 3.11. Contenido de pigmentos (mg g⁻¹ peso seco) clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b), clorofila total (Chl total) y carotenoides en muestras de alga compuesta según localidad de origen y temporada.

<i>Algas compuestas</i>				
Localidad	Maullín		Pudeto	
Estación	invierno	otoño	otoño	verano
Pigmentos				
Chl a	0,34	1,73	1,70	0,32
Chl b	0,52	1,66	0,92	0,46
Chl total	0,86	3,39	2,62	0,78
Carotenoides totales	0,32	0,99	0,53	0,30

Los valores obtenidos en relación a los pigmentos presentes en las algas varadas de las riberas del río Maullín (invierno) y Pudeto, no presentaron mayores variaciones en relación al contenido de clorofila a, b y carotenoides. Referente a la temporalidad en la estación de otoño las algas recolectadas en la ribera del río Maullín y Pudeto, presentaron una mayor concentración de pigmentos.

Fenoles totales y capacidad antioxidante

La TABLA 3.11 muestra el contenido de fenoles totales (mg g⁻¹GAE) y capacidad antioxidante expresada como $\mu\text{mol g}^{-1}$ de Equivalentes Trolox (TEAC) presente en muestras de algas compuestas según, localidad de origen y temporada de recolección.

TABLA 3.11. Detalle de composición de fenoles y capacidad antioxidante de alga compuesta por localidad.

<i>Algas compuestas</i>				
Localidad	Maullín		Pudeto	
Estación	invierno	otoño	otoño	verano
Fenoles totales	2,37	3,07	6,09	3,18
Capacidad antioxidante	0,67	1,64	1,17	0,79

El contenido total de fenoles en las diferentes muestras de algas compuestas varió entre 2,37 y 6,09 mg g⁻¹ GAE. Se observó un mayor contenido en la temporada de otoño tanto

para las algas recolectadas en la ribera del río Maullín como para las de la ribera del río Pudeto. En cuanto a la capacidad antioxidante, se observó un ligero aumento en las algas varadas recolectadas en la ribera del río Maullín en comparación con las algas varadas en la ribera del río Pudeto, así como en la estación de otoño existe mayor capacidad antioxidante para ambas localidades.

Análisis organoléptico

Los resultados de los análisis organolépticos se detallan en el ANEXO 6, donde se destaca que las muestras de algas exhiben un apariencia, color y olor característico. La textura es seca al tacto, sin la presencia de contaminantes (TABLA 3.12).

TABLA 3.12. Resultados de análisis organolépticos en las muestras de las varadas.

Muestras	Apariencia	Color	Olor	Textura
Maullín Invierno	Bien conservado. Libre de defectos. Con un producto marino en la muestra	Uniform, de color verde musgo oscuro y opaco	Buen olor, intenso. Libre de olores extraños	Áspera y filamentosa. Seca al contacto. De composición levemente harinosa.
Pudeto Verano	Bien conservada. Libre de defectos. Apariencia leñosa	Uniforme, de color verde musgo oscuro y café claro opaco.	Buen olor, intenso. Libre de olores extraños.	Fibrosa y áspera. Seca al contacto. De composición leñosa.

3.3 Catastro de los rubros y empresas potencialmente interesadas en utilizar esta biomasa y proponer usos productivos para esta materia prima en distintas industrias.

Se realizó una revisión de información sobre industrias o intermediarios potenciales interesados en usar materia prima de macroalgas varadas, con énfasis en:

- Fertilizantes y bioestimulantes agrícolas
- Arena sanitaria para mascotas
- Biomateriales

Con la información obtenida se elaboró un catastro a nivel nacional de los posibles interesados en materia prima de algas verdes para su uso como materia prima de productos industriales (TABLA 3.13).

TABLA 3.13. Catastro de empresas a nivel nacional potenciales interesados en adquirir el alga varada.

Fertilizantes	Anagra	<p>Más de 30 años satisfaciendo las necesidades de la comunidad agrícola del país y la región, desarrollando e implementando innovadoras tecnologías y soluciones nutricionales para optimizar la productividad de los cultivos a lo largo de todo Chile.</p> <p>La empresa apoya el crecimiento de los agricultores, ofreciendo soluciones nutricionales customizadas, acompañadas de una asesoría técnica y comercial, para cada uno de los requerimientos de nuestros clientes durante todo el proceso de cultivo, cosecha y post cosecha.</p> <p>Con el objetivo de ofrecer nuevas soluciones enfocadas en mejorar la calidad de la producción de nuestros clientes, a partir de 2018 incorpora HVC, línea de especialidades con productos que se orientan a apoyar al agricultor para optimizar la nutrición y bioprotección de los cultivos de alto valor.</p>	<p>Contacto: Emilio Cuevas ecuevas@anagra.cl</p>	<p>http://www.anagra.cl/Home.aspx Oficina Central Los Conquistadores 1700 Piso 21, Providencia, Santiago Fono: 56 2 2462 8301</p>
Fertilizantes	Bioamerica	<p>Bioamerica es líder en el mercado nacional a través de sus líneas de Nutrición Vegetal y Semillas de Hortalizas Híbridas.</p> <p>Es una empresa que a través de los años se ha dedicado a establecer e incorporar en Chile los nuevos parámetros de la Nueva agricultura y ponerlos al servicio de nuestros agricultores.</p> <p>Ser líderes del mercado no es casualidad, para ello, ya que ha dedicado largos años en Investigación y desarrollo, trabajando en Chile con universidades, instituciones y asesores, y, colaborando con los proveedores en la formulación, desarrollo y búsqueda de los productos que hoy ponen en el mercado. Esto también los ha hecho estar cerca con universidades e institutos europeos de investigación.</p> <p>Todo este caudal de conocimientos y experiencia, lo pone al servicio de nuestros clientes, por medio de un equipo técnico del más alto nivel profesional, el cual es capacitado constantemente tanto en Chile como en el extranjero. Es con este equipo que Bioamerica está presente en todo el país para dar soluciones reales, limpias y amigables con el medio ambiente.</p>	<p>info@bioamerica.cl.</p>	<p>https://www.bioamerica.cl/ Longitudinal Sur Km 50, Huerto 6 lote B-2, Paine, Santiago – CHILE Fono 56 2 2350 7400</p>

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

Fertilizantes	MYCSA AG	<p>MYCSA AG es parte de MYCSA Group un proveedor establecido en Brownsville, TX, líder a nivel global en el mercado de insumos orgánicos, materias primas, soluciones y otros productos para la industria de la agricultura orgánica.</p> <p>Durante años ha contado con materiales listados y aprobados por OMRI. Formuladores y agricultores de todo el mundo prefieren los productos por su calidad, precios competitivos, excelente servicio y el compromiso ambiental que compartimos.</p> <p>MYCSA AG abrió sus puertas en 2004 innovando por completo el concepto de insumos para la agricultura a través de materias primas orgánicas y repelentes que le permiten a los agricultores certificar sus cosechas como orgánicas y a la vez contribuir con una huella ecológica positiva.</p> <p>Podemos enviar nuestros productos de manera rápida y directa a cualquier parte del mundo con la confianza que nuestros clientes lo recibirán en óptimas condiciones.</p>	<p>Contacto:</p> <p>Email: office@mysainc.com</p>	<p>https://www.mycsainc.com/</p> <p>Tel:+1 (956) 546-9119</p> <p>Fax:+1 (956) 546-9229</p>
Biomateriales	Sociedad Industrial Pizarreño S.A.	<p>Desde 1937, en Pizarreño nos inspira satisfacer las necesidades de quienes buscan productos constructivos eficientes, con el respaldo de una marca líder que entrega calidad, seguridad y garantía. La trayectoria y experiencia como líder en el mercado confirma nuestra excelencia y preocupación por entregar cada día un mejor servicio y calidad a todos nuestros clientes. En Pizarreño tenemos la capacidad de proyectar una visión de futuro basada en la experiencia, permitiéndonos anticipar soluciones a las necesidades de nuestros clientes y colaboradores.</p> <p>Se dedica a la manufactura y comercialización de productos de fibra para cubiertas, revestimientos y otras soluciones destinados principalmente al rubro de la construcción</p> <p>Revestimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revestimientos Constructivos • Revestimientos Arquitectónicos • Revestimientos Decorativos <p>Deco & Jardín:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jardinera 	<p>Galleguillos Lorca 1275, Antofagasta</p> <p>Fono: (55) 2 287966</p>	<p>www.pizarreno.cl</p>

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		<ul style="list-style-type: none"> • Balaustros y Barandas <p>Ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estanques • Lavaderos • Sanitarios – Protector de Medidor 		
	Amynova polímeros® GmbH	<p>es una empresa de investigación y producción de amylofol®, un innovador biopolímero a base de almidón. Debido a su carácter especial, amylofol® tiene un alto potencial para aumentar la eficiencia en las áreas de protección de plantas y fertilización. Como revestimiento barrera sobre papel y embalajes, para aglutinar el polvo en la industria y el medio ambiente. Como coadyuvante de formulación para cosméticos y cuidado personal, así como como lubricante y lubricante en procesos industriales, se pueden sustituir sustancias convencionales difíciles de degradar y nocivas para la salud y el medio ambiente.</p>	<p>Amynova polímeros GmbH Seglerbogen 18 04442 Zwenkau +49 341 3085979-0 +49 341 3085979-99</p>	<p>info@amynova.com</p>
	BIOM	<p>es una empresa biotecnológica que investiga, desarrolla y produce biomateriales para la industria. Se creó como spin-off de la UPF a finales de 2019, por el interés de encontrar biomateriales alternativos y biodegradables a productos convencionales como adhesivos, celulosas, plásticos etc., que tienen componentes tóxicos y/o que generan residuos contaminantes y poco degradables.</p> <p>Nuestro método para la obtención de los nuevos biomateriales es limpio (no genera residuos durante su producción), circular y respetuoso con el medio ambiente, por lo que proporcionamos una alternativa ecológica y sostenible</p>		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	<p>Compañía Industrial El Volcán S.A.</p>	<p>Fundada en 1916 Nuestra visión es ser líder en soluciones constructivas.</p> <p>Nuestra Misión es: Ser líderes en seguridad, protección de la salud de los trabajadores y cuidado del medioambiente. • Mantener una constante preocupación por las comunidades donde se desenvuelven nuestras actividades. • Atraer, desarrollar y retener a las mejores personas. • Ofrecer soluciones constructivas y servicios que generen valor a nuestros clientes. • Asegurar la calidad de los productos y servicios requeridos por nuestros clientes. • Lograr excelencia operacional en todos los procesos de la empresa. • Crecer en forma rentable y sostenible</p> <p>ofrece</p> <p>productos de alta calidad, tales como: • Placas de yeso-cartón Volcánita • Lana mineral Aislan • Lana de vidrio Aislanglass • Fibrocementos Volcán • Yesos Súper y Express • Yeso agrícola Fertyeso • Tejas Asfálticas y Fieltrós</p>	<p>Pedro Aguirre Cerda N° 15.600 local 18-C</p> <p>Fono: (55) 2 626240</p> <p>Móvil: +56 9 6125 8567</p>	
	<p>De Vicente Bio-Plásticos S.A.</p>	<p>Fundada en 1967, De Vicente Plásticos S.A., DVP, es líder en Chile en el mercado de extrusión e inyección en plástico. Desde que fue fundada en 1967, ha invertido en nuevas tecnologías, nuevos productos y ha desarrollado relaciones comerciales con otras compañías líderes en el mundo. Su amplio mix de productos la convierte</p> <p>en una empresa única en su oferta, con más de 12.000 diferentes productos y con un horizonte de crecimiento hacia otros mercados de la región. Entre su amplia gama de productos se encuentran: • Policarbonatos • Siding DVP</p>	<p>Pedro Aguirre Cerda 7190 - Sitio 12</p> <p>Fono (55) 296885 Fax (55) 239712</p>	

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		<ul style="list-style-type: none"> • Hogar • Terminaciones • Cubiertas y revestimientos • Construcción obra gruesa • Accesorios para muebles • Accesorios para ventanas • Accesorios para vehículos • Soluciones industriales • Publicidad 		
	<p>Revestimientos Arquitectónicos e Industriales Ltda.</p>	<p>Empresa dedicada a la distribución y venta de materiales de construcción, y al suministro y montaje de revestimientos Su misión como empresa es proporcionar a sus clientes una completa asesoría para el diseño y ejecución de sus proyectos ya sean estos mineros, industriales o habitacionales, procurando establecer procedimientos seguros que permitan un correcto montaje en terreno, privilegiando la seguridad de nuestros trabajadores.</p> <p>Buscar y satisfacer al cliente según sus requerimientos específicos para sus necesidades, recomendando productos de línea. Todo esto en base a la experiencia y profesionalismo de nuestro equipo</p> <p>Productos: Paneles de cubierta y revestimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paneles estructurales aislados • Placas colaborantes • Paneles FRP traslúcidos 	<p>Victoria 228 - Barrio Industrial, Antofagasta</p> <p>Fono: (55) 2 484070 Fax: (55) 2 484070</p>	
<p>Arena sanitarias para mascotas</p>	<p>LAQU %26 Company</p>	<p>Es una empresa creada por emprendedoras chilenas, quienes desarrollaron arenas sanitarias para gatos y sustratos para pequeños animales, a partir de remanentes de algas. Sus productos están basados en materias primas simples, naturales y ecológicas, con excelente funcionalidad y cero residuos, ya que son 100% compostables.</p> <p>La empresa creada el año 2019, con el propósito de desarrollar productos y soluciones para la higiene y bienestar de los animales que fueran amigables con el medioambiente. Así nace LAQU® Eco Litter (arena para gatos y perros) y LAQU® Eco Bedding (sustrato para animales pequeños), que están elaborados a partir de algas, con trazabilidad total y cero residuos.</p>		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		<p>A partir de un remanente de algas marinas, y utilizando un proceso tecnológico sin incorporación de aditivos, elaboramos arena sanitaria y sustratos, que debido a las propiedades de absorción de las algas tienen máxima funcionalidad. Además, protege la salud de los animales porque es un producto 100% orgánico, cero residuos, ya que es compostable, incluso el envase. Estamos dentro de la economía local y es un producto chileno con excelentes capacidades de absorción de líquidos, retención y control de olores para los desechos fisiológicos (orina y heces), de gran durabilidad</p>		
	<p>ECOCAT®</p>	<p>Somos una empresa 100% colombiana especializada en la fabricación y comercialización de arena para gatos y alimentación natural para gatos y perros, con procesos ecológicos y sustentables. Nacemos como respuesta a la evolución de las familias con gatos dentro de sus miembros y de la necesidad de consumir productos amigables con el ambiente y el cuidado de la salud de las mascotas en general. Formamos un grupo humano que trabaja con altos estándares éticos y de calidad para ofrecer productos y servicios responsables con las mascotas, las familias y el planeta.</p> <p>Con una trayectoria de más de 10 años, ECOCAT® se consolida como una opción que ofrece soluciones integrales para la salud e higiene del gato de la mano de sus líneas de producto: ECOCAT® arena para gatos ecológica y BIODIETA® alimentación premium y natural para gatos y perros. Nuestros productos se diseñan y fabrican bajo el liderazgo de profesionales en Zootecnia especializados en la nutrición y cuidado animal. Su diseño es un nuevo concepto de arena para gatos que potencializa todos los beneficios de este producto natural. ECOCAT® es una arena libre de polvo, hipoalérgica, libre de químicos y preservativos. Su proceso de elaboración cuenta con estándares de alta calidad posicionándola como una arena premium, totalmente inocua y que controla la proliferación bacteriana.</p>		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	AAST	<p>AAST es una destacada empresa china especializada en la distribución mayorista de arena para gatos de tofu. Empresa dedicada a la producción de arenas para gatos exclusivamente para su marca privada y negocio. Utilizando procedimientos de aprobación simplificados, garantiza ahorros significativos tanto en tiempo como en dinero. Como su leal socio en proporcionar soluciones excepcionales de arena para gatos.</p> <p>arenas para gatos están hechas con ingredientes naturales y respetuosos con el medio ambiente. Son biodegradables y seguras para el entorno.</p>	<p>aastglobal@s.aastglobal.com +1 (213) 398-9129</p>	
	Ecobed	<p>Ecobed es una marca de nuestra empresa</p> <p>Agricob ha elaborado durante más de 15 años todo tipo de productos a partir de fibras vegetales de maíz y cáscara de nuez. Nuestras arenas sanitarias para mascotas han sido comercializados por más de 10 años con marcas de nuestros clientes distribuidores. Seguramente has visto las marcas Master Cat, TopK9, Canaima, Loops, Stay Happy, todas ellas las fabricamos en Agricob!</p>	<p>info@agricob.cl</p>	
	HRAZ	<p>Empresa que Importa y comercializa productos de alta calidad que responden a las altas necesidades de nuestros exigentes clientes. Recorremos el mundo en busca de lo mejor para nuestras mascotas, gracias a nuestra experiencia logramos los mejores precios para que las grandes marcas mundiales puedan entrar al hogar de nuestras mascotas. Su principal dedicación y esfuerzos se orientan a estar siempre a la vanguardia de lo que ocurre en la industria de los alimentos para mascotas y cuidado sanitario de estos. Es así como logra mantener y cumplir con estándares que cumplen con los requerimientos y exigencias de una sociedad saludable, creando siempre un valor agregado para nuestros consumidores y colaboradores</p>	<p>Av. Lo Espejo Nº 01565 Bodega 0721-0723 Recinto Mersan, Lo Espejo, Santiago, Chile.</p> <p>Email info@hraz.cl</p>	

Discusión

Al evaluar la composición química de las algas varadas, se observó que el contenido proximal experimentó algunas variaciones entre los componentes evaluados. Resultados similares fueron reportados por Ortiz *et al.*, (2009) para el alga verde *Codium fragile*, Yaich *et al.*, (2011) y para *U. lactuca*, Peña-Rodríguez *et al.* (2011)

El análisis de cenizas reveló fluctuaciones, con valores comprendidos entre 26,6% y 41,4%. Las concentraciones más elevadas se observaron en las algas recolectadas en el río Maullín durante el invierno, seguidas por muestras obtenidas en Maullín (otoño) con un 28,5%, Pudeto (otoño) con un 27,2%, y Pudeto (verano) con un 26,6%. Estas discrepancias, especialmente notables en invierno en Maullín, podrían atribuirse a la diversidad de algas presentes en el conjunto de muestras varadas, que incluyen especies de diversos grupos como algas rojas y pardas. Estos grupos exhiben diferentes capacidades para retener elementos inorgánicos del agua de mar, influenciadas por factores internos como la composición de los polisacáridos en la pared celular, la morfología del talo y la edad de la planta (Circuncisao *et al.*, 2018).

En términos generales, la fibra cruda se define como sustancias orgánicas no nitrogenadas que no se disuelven tras sucesivas hidrólisis, siendo la celulosa su principal componente (alrededor del 90%), lo que la clasifica como fibra insoluble. Los contenidos de fibra cruda en diversas algas marinas pueden variar significativamente, oscilando entre un 0,7% y un 22,7% del peso seco, según investigaciones previas (Vega y Toledo, 2018), sin embargo, en este estudio se registraron valores por sobre lo registrado por los autores.

El contenido de lípidos totales se mantuvo en niveles bajos, como es típico en las algas marinas, aunque se registró un valor ligeramente mayor en las muestras de algas varadas provenientes de Maullín (invierno) y Pudeto (otoño), que registraron un 0,6% del compuesto. En tanto, para el contenido de proteínas no se observaron variaciones entre las muestras evaluadas, obteniendo un promedio total de 18,9%.

El contenido de hidratos de carbono totales varió entre las muestras evaluadas, con valores comprendidos entre un 26,9% (Pudeto, otoño) y un 18,32% (Maullín, invierno). Los polisacáridos estructurales constituyen entre el 40% y el 50% del peso en seco de las algas marinas. Es importante señalar que las algas verdes albergan una diversidad de polisacáridos solubles, entre ellos los

polisacáridos sulfatados, un grupo complejo de carbohidratos con carga negativa y alto peso molecular, tales como glucanos, galactanos, arabinogalactanos sulfatados y ulvanos (Lahaye y Robic, 2007; Wijesekara et al., 2011). En el ámbito agrícola, el ulvano puede funcionar como elicitador. Según Wiesel et al. (2014), un elicitador se define como una sustancia o molécula que desencadena una respuesta de defensa en las plantas ante la presencia de patógenos o factores estresantes. Estos compuestos son reconocidos por el sistema inmunitario de las plantas, lo que activa una serie de respuestas de defensa. Esta capacidad es una de las razones por las cuales las algas se utilizan ampliamente en la agricultura y en la fabricación de fertilizantes y bioestimulantes.

En cuanto a las vitaminas, se encontró que, en todas las muestras de algas varadas evaluadas, los niveles de vitamina A y C estaban por debajo del límite de detección del análisis. Sin embargo, en lo que respecta a la vitamina E, se observó un contenido más elevado ($6,39 \text{ mg Kg}^{-1}$) en las algas varadas de la ribera del río Maullín durante el otoño, en comparación con las de otras localidades, que oscilaban entre $2,4$ y $2,7 \text{ mg Kg}^{-1}$. Por otro lado, el β -caroteno mostró una variación considerable entre las muestras, con niveles que oscilaban entre $92,9$ y $2,7 \text{ mg Kg}^{-1}$. Se registró un contenido más alto en la localidad de Maullín durante el otoño, seguida de Pudeto en la misma temporada y Maullín durante el invierno. Esta variación en el contenido de vitaminas entre las muestras de algas varadas estudiadas puede deberse a diversos factores, como la estacionalidad, la ubicación geográfica y el procesamiento, que podrían influir en la degradación de las vitaminas.

Algunas especies también llevan vitamina H y K. Por ejemplo, las algas pardas *Ascophyllum nodosum* y *Fucus* sp contienen niveles más altos de vitamina E, que las algas verdes y rojas. Las algas pardas contienen tocoferoles a, b y c, mientras que las algas verdes y las algas rojas contienen solo α -tocoferol.

La fibra dietética presente en las algas marinas es un componente importante que puede variar significativamente según la especie y las condiciones ambientales. Según Lahaye y Robic (2007), los polisacáridos estructurales en las algas pueden representar entre el 40% y el 50% del peso en seco. En las muestras de algas varadas evaluadas se observó una variación entre un 46,5% (Pudeto, verano) y un 31,6% (Maullín, otoño), lo que concuerda con lo registrado por los autores. En general todas las muestras evaluadas presentaron un mayor porcentaje de fibra insoluble (23,7%) que de fibra soluble (14,5%).

La fibra insoluble presente en las algas marinas ha despertado interés en aplicaciones más allá de la alimentación. Algunos estudios sugieren su potencial uso en la producción de biomateriales debido a sus propiedades mecánicas y biodegradables. Por ejemplo, investigaciones han explorado la utilización de fibras de algas marinas en la fabricación de biocompuestos para aplicaciones en la construcción y en envases biodegradables (Rhim et al., 2013; Yasir et al., 2017). Además, se ha investigado su potencial como absorbentes de contaminantes en aguas residuales debido a su capacidad para adsorber metales pesados y otras sustancias químicas (Zhao et al., 2018).

Se detectó la presencia de macroelementos como sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y fósforo (P) en todas las muestras de algas evaluadas, destacando un mayor contenido de $K > Ca > Na > P$. El mayor contenido de potasio se observó en las muestras de algas recolectadas en la ribera del río Maullín (invierno) y Pudeto (verano), alcanzando 63,680 y 23,694 g Kg⁻¹ respectivamente. Por otro lado, el contenido de calcio fue superior en las muestras recolectadas en la ribera del río Maullín (invierno), mientras que fue menor en las recolectadas en el río Pudeto (verano), registrando 6,488 y 2,163 g Kg⁻¹ respectivamente.

El sodio mostró variaciones entre 6,139 g Kg⁻¹ (Maullín, otoño) y 2,258 g Kg⁻¹ (Maullín, invierno). Respecto al magnesio, las muestras de algas varadas procedentes de Pudeto en otoño exhibieron el mayor contenido (3,231 g Kg⁻¹), seguidas por las de Maullín en otoño (2,888 g Kg⁻¹). En ambos casos, se evidenció un aumento del contenido del mineral durante la temporada de otoño en comparación con las otras estaciones evaluadas en una misma localidad. Además, el contenido de fósforo se mantuvo por debajo del 1% en todas las muestras de algas varadas evaluadas.

En relación a los microelementos o trazas se identificó la presencia de Hierro (Fe) Manganeseo (Mn), Cobre (Cu) Zinc (Zn) y Molibdeno (Mo), destacando un mayor contenido de $Fe > Mn > Zn > Cu$. El hierro mostró variaciones entre 3,456 g Kg⁻¹ (Maullín, otoño) y 2.134 g Kg⁻¹ (Maullín, invierno), en términos generales es posible observar un mayor contenido del mineral en la temporada de otoño tanto para la localidad de Maullín como Pudeto. El manganeso fluctuó entre 297 a 189 g Kg⁻¹, para las localidades de Maullín (invierno) y Pudeto (otoño) respectivamente. En relación con el contenido de Zn, Cu y Mo se registró el mayor contenido para las muestras de algas varadas recolectadas en la localidad de Pudeto (otoño).

Los niveles de minerales reportados se encuentran dentro de los resultados observados para otras variedades de algas, incluidas las verdes (Biancarosa et al., 2017; Veliz et al., 2023). Estos resultados destacan la riqueza de nutrientes presentes en las algas marinas, especialmente en potasio, calcio, magnesio y fósforo, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas terrestres. Esta abundancia convierte a las muestras de algas varadas evaluadas en una materia prima prometedora para la formulación de fertilizantes y bioestimulantes agrícolas. Estos productos podrían mejorar la estructura y fertilidad del suelo, aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas y fomentar un crecimiento vigoroso y una mayor resistencia frente a enfermedades y condiciones ambientales adversas.

En lo que respecta a los metales pesados se determinó la presencia de cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg), cromo (Cr), aluminio (Al) y níquel (Ni), destacando un mayor contenido de $Al > Cr > Pb > Ni > Cd > Hg$. En relación al plomo, se observó la presencia de este metal solo en las algas varadas provenientes de la ribera del río Pudeto durante la estación de verano ($2,27 \text{ mg Kg}^{-1}$), lo que se encuentra dentro de los niveles registrados en productos de algas marinas de Europa y Asia ($0,54\text{--}6,5 \text{ mg kg}^{-1}$) (Desideri *et al.*, 2016, Hwang *et al.*, 2010). Para el resto de las muestras evaluadas no se detectó la presencia de este metal.

Los niveles de Cd en las especies examinadas fluctuaron entre $0,85$ y $0,17 \text{ mg Kg}^{-1}$ para las muestras provenientes de Maullín (otoño) y Pudeto (verano), lo que se encuentran dentro del intervalo informado para diversas algas secas comercializadas en Italia (entre $<0,1$ y $7,2 \text{ mg kg}^{-1}$) (Desideri *et al.*, 2016).

Las variaciones en los niveles de metales pesados entre las diversas especies de algas evaluadas pueden explicarse por sus estrategias variadas de acumulación y desintoxicación, así como por diferencias en las fuentes de origen, que abarcan tanto factores naturales como antropogénicos. A pesar de estas fluctuaciones, la materia prima resultante puede aprovecharse para diversos fines, como la elaboración de fertilizantes y bioestimulantes para la agricultura, así como productos para mascotas. Es importante destacar que los niveles de metales pesados encontrados son adecuados para estos usos específicos.

Se detectaron diferencias en el contenido de pigmentos en las muestras de algas varadas analizadas, evidenciando variaciones estacionales dentro de una misma área. Durante la estación de otoño,

tanto en Maullín como en Pudeto, se observó una mayor concentración de clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b) y carotenoides, lo que conllevó a una mayor capacidad antioxidante durante esta temporada.

Los análisis químicos realizados en las muestras de algas varadas sugieren una variedad de posibles usos para esta materia prima. Estos incluyen su potencial aplicación en la producción de biostimulantes y fertilizantes agrícolas, así como en la elaboración de productos para mascotas y biomateriales. Esta versatilidad se debe a la diversidad taxonómica y morfológica de las algas evaluadas, que abarcan diversos grupos y formas. Además, su riqueza en nutrientes y compuestos beneficiosos respalda su aprovechamiento en múltiples sectores, lo que promueve la exploración de nuevas aplicaciones innovadoras.

Conclusión

Las algas varadas presentan una composición química variada y abundante, resaltando su contenido en macroelementos y minerales esenciales como potasio, calcio y magnesio, fundamentales para el desarrollo vegetal. Además, contienen polisacáridos solubles, que tienen la capacidad de actuar como elicitores, desencadenando respuestas de defensa en las plantas. Esta combinación de nutrientes y compuestos bioactivos las convierte en una opción prometedora como bioestimulantes agrícolas.

La abundancia de compuestos antioxidantes en las algas, como vitaminas y carotenoides, indica su posible utilidad en la elaboración de productos para mascotas. Estos antioxidantes tienen el potencial de reforzar el sistema inmunológico de los animales y mejorar su bienestar general.

La fibra insoluble presente en las algas varadas ofrece propiedades mecánicas y biodegradables deseables para la fabricación de biomateriales. Su uso en la producción de envases biodegradables y productos de embalaje podría contribuir a reducir el impacto ambiental de los residuos plásticos.

En resumen, los resultados obtenidos respaldan el potencial de las algas varadas como bioestimulante en agricultura, productos para mascotas y biomateriales. Su riqueza en nutrientes, propiedades mecánicas y capacidad para absorber contaminantes las convierten en una opción atractiva para diversas aplicaciones en estos campos. Sin embargo, es importante continuar

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

investigando y desarrollando tecnologías para maximizar su aprovechamiento y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

CAPÍTULO 4

Objetivo Especifico 4. Propuesta de medidas de manejo para la biomasa generada por las proliferaciones de algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*, de las áreas de plaga declaradas en el marco del D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005 y acciones de difusión.

Antecedentes

El rápido crecimiento que experimentan las proliferaciones puede generar grandes varazones que causan efectos de dimensiones sociales, económicos y ecológicos. Los procesos de descomposición causan problemas que interfieren con aspectos estéticos de zonas costeras, cuando se liberan toxinas y olores producto de la descomposición de las algas que pueden afectar la salud de comunidades ribereñas. También alteran la diversidad de la flora y fauna del sector, afectan el turismo y generan la necesidad de iniciar programas de remoción de la biomasa generada. En países como China, donde este tipo de varazones son recurrentes, se han desarrollado algunas alternativas de utilización de la biomasa de varazones como fertilizante y en biorefinerías.

Se efectuó una revisión de la literatura existente en países con problemas similares, usando Web of Science y bases de datos de Scopus con un listado de términos relativos a las varazones. Con el resultado de la búsqueda se estructuró la información sobre alternativas de manejo que se adapta a la realidad de los sectores en estudio para proponer alternativas de manejo de grandes volúmenes de macroalgas los cuales deberían incorporar varios elementos como:

Metodología

4.1 Propuesta de medidas de manejo de algas plaga en cultivos de pelillo y manejo de las varazones de algas de acuerdo a la normativa vigente (regulación intersectorial asociada)

En base al resultado del capítulo 1 del presente informe, se propusieron medidas de manejo que permitan disminuir los efectos negativos de las algas verdes filamentosas sobre el cultivo de *G. chilensis*.

4.2 Propuesta de alternativas de manejo de las varazones de algas de acuerdo a la normativa vigente (regulación intersectorial asociada)

El rápido crecimiento que experimentan las proliferaciones puede generar grandes varazones que causan efectos de dimensiones sociales, económicos y ecológicos. Los procesos de descomposición causan problemas que interfieren con aspectos estéticos de zonas costeras, cuando se liberan toxinas y olores producto de la descomposición de las algas que pueden afectar la salud de comunidades ribereñas. También alteran la diversidad de flora y fauna del sector, afectan el turismo y generan la necesidad de iniciar programas de remoción de la biomasa generada. En países como China, donde este tipo de varazones son recurrentes, se han desarrollado algunas alternativas de utilización de la biomasa de varazones como fertilizante y en biorefinerías.

Se efectuará una revisión de la literatura existente en países con problemas similares, usando Web of Science y bases de datos de Scopus con un listado de términos relativos a las varazones. Con el resultado de la búsqueda se estructura la información sobre alternativas de manejo y se adaptará a la realidad de los sectores en estudio para proponer alternativas de manejo de grandes volúmenes de macroalgas los cuales deberían incorporar varios elementos como:

- A. Definir el destino de la biomasa considerando interesados en volumen y uso de la biomasa
- B. Proponer métodos de estabilización de la biomasa (secado o fermentación/ensilaje)
- C. Proponer tratamiento post estabilización como trozado, molido o decoloración
- D. Almacenaje
- E. Empaque y Traslado

4.3 Posibles usos comerciales de las algas verdes filamentosas analizadas, como materia prima en distintas industrias.

Se efectuó una revisión bibliográfica especializada para proponer posibles usos comerciales de las algas verdes filamentosas analizadas, como materia prima en distintas industrias usando de base los resultados de los análisis bioquímicos resalizados.

4.4 Proponer usos alternativos y acciones necesarias para lograr la reutilización de la biomasa de las varazones

La principal utilización de macroalgas en nuestro país es como materia prima para la industria de los hidrocoloides (carrageninas, alginatos y agar-agar) desde algas rojas y pardas, los cuales se utilizan como ingredientes por sus propiedades como emulsionante, gelificante y viscosantes en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. El segundo destino de las macroalgas es para consumo humano.

Para dar cumplimiento a esta actividad, se realizó una revisión bibliográfica en base a los actuales usos de las macroalgas en el mundo, que según McHugh (2003) y Stevant *et al.* (2017), con énfasis en los siguientes usos:

- Ingrediente para alimento animal y de peces
- Bio-fertilizantes
- Cosmética
- Farmacéutica y nutracéutica
- Fibras hidrosoluble y biocompuestos
- Biogas

Las fuentes de información utilizadas corresponden a revistas científicas WOS (ISI), Scopus y Scielo, así como fuentes oficiales de proyectos ejecutados por instituciones públicas y privadas.

En base a los análisis bioquímicos obtenidos en la propuesta para las algas verdes epífitas filamentosas tipo *Rhizoclonium spp.* (Res. Ex. SUBPESCA N°1166/20) varadas; se proponen 3 usos alternativos en base a la revisión bibliográfica.

4.5 Realizar acciones de difusión y capacitación de las medidas de manejo para mitigar los efectos de las varazones

Se efectuó un taller interno para identificar las brechas de información sobre la ocurrencia y el manejo de las varazones para proponer acciones a futuro, con la información obtenida se elaboró un listado de factores relevantes para mitigar el efecto de las varazones, el cual se incluye en el punto de propuesta de plan de manejo de varazones.

Elaboración de material gráfico

Se elaboran infomurales con información de la morfología de las especies de epífitas que ocurren regularmente en los sectores en estudio. El material a difundir considera una descripción morfológica señalando las características más relevantes y distinguibles de las especies, como forma, tamaño y color, para su fácil identificación y diferenciación. Se incluyen propuestas de protocolos y acciones para el manejo para la utilización de la biomasa de la varazón y cómo evitar o disminuir el daño de la proliferación en las comunidades ribereñas, el ecosistema y sobre el cultivo del pelillo. En el infomural se incluye un código QR para incorporarse al chat grupal que se generará para las denuncias de la ocurrencia de una proliferación.

Elaboración de cápsulas de audio para difusión por redes sociales y radioemisoras locales, se aborda el tema de las varazones y los factores mas importantes que las provocan.

Generacion de grupo de whatsapp.

Reuniones y talleres

Durante la ejecución del proyecto se han realizado la reunión de coordinación inicial y 2 talleres, siendo uno para servicios públicos y el otro de difusión para algueros de la comuna de Maullín realizado en la sede social de la Federación Ribera Norte. A continuación, se detallan los contenidos que se abordaron en cada una de ellos:

Reunión de Coordinación Inicial

Se efectuó una reunión de coordinación, con fecha 7 de julio del 2022 entre el equipo de profesionales del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA), la contraparte técnica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SSPA), la contraparte técnica del Servicio Nacional de Pesca

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

(SERNAPESCA). La reunión se realizó de forma mixta presencial y mediante videoconferencia desde la sala de reuniones de la Dirección Zonal de Pesca Región de Los Lagos, al inicio del proyecto.

En la reunión se presentó el plan de trabajo, las metodologías, las funciones del equipo proponente y los procedimientos relevantes para fines del estudio.

Como elemento verificador de esta actividad, se elaboró un acta con los acuerdos y los principales temas tratados, se hizo una lista de los participantes y se realizaron registros fotográficos. Estos documentos fueron enviados al director ejecutivo del FIPA, luego de realizada la reunión de coordinación, para su validación. Este documento se incluye como Anexo en el presente informe (ANEXO Administrativo).

Reuniones de avance

Se efectuaron dos reuniones con la contraparte técnica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (07/07/2022, 23/01/2023), se adjuntan Actas con registros fotográficos.

Talleres difusión de los resultados de proyecto

Se han realizado dos talleres teórico práctico de capacitación, uno para profesionales del sector público y otro para algueros de la comuna de Maullín, ambos relacionados con la problemática de las plagas por Algas Filamentosas Tipo Rhizoclonium. El taller enfocado para funcionarios públicos se realizó el 12 agosto del 2022 en el Laboratorio de Macroalgas del Instituto de Ciencia y Tecnología de la UNAP (Puerto Montt). El taller para algueros de la comuna de Maullín fue realizado el 11 de agosto del mismo año en la sede social de la Federación Ribera Norte (ver Anexo 9).

Se efectuó un taller (6 de octubre 2023) sobre los posibles usos de las algas plaga con participación del sector privado y público, 22 personas, en el cual se presentaron los resultados de los análisis y se conversó y discutió acerca de las alternativas de los posibles usos de las algas en la industria alimenticia, de fertilizantes y de alimento de mascotas o nutraceuticos. Información detallada se incorpora en anexo talleres (Anexo 9).

Previo a la entrega del informe final y con la debida coordinación con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura se realizarán talleres de difusión de resultados, el cual será oportunamente informado al director ejecutivo del FIPA. Dichos talleres se realizarán en Ancud, Maullín y Puerto Montt, cuyos contenidos y público objetivo serán previamente validados por la contraparte técnica de la

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Los temas de los talleres estarán relacionados con la presentación de los resultados finales de este estudio.

Talleres difusión de los resultados a servicios públicos

Este taller está comprometido una vez sea aprobado el preinforme final, cuyos resultados serán incluidos en el Informe Final del proyecto.

Talleres difusión del proyecto a los algueros de la Comuna de Maullín

Este taller está comprometido una vez sea aprobado el preinforme final, cuyos resultados serán incluidos en el Informe Final del proyecto.

Resultados

4.1 Propuesta de medidas de manejo que permitan disminuir el daño de las proliferaciones de algas verdes filamentosas sobre los cultivos de pelillo.

Para mitigar los efectos de las proliferaciones de algas verdes filamentosas sobre cultivos de pelillo, en términos generales, se deben atacar distintas situaciones y en distintos plazos, advirtiéndose a su aparición inevitable y buscar alternativas y medidas para obtener beneficios de estos eventos que se están haciendo más recurrentes en el tiempo. Medidas que también pudiesen compensar la pérdida económica provocada a los cultivos principales.

En esta propuesta se pretende organizar o distribuir soluciones sobre la base de tres conceptos o ideas:

- A. Predicción y Alerta (previo a la crisis)
- B. Prevención y Remediación (permanente)
- C. Manejo y Mitigación (durante la crisis)

Estos tres grupos de acciones se ejecutan según el momento de aparición o manifestación crítica de la proliferación en la columna de agua, resumiéndolo a un ciclo anual repetitivo como se representa en el esquema (Figura 4.1).



Figura 4.1. Esquema de los tres conceptos de acción que deben ser ejecutados sobre una manifestación de proliferaciones de algas verdes epifitas en los cultivos de pelillo.

A. Predicción y Alerta.

a. Predicción.

Para alcanzar la predicción, se precisa la recopilación de información clave a través de un **plan de predicción (monitoreo)**, este debe estar dirigido principalmente a aquellos factores que propician la aparición de proliferaciones y especialmente en puntos geográficos que históricamente se reconocen como lugares tempranos en la aparición de las algas verdes filamentosas. El programa de monitoreo deberá estar coordinado por organismos estatales como SUBPESCA y SERNAPESCA. El objetivo de este monitoreo es activar el plan de alerta temprana.

En conjunto con los organismos estatales se deberá acordar y seleccionar los siguientes tópicos para el plan de predicción (**monitoreo**):

- a. Tipo de muestreo: muestreo biológico
- b. Selección de variables biológicas y abióticas a monitorear en sitios seleccionados.
- c. Selección de localidad de riesgo (Ej: Maullín, Pudeto y San Pedro Nolasco)
- d. Selección de estaciones de muestreo en base a antecedentes previos.
- e. Selección de estaciones de muestreos en sectores de emisarios industriales
- f. Muestreo de parámetros abióticos en la columna de agua
- g. Periodicidad de muestreo
- h. Actualización y compra de equipos para registro *in situ*, específicamente los relacionados con nutrientes

- i. Selección de equipo técnico de terreno ejecutor (licitar el servicio).
- j. Elaborar un programa para la creación de un modelo algorítmico predictivo.
- k. Elaborar un programa para el estudio de imágenes espectrales (para dimensionar), relacionadas con proliferaciones de algas verdes epifitas
- l. Búsqueda de financiamiento

b. Plan de Alerta temprana

Se deberá implementar el plan de alerta temprana a través de dos mecanismos, definidos en este plan, como Vigilancia Pasiva y Vigilancia Activa. Estos dos mecanismos de información permitirán también ir contrastando la correlación que muestre la predicción (por monitoreo de factores críticos) respecto de la aparición y desarrollo de la proliferación de algas verdes epifitas en las áreas de cultivo de Pelillo.

Vigilancia Pasiva: Considera crear un sistema de comunicación entre personas naturales y acuicultores, o construir una mesa de trabajo (Mesa Plaga algas verdes) con las comunidades (recolectores de orilla y pescadores del pelillo) de cada uno de los sectores afectados (Sector río Pudeto, Sector río Maullín y Sector San Pedro Nolasco), quienes entregan un antecedente o denuncia inicial sobre la aparición incipiente o grave de algas plaga en un punto geográfico definido. Este sistema de gestión de información (comunicación y recepción) debiera estar bajo la responsabilidad de las municipalidades respectivas, a través de la oficina de pesca y acuicultura u oficina de medio ambiente. Una vez recepcionada o ingresada la denuncia y recopilación de antecedentes complementarios, el municipio deberá comunicar formalmente la posible aparición de las algas plagas al Servicio Nacional de Pesca y de esta forma iniciar la activación de la Vigilancia Activa.

Vigilancia Activa: Una vez informada la ocurrencia de algas verdes plaga en cultivos de Pelillo, se deberá implementar una fiscalización que ejecute el Servicio Nacional de pesca y Acuicultura en conjunto con la autoridad marítima de cada una de las comunas y sectores afectados, sobre la actividad acuícola de cosecha, siembra y comercialización de recurso. Básicamente esta información se sustentará con reportes o informes de inspecciones y fiscalizaciones periódicos durante un ciclo anual, haciéndose más intenso durante el periodo estival, y que vaya indicando el nivel de alerta (riesgo) que vaya sucediendo en los distintos sitios seleccionados de muestreos.

El **Plan Alerta Temprana**, deberá ser implementado como el resultado de la predicción basada en

datos críticos evidenciados en el monitoreo, los focos iniciales o tempranos de proliferación. Este deberá estar apoyado con un sistema de alerta temprana cuantitativo con distintos niveles de predicción o de riesgos (niveles de 0 a 3) (ver Figura 4.2). Este sistema conjuga niveles de riesgo o de alerta entre los parámetros ambientales y nutrientes más importantes que inciden en las proliferaciones de algas verdes epifitas para cada una de las especies de interés. Esta propuesta debe considerar un trabajo de validación conjunta con instituciones involucradas como SUBPESCA, SERNAPESCA, Municipios. Además, se sugiere que sea integrada en el actual Programa de Vigilancia de Algas Epifitas filamentosas tipo *Rhizoclonium ssp* (Re.Ex. Sernapesca, 1085/2020) que ya incluye la evaluación de impacto en centros afectados y difusión sobre buenas prácticas, lo que asegurará su implementación y ejecución en el tiempo.

NIVEL DE ALERTA (riesgos)	PARAMETROS AMBIENTALES				[] de Nutrientes en la Columna de Agua		
	Temperatura * Celcius	Salinidad (ppm)	Intensidad Lumínica> $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Fotoperiodo (L:O)	Nitrato (NO3) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Fosfato (PO4-3) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Anomio (NH4) $\mu\text{mol L}^{-1}$
0	<14 °C	< 24	<80	8:16	<40	<=10	<=60
1	>=14 °C <16 °C	>= 24< 25	>=80<100	10:14	>=40<50	>10<15	>60<70
2	>16 °C <18 °C	> 25 < 26.9	>100<120	12:12	>50<68	>15< 18	>70<80
3	> 18 °C <22 °C	>= 27	> 120 <400	16:8	>68<650	>18 <=65	>=80 <=120
Cladophora ruchingeri							
NIVEL DE ALERTA (riesgos)	Temperatura * Celcius	Salinidad (ppm)	Intensidad Lumínica> $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Fotoperiodo (L:O)	Nitrato (NO3) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Fosfato (PO4-3) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Anomio (NH4) $\mu\text{mol L}^{-1}$
0	<13 °C	< 24	<80	8:16	<50	<3	<60
1	>=13 °C <14 °C	>= 24< 25	>=80<100	10:14	>=50<100	>=3<5	>60<80
2	>14 °C <15 °C	> 25 < 27	>100<175	12:12	>100<160	>5<10	>80<100
3	> 15 °C <28 °C	> = 27<37	> 175 <600	16:8	>160<800	>10<160	>=100
Rhizoclonium sp							
NIVEL DE ALERTA (riesgos)	Temperatura * Celcius	Salinidad (ppm)	Intensidad Lumínica> $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Fotoperiodo (L:O)	Nitrato (NO3) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Fosfato (PO4-3) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Anomio (NH4) $\mu\text{mol L}^{-1}$
0	<13 °C	< 24	<=70	8:16	<=5	<80	0
1	>=13 °C <14 °C	>= 24< 25	>70<80	10:14	>5<10	>=80<90	>1< 2
2	>14 °C <15 °C	> 25 < 27	>80<90	12:12	>10<14	>90 < 100	>2<4
3	>= 15 °C < 20 °C	> =27<30	> = 90 <180	16:8	>14<100	>=100	>= 4 <80
Ulvaes							
NIVEL DE ALERTA (riesgos)	Temperatura * Celcius	Salinidad (ppm)	Intensidad Lumínica> $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Fotoperiodo (L:O)	Nitrato (NO3) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Fosfato (PO4-3) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Anomio (NH4) $\mu\text{mol L}^{-1}$
0	<= 8 °C	< 24	<=50	8:16	<=20	<3	0
1	>8 °C <9 °C	>= 24< 25	>50<70	10:14	>20<40	>=3<5	>1< 2
2	>9 °C <10 °C	> 25 < 27	>70<80	12:12	>40<50	>5<10	>2<4
3	>= 10 °C < 35 °C	> =27<35	> = 88 <180	16:8	>50<160	>10<80	>= 4 <80

Figura 4.2. Propuesta de alerta temprana incorpora rangos de parámetros ambientales como temperatura, salinidad, intensidad lumínica, fotoperiodo y de nutrientes para las algas verdes declaradas plagas.

En forma paralela al nivel de alerta cuantitativo de los parámetros ambientales y de nutrientes, deberá ir acompañado de un registro del nivel de impacto cualitativo de las proliferaciones de algas verdes epifitas en la columna de agua (TABLA 4.1).

TABLA 4.1. Nivel de Impacto de proliferaciones de algas verdes en la columna de agua desde la costa intermareal hasta los 10 m de profundidad (Lyons et al., 2009).

Categoría	Descripción
0 ausente	No hay macroalgas presentes en toda la columna de agua.
1 Escaso	Algunas macroalgas individuales dispersas en la columna de agua en la superficie o en el fondo. Sin grandes grumos.
2 Bajo	Algunos grumos presentes en el fondo, en la columna de agua o en la superficie. Macroalgas en su mayoría dispersas.
3 Medio	Grandes cúmulos presentes. Las macroalgas pueden cubrir el fondo o la superficie. Dificultad para distinguir grumos. Aproximadamente la mitad de toda la columna de agua contiene macroalgas.
4 Saturado	Grandes cúmulos presentes. Muy poca agua libre de algas. Se produciría alguna dificultad para nadar
5 Severo	Agrupación a gran escala. Toda la columna de agua está llena de macroalgas. El fondo marino no se puede distinguir. Las ondas inducidas por el viento están ausentes y la dinámica de las olas parece alterada. Mucha dificultad para nadar o simplemente moverse en la columna de agua

4.2 Propuesta de alternativas de manejo de las varazones de algas de acuerdo a la normativa vigente (regulación intersectorial asociada).

Como Plan de manejo se proponen dos mecanismos para las varazones de algas. Estos son:

- Vigilancia Pasiva
- Vigilancia Activa

Este plan de manejo contempla las zonas del borde costero que han sido identificadas como las zonas históricas más importantes en términos de varazones tanto para el Río Maullín como para el Río Pudeto (TABLA 4.2).

TABLA 4.2. Sectores identificados como zonas costeras históricas con alta ocurrencia de varazones de algas verdes.

Río Maullín	Río Pudeto
El Faro	Ex Cancha El Hueso
Los Coihues	La Pasarela
El Carrizo	Pupelde.

Considerando que los eventos de proliferaciones de algas verdes aún no se pueden predecir y que

la dinámica oceanográfica de estos ríos puede ir cambiando en el transcurso del tiempo, es recomendable que la elección de los sitios se actualice en periodos de 5 a 10 años.

El plan de manejo de algas varadas se debe articular de manera constante con el plan de alerta temprana de proliferaciones de algas verdes en cultivos de pelillo, ya que permitirá ir contrastando la correlación que muestre la predicción (por monitoreo de factores críticos) respecto de la aparición y desarrollo de la proliferación de algas verdes epífitas en la columna de agua, en caso de detectarse parches o cúmulos de alga verdes a la deriva en la columna de agua durante la temporada estival, se deberá accionar los mecanismos necesarios para activar el plan de vigilancia Pasiva y Activa, para contar con los herramientas para llevar a cabo las acciones del plan. Este plan debe accionarse antes de iniciado la época de estacional de otoño (marzo – junio), dado que es durante ese período estacional que se reflejan los mayores volúmenes de alga varada en la línea de costa,

Activación de plan de manejo de algas varadas

Vigilancia Pasiva. Corresponde a crear un sistema de comunicación en que principalmente son personas naturales y acuicultores o intentar construir una mesa de trabajo con las comunidades (Mesa Plaga algas verdes) para cada uno de los sectores afectados (Sector Río Pudeto y Sector Río Maullín), quienes entregan un antecedente o denuncia inicial sobre la aparición incipiente o grave de algas plaga en un punto concreto. En este sistema de gestión de información, en cada localidad, la comunicación y recepción debe estar bajo la responsabilidad de las municipalidades respectivas, a través de la oficina de pesca y acuicultura o de medio ambiente. Una vez recepcionada o ingresada la denuncia y recopilación de antecedentes complementarios, el municipio deberá comunicar formalmente la posible aparición de las algas plagas al Servicio Nacional de Pesca, de esta manera, iniciar la activación de la Vigilancia Activa.

Vigilancia Activa. Esta corresponde al monitoreo y fiscalización que ejecute el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura en conjunto con la autoridad marítima de cada una de las comunas y sectores afectados. Básicamente esta información se sustentará con reportes o informes habituales de inspecciones y fiscalizaciones (temporal y espacial) del borde costero en las zonas identificadas como zonas de varazones más importantes. Una vez identificado el sitio de inspección, la fiscalización debe estar acompañada por un registro cuantitativo de la biomasa húmeda de alga varada (Kg/m^2) (ver TABLA 4.3) y cualitativo (Figura 4.3), de esta forma, se podrá identificar el nivel

de alerta o riesgo, que se evidencia en el lugar de inspección.

Categoría cualitativa en zona intermareal			
0	1	2	5
Ausente	Leve	Medio	Grave
No hay macroalgas verdes en el área de playa vigilada.	Algunas macroalgas verdes dispersas en el área de playa vigilada , bajo 10% de cobertura por metro cuadrado de playa	Acumulación de macroalgas verdes presentes en la playa vigilada, cubriendo sobre 80% de la superficie y con altura de capa hasta 10 centímetros.	Acumulación de macroalgas verdes varadas que cubren el 100% del área vigilada de playa y con altura de capa acumulada sobre 30 centímetros en promedio.
			

Figura 4.3. Esquema fotográfico de referencia cualitativa para niveles de alerta temprana de algas varadas.

TABLA 4.3. Nivel de alerta temprana para algas varadas húmedas en el borde costero para los sitios identificados zonas de interés de varazones, para el Río de Maullín y Río Pudeto.

Escala de nivel de alerta o riesgo	Registro cualitativo	Registro cuantitativo (Kg/m ²) húmedo	Registro del ancho del cinturón de algas varadas (m)
0	Nada	0/m ²	0
1	Escaso	>0<5 /m ²	1 m
2	Frecuente	>5<29 /m ²	> 1 < 5 m
3	Muy Abundante	>29 m ²	> a 5 m

En la TABLA 4.3 se proponen parámetros cuantitativos y cualitativos a registrar, para poder evaluar tempranamente el nivel de alerta o riesgo de la proliferación detectada. Entre ellos el registro de la cantidad de alga por metro cuadrado y la medición del ancho del cinturón que se acumula en el borde del río, como resultado del arrastre de las algas ya sea como resultado de los cambios de niveles de marea o efecto de los vientos. De acuerdo con el nivel de intensidad de cada situación se deberá aplicar las medidas de control, manejo y mitigación de los focos de algas varadas, con el objeto de restringir o reducir su multiplicación y amplitud geográfica de sus efectos.

Esta propuesta considera un trabajo de validación con la contraparte técnica (FIPA) en conjunto con

instituciones involucradas como SUBPESCA, SERNAPESCA, y Municipios . Una vez realizada la validación, se sugiere que esta propuesta sea integrada en el actual Programa de Vigilancia de Algas Epífitas filamentosas tipo *Rhizoclonium ssp.* (Re. Ex. SERNAPESCA, 1085/2020) que ya incluye la evaluación de impacto en centros afectados y difusión sobre buenas prácticas, lo que asegurará su implementación y ejecución en el tiempo.

Manejo y Mitigación.

Se sugiere estructurar la información sobre alternativas de manejo que se adapta a la realidad de los sectores en estudio para proponer alternativas de manejo de grandes volúmenes de algas plagas varadas en el cinturón costero, los cuales deben incorporar elementos como:

- Definición del destino de la biomasa, el cual debe considerar interesados (empresas) en los volúmenes y uso de la biomasa
- Proposición de métodos de estabilización de la biomasa (secado o fermentación/ensilaje)
- Proposición de tratamiento post estabilización como por e.g. trozado, molido o decoloración
- Almacenaje
- Empaque y Traslado

Para el control de proliferaciones de algas epífitas varadas en el borde costero, se sugiere aplicar acciones de tipo mecánico directas, las que por lo general implican alto costo, ya sea en equipamiento o mano de obra. Estas acciones mecánicas, al ser aplicadas en el traslado de la biomasa, en algunos casos podría propiciar deriva de propágulos en la columna de agua hacia zonas en las cuales no existen presencia de algas verdes epífitas y generar el desarrollo de estas en otros sectores. Por lo tanto, es necesario labores que disminuyan el flujo del agua mediante acciones de retiro eficientes y rápido posible.

Una segunda acción de tipo mecánica directa, es autorizar y organizar campañas de limpieza y extracción comunitaria con apoyo municipal, ya sea previa a su máxima expresión o durante el proceso de varazón, de igual forma se deben generar los insumos (materiales de aseo y herramientas manuales) que permitan almacenar y resguardar la biomasa recolectada, para que

luego sean trasladadas a sitios de disposición final en tierra, en condición de residuos sólidos.

Finalmente, se sugiere avanzar hacia alternativas de uso final, que requieran poco tratamiento pre-proceso y en función de los componentes bioquímicos que puedan aportar dichas algas, con propuestas de estudios y proyectos que permitan combinar ambos criterios para una propuesta inicial simple y de menor costo en su implementación. Esto porque las propuestas a implementar deben considerar la realidad local y posibilidad de que los pescadores y acuicultores residentes del área sean parte de la propuesta que se defina aplicar. Una propuesta de posible uso simple y apropiable, aun con bajo precio de esta materia prima, se incluye y se contempla en los resultados del capítulo 3 (algas varadas) del presente informe.

En resumen, para la propuesta de manejo de las varazones de algas epífitas verdes puede tener dos estrategias y programas

1.-Calidad Recurso hidrobiológico. Si hay consenso respecto a que las varazones tienen condición de producción permanente de biomasa año a año, iniciar un camino legal que compruebe el interés económico, pudiese incorporar a dichas especies como un recurso hidrobiológico o pesquero. En este caso la extracción, comercialización y uso de las especies varadas se registrarán por Ley de Pesca y Acuicultura. Esto requiere demostrar que hay un interés de uso comercial y su extracción la realizan los recolectores de orilla para este nuevo recurso. Este requisito es fundamental y crítico para este manejo definitivo.

2.- Calidad Residuo orgánico comunal. Los municipios tienen por ley la responsabilidad del manejo de residuos o desechos que se produzcan en los espacios bajo su administración, por ejemplo parques, avenidas y playas; como también los residuos domiciliarios. En este caso la estrategia podría consistir en acordar que los municipios en cuyas playas se evidencia varazón, esos residuos orgánicos se califiquen de manera similar al manejo y responsabilidad que tienen los municipios con las podas de árboles y prados, en su recolección, transporte y destino final.

De ser aceptada esta condición de incorporar las varazones como parte de los residuos orgánicos comunales, se propone, apoyar técnicamente y estimular en los municipios de Ancud y Maullín, un programa de compostaje municipal, que permita la disposición final y manejo de algas de varazones , en denominadas trincheras de compostaje, incluida en un programa municipal de recolección separada de basura domiciliar orgánica, con la participación de la comunidad informada.

Esta estrategia de manejo y destino final puede ser tener un aporte secundario a la solución del grave problemas de manejo de basura y vertederos que aquejan justamente hoy a los municipios de la región (Ancud principalmente).

Para el Plan de Alerta Temprana, el SERNAPESCA, deberá mantener sistemas de comunicación e información, que permitan recopilar y comunicar información permanente desde y hacia los usuarios y comunidades de los sectores de interés(Sector Río Pudeto, Sector Río Maullín y Sector Río San Pedro Nolasco).

Se deberá instaurar un comité técnico local, compuesto por profesionales municipales del sector pesquero artesanal (oficina de pesca), instituciones públicas (SERNAPESCA, SUBPESCA), IFOP, Universidades y ONGs. Este comité deberá generar los insumos necesarios para poder de esta manera, difundir (generación de dípticos, folletos y infomurales) y capacitar a la comunidad involucrada en los sectores declarados plagas.

Las capacitaciones deben ser efectuadas por personal especializado y considerar los siguientes tópicos: biología de algas plagas, forma de reproducción, factores que intervienen en las proliferaciones (ambiente), rol del cambio climático adaptación y mitigación cambio climático, efecto antrópico, plan de alerta temprana, entre otros.

B. Prevención y Remediación.

Es importante señalar anticipadamente, que cualquier procedimiento que requiera prohibición de extracción de recurso pelillo, deberá considerar eventualmente una compensación, que promovería una continuidad en la colaboración para la Vigilancia Pasiva por parte de los acuicultores involucrados. Los procesos de predicción y alerta deberían permitir establecer restricciones parciales preventivas para la actividad extractiva o de manipulación de algas en general en los centros de cultivos que se vean afectados.

a. Prevención

En esta estrategia de mediano y largo plazo se sugiere incidir sobre el factor que se ha establecido como causante directo de procesos de eutrofización de estuarios y bahías, como es el aporte de nutrientes aguas arriba, producto de las actividades industriales, agricultura y áreas pobladas. La propuesta se fundamenta en que los factores abióticos (temperatura y luz) son factores de carácter

global y no modificables localmente (Figura 4.4).

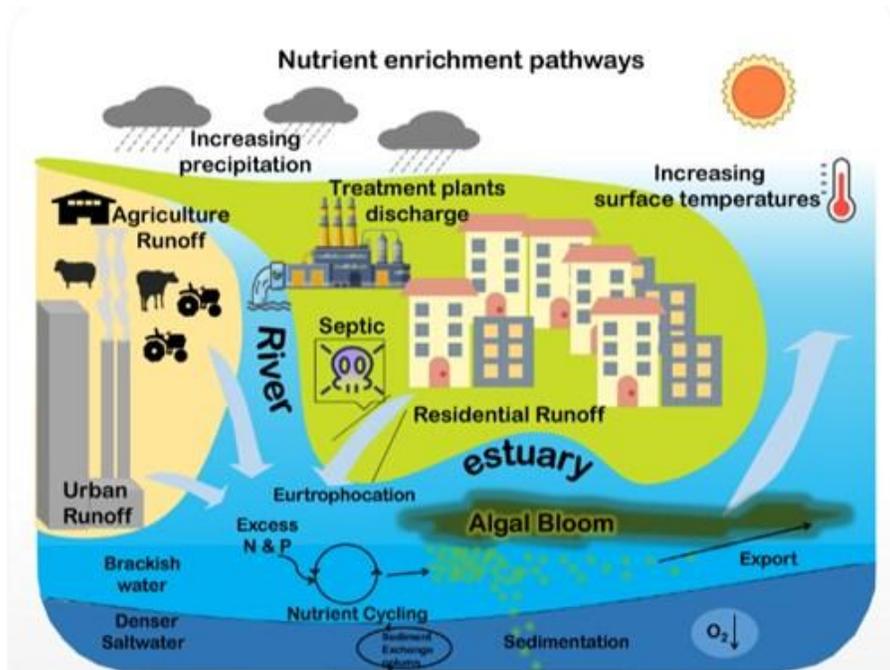


Figura 4.4. Esquema de los caminos que siguen los nutrientes en un ecosistema costero. Fuente: “The ever-lasting green tides: what can we do?”. Cheng-gang Ren and Song Qin. Chinese Academy of Sciences. November 25, 2022.

Si bien evitar dichas emisiones en general no es posible, debido a que son actividades plenamente instaladas, se promueven hoy programas integrales que persiguen la disminución de emisiones, mejorando sistemas productivos, reducción de fertilizantes y mejora en tratamientos de emisiones de residuos domiciliarios. Sin embargo, este plan solo tiene probabilidades en cuanto a un comportamiento y efectos en el largo plazo y con un objetivo ambiental general en este sentido es poco factible argumentar e implementar un plan de las cuencas completas solo argumentando la condición eutrofización y aumento de algas epífitas en bahías y estuarios.

b. Remediar

Una propuesta de solución más local es posible y hay experiencias en que se ha implementado, una acción de prevención y remediación de mediano y largo plazo mediante la bio-extracción o captura parcial de los nutrientes, especialmente el Nitrógeno. Estas alternativas son descritas como Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), en que organismos invertebrados filtradores incorporan en las estructuras de crecimiento dichos nutrientes. Entre estos organismos los más sugeridos en

experiencias internacionales corresponden al cultivo integrado de ostreidos, mejillones (choritos) y algas pardas, según las condiciones de salinidad presentes en la bahía o estuario.

Esta prevención y remediación ambiental a través de la bio-extracción de nutrientes en estas áreas sumidero, indican que por un lado se podría contribuir al control de mareas verdes absorbiendo por digestión nutrientes expresados en el fitoplancton y también contribuyendo en la desactivación de propágulos de macroalgas verdes (vegetativos o sexuales).

La disminución porcentual anual de nutrientes dependerá de la cobertura, ubicación y volumen de dichos cultivos con relación al área total de la bahía.

Finalmente, cabe señalar que la propuesta de policultivo o cultivo integrado como plan de prevención y remediación, considera también un complemento de actividad económica a los actuales monocultivos lo que constituiría, un estímulo adicional para su implementación.

C. Manejo y Mitigación.

Para una estrategia de control de la proliferación cuando ésta está presente, se sugiere aplicar acciones de tipo mecánico directas, las que por lo general implican un alto costo, ya sea en equipamiento o mano de obra. Entre estas acciones mecánicas, en algunos casos se busca aumentar el flujo del agua mediante acciones de dragado, ello podría aminorar la condición de estratificación de las aguas y propiciar la deriva de propágulos en la columna de agua hacia zonas desfavorables para su desarrollo (aguas marítimas).

También en alternativas de alto costo, se puede mencionar el proceso de floculación mediante el uso por ejemplo de arcillas activadas, que, si bien se utiliza para microalgas, también se sugieren como un proceso que podría ser efectivo para la decantación o sedimentación e inactivación de células reproductivas de macroalgas.

Una tercera acción de tipo mecánica directa, es autorizar y organizar campañas de limpieza y extracción comunitaria con apoyo municipal del alga, ya sea previa a su máxima expresión o en su mayor abundancia (antes de proceso de varazón), mediante uso de redes y embarcaciones de acopio, que luego son trasladadas a sitios de disposición final en tierra, en condición de residuos sólidos.

Una condicionante o estímulo en el proceso de extracción de proliferación de algas epifitas desde

el cultivo de pelillo, incluye avanzar en la búsqueda del aprovechamiento económico o agregación de valor en la extracción o limpieza de los cultivos.

Sin embargo, es preciso también establecer que cualquiera de estas propuestas de uso de especies plagas, tendrá siempre la incerteza respecto de la disponibilidad estable en volumen en el tiempo para provisión como materia prima, como una gran limitante para la ejecución y duración del proyecto.

Por lo anterior, se sugiere avanzar hacia alternativas de uso final, que requieran tratamientos pre-proceso simples y de bajo costo y en función de los componentes bioquímicos que puedan aportar dichas algas. Las propuestas de estudios y proyectos deben combinar ambos criterios para una propuesta inicial simple y de bajo costo de implementación, que, podría contemplar un subsidio a acuicultores para la extracción y limpieza durante la proliferación, esta puede significar además una fórmula productiva de mitigación por las pérdidas económicas del cultivo principal afectado.

Actualmente en distintas partes del mundo, los estudios realizados y ejecutados para generar alternativas de usos para las proliferaciones de algas verdes y varazones, entre las más conocidas y desarrolladas se pueden mencionar la elaboración de bio-estimulantes y el compostaje para mejorar cultivos y suelos.

Bio-estimulantes: para la producción de bioestimulantes para la agricultura se requiere extraer moléculas específicas desde las células del vegetal mediante métodos basados en tecnologías sofisticadas, que demandan un alto costo aun cuando sus resultados en cultivos están claramente comprobados.

Compost: corresponde a un abono natural hecho en base a residuos orgánicos, coincide en varias experiencias realizadas en el mundo, que la utilización de algas plagas y varazones para elaborar compost, requiere ser complementado con otro material orgánico como podas y restos animales, para obtener un producto aceptable. Al mismo tiempo se hace hincapié en la necesidad o dificultad de una selección de calidad previa para la materia prima de algas a utilizar en cuanto a la eliminación de arenas y sales, que afectan significativamente el proceso mismo.

Como se señaló previamente, también la implementación de un programa de bio-extracción de nutrientes mediante organismos filtradores cultivados, puede además constituir otra acción de mitigación económica para los afectados por la aparición de mareas verdes epifitas sobre cultivos

de algas de importancia comercial, puesto que la bio-extracción implica la cosecha permanente y comercialización de los organismos cultivados.

En resumen, para la propuesta de manejo de las algas epífitas verdes en cultivo puede tener dos programas como: **Calidad Recurso hidrobiológico**. Si hay consenso respecto a que las biomásas de algas verdes en la columna de agua o en los cultivos de pelillo y si tienen condición de producción permanente de biomasa año a año, iniciar un camino legal que compruebe el interés económico, pudiese incorporar a dichas especies como un recurso hidrobiológico o pesquero. En este caso la extracción, comercialización y uso de las especies en los cultivos de pelillo se regirán por Ley de Pesca y Acuicultura. Esto requiere demostrar que hay un interés de uso comercial y su extracción la realizan los recolectores de orilla o pescadores que trabajan en la extracción del Pelillo. Este requisito es fundamental y crítico para este manejo definitivo.

4.3. Posibles usos comerciales de las algas verdes filamentosas analizadas, como materia prima en distintas industrias

Las algas marinas representan una materia prima de gran valor y sostenibilidad, y se encuentran disponibles en una variedad de fuentes, que incluyen praderas naturales, algas varadas, proliferaciones naturales y sistemas de cultivo acuícola (FAO, 2018). Estas algas están integradas por una diversidad de compuestos biológicamente activos, que abarcan pigmentos, ácidos grasos, polisacáridos, vitaminas, minerales y otros elementos. La composición de estos elementos puede variar significativamente según la temporada de cosecha y la ubicación geográfica de producción.

A lo largo de la historia, las algas marinas han desempeñado un papel fundamental como fuente de alimento, tanto en su forma íntegra como a través de sus ficocoloides. Además, han sido utilizadas en la industria de piensos para animales. Sin embargo, en la actualidad, la biomasa de algas se reconoce como una valiosa fuente renovable de materia prima con una amplia gama de aplicaciones. Estas aplicaciones abarcan sectores diversos como la agricultura, la producción de bioplásticos, la fabricación de tinturas, la industria cosmética, la farmacología, la generación de energía y la biorremediación (Holdt y Kraan, 2011).

Los resultados químicos de diversas especies de algas consideradas plagas sugieren tres posibles aplicaciones que difieren de las propuestas para las algas varadas. La diferencia clave radica en el método de recolección directa desde la columna de agua, antes de que las algas alcancen la zona

intermareal, lo que marca un cambio fundamental en las etapas posteriores a la cosecha. Estos usos incluyen su potencial aplicación en la alimentación humana, la producción de piensos para animales y la elaboración de suplementos alimenticios. Sin embargo, es esencial destacar que la gestión adecuada de este recurso, especialmente en la fase de postcosecha, será fundamental para garantizar la calidad y seguridad de los productos derivados de estas algas.

En este contexto, las algas evaluadas ofrecen un potencial versátil en la mejora de diversas propiedades en categorías de alimentos que incluyen panadería, lácteos, pescado, carne y productos a base de cereales. Además, su alto contenido en fibras sugiere la posibilidad de que actúen como prebióticos. Entre las formas de incorporarlas en la alimentación se destacan su uso en forma de algas deshidratadas y molidas, como harina, o como extractos líquidos o deshidratados que contengan uno o varios compuestos químicos, como polifenoles, polisacáridos y pigmentos (Peñalver *et al.*, 2020; Morais *et al.*, 2020).

1. Alimentación humana

La popularidad de las algas como alimento ha ido en aumento en países donde tradicionalmente no se han consumido, esto debido a la connotación de “super alimentos”, además de la demanda de alimentos saludables (Mahadevan, 2015), o productos fermentados (Uchida y Miyoshi, 2013) y otros productos novedosos suplementados con algas marinas que presentan propiedades funcionales.

Es importante destacar que la relación entre el contenido de nitrógeno (N) y potasio (K) en los alimentos es de gran relevancia nutricional, ya que valores elevados se han asociado con un mayor riesgo de hipertensión. Por esta razón, se recomienda el consumo de productos alimenticios con una relación N/K cercana a 1,0 o inferior (Circuncisao *et al.*, 2018). En el contexto de este estudio, se observa que todas las especies de algas analizadas presentan una relación N/K por debajo de 1,0, lo que las convierte en una opción nutricionalmente favorable. Además, estas algas son ricas en magnesio, un mineral que desempeña un papel esencial en la salud cardiovascular y en la prevención de ciertos trastornos metabólicos (Circuncisao *et al.*, 2018).

En cuanto a los resultados relacionados con el contenido de fibra soluble e insoluble, con una proporción FDI/FDS=2 que demuestra ser adecuada para su posible utilización, como por ejemplo en la producción de harina en la industria alimentaria, es fundamental destacar que una alta concentración de fibra dietética se ha asociado con la reducción del índice glucémico de los

alimentos y la disminución de los niveles de colesterol en la sangre (Shannon y Abu-Ghannam, 2019). Los resultados de este estudio muestran que, en promedio, la proporción FDI/FDS es de 1,75 para las algas submareales, lo que demuestra una proporción adecuada para su posible utilización, por ejemplo, como harina en la industria alimentaria.

Además, se ha constatado que algunas fibras derivadas de las algas pueden actuar como prebióticos, ya que son fermentadas por las bacterias intestinales, ofreciendo beneficios para la salud tanto en seres humanos como en animales (Cherry *et al.*, 2019). Estos hallazgos resaltan la versatilidad y el inmenso potencial nutricional que ofrecen las algas en diversas aplicaciones alimentarias y de salud.

En la actualidad, el mercado ofrece diversas alternativas para el uso de *Ulva* spp. y otras algas como alimentos, con un enfoque destacado en el mercado de alimentos veganos. Estas opciones incluyen productos como harina de algas, aperitivos con algas, sal de mar con algas, chocolates y más. Es importante destacar que, en cada una de estas formulaciones, el contenido de algas generalmente no supera el 10% del producto total, lo que varía según la apariencia, textura y aceptabilidad del producto final (Peñalver *et al.*, 2020).

Una empresa destacada en este campo es Algamar, una de las primeras empresas españolas especializadas en la producción de algas marinas deshidratadas para la alimentación humana. Sus algas están certificadas como alimentos ecológicos según la Autoridad de Control y Normativa Europea (Reglamento CE N° 710/2009). Algamar se distingue por su enfoque en la recolección artesanal de algas y el proceso de secado a baja temperatura, que preserva al máximo su sabor y valor nutricional.

En Chile, también existen empresas que comercializan algas como alimentos, centrándose en elementos nutritivos a base de cochayuyo (*Durvillaea incurvata*) y luche (*Pyropia* spp). Estos productos se ofrecen en formas como harina, tallarines, salsas y suplementos alimenticios.

A continuación, se presenta una selección de productos elaborados con algas verdes, principalmente *Ulva* spp., que son distribuidos por Algamar y están disponibles para su adquisición en su sitio web: <https://algamar.com/>. Los otros formatos mencionados en este estudio pueden ser adquiridos a través de Amazon.com (Figura 2.14). En cuanto a *Chaetomorpha* spp., no se encontraron productos basados en esta alga en al menos Latinoamérica y Europa. No obstante, es relevante mencionar que en Corea del Sur existe una empresa que fabrica láminas tipo “nori”

utilizando este tipo de algas, las cuales se comercializan bajo el nombre de "roasted seaweed snack" (Figura 2.15).



Figura 2.14. Alternativas de uso de algas verdes del género *Ulva* spp., comercializada como lechuguilla de mar para alimentación humana. **A.** Hojuelas de alga; **B.** Aperitivos; **C.** Lechuguilla de mar deshidratada y molida tipo sal de mar; **D.** Chocolate de *Ulva* y menta; **E.** Láminas de Nori y **F.** Chocolate en base a harina de trigo, aceite y semillas de girasol, aceite de oliva y lechuga de mar (*Ulva* spp).



Figura 2.15. Proceso productivo de láminas tipo nori, "Roasted seaweed snack", en base a *Chaetomorpha* spp. realizado por empresa coreana. (Proceso de producción: <https://www.youtube.com/watch?v=6Ed02FYy8hl>).

2. Piensos para animales

El consumo de algas ofrece numerosos beneficios para los animales debido a su riqueza en minerales, oligoelementos, fibras insolubles y solubles, así como vitaminas esenciales para su crecimiento (Kraan y Guiry, 2006). En un estudio realizado por Ferrero *et al.* (2015), se investigó el uso de macroalgas y desechos de algas marinas en la alimentación animal. Los resultados revelaron una serie de ventajas, como un aumento significativo en el contenido de yodo en los huevos de aves, un incremento en la producción de leche en vacas lecheras, y en ovejas, el consumo de algas permitió mantener el peso de los individuos durante la temporada de invierno, lo que resultó en un aumento en el peso de los corderos nacidos y una mayor producción de lana (Holdt y Kraan, 2011). Estos hallazgos resaltan el considerable potencial de las algas como una valiosa fuente de nutrientes en la dieta de los animales, con impactos positivos en la salud y el rendimiento de diversas especies.

Otros estudios señalan que la utilización de fermentados de *Undaria pinnatifida* y *Hiziki fusiformis* en la alimentación de aves, generó una ganancia del peso corporal y una mayor respuesta inmune por parte de los pollos que recibieron la dieta de algas fermentadas, mientras que la tasa de mortalidad fue menor en comparación al grupo control (Choi et al., 2014). Por otra parte, Abbaspour *et al.* (2015) demostraron un aumento de la producción y la calidad del huevo (aumento de la producción de folículos, colesterol reducido y triglicéridos aumentados), con el uso de residuos de algas rojas como suplemento alimenticio en la dieta de aves. Además, se confirmó la eficiencia productiva de los patos, bajando el contenido de grasa y elevando los antioxidantes en la carne cuando recibieron como suplemento alimenticio entre un 12 y 15% de *Gracilaria* sp.

Se han utilizado diferentes especies de *Ulva* como ingredientes en piensos para acuicultura con resultados variables. Por ejemplo, resultados positivos se han obtenido en el crecimiento y contenido de grasa intraperitoneal de besugo rojo (*Pagrus major*) al emplear piensos que incluían *Ulva pertusa* (Mustafa *et al.*, 1995). En la misma línea, mújoles (*Mugil cephalus*) alimentados con piensos en los que se incluyó un 20 % de *Ulva lactuca* presentaron un buen crecimiento, así como firmeza y calidad muscular (Wassef *et al.*, 2001). También se ha demostrado la posibilidad de incluir hasta un 10 % de *Ulva rígida* en piensos para lubina (*Dicentrarchus labrax*), sin efectos negativos sobre el crecimiento (Valente *et al.*, 2006). Otros estudios señalan la mezcla de *Chaetomorpha linum* con *S. spallanzanii* (10 % de poliquetos y 5 % de algas) para la formulación de un alimento para juveniles de lubina de cultivo, observando varios beneficios desde el punto de vista nutricional

(Stabili *et al.*, 2019). Por otra parte, el extracto lipídico (ácido linoleico cerca del 38% en el alga) de *C. linum* ha presentado tener una actividad antibacteriana frente a *Vibrio ordalii* y *V. vulnificus*, lo que podría utilizarse como aditivos alimentarios en pienso de acuicultura para combatir enfermedades (Stabili *et al.*, 2019).

Además de ser fuente de nutrientes, se ha demostrado que las especies del género *Ulva* contienen compuestos con capacidad activadora del sistema inmunológico y el metabolismo oxidativo. Concretamente el ulvano, presente como fibra soluble de las algas verdes, parece activar diversas rutas de señalización y de modulación del sistema inmunitario en el lenguado senegalés *Solea senegalensis*, (Ponce *et al.*, 2020) y extractos del alga completa mostraron activación de la actividad inmunitaria y de la respuesta antioxidante en lubina (Peixoto *et al.*, 2016).

El uso de algas marinas como suplementos alimenticios para piensos animales terrestres y acuáticos podría eventualmente disminuir la ingesta de harinas y aceites de pescados, o la posibilidad de sustituir dichos ingredientes en los piensos de acuicultura, al menos parcialmente, por otros con un valor nutritivo equivalente, lo que podría conllevar además de beneficios ambientales, una reducción en los costes de producción (Tacon y Metian, 2008; Hardy, 2010)

En la figura 2.16, se presentan algunos ejemplos de piensos y suplementos en base a algas marinas para animales, que actualmente son comercializados.



Figura 2.16. Piensos y suplementos alimenticios en base a algas para mamíferos terrestres.

3. Suplementos alimenticios

Considerando las diversas propiedades de las moléculas presentes en las algas marinas, se ha propuesto su uso como suplemento alimenticio. Los suplementos alimenticios tienen la capacidad de aportar valor en una amplia variedad de aplicaciones en la industria alimentaria y nutracéutica. En la actualidad, en el mercado se encuentran disponibles suplementos basados en algas que proporcionan minerales como yodo y calcio, así como otros formatos de algas en polvo que son utilizados en la cocina, además de cápsulas de algas marinas con un alto contenido de minerales marinos y fibra (Figura 2.16). Estos productos son comercializados por diversas marcas, como Aquimin®, Amarea, y Ortomolecularchile, entre otras. Entre sus características destacadas se incluye su capacidad para mejorar el rendimiento atlético de forma natural, estimular el sistema inmunológico, reducir la inflamación, aliviar el colon irritable, aliviar molestias y dolores articulares, proporcionar una poderosa dosis de antioxidantes, actuar como desintoxicantes, mejorar el metabolismo y la salud hepática, promover la salud cardiovascular, ayudar a controlar la presión arterial y servir como una valiosa fuente de proteínas, especialmente para aquellos que siguen una alimentación vegana.



Figura 2.16. Suplementos alimenticios en base a algas marinas, que actualmente se comercializan en el mercado de productos naturales y veganos.

4.4 Proponer usos alternativos y acciones necesarias para lograr la reutilización de la biomasa de las varazones

En función de los resultados químicos detallados en el capítulo 2, se proponen tres usos para la biomasa de algas varadas, las que se detallan a continuación:

1. Fertilizantes y bioestimulantes agrícolas

Las algas se han utilizado tradicionalmente como fertilizantes para distintos tipos de cultivos, debido a los minerales y otros elementos trazas que presentan. Por otra parte, el alto contenido de fibra (polisacáridos) ayuda en la retención de humedad, lo que las convierte en un excelente acondicionador de suelos. Los extractos de algas marinas en forma líquida son frecuentemente utilizados como fertilizantes y estimulantes del crecimiento vegetal (Mahadevan, 2015; Nabti *et al.*, 2017). Se han propuesto varias formas para su aplicación como fertilizantes y biostimulantes, a través de polvo, microencapsulación, pulverización foliar o por riego directo al suelo o compost (Figura 4.5).

Un fertilizante líquido de uso frecuente es generado a través del prensado mecánico en fresco de las algas marinas, luego de un lavado con agua dulce. Este extracto de algas contiene macro y micronutrientes, aminoácidos, vitaminas, y sustancias promotoras del crecimiento (Prasad *et al.*, 2010), los que pueden complementarse con otros compuestos para la generación de productos orgánicos. La aplicación de este tipo de productos aporta en la disminución de la huella de carbono y fósforo de los fertilizantes químicos. En términos generales, los fertilizantes de algas marinas mejoran las características morfológicas de la planta, así como sus rendimientos y calidad. Además, actúan como bioestimulantes y biofungicidas, como se menciona en el estudio de Sarkar *et al.*, (2018).

Los desechos de algas también se han utilizado para el cultivo de hongos (Zhang *et al.*, 2013). Por otra parte, el compostaje de algas marinas provenientes de los procesos de eutroficación también genera un poderoso fertilizante que mejora el crecimiento de las plantas y mejora el rendimiento de cultivos (Michalak *et al.*, 2017). Un ejemplo concreto se refiere al compostaje de varazones de *Sargassum natans*, que se mezclaron con otros restos orgánicos y astillas de madera local, según lo investigado por Sembera *et al.* (2018). También se ha utilizado *Ulva pinnatifida*, compostada mediante la inoculación con *Bacillus* sp., *Gracilibacillus* sp. o *Halomonas* sp., como un fertilizante

seguro, tal como se describe en el estudio de Tang *et al.* (2009).

Asimismo, se ha realizado compostaje de algas en conjunto con residuos de pesca y corteza de pino en una proporción de 1:1:3, y este producto se puede emplear como enmienda orgánica o sustrato de crecimiento en la agricultura ecológica debido a sus propiedades fisicoquímicas, según la investigación de Illera-Vives *et al.* (2013).

La incorporación de productos basados en algas en los suelos también mejora varias propiedades, como la hidrología, la capacidad de retención de agua, la conductividad, la porosidad del aire y la humectabilidad. Esto se logra al reducir la hidrofobicidad y disminuir el ángulo de contacto, especialmente cuando se combina con cáscaras de avellana en el compost, como se destaca en el estudio de Ozdemir *et al.* (2015).



Figura 4.5. Fertilizantes y bioestimulantes en formato líquido y polvo en base a algas marinas.

2. Productos para mascotas

Las varazones de algas marinas pueden ser utilizadas en la creación de productos destinados al bienestar de las mascotas. En el mercado, encontramos ejemplos como "PlaqueOff", un polvo removedor de sarro para perros y gatos que se basa en una fórmula patentada a partir de algas. Este producto ha demostrado reducir la acumulación de placa bacteriana, prevenir la formación de sarro y mejorar el aliento (Figura 4.6).

Además, la empresa Laqu (<https://www.laqu.cl/>) ofrece arenas sanitarias de Algas Eco-Litter Special, que son 100% naturales, de origen vegetal y completamente biodegradables. Estas arenas son

adecuadas tanto para gatos adultos como para gatitos. Están compuestas por algas granuladas, lo que garantiza una rápida absorción de líquidos y una eficaz eliminación del olor, proporcionando un rendimiento duradero. Es importante destacar que las algas naturalmente contienen entre un 2% y un 4% de cloruro de sodio, lo que contribuye al control de la proliferación de microorganismos, sin necesidad de añadir aditivos químicos.



Figura 4.6. Productos desarrollados en base a algas marinas para mascotas. Removedor de sarro PlaqueOff y arena sanitaria para gatos Seaweed Eco-Litter.

3. Biomateriales

Los biomateriales basados en algas aprovechan las propiedades únicas y la sostenibilidad de estos recursos marinos. Por ejemplo, *Ulva* spp., que contiene una gran cantidad de celulosa y un bajo porcentaje de compuestos similares a la lignina, se utiliza para sustituir parcialmente la pulpa de madera en la producción de papel, según lo descrito en el estudio de Moral *et al.* (2019), que combinaron *Ulva* spp. con fibras kraft de madera blanda convencionales.

En el campo de la construcción, los subproductos del alga roja *Hydropuntia cornea*, posterior a la extracción de agar, se han investigado como un relleno eficiente y económico en la matriz de poli (ácido láctico). (Madera Santana *et al.*, 2015). Otros residuos de algas, como los generados en la acuicultura de *K. alvarezii* y *G. verrucosa*, se convierten en valiosas fibras después de un simple proceso de postcosecha. Estas fibras se mezclan con adhesivo epoxi y aserrín para fabricar tableros de densidad media, como se explica en el estudio de Alamsjah *et al.* (2017). Asimismo, se ha explorado la utilización *Posidonia oceanica* que varan en diferentes sectores, como relleno de partículas en plásticos reforzados con fibras naturales, en combinación con un polietileno de base biológica obtenido de la caña de azúcar como matriz. Estos materiales compuestos de base biológica

presentan un rendimiento mecánico destacado y una estabilidad adecuada para aplicaciones al aire libre, como se investigó en el estudio realizado por Ferrero *et al.* (2013).

Además, la producción de biofilms biodegradables a partir de subproductos agroindustriales renovables y residuos marinos, incluidas las algas, satisface la creciente demanda de películas de base biológica en la industria del embalaje. Los polisacáridos estructurales de algas marinas, como los alginatos, carragenanos, agaranos y ulvanos, se destacan por su biocompatibilidad, disponibilidad, capacidad de gelificación y eficiencia en la encapsulación, como han señalado investigaciones anteriores (Khalil *et al.*, 2017; Leceta *et al.*, 2014). Estos biomateriales aprovechan lo que solía considerarse productos de desecho, agregando valor en diversos sectores.

A continuación, se presentan algunos de los biomateriales que se han desarrollado en base a algas marinas, tales como: eco envases a partir de biomasa de algas varadas, proyecto FIC desarrollada por la Universidad de Antofagasta (Figura 4.7 A). De manera similar, la empresa chilena Tayu confecciona platos y envases utilizando como materia prima cochayuyo (Figura 4.7 B), envases y otros biomateriales comercializados por la empresa inglesa NOT PLA (Figura 4.7 C), paneles de madera y algas marinas “Sea Wood” (Figura 4.7 D).



Figura 4.7. Biomateriales en base a algas marinas. **A.** eco envases utilizando varazones de algas; **B.** platos de cochayuyo; **C.** envases de papel de algas y otros eco envases; **D.** paneles de madera y algas marinas Sea Wood

4.5. Realizar acciones de difusión y capacitación de las medidas de manejo para mitigar los efectos de las varazones.

Se elaboraron 2 infomurales con información de relevante del proyecto, se adjuntan en el Anexo 7.

Se produjeron 2 PODCAST como propuesta para la validación de la contraparte técnica disponibles en el siguiente enlace

<https://www.dropbox.com/scl/fo/w6ys8gc750tlruv19l4sk/h?rlkey=hpgiw65nok7cl07qt61ylalec&dl=0>

PODCAST 1

1. ¿Qué es una proliferación y qué factores influyen en su propagación?
2. ¿Cómo son las especies que causan la varazón y cómo reconocerlas?

PODCAST 2

1. ¿Qué es y cómo se debe proceder cuando se inicia una proliferación?
2. ¿Cómo se puede hacer la vigilancia y control de una especie epifita/plaga?
3. ¿Cómo reconocer y denunciar la presencia de ejemplares de la especie epifita/plaga?

Los guiones de los podcasts se incluyen en Anexo 8.

Se creó un medio de comunicación para hacer denuncias y/o alertar sobre la presencia de la especie que causa proliferaciones. Este consiste en un WhatsApp masivo de nombre Mareas Verdes para denunciar mediante un mensaje breve y fotografías la detección de la especie invasiva con puntos referenciados mediante el uso del teléfono. Para ello se incluyó un grupo de dirigentes representantes de los usuarios del borde costero pescadores (as), cultivadores (as) y recolectores (as), mediante un enlace. A futuro se pueden incorporar nuevos participantes para disminuir el daño que causan las proliferaciones de algas verdes y varazones en los cultivos de pelillo.

Se elaboraron 2 cápsulas de audio (pod cast) para difundir conceptos sobre las especies que producen varazones en las radioemisoras locales. Los conceptos para abordar con el slogan

“Aprendamos sobre las varazones” son:

Se incluyen los textos de los temas abordados y enlaces para archivos MP3.

Reuniones y talleres

Taller teórico práctico:

RECONOCIMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE ALGAS VERDES CAUSANTES DE PLAGAS TIPO *RHIZOCLONIUM* EN CULTIVOS DE PELILLO EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

Fecha: 12 de agosto

Lugar: Instituto de Ciencia y Tecnología, Universidad Arturo Prat, Ejercito 443, Puerto Montt

Expositoras: Gesica Aroca & Marcela Avila

Duración: 3 horas

Asistentes: 20 funcionarios públicos de distintas reparticiones de la región de Los Lagos, se adjuntan listas de asistencia

UNAP
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEL ESTADO DE CHILE

FIPA
Fondo de Investigación
Pesquera y de Acuicultura
SUBPESCA

Taller teórico-práctico:
Reconocimiento e identificación de las especies de algas verdes causantes de plaga tipo *Rhizoclonium*, en cultivos de pelillo en la Región de Los Lagos

En base a antecedentes del proyecto FIPA N° 2017-10: Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de *Rhizoclonium* spp. y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la Región de Los Lagos

Gesica Aroca & Marcela Ávila

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ICYT
PUERTO MONTT

Taller virtual:

“Caracterización bioquímica y nutricional de algas verdes filamentosas y usos alternativos como una oportunidad productiva en la región de Los Lagos “

Inicio: 10:06 am- 13:00 pm

Fecha: 6 de octubre 2023.

Participantes:

1. Paulina Vera (SUBPESCA-Valparaíso)	2. Andrea Zuñiga (DZN-Subpesca Puerto Montt)	3. Andrea Rivera
4. Carolina Sotomayor Ifop	5. Nelson León	6. Loreto Gaviño (Subpesca)
7. Francisco Santibañez	8. Ignacio Espinoza	9. ROD ¿??
10. Paola Chandía – UCN	11. Constanza De Zarate -UNAP	12. Ricardo Riquelme-UNAP
13. Marcela Avila- UNAP	14. Julián Cáceres – UNAP	15. Juan Gutiérrez – UNAP
16. Paula Needham- UCN	17. Raúl Riquelme- Municipalidad de Ancud	18. Gesica Aroca- UNAP
19. Allison Astuya- LBTx- UDEC	20. Felipe Pérez- FARTUM	21. Francisco Santibañez
22. Johanna Ojeda- IFOP	23. Alejandro Barrientos- SUBPESCA	22. Andrea Vera
24. Nelson León (Algas Marinas)	25. Carolina Sotomayor (IFOP)	

Se realiza taller con el objetivo de exponer sobre los posibles usos de las algas plaga. Durante la jornada se exponen los resultados del proyecto, sobre identificación de especies; abundancia de las especies en las localidades de estudio; frecuencia de proliferaciones; componentes nutricionales de las algas plaga y sobre los posibles usos.

Participaron 23 personas

Se incluye el programa del Taller:



Taller virtual

Caracterización bioquímica y nutricional de algas verdes filamentosas y usos alternativos como una oportunidad productiva en la región de Los Lagos

Objetivo

- Buscar potenciales usos productivos en base a la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas que proliferan en el sector de Maullín, Pudeto y San Pedro Nolasco en la Región de los Lagos.
- Reducir los altos volúmenes de biomasa de algas verdes filamentosas que varan en las playas, para evitar problemas con otras actividades productivas en el borde costero.

Bienvenida

Se da la bienvenida a participar en este Taller virtual, en el marco del proyecto FIPA 2021-38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECON N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos.

VIERNES 6 DE OCTUBRE DE 2023

Exposiciones

10:00-10:10. Contexto y problemática de las algas verdes en cultivos de pelillo (FIPA 2021-38).

Expone M.Sc. Marcela Ávila, Jefa de proyecto, ICYT - UNAP, Puerto Montt.

10:10-10:25. Resultados de los análisis del alga plaga de las localidades del Rio Pudeto y Rio Maullín y posibles usos para agregación de valor.

Expone Bióloga Marina Paula Needham, Laboratorio Moléculas Bioactivas – UCN, Coquimbo.

10:25– 10:35. Ronda de preguntas.

10:35-10:50. Un caso de biodesinfectante basado en compuestos bioactivos de algas verdes y otros usos y aplicaciones.

Expone Dra. Allison Astuya, Directora Laboratorio biotoxinas LBTx- UDEC, Concepción.

10:50- 11:05. Mareas Verdes en cultivo del Pelillo: Frecuencia y localización.

Expone M.Sc. Ricardo Riquelme ICYT - UNAP, Puerto Montt.

Discusión y Cierre

11:05-11:55. Preguntas abiertas y experiencias.

12:00. Cierre.

3. REFERENCIAS

- Al-Bader DA, Al-Hasan RH, Varrier T, Elkhraij F. 2017. GENBANK Direct Submission. Biology, Kuwait University, Faculty of Science -Khaldiyah BLK # 3, Kuwait, Kuwait 13060safat, Kuwait
- AOAC, Asociación de colaboración analítica oficial internacional. “Métodos Oficiales de Analisis. ([https:// www.aoac.org/about-aoac-international/](https://www.aoac.org/about-aoac-international/)).
- Aroca G.E., M.E. Ramírez, H. Robotham, M.Ávila. 2020. Morphological and reproductive studies on the green filamentous pest Rhizoclonium-like, affecting *Gracilaria chilensis* commercial farms in southern Chile”. Aquatic botany. Volume 167, 103291, ISSN 0304-3770.
- Ávila M, Aroca G, Rodríguez D, Riquelme D, Piel MI, De Zarate C. 2019. Manual de Buenas Prácticas para el cultivo del Pelillo (*Gracilaria chilensis*). Serie programa educativo para la Pesca Artesanal. VI. Manual de buenas prácticas para el pelillo. 48 pp. ISBN 978-956-302-112-7.
- Bakker FT, Olsen JL, Stam WT, Van Den Hoek C (1994) The Cladophora complex (Chlorophyta): new views based on 185 rRNA gene sequences. Molecular phylogenetics and evolution 3: 365-382
- Berezina, N., Tsipenkina, I.G., Pankova, E.S., Gubelit, J.I., 2007. Dynamics of invertebrate communities in stony littoral of the Neva Estuary (Baltic Sea) under macroalgal blooms. Transitional Water Bulletin 1, 49–60.
- Berglund, J., Mattila, J., Rönnerberg, O., Heikkilä, J., Bonsdorff, E., 2003. Seasonal and inter-annual variation in occurrence and biomass of rooted macrophytes and drift algae in shallow bays. Estuarine, Coastal and Shelf Science 56, 1167–1175.
- Bermejo R., Golden N., Schrofner E., Knöller K., Fenton O., Serrão E. & L. Morrison. 2022. Biomass and nutrient dynamics of major green tides in Ireland: Implications for biomonitoring, Marine Pollution Bulletin, Volume 175. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113318>.
- Biancarosa, I., Belghit, I., Bruckner, C. G., Liland, N. S., Waagbø, R., Amlund, H., ... Lock, E. (2017). Chemical characterization of 21 species of marine macroalgae common in Norwegian waters: Benefits of and limitations to their potential use in food and feed. Journal of the Science of Food and Agriculture, 98(5), 2035–2042.
- Bischof K., R. Rautenberger, L. Brey, J. L. Pérez-Llorén. 2006. Physiological acclimation to gradients of solar irradiance within mats of the filamentous green macroalga *Chaetomorpha linum* from southern Spain. Marine Ecology Progress Series Vol. 306: 165–175
- Blomster J, Maggs CA, Stanhope MJ (1998) Molecular and morphological analysis of *Enteromorpha intestinalis* and *E. compressa* (Chlorophyta) in the British Isles. Journal of phycology 34: 319-340
- Boedeker C, Leliaert F, Zuccarello GC (2016) Boedeker, C., Leliaert, F., & Zuccarello, G. C. (2016). Molecular phylogeny of the Cladophoraceae (Cladophorales, Ulvophyceae), with the resurrection of *Acrocladus nägeli* and *Willeella borgesensis*, and the description of *Lurbica* gen. nov. and *Pseudorhizoclonium* gen. nov. Journal of Phycology 52: 905-928 doi 10.1111/jpy.12457

- Buschmann, A.H. & P. Gómez. 1993. Interaction mechanisms between *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) and epiphytes. *Hydrobiologia*, 260/261: 345-351
- Buschmann, A.H., Retamales, C.A. & Figueroa, C. 1997. Ceramialean epiphytism in an intertidal *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta) bed in southern Chile. *Journal of Applied Phycology* 9, 129–135. <https://doi.org/10.1023/A:1007971615801>.
- Byeon SY, Oh HJ, Kim S, Yun SH, Kang JH, Park SR & HJ Lee. 2019. The origin and population genetic structure of the “golden tide” seaweeds, *Sargassum horneri*, in Korean water. *Scientific reports*, 9: 1-13.
- Cade-idepe. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, Cuenca del río Maullín. 77 pp
- CAI, W., X. Hu. W. Huang, M. Murrel, J. Lether, S. Lohrez, W. Cho, W. Zhai, J. Hollibaugh, Y. Wang, P. Zhao, X. Gou, K. Gundersen, M. Dai y G. Goung. 2011. Acidification of subsurface coastal waters enhanced by eutrophication. *Nature Geoscience* 4:766–770
- Camus, Patricio A. 2001. Biogeografía marina de Chile continental. *Revista chilena de historia natural*, 74(3), 587-617. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2001000300008>
- Candia A, Nuñez M, Galleguillos F, Aroca G, Israel A. 2006. Manual: Avances en el mejoramiento productivo del cultivo del “pelillo”. En: Proyecto DFI_CORFO 01CR3PT-13. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Oceanográfica Haifa Israel. 26 pp.
- Cao Y., Y. Wu, Z. Fang, X. Cui, J. Liang & X. Song. 2019. Spatiotemporal Patterns and Morphological Characteristics of *Ulva prolifera* Distribution in the Yellow Sea, China in 2016–2018. National Marine Data and Information Service, Tianjin 300171, China.
- Carothers, S.W. 1977. Importance, preservation, and management of riparian habitats: an overview, pp: 2-4. En: Jonson, R.R. & D.H. Jones (eds.) Importance, Preservation, and Management of Riparian Habitats: a Symposium. USDA Forest Service General Technical Report RM-43. US Government Print Office, Washington, DC.
- Cecere, E.; Acquaviva, M.; Belmonte, M.; Biandolino, F.; Cavallo, R.A.; Lo Noce, R.; Narracci, M.; Petrocelli, A.; Ricci, P.; Stabili, L.; et al (2010) Seaweeds and aquaculture: An indispensable alliance for the integrated management of coastal zone. *Biol. Mar. Mediterr.* 17, 138–141.
- Chan PT, Matanjun P (2017) Chemical composition and physicochemical properties of tropical seaweed, *Gracilaria changii*. *Food Chem* 221: 302–310
- Charlier R.H, P. Morand, C. W. Finkl & A. Thys. 2006. "Green tides on the Brittany coasts," 2006 IEEE US/EU Baltic International Symposium, pp. 1-13, doi: 10.1109/BALTIC.2006.7266128.
- Charlier R.H., Morand P. & C.W. Finkl. 2008. How Brittany and Florida coasts cope with green tides, *International Journal of Environmental Studies*, 65:2, 191-208, DOI: 10.1080/00207230701791448.
- Chen Z, Zou X, Meng T, Zhu J, Bao S (2020) GENBANK Direct Submission. Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology, 4th Xueyuan Road, Haikou, Hainan 571101, China

- Cherry, P., Yadav, S., Strain, C. R., Allsopp, P. J., McSorley, E. M., Ross, R. P., & Stanton, C. (2019). Prebiotic from seaweeds: An ocean of opportunity? *Marine Drugs*, 17(6), 327. <https://doi.org/10.3390/md17060327>
- Choi S.K., Oh H.J., Yun S.H., Lee H.J., Lee K., Han Y.S., Kim S. & S.R. Park. 2020. Population Dynamics of the 'Golden Tides' Seaweed, *Sargassum horneri*, on the Southwestern Coast of Korea: The Extent and Formation of Golden Tides. *Sustainability*, 1-15; doi:10.3390/su12072903.
- Circuncisao, ~ A. R., Catarino, M. D., Cardoso, S. M., & Silva, A. M. (2018). Minerals from macroalgae origin: Health benefits and risk for consumers. *Marine Drugs*, 16(11), 400. <https://doi.org/10.3390/md16110400>
- Cloern, J.E., 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series* 210, 223–253
- Colombo, M.L.; Risè, P.; Giavarini, F.; De Angelis, L.; Galli, C.; Bolis, C.L. (2006) Marine macroalgae as sources of polyunsaturated fatty acids. *Plant Food Hum. Nutr.* 61, 67–72
- Cooke J., Lanfear R., Downing A., Gillings M. R., Poore A.G.B., Goodwin I.D., Waldron L. S., Phillips A., Metti Y. & M. W. Bulbert. 2015. The unusual occurrence of green algal balls of *Chaetomorpha linum* on a beach in Sydney, Australia. *Botanica Marina*; 58(5): 401–407.
- Curiel D, Rismondo A, Bellemo G, Marzochi M (2004) Macroalgal biomass and species variations in the Lagoon of Venice (Northern Adriatic Sea, Italy): 1981–1998. *Scientia Marina* 68: 57–67
- Díaz, O., Tapia, Y., Muñoz, ~ O., Montoro, R., Velez, D., & Almela, C. (2012). Total and inorganic arsenic concentrations on different species of economically important algae harvested from coastal zones of Chile. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 744–749.
- Dixit DC, Balar NB, Trivedi MH, Suthar P, Reddy C, Gadhavi DK (2020) GENBANK Direct Submission. Earth and Environmental Science, Krantiguru Shyamji Krishna Verma (KSKV) Kachchh University, Nr Changleshwar Mahadev Temple, Mundra Road, Bhuj, Gujarat 370001, India
- Dodds WK (1991) Factors associated with dominance of the filamentous green alga *Cladophora glomerata*. *Water Research* 25: 1325–1332, [http://dx.doi.org/10.1016/0043-1354\(91\)90110-C](http://dx.doi.org/10.1016/0043-1354(91)90110-C).
- Du G, Wu F, Mao Y, Guo S, Xue H, Bi G (2014) DNA barcoding assessment of green macroalgae in coastal zone around Qingdao, China. *Journal of Ocean University of China* 13: 97-103
- Duan WJ, Guo LX, Sun D, Zhu SF, Chen XF, Zhu WR, Xu T, Chen CF (2012) Morphological and molecular characterization of free-floating and attached green macroalgae *Ulva* spp. in the Yellow Sea of China. *Journal of Applied Phycology* 24: 97-108 doi 10.1007/s10811-011-9654-7
- Dubber D & T. Harder. 2008. Extracts of *Ceramium rubrum*, *Mastocarpus stellatus* and *Laminaria digitata* inhibit growth of marine and fish pathogenic bacteria at ecologically realistic concentrations. *Aquaculture* 274: 196-200.
- Dubrasquet H, Garrido I, Bruning P, Reyes J, Guillemin M-L (2021) Building-up knowledge on green marine macroalgae diversity in the Western Antarctic Peninsula: data from two molecular markers reveals numerous species with amphipolar distribution. *Cryptogamie, Algologie* 42: 21-37

- Eismanna. A, Perpetuo. R, Ferreira. A, Negrão. D, (2020). Review article *Ulva spp.* carotenoids: Responses to environmental conditions. *Algal Research* volume 48.
- Elliott, M., de Jonge, V.N., 2002. The management of nutrients and potential eutrophication in estuaries and other restricted water bodies. *Hydrobiologia*, 513–524
- Eriksson B.K. & Johansson G. 2005. Effects of sedimentation on macroalgae: species specific responses are related to reproductive traits. *Oecologia*, 143:438–448.
- Farasat M, Khavari-Nejad RA, Bagher-Nabavi SM, Namjooyan F (2014) Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents of some edible green seaweeds from northern coasts of the Persian Gulf. *Iran J Pharm Res* 13:163–170
- Flindt MR, Kamp-Nielsen L, Marques JC, Pardal MA, Bocci M, Bendoricchio G, Salomonsen J, Nielsen SN, Jørgensen SE(1997) Description of three shallow estuaries: Mondego River (Portugal), Roskilde Fjord (Denmark) and the Lagoon of Venice (Italy). *Ecological Modelling* 102: 17–31,
- Fort A., Mannion C., Fariñas-Franco J.M., Sulpice R. 2020. Green tides select for fast expanding *Ulva* strains. *Sci Total Environ.* Jan 1;698:134337. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134337. Epub 2019 Sep 6. PMID: 31518784.
- Freile-Peigrín F, Robledo D. 2017. Bioactive Phenolic Compounds from Algae. Chapter 6. Bioactive Compounds from Marine Foods: Plant and Animal Sources.
- Gao G., Beardall J., Bao M., Wang C., Ren W., & J. Xu. 2018. Ocean acidification and nutrient limitation synergistically reduce growth and photosynthetic performances of a green tide alga *Ulva linza*. *Biogeosciences*, 15, 3409–3420, <https://doi.org/10.5194/bg-15-3409-2018>, 2018.
- Gao G., J. Beardall, M. Bao, C. Wang, W. Ren, & J. Xu .2018. Ocean acidification and nutrient limitation synergistically reduce growth and photosynthetic performances of a green tide alga *Ulva linza*. *Biogeosciences*, 15, 3409–3420.
- Gao S., Chen X., Yi Q., Wang G., Pan G., et al. 2010. A Strategy for the Proliferation of *Ulva prolifera*, Main Causative Species of Green Tides, with Formation of Sporangia by Fragmentation. *PLoS ONE* 5(1): e8571. doi:10.1371/journal.pone.0008571.
- Gao U, Zhong Z., Zhou X & J. Xu. 2016 b Changes in morphological plasticity of *Ulva prolifera* under different environmental conditions: A laboratory experiment, *Harmful Algae*, Volume 59: 51–58, <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.09.004>.
- Gao, G., et al. 2016 a. Eutrophication and warming-driven green tides (*Ulva rigida*) are predicted to increase under future climate change scenarios, *Marine Pollution Bulletin*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.003>.
- Gao, G., Zhong, Z., Zhou, X., & Xu, J. 2016. Changes in morphological plasticity of *Ulva prolifera* under different environmental conditions: A laboratory experiment. *Harmful Algae*, 59, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.09.004>
- García-Sánchez M., Graham C., Vera E., Escalante-Mancera E., Álvarez-Filip L., van Tussenbroek, B.I., 2020. Temporal changes in the composition and biomass of beached pelagic *Sargassum* species

in the Mexican Caribbean. *Aquat. Bot.* 167, 103275.
<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2020.103275>.

-GHD. 2013. Informe para Fondo de Fomento de la Pesca Artesanal- Evaluación de problemas ambientales que afectan la producción del alga *Gracilaria chilensis* en la Región de Los Lagos, Informe Final. 190 pp

-Gladyshev, M.I., Gubelit, Y.I. Green Tides. 2019. New Consequences of the Eutrophication of Natural Waters (Invited Review). *Contemp. Probl. Ecol.* 12, 109–125.
<https://doi.org/10.1134/S1995425519020057>.

-Gravier D., Wulff A. & A. Torstensson. 2012. Monitoring of green tides on the Brittany coasts (France). Primary producers of the sea *Bio458*, pp.1-9.

-Gubelit Y.I. & N. A. Berezina. 2008. "Coastal eutrophication phenomena in the eastern Gulf of Finland," IEEE/OES US/EU-Baltic International Symposium, Tallinn, Estonia, 2008, pp. 1-4, doi: 10.1109/BALTIC.2008.4625568.

-Gubelit, Y.I. 2022. Opportunistic Macroalgae as a Component in Assessment of Eutrophication. *Diversity* 2022, 14, 1112. <https://doi.org/10.3390/d14121112>

-Guillemin M-L, González-Wevar C, Cárdenas L, Dubrasquet H, Garrido I, Montecinos A, Ocaranza-Barrera P, Flores Robles K (2020) Comparative phylogeography of Antarctic seaweeds: genetic consequences of historical climatic variations. *Antarctic Seaweeds: Diversity, Adaptation and Ecosystem Services*: 103-127

-Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 26 October 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 15 February 2023

-Hanyuda T, Wakana I, Arai S, Miyaji K, Watano Y, Ueda K (2002) Phylogenetic relationships within Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta) inferred from 18S rRNA gene sequences, with special reference to *Aegagropila linnaei*. *Journal of phycology* 38: 564-571

-Hayakawa Yi, Ogawa T, Yoshikawa S, Ohki K, Kamiya M (2012) Genetic and ecophysiological diversity of Cladophora (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. *Phycological Research* 60: 86-97

-Hayden HS, Blomster J, Maggs CA, Silva PC, Stanhope MJ, Waaland JR (2003) Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. *European journal of phycology* 38: 277-294

-Heesch S, Broom J, Neill K, Farr T, Dalen J, Nelson WA (2007) Genetic diversity and possible origins of New Zealand populations of *Ulva*. *Biosecurity New Zealand Technical Paper No: 2007/01*

-Heesch S, Sutherland JE, Ringham S, Nelson WA (2021) *Ulva* L. (Ulvales, Chlorophyta) from Manawatawhi/Three Kings Islands, New Zealand: *Ulva piritoka* Ngati Kuri, Heesch & WA Nelson, sp. nov. and records of two non-native species, *U. compressa* and *U. rigida*. *Cryptogamie Algologie* 42: 129-140 doi 10.5252/cryptogamie-algologie2021v42a9

-Henley, W.J. & K.H. Dunton (1995) A seasonal comparison of carbon, nitrogen, and pigment content in *Laminaria solidungula* and *L. saccharina* (Phaeophyta) in the Alaskan Arctic. *Journal of Phycology* 31:325-331

- Herrera, J., Morales, S y O. Cortes. 2011. Eutrofización en los ecosistemas costeros del Golfo de México: v.1. V.1. SEMARNAT-NOAA-GEF-UNIDO. México, 88 pp
- Hiraoka M, Ichihara K, Zhu W, Shimada S, Oka N, Cui J, Tsubaki S, He P (2017) Examination of species delimitation of ambiguous DNA-based Ulva (Ulvophyceae, Chlorophyta) clades by culturing and hybridisation. *Phycologia* 56: 517-532
- Hiraoka M. , Shimada S., Uenosono M. & M. Masuda. 2003. A new green-tide-forming alga, *Ulva ohnoi* Hiraoka et Shimada sp. nov. (Ulvales, Ulvophyceae) from Japan. *Phycological Research*, volume 52: 17-29.
- Hofmann LC, Nettleton JC, Neefus CD, Mathieson AC (2010) Cryptic diversity of Ulva (Ulvales, Chlorophyta) in the Great Bay Estuarine System (Atlantic USA): introduced and indigenous distromatic species. *European Journal of Phycology* 45: 230-239 doi 10.1080/09670261003746201.
- Holdt, S. L., & Kraan, S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: Functional food applications and legislation. *Journal of Applied Phycology*, 23, 543–597
- Hu, C. et al. 2010. On the recurrent *Ulva prolifera* blooms in the Yellow Sea and East China Sea. *J. Geophys. Res.* 115, C05017.
- Huang BX, Teng LH, Ding LP (2016) Morphological and molecular discrimination of green macroalgae *Chaetomorpha aerea* and *C. linum*. *Acta Oceanologica Sinica* 35: 118-123 doi 10.1007/s13131-016-0841-x
- Hwang, E. K., Lee S., & Ha D. & C. Park. 2016. Sargassum Golden Tides in the Shinan-gun and Jeju Island, Korea. *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 49. 689-693. 10.5657/KFAS.2016.0689.
- IALE Tecnología Chile Spa. 2018. Estudio del estado del arte tecnológico asociado a equipos, métodos y/o procesos para la obtención de extractos desde macroalgas.
- Ichihara K, Shimada S, Miyaji K (2013) Systematics of Rhizoclonium-like algae (Cladophorales, Chlorophyta) from Japanese brackish waters, based on molecular phylogenetic and morphological analyses. *Phycologia* 52: 398-410
- IFOP. 2014. Aparición del alga verde *Rhizoclonium* y sus efectos en la producción de Pelillo (*Gracilaria chilensis*), en el río Maullín.
- IFOP. 2014. Caracterización sanitaria de los cultivos de macroalgas y evaluación de alternativas de control de los principales agentes patógenos.
- IFOP. 2015. Estudio seguimiento desempeño Ambiental Acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento 2015. pp + anexos. Disponible en [www ifop.cl](http://www.ifop.cl)
- IFOP. 2016. Estudio seguimiento desempeño Ambiental Acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento 2017. pp + anexos. Disponible en www ifop.cl
- IFOP. 2017. Estudio seguimiento desempeño Ambiental Acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento 2018. pp + anexos. Disponible en www ifop.cl

- IFOP. 2017-2019. Estudio del desempeño ambiental de la acuicultura en Chile y su efecto en los sistemas de emplazamiento.
- IFOP. 2018. Estudio seguimiento desempeño Ambiental Acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento 2019. pp + anexos. Disponible en [www ifop.cl](http://www.ifop.cl)
- IFOP. 2019. Estudio seguimiento desempeño Ambiental Acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento 2019-2020. pp + anexos. Disponible en www ifop.cl
- IFOP. 2020. Estudio seguimiento desempeño Ambiental Acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento 2019-2020. pp + anexos. Disponible en www ifop.cl
- IFOP. 2021. Estudio seguimiento desempeño Ambiental Acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento 2019-2020. pp + anexos. Disponible en www ifop.cl
- IFOP. 2022. Estudio seguimiento desempeño Ambiental Acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento 2021-2022. pp + anexos. Disponible en www ifop.cl
- IFOP. Proyecto FDI CORFO 01CR3PT-13 “Estrategias competitivas de mejoramiento productivo del cultivo de “pelillo” (*Gracilaria chilensis*) en la X Región. Manual: Avances en el mejoramiento productivo del cultivo del “pelillo”.
- Inskeep, W.P., Bloom, P.R., (1985). Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N,Ndimetylformamide and 80% acetone. *Plant Physiol.* 77, 483–485.
- Intemit. 2015. 6to Informe Bio oceanográfico y productivo de la zona central del mar interior de Chiloe.
- Jin, S., Liu, Y., Sun, C., Wei, X., Li, H., Han, Z., 2018. A study of the environmental factors influencing the growth phases of *Ulva prolifera* in the southern Yellow Sea, China. *Mar. Pollut. Bull.* 135, 1016–1025. <https://doi.org/10.1016/j>.
- Justic, D., N. Rabalais y N. Turner. 2005. "Coupling between climate variability and coastal eutrophication, evidence and outlook for the northern Gulf of Mexico" *Journal of Sea Research.* 54: 25-35. Informe técnico D.A.C. N° 321/2020. Propuesta de renovación y ampliación del área de plagas de las algas epifitas filamentosas tipo *Rhizoclonium*. SUBPESCA.2020.
- Kang JH, Jang JE, Kim JH, Byeon SY, Kim S, Choi SK, Kang YH, Park SR, Lee HJ (2019) Species composition, diversity, and distribution of the genus *Ulva* along the coast of Jeju Island, Korea based on molecular phylogenetic analysis. *Plos One* 14 doi 10.1371/journal.pone.0219958
- Kasim M., Baludi AM, Hamsia, Sarini YA & W. Jalil. 2020. The diversity and species composition on epiphytes on *Eucheuma denticulatum* (Rhodophyceae) cultivated on horizontal net. *AACL Bioflux*, Volume 13: 2410-2420.
- Kasim M., Baludi AM, Hamsia, Sarini YA and Jalil W. 2020. The diversity and species composition on epiphytes on *Eucheuma denticulatum* (Rhodophyceae) cultivated on horizontal net. *AACL Bioflux*, 2020, Volume 13, Issue 4.
- Kawai H, Shimada S, Hanyuda T, Suzuki T (2007) Species diversity and seasonal changes of dominant *Ulva* species (*Ulvales*, *Ulvophyceae*) in Mikawa Bay, Japan, deduced from ITS2 rDNA region sequences. *Algae* 22: 221-228

- Keesing J.K., Liu D., Fearn P. & R. Garcia. 2011. Inter- and intra-annual patterns of *Ulva prolifera* green tides in the Yellow Sea during 2007–2009, their origin and relationship to the expansion of coastal seaweed aquaculture in China. *Marine Pollution Bulletin* 62: 1169–1182.
- Kiirikki M, Blomster J. 1996. Wind-induced upwelling as a possible explanation for mass occurrences of epiphytic *Ectocarpus siliculosus* (Phaeophyta) in the northern Baltic Proper. *Mar Biol* 127:353–358
- Kim K., Shin J., Kim K.Y., Ryu J. 2019. Long-Term Trend of Green and Golden Tides in the Eastern Yellow Sea. *Journal of Coastal Research* 90: 317–323.
- Kim, J.-H., Kang, E.J., Park, M.G., Lee, B.-G., Kim, K.Y., 2010. Effects of temperature and irradiance on photosynthesis and growth of a green-tide-forming species (*Ulva linza*) in the Yellow Sea. *J. Appl. Phycol.* 23, 421–422. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9590-y>.
- Kirkendale L, Saunders GW, Winberg P (2013) A molecular survey of *Ulva* (Chlorophyta) in temperate Australia reveals enhanced levels of cosmopolitanism. *Journal of phycology* 49: 69-81
- Kraemer A. R, Choudhury K. y E. Kampa, 2001. Protecting Water Resources: Pollution Prevention, Thematic Background Paper – International Conference on Freshwater Bonn 2001, Secretariat of the International Conference on Freshwater Bonn 2001 (Ed) Bonn, 2001, ([http://: www.water-2001.de](http://www.water-2001.de))
- Kraft LGK, Kraft GT, Waller RF (2010) Investigations into Southern Australian *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta) taxonomy and molecular phylogeny indicate both cosmopolitanism and endemic cryptic species. *Journal of Phycology* 46: 1257-1277 doi 10.1111/j.1529-8817.2010.00909.x
- Kuschel F.A. & A.H. Buschmann. 1991. Abundance, effects and management of epiphytism in intertidal cultures of *Gracilaria* (Rhodophyta) in southern Chile, *Aquaculture*, Volume 92: 7-19. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(91\)90004-Q](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90004-Q).
- Lauquen Mapu de Catrumán. 2017. Proyecto FIA PYT-2015-0402: Rescate patrimonial del uso del alga *Lamilla (Ulva lactuca* L.) como biofertilizante en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) mediante su validación agronómica en la comunidad indígena Lauquen Mapu de Catrumán, Chiloé.
- Leal P., J. Ojeda, C. Sotomayor and A.H. Buschmann. 2020. Physiological stress modulates epiphyte (*Rhizoclonium* sp.) -basiphyte (*Gracilaria chilense*) interaction in co-culture under different light regimes. *Journal of Applied Phycology* (2020) 32:3219–3232
- Lehvo, A., Bäck, S., 2001. Survey of macroalgal mats in the Gulf of Finland, Baltic Sea. *Aquatic Conservation – Marine and Freshwater Ecosystems* 11, 11–18.
- Leliaert F, De Clerck O, Verbruggen H, Boedeker C, Coppejans E (2007) Molecular phylogeny of the Siphonocladales (Chlorophyta : Cladophorophyceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44: 1237-1256 doi 10.1016/j.ympev.2007.04.016
- Leliaert F, Payo DA, Calumpong HP, De Clerck O (2011) *Chaetomorpha philippinensis* (Cladophorales, Chlorophyta), a new marine microfilamentous green alga from tropical waters. *Phycologia* 50: 384-391

- Leliaert F, Rousseau F, De Reviere B, Coppejans E (2003) Phylogeny of the Cladophorophyceae (Chlorophyta) inferred from partial LSU rRNA gene sequences: is the recognition of a separate order Siphonocladales justified? *European journal of phycology* 38: 233-246
- Leliaert F, Zhang X, Ye N, Malta E, Engelen AH, Mineur F, Verbruggen H, De Clerck O. 2009. Identity of the Qingdao algal bloom. *Phycol Res* 57:147–151.
- Leskinen E, Alstrom-Rapaport C, Pamilo P (2004) Phylogeographical structure, distribution and genetic variation of the green algae *Ulva intestinalis* and *U. compressa* (Chlorophyta) in the Baltic Sea area. *Molecular Ecology* 13: 2257-2265 doi 10.1111/j.1365-294X.2004.02219.x
- Li H., Zhang Y., Tang H., Shi X., Rivkin R.B. & L. Legendre. 2017. Spatiotemporal variations of inorganic nutrients along the Jiangsu coast, China, and the occurrence of macroalgal blooms (green tides) in the southern Yellow Sea. *Harmful Algae* 63 (2017) 164–172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hal.2017.02.006>.
- Li H., Zhang Y., Han X. et al. 2016. Growth responses of *Ulva prolifera* to inorganic and organic nutrients: Implications for macroalgal blooms in the southern Yellow Sea, China. *Sci Rep* 6, 26498. <https://doi.org/10.1038/srep26498>.
- Liu D., John K. Keesing, Peimin He, Zongling Wang, Yajun Shi, Yujue Wang. 2013. The world's largest macroalgal bloom in the Yellow Sea, China: Formation and implications, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volume 129: 2-10. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.05.021>.
- Liu F., Pang S., Chopin T., Gao S, Shan T., Zhao X. & J. Li. 2013. Understanding the recurrent large-scale green tide in the Yellow Sea: Temporal and spatial correlations between multiple geographical, aquacultural and biological factors. *Marine Environmental Research*, Volume 83:38-47, <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2012.10.007>.
- Liu J., Xia J., Zhuang M., Zhang J., Sun Y., Tong Y., Zhao S. & P. He. 2021. Golden seaweed tides accumulated in *Pyropia* aquaculture areas are becoming a normal phenomenon in the Yellow Sea of China. *Science of the Total Environment* 774, 145726. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145726>.
- López, B.A., Macaya, E.C., Jeldres, R. et al. Spatio-temporal variability of strandings of the southern bull kelp *Durvillaea antarctica* (Fucales, Phaeophyceae) on beaches along the coast of Chile—linked to local storms. *J Appl Phycol* 31, 2159–2173 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1705-x>.
- Loughnane CJ, McIvor LM, Rindi F, Stengel DB, Guiry MD (2008) Morphology, rbcL phylogeny and distribution of distromatic *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta) in Ireland and southern Britain. *Phycologia* 47: 416-429 doi 10.2216/ph07-61.1
- Lyons P., Thornber C., Portnoy J. & E. Gwilliam. 2009. Dynamics of Macroalgal Blooms along the Cape Cod National Seashore. *Northeastern Naturalist*. Vol. 16, No. 1, pp. 53-66.
- Lyons, D.A., Mant, R.C., Bulleri, F. 2021. What are the effects of macroalgal blooms on the structure and functioning of marine ecosystems? A systematic review protocol. *Environ Evid* 1, 7. <https://doi.org/10.1186/2047-2382-1-7>.

- Lyons, Devin & Mant, Rebecca & Bulleri, Fabio & Kotta, Jonne & Rilov, Gil & Crowe, Tasman. (2012). What are the effects of macroalgal blooms on the structure and functioning of marine ecosystems? A systematic review protocol. *Environmental Evidence*. 1. 10.1186/2047-2382-1-7.
- Makkar HPS, Tran G, Heuzé V, Giger-Reverdin S, Lessire M, Lebas F, Ankers P (2016) Seaweeds for livestock diets: a review. *Anim Feed Sci Technol* 212:1–17
- Matamala, M. y Sanhueza, M., 1988. Situación del recurso Gracilaria (Rhodophyta, Gigartinales) en Quempillen - X Región. *Gayana Bot.*, 45: 423-430.
- Mazé, J., Morand, P. & Potoky, P. 1993. Stabilization of 'Green tides' Ulva by a method of composting with a view to pollution limitation. *J Appl Phycol* 5, 183–190. <https://doi.org/10.1007/BF00004015>.
- McGlathery, K.J., Sundback, K., Anderson, I.C., 2007. Eutrophication in shallow coastal bays and lagoons: the role of plants in the coastal filter. *Marine Ecology Progress Series* 348, 1–18.
- McHugh D J.2003. A guide to the seaweed industry. FAO FISHERIES TECHNICAL PAPER 441. School of Chemistry, University College.
- McHugh D. 2003. A guide to the seaweed industry. FAO FISHERIES TECHNICAL PAPER 441. School of Chemistry, University College.
- Menéndez M., Jorge Herrera & F.A. Comín 2002. Effect of nitrogen and phosphorus supply on growth, chlorophyll content and tissue composition of the macroalga *Chaetomorpha linum* (O.F. Müll.) Kütz in a Mediterranean coastal lagoon *SCI. MAR.*, 66 (4): 355-364
- Ménesguen A. & J.-Y. Piriou. 1995. Nitrogen loadings and macroalgal (*Ulva* sp.) Mass Accumulation in Brittany (France), *Ophelia*, 42:1, 227-237, DOI: 10.1080/00785326.1995.10431506.
- Miao X, Xiao J, Xu Q, Fan S, Wang Z, Wang X, Zhang X (2020) Distribution and species diversity of the floating green macroalgae and micro-propagules in the Subei Shoal, southwestern Yellow Sea. *PeerJ* 8: e10538
- Michetti K.M., Miravalles A.B., Hughes M.H. & P. I. Leonardi. 2016. Infection process of *Ceramium rubrum* (Rhodophyta, Ceramiales) on the agarophyte *Gracilaria chilensis* (Rhodophyta, Gracilariales). *Botánica Marina*. 59; 1; 2-2016; 51-61.
- Milledge J & P. Harvey. 2016. Golden tides: Problem or golden opportunity? The valorization of *Sargassum* from beach inundations. *Journal of Marine Science and Engineering*, 4,60: 1-19.
- Miller & Rice-Evans. 1993. Actividad antioxidante TEAC, como ensayo "Trolox Equivalent Antioxidant Capacity", mediante el uso de ABTS+,
- Min S.H., Hwang J.D., Oh H.J. & Y.B. Son. 2019. Reflectivity Characteristics of the Green and Golden Tides from the Yellow Sea and East China Sea. *Journal of Coastal Research*, 90: 310–316.
- Ministerio de Agricultura. 2021. (<https://agrometeorologia.cl/>).
- Ministerio de medio ambiente. 2017. Guía para la elaboración de normas secundarias de calidad ambiental en aguas continentales y marinas. 102 pp.

- Morais, T., In´acio, A., Coutinho, T., Ministro, M., Cotas, J., Pereira, L., & Bahcevandziev, K. (2020). Seaweed potential in the animal feed: A review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8, 559
- Moreno, D., J. Quintero y A. López. 2010. Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. *ContactoS*, 78, 25–33.
- Mulyaningrum SR, Suwoyo H., Paena M., Tampangallo BR. 2019. Epiphyte identification on *Kappaphycus alvarezii* Seaweed farming area in Arungkeke waters, Jeneponto and the effect on carrageenan quality. *Ilmu Kelautan*, Vol 24, Iss 3, Pp 146-152.
- Mulyaningrum SR, Suwoyo H., Paena M., Tampangallo BR. 2019. Epiphyte identification on *Kappaphycus alvarezii* Seaweed farming area in Arungkeke waters, Jeneponto and the effect on carrageenan quality. *Indonesian Journal of Marine Sciences* September 2019 Vol 24(3):146-152.
- Negreanu-Pirjol, T., Sirbu, R., Mirea, M., & Negreanu-Pirjol, B. (2020). Antioxidant Activity Correlated with Chlorophyll Pigments and Magnesium Content of Some Green Seaweeds. *European Journal of Natural Sciences and Medicine*, 3(1), 87–96. <https://doi.org/10.26417/393qe1951>
- Nelson T.A., Haberlin K., Nelson A.V., Ribarich H., Hotchkiss R., Van Alstyne K.L., Buckingham L., Simunds D.J., Fredrickson K. 2008 Ecological and physiological controls of species composition in green macroalgal blooms. *Ecology*. May; 89(5):1287-98. doi: 10.1890/07-0494.1. PMID: 18543622.
- Nixon, S. W. 1995. Coastal marine eutrophication, a definition, social causes, and future concerns". *Ophelia*. 41:199-219.
- Norkko, A., Bonsdorff, E., 1996. Rapid zoobenthic community responses to accumulations of drifting algae. *Marine Ecology Progress Series* 131, 143– 157.
- Norkko, J.E., Bonsdorff, E., Norkko, A., 2000. Drifting algal mats as an alternative habitat for benthic invertebrates. Species specific responses to a transient resource. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 248, 79–104.
- Novis PM, Smissen RD, Buckley T (2008) GENBANK Direct Submission. Biology, Kuwait University, Faculty of Science -Khaldiyah BLK # 3, Kuwait, Kuwait 13060safat, Kuwait
- Olsson, J., Toth, G.B. & Albers, E. (2020) Biochemical composition of red, green and brown seaweeds on the Swedish west coast. *J Appl Phycol* 32, 3305–3317. <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02145-w>
- Omstedt, A., Edman, M., Anderson, L.G., Laudon, H., 2010. Factors influencing the acid-base (pH) balance in the Baltic Sea: a sensitivity analysis. *Tellus B* 62, 280–295. doi:10.1111/j.1600-0889.2010.00463.x
- Omstedt, A., Edman, M., Claremar, B., Frodin, P., Gustafsson, E., Humborg, C., Hägg, H., Mörth, M., Rutgersson, A., Schurgers, G., Smith, B., Wällstedt, T., Yurova, A., 2012. Future changes in the Baltic Sea acid–base (pH) and oxygen balances. *Tellus B* 64. doi:10.3402/tellusb.v64i0.19586
- Ortiz J, Uquiche E, Robert P, Romero N, Quitral V, Llantén C (2009) Functional and nutritional value of the Chilean seaweeds *Codium fragile*, *Gracilaria chilensis* and *Macrocystis pyrifera*. *Eur J Lipid Sci Technol* 111:320–327

- Patten, D.T. 1998. Riparian ecosystems of semiarid North America: Diversity and human impacts. *Wetlands* 18: 498-512.
- Penalver, ~ R., Lorenzo, J. M., Ros, G., Amarowicz, R., Pateiro, M., & Nieto, G. (2020). Seaweeds as a functional ingredient for a healthy diet. *Marine Drugs*, 18, 301. <https://doi.org/10.3390/md18060301>
- Peng Y, Hu J, Yang B, Lin XP, Zhou XF, Yang XW, Liu Y (2015) Chemical composition of seaweeds. In: Tiwari BK, Troy DJ (eds) *Seaweed sustainability: food and non-food applications*. Elsevier, London, pp 79–124
- Peña-Rodríguez A, Mawhinney TP, Ricque-Marie D, Cruz-Suárez L (2011) Chemical composition of cultivated seaweed *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh. *Food Chem* 129:491–498.
- Perrota T., N.Rossi, A., Ménesguen, F.Dumas. 2014. Modelling green macroalgal blooms on the coasts of Brittany, France to enhance water quality management. *Journal of Marine Systems*, Volume 132, Pages 38–53 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2013.12.010>
- Piñón-Gimate A, Soto-Jiménez M. F., Ochoa-Izaguirre M. J. , García-Pagés E., Páez-Osuna F.2009. Macroalgae blooms and $\delta^{15}N$ in subtropical coastal lagoons from the Southeastern Gulf of California: Discrimination among agricultural, shrimp farm and sewage effluents, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 58: 1144-1151. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.04.004>.
- Pochon X., Atalah J., Wood S.A., Hpkins G.A., Watts A. and C. Boedecker. 2015. *Cladophora ruchingeri* (C. Agardh) Kützing, 1845 (Cladophorales, Chlorophyta): a new biofouling pest of green-lipped mussel *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791) farm in New Zealand. *Aquatic Invasion*, vol 10, 2: 123-133.
- Poole, L., Raven, J. 1997. The biology of *Enteromorpha* . *Prog. Phycol.Res.* 12, 1–147.
- Proyecto 16BPER-66977: Algas de la macrozona norte como recurso generador de bioproductos con valor agregado y oportunidad comercial para el mercado local y mundial. IALE Tecnología Chile Spa.
- Proyecto FIA PYT-2015-0402. 2017. Rescate patrimonial del uso del alga Lamilla (*Ulva lactuca* L.) como biofertilizante en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) mediante su validación agronómica en la comunidad indígena Lauquen Mapu de Catrumán, Chiloé. Proyecto Comunidad indígena Lauquen Mapu de Catrumán
- Proyecto FIC Regional Los Lagos. 2018. Aplicación de algas como fertilizante natural para el cultivo de hortalizas en invernadero: Una alternativa para la diversificación productiva para recolectores de orilla y pescadores artesanales de zonas costeras de la región de Los Lagos. Universidad Austral.
- Rabiláis; N., N. Turner, R. Díaz y J. Justic. 2009. Global change and eutrophication of coastal waters. *International Council for the Exploration of the Sea*. Published by Oxford Journals, 66: 1528-1537.
- Raffaelli, D.G., Raven, J.A., Poole, L.J. 1998. Ecological impact of green macroalgal blooms. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 36, 97–125.
- Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005. SUBPESCA.

- Rhim, J. W., Park, H. M., & Ha, C. S. (2013). "Bio-nanocomposites for food packaging applications." *Progress in Polymer Science*, 38(10-11), 1629-1652.
- Riquelme J., Oleata J.A., Gavez L., Undurraga P., Fuentealba C., Osses A., Orellana J., Gallardo J., & Pedreschi R. 2016. Nutritional and functional characterization of wild and cultivated *Sarcocornia* grown in Chile. *Ciencia e investigación agraria*, 43 (2), 283-293.
- Riquelme R. 2021. Caracterización y evaluación del impacto de algas epifitas en cultivos comerciales de *Agarophyton chilense* (Bird, McLachlan & Oliveira) Gurgel, J.N. Norris & Fredericq en la Región de Los Lagos. Tesis de post-grado para obtener el grado de Magister, Universidad Santo Tomás.
- Rohani-Ghadikolaei K, Abdulalian E, Ng WK (2012) Evaluation of the proximate, fatty acid and mineral composition of representative green, brown and red seaweeds from the Persian Gulf of Iran as potential food and feed resources. *J Food Sci Technol* 29:774–780
- Romero, F.I., M.A. Cozano, R.A. Gangas & P.I. Naulin. 2014. Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. *Bosque* 35: 3-12.
- Runca E., Bernstein A., Postma L., Di Silvio G. 1996. Control of macroalgae blooms in the Lagoon of Venice, *Ocean & Coastal Management*, Volume 30: 235-257, [https://doi.org/10.1016/0964-5691\(95\)00065-8](https://doi.org/10.1016/0964-5691(95)00065-8)
- Saber A, Ichihara K, Cantonati M (2017) Molecular phylogeny and detailed morphological analysis of two freshwater *Rhizoclonium* strains from contrasting spring types in Egypt and Italy. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 151: 800-812
- Santos, R.O, Galia Varona, Christian L. Avila, Diego Lirman, Ligia Collado-Vides. 2020. Implications of macroalgae blooms to the spatial structure of seagrass seascapes: The case of the *Anadyomene* spp. (Chlorophyta) bloom in Biscayne Bay, Florida, *Marine Pollution Bulletin* (150), 110742, ISSN 0025-326X.
- Saunders GW, Kucera H (2010) An evaluation of *rbcl*, *tufA*, *UPA*, *LSU* and *ITS* as DNA barcode markers for the marine green macroalgae. *Cryptogamie Algologie* 31: 487
- Schreyers, L., van Emmerik, T., Biermann, L., & Lay, Y. F. L. (2021). Spotting green tides over brittany from space: three decades of monitoring with landsat imagery. *Remote Sensing*, 13(8), [1408]. <https://doi.org/10.3390/rs13081408>.
- SERNAPESCA (2005-2020). Estadísticas de desembarque de especies de algas. www.SERNAPESCA.cl.
- Shannon, E., & Abu-Ghannam, N. (2019). Seaweeds as nutraceuticals for health and nutrition. *Phycologia*, 58, 563–577.
- Sherwood AR, Boedeker C, Havens AJ, Carlile AL, Wilcox MD, Leliaert F (2019) Newly discovered molecular and ecological diversity within the widely distributed green algal genus *Pseudorhizoclonium* (Cladophorales, Ulvophyceae). *Phycologia* 58: 83-94
- Shimada S, Hiraoka M, Nabata S, Ima M, Masuda M (2003) Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating *Ulva*. *Phycological research* 51: 99-108

- Shimada S, Yokoyama N, Arai S, Hiraoka M (2008) Phylogeography of the genus *Ulva* (Ulvophyceae, Chlorophyta), with special reference to the Japanese freshwater and brackish taxa Nineteenth International Seaweed Symposium. Springer, pp 529-539
- Silva N. 2006. Oxígeno disuelto, pH y nutrientes en canales y fiordos australes. Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a Cabo de Hornos. Comité Oceanográfico Nacional- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso pp 37-43.
- Silva, N. & C. Vargas. 2014. Hypoxia in Chilean Patagonian fjords. Prog. Oceanog., 129: 62 – 74.
- Sissini, M.N., Barreto, M.B.B.D., Szechy, M.T.M., de Lucena, M.B., Oliveira, M.C., Gower, J., Liu, G., Bastos, E.D., Milstein, D., Gusmao, F., Martinelli, J.E., Alves-Lima, C., Colepico, P., Ameka, G., de Graft-Johnson, K., Gouvea, L., Torrano-Silva, B., Nauer, F., Nunes, J.M.D., Barul, J.B., Rorig, L., Riosmena-Rodriguez, R., Mello, T.J., Lotufo, L.V.C., Horta, P.A., 2017. The "floating Sargassum (Phaeophyceae) of the South Atlantic Ocean- likely scenarios. Phycologia 56 (3), 321–328. <https://doi.org/10.2216/16-92.1>.
- Smetacek V. & A. Zingone. 2013. Green and golden seaweeds tides on the rise. Nature, 504: 84-88
- Stevant P., C. Rebours, A. Chapman. 2017. Seaweed aquaculture in Norway: recent industrial development and future perspectives. Aquacult. Int., 25:1373-1390. Doi 10.1007/s10499-017-0120-7
- SUBPESCA. 2015. Declaración de área plaga de especies pertenecientes al género *Rhizoclonium spp.* En cuerpos de agua que señalan, en materia de acuicultura.
- SUBPESCA. 2015. Propuesta de declaración de área plaga para la macroalga *Rhizoclonium spp.* spp. en el sector de la ribera norte del Rio Maullín, Región de Los Lagos.
- SUBPESCA. D.S. (MINECOM) N°345 de 2005.
- SUBPESCA. D.S. (MINECON) N° 290 de 1993.
- SUBPESCA. Res. Ex. N° 1704 de 2018.
- SUBPESCA. Res. Ex. N° 1166 de 2020.
- SUBPESCA. Res. Ex. N°1346 de 2005.
- Sutour S, Xu T, Casabianca H, et al. Chemical composition of extracts from *Chaetomorpha linum* (Miller) Kütz. A potential use in the cosmetic Industry. International Journal of Phytocosmetics and Natural Ingredients. 2015;2:5. doi:10.15171/ijjni.2015.05.
- Takolander A., Mar Cabeza, Elina Leskinen , Climate change can cause complex responses in Baltic Sea macroalgae: A systematic review. 2017. The Journal of sea Research Seares, doi: 10.1016/j.seares.2017.03.007
- Tan IH, Blomster J, Hansen G, Leskinen E, Maggs CA, Mann DG, Sluiman HJ, Stanhope MJ (1999) Molecular phylogenetic evidence for a reversible morphogenetic switch controlling the gross morphology of two common genera of green seaweeds, *Ulva* and *Enteromorpha*. Molecular Biology and Evolution 16: 1011-1018 doi 10.1093/oxfordjournals.molbev.a026190

- Taylor, R., Fletcher, R. L. & J.A. Raven. 2001. "Preliminary Studies on the Growth of Selected 'Green Tide' Algae in Laboratory Culture: Effects of Irradiance, Temperature, Salinity and Nutrients on Growth Rate", vol. 44, no. 4, 2001, pp. 327-336. <https://doi.org/10.1515/BOT.2001.042>.
- Telesh, I. V., & Khlebovich, V. V. (2010). Principal processes within the estuarine salinity gradient: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 61, 149-155.
- Thornber C.S., Guidone M., Deacutis C., Lindsay Green, Christine N. Ramsay, Melissa Palmisciano. 2017. Spatial and temporal variability in macroalgal blooms in a eutrophied coastal estuary, *Harmful Algae*, Volume 68: 82-96.
- UNAP.2019. FIPA 2017-10 "Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de *Rhizoclonium spp.* spp. y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la región de Los Lagos". Universidad Arturo Prat.
- Uribe,E.; Vega-Gálvez, A.; García, V.; Pastén, A.; López, J.; Goñi, G. (2019). Effect of different drying methods on phytochemical content and amino acid and fatty acid profiles of the green seaweed, *Ulva spp.* *Journal of Applied Phycology* 31:1967–1979.
- Vahteri, P., Mäkinen, A., Salovius, S., Vuorinen, I. 2000. Are drifting algal mats conquering the bottom of the Archipelago Sea, SW Finland? *Ambio* 29, 338–343.
- Valiela, I., McClelland, J., Hauxwell, J., Behr, P., Hersh, D., Foreman, K. 1997. Macroalgal blooms in shallow estuaries: controls and ecophysiological and ecosystem consequences. *Limnology and Oceanography* 42, 1105–1118
- Van Holt, T., Moreno, C. A., Binford, M. W., Portier, K. M., Mulsow, S., & Frazer, T. K. 2012. Influence of landscape change on nearshore fisheries in southern Chile. *Global Change Biology* 18(7): 2147-
- Van der Loos L, Prud'homme van Reine W, Stokvis F, Speksnijder A, Hoeksema B (2017) Beta diversity of macroalgal communities around St. Eustatius, Dutch Caribbean. *Marine Biodiversity* 47: 123-138.
- Vega J, Toledo P. (2018). The chemical composition of *Lessonia berteroa* (ex *L. nigrescens*) in kelp harvest management and open access areas near Coquimbo, Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*46(2): 258-267
- Véliz K, Toledo.P, Araya M, Gómez MF, Villalobos V, Tala F. (2023). Chemical composition and heavy metal content of Chilean seaweeds: Potential applications of seaweed meal as food and feed ingredients, *Food Chemistry*, Volume 398
- Vieira HH, Bagatini IL, Guinart CM, Vieira AAH (2016) *tufA* gene as molecular marker for freshwater Chlorophyceae. *Algae* 31: 155-165 2160.
- Wan A.H.L., Wilkes R.J., Heesch S., Bermejo R., Johnson M.P., Morrison L. 2017. Assessment and Characterization of Ireland's Green Tides (*Ulva* Species). *PLoS ONE* 12(1): e0169049. doi:10.1371/journal.pone.0169049.
- Wang C, Lei A, Zhou K, Hu Z, Hao W, Yang J.2014. Growth and Nitrogen Uptake Characteristics Reveal Outbreak Mechanism of the Opportunistic Macroalga *Gracilaria tenuistipitata*. *PLoS ONE* 9(10): e108980. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108980>.

- Wang H., Wang G. & W. Gu. 2019. Macroalgal blooms caused by marine nutrients changes resulting from human activities. *Journal of Applied Ecology*. doi 10.1111/1365-2664.13587.
- Wang, Y., Qu T., Zhao X. et al. 2016. A comparative study of the photosynthetic capacity in two green tide macroalgae using chlorophyll fluorescence. *SpringerPlus* 5, 775. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2488-7>.
- Westermeier R. 2019. Informe de avance de proyecto FIC “Aplicación de algas como fertilizante natural para el cultivo de hortalizas en invernadero: Una alternativa para la diversificación productiva para recolectores de orilla y pescadores artesanales de zonas costeras. 40 pp.
- Westermeier R., Rivera P.J. & I. Gómez. 1991. Cultivo de *Gracilaria chilensis* Bird, McLachlan y Oliveira, en la zona intermareal y submareal del Estuario Cariquilda, Maullín, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 307-321.
- Westermeier, R..2018. Proyecto FIC Regional Los Lagos “Aplicación de algas como fertilizante natural para el cultivo de hortalizas en invernadero: Una alternativa para la diversificación productiva para recolectores de orilla y pescadores artesanales de zonas costeras de la región de Los Lagos”. Universidad Austral.
- Whitehouse Lisa N.A. & B. E. Lapointe. 2015. Comparative ecophysiology of bloom-forming macroalgae in the Indian River Lagoon, Florida: *Ulva lactuca*, *Hypnea musciformis*, and *Gracilaria tikvahiae*, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Volume 471: 208-216. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2015.06.012>.
- Wilkinson, G. 2017. Eutrophication of Freshwater and Coastal Ecosystems. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. *Encyclopedia of Sustainable Technologies*, 145-152
- Xiao J, Li Y, Song W, Wang ZL, Fu MZ, Li RX, Zhang XL, Zhu MY (2013) Discrimination of the common macroalgae (*Ulva* and *Blidingia*) in coastal waters of Yellow Sea, northern China, based on restriction fragment-length polymorphism (RFLP) analysis. *Harmful Algae* 27: 130-137 doi 10.1016/j.hal.2013.05.003
- Xiao J, Wang Z, Liu D, Fu M, Yuan C & T Yan. 2021. Harmful macroalgal blooms (HMBs) in China’s coastal water: Green and golden tides. *Harmful Algae*, Volume 107, 102061. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2021.102061>.
- Xing, Q. et al.2017."High-Resolution Satellite Observations of a New Hazard of Golden Tides Caused by Floating Sargassum in Winter in the Yellow Sea. 2017. In *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 14, no. 10, pp. 1815-1819. doi: 10.1109/LGRS.2017.2737079.
- Yaich H, Garna H, Besbes S, Paquot M, Blecker C, Attia H (2011) Chemical composition and functional properties of *Ulva lactuca* seaweed collected in Tunisia. *Food Chem* 128:895–901.
- Yasir Ali Arfat, Jasim Ahmed, Harsha Jacob. 2017. Preparation and characterization of agar-based nanocomposite films reinforced with bimetallic (Ag-Cu) alloy nanoparticles, *Carbohydrate Polymers*, Volume 155
- Ye N., Zhang X, Mao Y., Liang Ch, Xu G, Zou J, Zhuang Z & Q Wang. 2011. “Green tides” are overwhelming the coastline of our blue planet: Taking the world’s largest example. *Ecological research* 26(3): 477-485.

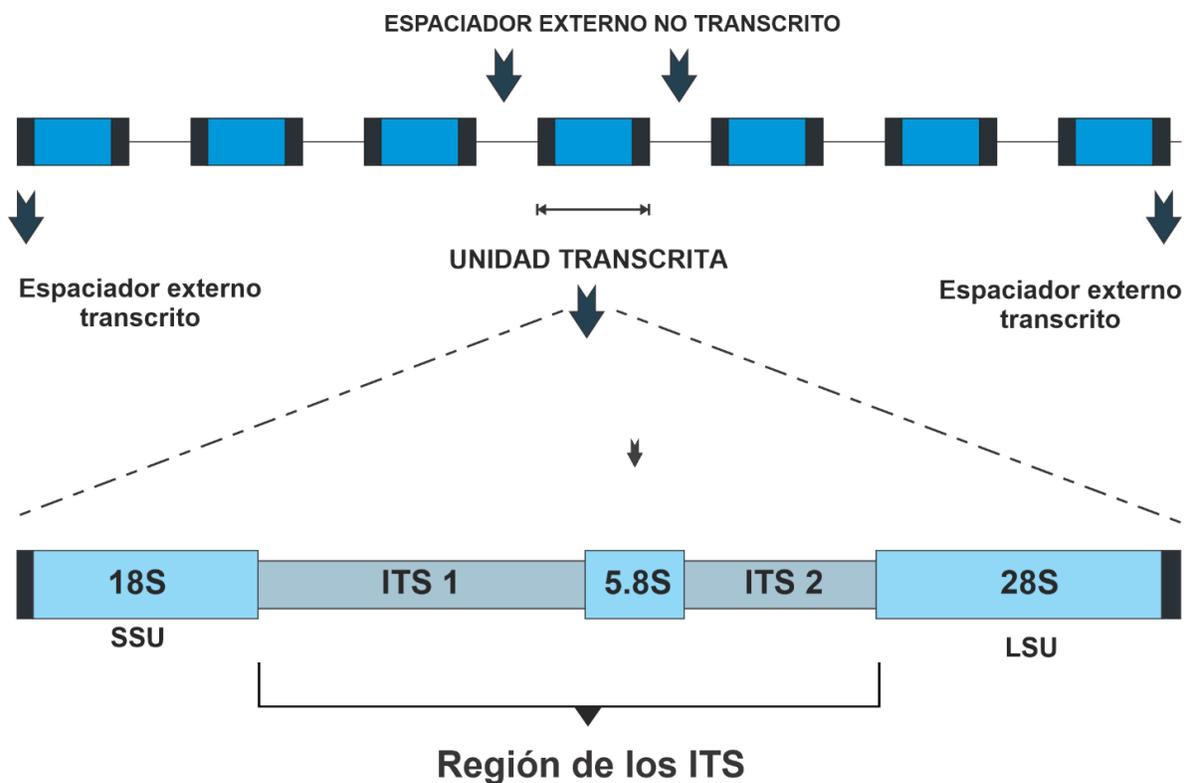
- Zabarte-Maeztu I, D'Archino R, Matheson FE, Manley-Harris M, Hawes I (2021) First record of *Chaetomorpha ligustica* (Cladophoraceae, Cladophorales) smothering the seagrass *Zostera muelleri* in a New Zealand estuary. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*: 1-12
- Zhang Q-C, Yu R-C, Chen Z-F, Qiu L-M, Wang Y-F, Kong F-Z, Geng H-X, Zhao Y, Jiang P, Yan T (2018) Genetic evidence in tracking the origin of *Ulva prolifera* blooms in the Yellow Sea, China. *Harmful Algae* 78: 86-94
- Zhang T., Jiakuan Wang, Dongxiang Liu, Zhongwei Sun, Ruikai Tang, Xiaona Ma, Zhihua Feng. 2022. Loading of microplastics by two related macroalgae in a sea area where gold and green tides occur simultaneously. *Science of The Total Environment*, Volume 814, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152809>.
- Zhang T., Wang J., Liu D., Sun Z., Tang R., Ma X. & Z. Feng. 2022. Loading of microplastics by two related macroalgae in a sea area where gold and green tides occur simultaneously. *Science of The Total Environment*, Volume 814, 152809.
- Zhang Y., He P., Li H., Li G., Liu J, Jiao F., Zhang J., Huo Y., Shi X., Su R., Ye N., Liu D., Yu R., Wang Z., Zhou M. & N. Jiao. 2019. *Ulva prolifera* green-tide outbreaks and their environmental impact in the Yellow Sea, China, *National Science Review*, Volume 6, Issue 4, Pages 825–838, <https://doi.org/10.1093/nsr/nwz026>.
- Zhang, J.H., Ding, X.W., Zhuang, M.M., Wang, S.Y., Chen, L., Shen, H. & He, P.M., 2019. An increase in new *Sargassum* (Phaeophyceae) blooms along the coast of the East China Sea and Yellow Sea. *Phycologia* 58 (4), 374–381. <https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1585722>.
- Zhao, J., Jiang, P., Liu, Z. et al. Genetic variation of *Ulva* (Enteromorpha) *prolifera* (Ulvales, Chlorophyta)—the causative species of the green tides in the Yellow Sea, China. *J Appl Phycol* 23, 227–233 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9563-1>
- Zhao, Peng Jiang, Ri Qiu, Yingying Ma, Chunhui Wu, Huihui Fu, Huaxin Chen, Fuchao Li. 2018. The Yellow Sea green tide: A risk of macroalgae invasion. *Harmful Algae*, Volume 77:11-17. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2018.05.007>.
- Zhao, X., Zhong, Y., Zhang, H. et al. 2021. Comparison of environmental responding strategies between *Ulva prolifera* and *Sargassum horneri*: an in-situ study during the co-occurrence of green tides and golden tides in the Yellow Sea, China in 2017. *J. Ocean. Limnol.* 39, 2252–2266. <https://doi.org/10.1007/s00343-021-0397-2>.
- Zheng L., L. Zheng, Mengquan Wu, M. Wu, Yating Cui, Y. Cui, Li Tian, L. Tian, Pengsen Yang, P. Yang, Lianjie Zhao, L. Zhao, Mingyue Xue, M. Xue, & Jiayan Liu, J. Liu. 2022. What causes the great green tide disaster in the South Yellow Sea of China in 2021?. *Ecological indicators*, 140, 108988. doi: 10.1016/j.ecolind.2022.108988
- Zhuang M, Liu J, Ding X, He J, Zhao S, Wu L, Gao S, Zhao C, Liu D, Zhang J, He P. *Sargassum* blooms in the East China Sea and Yellow Sea: Formation and management. *Mar Pollut Bull.* 2021 Jan; 162:111845. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111845. Epub 2020 Nov 19. PMID: 33223136.
- Zulkifly SB, Graham JM, Young EB, et al. (2013) The Genus *Cladophora* Kützing (Ulvothyceae) as a Globally Distributed Ecological Engineer. *Journal of Phycology* 49: 1–17, <http://dx.doi.org/10.1111/jpy.12025>

ANEXOS

ANEXO 1. Análisis Moleculares

Detalle de la región espaciadora interna transcrita (ITS) incluyendo la subunidad pequeña (SSU o 18S) y la subunidad grande (LSU o 28S) del DNA ribosomal (DNAr).

La región ITS contiene dos regiones (ITS1 e ITS2 e incluye también la región 5.8S) no codificantes variables y se localizan entre las regiones altamente conservadas de los genes, RNAr 18S (SSU-18S), región 5.8S y los genes que codifican para RNAr de la subunidad grande del ribosoma (LSU-28S).



Anexo 3. Géneros de la Familia Cladophoraceae que actualmente no están aceptados o cuyo estado es desconocido (modificado de Boedeker et al. (2016)

Género	Estatus
<i>Acrocladus</i> Nägeli	Reinstalado por Boedeker et al. (2016), sin embargo, Wynne (2017) menciona que el género <i>Lychaete</i> J. Agardh es anterior y válido
<i>Annulina</i> Link	Todas las especies pasan a <i>Cladophora</i>
<i>Bryobesia johanna</i> Weber-van Bosse	Había sido transferido de Bryopsidales a Cladophorales, pero se desconoce información filogenética
<i>Chaetomorphopsis</i> H.L.Lyon	La única especie <i>Chaetomorphopsis pacifica</i> Lyon, ha sido transferida a <i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kützing.
<i>Chloronitum</i> Gaillon	Todas las especies vuelven a los géneros <i>Cladophora</i> , <i>Chaetomorpha</i> o <i>Aegagropila</i>
<i>Chloropteris</i> Montagne	Todavía incluye el nombre aceptado <i>Chloropteris lepreurii</i> (Kützing) Montagne, que probablemente sea miembro de la Familia Pithophoraceae
<i>Cladochaete</i> C. Meyer & Skabichevsky	Ha sido transferido a <i>Chaetocliadiella</i> C. Meyer & Skabichevsky de la Familia Pithophoraceae
<i>Hormotrichum</i> Kützing	Transferido a Ulotrichales y <i>Cladophora</i> , pero <i>Hormotrichum vermiculare</i> Kützing con estado y posición filogenética desconocidos
<i>Lola</i> A. Hamel & G. Hamel	Todas las especies regresaron a <i>Chaetomorpha</i> y <i>Rhizoclonium</i>
<i>Polysperma</i> Vaucher	Todas las especies regresaron a <i>Cladophora</i>
<i>Prolifera</i> Vaucher	un conjunto heterogéneo, el tipo <i>P. rivularis</i> (L.) Vaucher es ahora <i>Cladophora rivularis</i> (L.) C. Hoek, otras especies transferidas a <i>Cladophora</i> , <i>Oedogonium</i> , incluso algas rojas (<i>Chantransia</i>)
<i>Rama</i> V.J. Chapman	El tipo <i>Rama novae-zelandiae</i> (J. Agardh) V.J. Chapman es ahora <i>Rhizoclonium ambiguum</i> (J.D. Hooker & Harvey) Kütz., la única especie válida <i>R. antarctica</i> V.J. Chapman con posición filogenética desconocida
<i>Rothella</i> Gaillon	Todas las especies regresaron a <i>Cladophora</i>
<i>Spongopsis</i> Kützing	Todas las especies regresaron a <i>Chaetomorpha</i>

Referencias

Boedeker, C., Leliert, F. & Zuccarello, G.C. (2016). Molecular phylogeny of the Cladophoraceae (Cladophorales, Ulvophyceae) with the resurrection of *Acrocladus* Nägeli and *Willella* Børgesen, and the description of *Lurbica* gen. nov. and *Pseudorhizoclonium* gen. nov. *Journal of Phycology* 52: 905-928.

Wynne, M. J. (2017). The reinstatement of *Lychaete* J. Agardh (Ulvophyceae, Cladophoraceae). *Notulae Algarum*, 31: 1-4.

Búsqueda bibliográfica de partidores genéticos específicos para su identificación por técnicas moleculares.

Se analizaron los datos de 31 artículos e informes publicados entre 1994 y 2021 (TABLA 37). Los datos contenidos dan cuenta de 18 trabajos (58,1%) que incluyen a especies del Orden Ulvales, principalmente *U. compressa* y 12 trabajos (38,7%) que reportan géneros del Orden Cladophorales, incluyendo: *Chaetomorpha*, *Cladophora* y *Rhizoclonium*, éste último ha sido reconocido como un género polifilético en varios estudios (Leliaert *et al.*, 2011; Ichihara *et al.*, 2013; Sherwood *et al.*, 2019). También se incluyeron registros de *Pseudorhizoclonium*, género descrito por Boedeker *et al.* (2016) para acomodar filamentos no ramificados y que se resolvieron como un clado separado de *Rhizoclonium* en los análisis filogenéticos.

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

TABLA. Listado de los estudios sobre marcadores moleculares y partidores utilizados en Cladophorales y Ulvales.

Grupo / Género-Especie/s	Marcador	Partidor/es	Secuencia partidor (5'-3')	Método Extracción ADN	Referencia
Cladophorales					
<i>Chaetomorpha</i> sp.	18S	AB1	CGAGGATTAGGGTCCGATTCC	Descripción detallada en Bakker <i>et al.</i> 1992 (Incluye uso de fenol, cloroformo, isoamilalcohol)	Bakker, F. T., Olsen, J. L., Stam, W. T., & Van Den Hoek, C. (1994). The <i>Cladophora</i> complex (Chlorophyta): new views based on 18S rRNA gene sequences. <i>Molecular phylogenetics and evolution</i> , 3(4), 365-382.
	SSU	B1	CGCAGTAGTTCGTCTTTCGC		
		B2	GCGAAACACGAACTACTGCG		
		H1	AATTGGCATCGTTTATGGTGC		
		C1	GATCACACCGCCCGTCGCTCC		
		C2	GGTGCCACGGGCGGTGTGTAC		
		RITS1	TTCCGCAGGTTACCTACGGA		
<i>Ulva compressa</i>	Región de los ITS que incluye:				
incluida cómo:	ITS1, ITS2 y 5.8S Subunidad ribosomal			Descripción detallada en Maggs & Ward 1996 (incluye una primera separación del ADN nuclear a través de gradientes de Cloruro de Cesio).	Blomster, J., Maggs, C. A., & Stanhope, M. J. (1998). Molecular and morphological analysis of <i>Enteromorpha intestinalis</i> and <i>E. compressa</i> (Chlorophyta) in the British Isles. <i>Journal of phycology</i> , 34(2), 319-340.
<i>E. compressa</i>					
	ITS1	ENT18SA	GAGGCAATAACAGTCTGTGATGC		
	ITS1	ENT18SBa	GTAGGTGAACTGCGGAGGGATCATT		
	ITS1	ENT58SR	AACTACGTATCGCATTTCGCTGC		
	ITS2	ENT58SF	TCGCAACGATGAAGAACGCAGC		
	ITS2	ENT26SA	GCTTATTGATATGCTTAAGTTCAGCGGGT		
	<i>rbcl</i>				
		RBCL24F	TAAAGCAGGTGCAGGATTTAAAGC		
		RBCL1383R	TATCAAATTCAAATTTAATTTCTTCCAAC		
<i>Ulva compressa</i>				Utilización del método desarrollado por Mayes <i>et al.</i> 1992 (Suspensión	Tan, I. H., Blomster, J., Hansen, G., Leskinen, E., Maggs, C. A., Mann, D. G., ... & Stanhope, M. J. (1999). Molecular phylogenetic evidence for a
	Región de los ITS que incluye:	IT55	GGCAATAACAGGTCTGT		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	ITS1, ITS2 y 5.8S Subunidad ribosomal	ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC	tejido con mes, edta, pvp, entre otros)	reversible morphogenetic switch controlling the gross morphology of two common genera of green seaweeds, <i>Ulva</i> and <i>Enteromorpha</i> . <i>Molecular biology and evolution</i> , 16(8), 1011-1018.
<i>Chaetomorpha linum</i>	Genes nucleares codificantes de la subunidad ADNr 18S	SR-1	TACCTGGTTGATCCTGCCAG	CTAB method	Hanyuda, T., Wakana, I., Arai, S., Miyaji, K., Watano, Y., & Ueda, K. (2002). Phylogenetic relationships within Cladophorales (Ulvophyceae, Chlorophyta) inferred from 18S rRNA gene sequences, with special reference to <i>Aegagropila linnaei</i> . <i>Journal of phycology</i> , 38(3), 564-571.
	18S	SR-12	CCTCCGAGGTTACCTAC		
		18S-C2	TCCGAGGTTACCTACGGAG		
Cladophoraceae				DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Leliaert, F., Rousseau, F., De Reviere, B., & Coppejans, E. (2003). Phylogeny of the Cladophorophyceae (Chlorophyta) inferred from partial LSU rRNA gene sequences: is the recognition of a separate order Siphonocladales justified?. <i>European journal of phycology</i> , 38(3), 233-246.
37 especies	LSU	C'1 forward	ACCCGCTGAATTAAGCATAT		
18 géneros		C'2B forward	GAGTCGGTYGYTTGGGAATGCA		
		D2 reverse	TCCGTGTTCAAGACGG		
<i>Ulva compressa</i>					
	Región de los ITS que incluye:	ITS1	TTGTACACACGCCCG	DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Shimada, S., Hiraoka, M., Nabata, S., Iima, M., & Masuda, M. (2003). Molecular phylogenetic analyses of the Japanese <i>Ulva</i> and <i>Enteromorpha</i> (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating <i>Ulva</i> . <i>Phycological research</i> , 51(2), 99-108.
	ITS1, ITS2 y 5.8S Subunidad ribosomal	ITS2	GAATTCTGAATTCACA		
		ITS3	CTCTCAACAACGGATATCT		
		ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC		
	<i>rbcl</i>	<i>rbcl</i> start	ATGGCTCCAAAACTGAAAC		
	<i>rbcl</i>	R750	GCTGTTGCATTTAAGTAATG		
		F650	GAAAACGTAAACTCACAACC		
		<i>rbcl</i> end	TTTCTTTCCAAACTTCACA		
<i>Ulva</i>	Región de los ITS:			CTAB method	Hayden, H. S., Blomster, J., Maggs, C. A., Silva, P. C., Stanhope, M. J., & Waaland, J. R. (2003). Linnaeus was right all along: <i>Ulva</i> and <i>Enteromorpha</i> are not distinct genera. <i>European journal of phycology</i> , 38(3), 277-294.
	ITS1	18S1505	TCTTTGAAACCGTATCGTGA		
	ITS1	18S1763	GGTGAACCTGCGGAGGGATCATT		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	ITS2	5.8S30	GCAACGATGAAGAACGCAGC		
	ITS1	5.8S142	TATCCGACGCTGAGGCAG		
	ITS2	ENT26S	GCTTATTGATATGCTTAAGTTCAGCGGGT		
	<i>rbcl</i>	RHI	ATGTCACCACAAACAGAACTAAAGC		
	<i>rbcl</i>	rbcs571	TGTTTACGAGGTGGTCTTGA		
	<i>rbcl</i>	rbcs590	TCAAGACCACCTCGTAAACA		
	<i>rbcl</i>	1385R	AATTCAAATTTAATTTCTTTCC		
<i>Ulva compressa</i>	Región de los ITS, comprende:				
	18S rDNA, ITS1, 5.8S rDNA, ITS2 y parte de 28S rDNA			CTAB method	Leskinen, E., Alström-Rapaport, C., & Pamilo, P. (2004). Phylogeographical structure, distribution and genetic variation of the green algae <i>Ulva intestinalis</i> and <i>U. compressa</i> (Chlorophyta) in the Baltic Sea area. <i>Molecular ecology</i> , 13(8), 2257-2265.
		F-a	TCGTAACAAGGTTTCCGTAGG		
		R-b	GCTGCGTTCTTCATCGWTG		
		F-c	CAWCGATGAAGAACGCAGC		
		R-d	TTCTTCCGCTTATTGATATGC		
<i>Ulva compressa</i>	ITS2	Forward	CTCTCAACAACGGATATCT	DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Kawai, H., Shimada, S., Hanyuda, T., & Suzuki, T. (2007). Species diversity and seasonal changes of dominant <i>Ulva</i> species (Ulvales, Ulvophyceae) in Mikawa Bay, Japan, deduced from ITS2 rDNA region sequences. <i>Algae</i> , 22(3), 221-228.
		Reverse	GATATGCTTAAGTTCAGC		
Siphonocladales	SSU	SR1	TACCTGGTTGATCCTGCCAG	CTAB method	Leliaert, F., De Clerck, O., Verbruggen, H., Boedeker, C., & Coppejans, E. (2007). Molecular phylogeny of the Siphonocladales (Chlorophyta: Cladophorophyceae). <i>Molecular phylogenetics and evolution</i> , 44(3), 1237-1256.
		SS11H	CCTTTAAGTTTCAGCCTTGCGACC		
<i>Cladophora</i>		SSU897	GGTAAAATCTTGGATTGCGAAAGACG		
<i>Cladophoropsis</i>		18SC2	TCCGCAGGTTACCTACGGAG		
	LSU	C1FL	ACCCGCTGAACTTAAGCATATC		
		D2FL	GGTCCGTGTTTCAAGACGG		
		LSuintF	CGATGAAAAGACCGCTGGC		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		LSUintR	GCCAGCGGTCTTTTCATCG		
<i>Ulva</i>				Chelex	Heesch, S. (2007). <i>Genetic diversity and possible origins of New Zealand populations of Ulva</i> . MAF Biosecurity New Zealand.
<i>Ulva compressa</i>	<i>rbcl</i>	RH1	ATGTCACCACAAACAGAACTAAAGC		
		1385R	AATTCAAATTTAATTTCTTTCC		
		SH F1	CCGTTTAACTTATTACAGCC		
		SH R4	TTACATCACCACTTCAGATGC		
	*Ensayos con partidores publicados para ITS1 en <i>Ulva</i> para el género (Blomster <i>et al.</i> 1998; Malta <i>et al.</i> 1999; Tan <i>et al.</i> 1999; Hayden <i>et al.</i> 2003) no tuvieron éxito. Los primers no amplificaron o produjeron patrones de bandas múltiples en los PCR.				
Ulvaes	Región de los ITS que incluye:	ITS1	TTGTACACACGCCCG	DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Shimada, S., Yokoyama, N., Arai, S., & Hiraoka, M. (2008). Phylogeography of the genus <i>Ulva</i> (Ulvophyceae, Chlorophyta), with special reference to the Japanese freshwater and brackish taxa. In Nineteenth International Seaweed Symposium (pp. 529-539). Springer, Dordrecht.
	ITS1, ITS2 y 5.8S Subunidad ribosomal	ITS2	GAATTCTGCAATTCACA		
		ITS3	CTCTCAACAACGGATATCT		
		ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC		
	5S rDNA spacer	5S-F	GGTTGGGCAGGATTAGTA		
		5S-R	AGGCTTAAGTTGCGAGTT		
<i>Ulva compressa</i>	Región de los ITS que incluye:	ITS1 Forward	GGTGAACCTGCGGAGGGATCATT	Puregene Extraction Kit (Qiagen)	Hofmann, L. C., Nettleton, J. C., Neefus, C. D., & Mathieson, A. C. (2010). Cryptic diversity of <i>Ulva</i> (Ulvaes, Chlorophyta) in the Great Bay Estuarine System (Atlantic USA): introduced and indigenous distromatic species. <i>European Journal of Phycology</i> , 45(3), 230-239.
	ITS1, ITS2 y 5.8S Subunidad ribosomal	ITS1 Reverse	TATTCGACGCTGAGGCAG		
		ITS2 Forward	GCAACGATGAAGAACGCAGC		
		ITS2 Reverse	GCTTATTGATATGCTTAAGTTGAGCGGGT		
<i>Ulva</i>	ITS	18S1505	TCTTTGAAACCGTATCGTGA	DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Kraft, L. G., Kraft, G. T., & Waller, R. F. (2010). Investigations into southern Australian <i>Ulva</i> (Ulvophyceae, Chlorophyta) taxonomy and molecular phylogeny indicate both
<i>Ulva compressa</i>		18S1763	GGTGAACCTGCGGAGGGATCATT		
		5.8S30	GCAACGATGAAGAACGCAGC		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		5.8S142	TATCCGACGCTGAGGCAG		cosmopolitanism and endemic cryptic species. Journal of phycology, 46(6), 1257-1277.
		ENT26S	GCTTATTGATATGCTTAAGTTCAGCGGGT		
	<i>rbcl</i>	RH1	ATGTCACCACAAACAGAACTAAAGC		
		1385R	AATCAAATTTAATTTCTTTCC		
		atpB175R	TGTTGAACTTCACAAGTAACA		
		trnR	AGGGTTAGAAGGCATTCGAACCCCTTGAC		
Chlorophyta	Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase large subunit	GrbLF	GTAAAGATTAYCGWYTAAC	CTAB method	Saunders, G. W., & Kucera, H. (2010). An evaluation of <i>rbcl</i> , <i>tufA</i> , UPA, LSU and ITS as DNA barcode markers for the marine green macroalgae. Cryptogamie Algologie, 31(4), 487.
	<i>rbcl</i> -5P	GrbcLnF	GCTGGWGTAAAAGATTAYCG		
		GrbcLR	TCACGCCAACGCATRAASGG		
		GrbcLfi	TCTCARCCWTTYATGCGTTGG		
	<i>rbcl</i> -3P	1385R	AATCAAATTTCTTTCC		
	elongation factor Tu				
	<i>tufA</i>	tufGF4	GGNGCNGCNCAAATGGAYGG		
		tufAR	CCTTCNCGAATMGCRAAWCGC		
	Universal Plastid Amplicon				
	UPA	p23SrV_f1	GGACAGAAAGACCCTATGAA		
		p23SrV_r1	TCAGCCTGTTATCCCTAGAG		
		p23SnewR	TCAGCCTGTTATCCCTAGA		
	LSU-D2/D3	T16N	AMAAGTACCRYGAGGGAAAG		
		T24	GCACTAATCATTGCTTTACC		
	ITS*	P1	GGAAGGAGAAGTCGTAACAAGG		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	Unico marcador que dio resultado con Cladophoraceae	G4	CTTTTCCTCCGCTTATTGATATG		
		ITS1	TCCGTAGGTGAACCTGCGG		
		18S1763	GGTGAACCTGCGGAGGGATCATT		
		JO6	ATATGCTTAAGTTCAGCGGGT		
<i>Ulva</i>				DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Duan, W., Guo, L., Sun, D., Zhu, S., Chen, X., Zhu, W., & Chen, C. (2012). Morphological and molecular characterization of free-floating and attached green macroalgae <i>Ulva</i> spp. in the Yellow Sea of China. <i>Journal of Applied Phycology</i> , 24(1), 97-108.
<i>Ulva prolifera</i>	ITS1	18S1505	TCTTTGAAACCGTATCGTGA		
	ITS1	18S1763	GGTGAACCTGCGGAGGGATCATT		
	ITS2	5.8S30	GCAACGATGAAGAACGCAGC		
	ITS2	5.8S142	TATCCGACGCTGAGGCAG		
	ITS1	ENT26S	GCTTATTGATATGCTTAAGTTCAGCGGGT		
	ITS2	RHI	ATGTCACCACAAACAGAACTAAAGC		
	Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase large subunit				
	<i>rbcl</i>	rbcl571	TGTTTACGAGGTGGTCTTGA		
	<i>rbcl</i>	rbcl590	TCAAGACCACCTCGTAAACA		
	<i>rbcl</i>	1385R	AATCAAATTAATTTCTTTCC		
	5S rDNA spacer	5S-F	GGTTGGGCAGGAT TAGTA		
	5S rDNA spacer	5S-R	AGGCTTAAGTTGCGAGTT		
<i>Cladophora</i>	Región de los ITS que incluye:				
	ITS1, ITS2, 5.8S Subunidad ribosomal y 18S				
	ITS	CladoITS-9F	CCGCCCGTCGCTCCTACCGATTGGGTGTG	Chelex	Hayakawa, Y. I., Ogawa, T., Yoshikawa, S., Ohki, K., & Kamiya, M. (2012). Genetic and ecophysiological diversity of <i>Cladophora</i> (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. <i>Phycological Research</i> , 60(2), 86-97.
		CladoITS-7R	TCCCTTTTCGCTCGCCGTTACTA		
	18S	Clado18-1F+	TACCTGGTTGATCCTGCCAG		
		Clado18-2R	CCCTCCGAGGTTACCTAC		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Ulva prolifera</i>	Región de los ITS que incluye:			E.Z.N.A.™ HP plant DNA kits (OMEGA Bio-tek Inc.)	Xiao, J., Li, Y., Song, W., Wang, Z., Fu, M., Li, R., ... & Zhu, M. (2013). Discrimination of the common macroalgae (<i>Ulva</i> and <i>Blidingia</i>) in coastal waters of Yellow Sea, northern China, based on restriction fragment-length polymorphism (RFLP) analysis. <i>Harmful Algae</i> , 27, 130-137.
	ITS1, ITS2 y 5.8S Subunidad ribosomal	forward	TCGTAACAAGGTTTCCGTAGG		
		reverse	GCTTATTGATGCTTAAGTTCAGCGGT		
	5.8S	forward	GGTTGGGCAGGATTAGTA		
		reverse	AGGCTTAAGTTGCGAGTT		
<i>Ulva compressa</i>				Plant/Seed DNA kit (ZR-96, Zymo Research)	Kirkendale, L., Saunders, G. W., & Winberg, P. (2013). A molecular survey of <i>Ulva</i> (Chlorophyta) in temperate Australia reveals enhanced levels of cosmopolitanism. <i>Journal of phycology</i> , 49(1), 69-81.
	tufA	GtufAR	CCTTCNCGAATMGCAAACWCGC		
		tufGF4	GGNGCNGCNCAAATGGAYGG		
<i>Rhizoclonium</i> -like algae	Secuencias concatenadas de SSU y LSU			DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Ichihara, K., Shimada, S., & Miyaji, K. (2013). Systematics of <i>Rhizoclonium</i> -like algae (Cladophorales, Chlorophyta) from Japanese brackish waters, based on molecular phylogenetic and morphological analyses. <i>Phycologia</i> , 52(5), 398-410.
	SSU	18S-FA	AACCTGGTTGATCCTGCCAGT		
		18S-RB	TGATCCTTCTGCAGGTTACCTAC		
	LSU	ClLSU_F	ACCTGAGCTCAGGCAAGATTACCCGCT		
<i>Cladophora ruchingeri</i>					
<i>Rhizoclonium</i> sp.	LSU	D1R-F	ACCCGCTGAATTAAGCATA	PureLink™ Genomic DNA Kit (Life Technologies)	Pochon, X., Atalah, J., Wood, S. A., Hopkins, G. A., Watts, A., & Boedeker, C. (2015). <i>Cladophora ruchingeri</i> (C. Agardh) Kützinger, 1845 (Cladophorales, Chlorophyta): a new biofouling pest of green-lipped mussel <i>Perna canaliculus</i> (Gmelin, 1791) farms in New Zealand. <i>Aquatic Invasions</i> , 10(2).
		D3B-R	TCGGAGGGAACCCAG CTAATA		
	ITS	ITS1	GGTGAACCTGAGGAAGGAT		
		ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC		
<i>Chaetomorpha linum</i>	18S rDNA	18SF	AACCTGGTTGATCCTGCCAG	Sin Información	Cooke, J., Lanfear, R., Downing, A., Gillings, M. R., Poore, A. G., Goodwin, I. D., ... & Bulbert, M. W. (2015). The unusual occurrence of green algal balls of <i>Chaetomorpha linum</i> on a beach
		18SR	CCTTCTGCAGGTTACCTAC		
		ITS1	TCCGTAGGTGAACCTGCGG		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC		in Sydney, Australia. <i>Botanica Marina</i> , 58(5), 401-407.
<i>Chaetomorpha linum</i>					
	18S rDNA	F	AATGGCTCGGTAATCAGTT	TianGen Plant Genomic DNA Kit	Huang, B., Teng, L., & Ding, L. (2016). Morphological and molecular discrimination of green macroalgae <i>Chaetomorpha aerea</i> and <i>C. linum</i> . <i>Acta Oceanologica Sinica</i> , 35(4), 118-123.
		R	AGTTGATGACTCGCCTTAC		
	Región de los ITS que incluye:	F	GGAAGGAGAAGTCGTAACAAGG		
	ITS1, ITS2 y 5.8S Subunidad ribosomal	R	ATTCCCAACAACCCGACT		
<i>Chaetomorpha</i>					
<i>Cladophora</i>	SSU	SR1	TACCTGGTTGATCCTGCCAG	Chelex	Boedeker, C., Leliaert, F., & Zuccarello, G. C. (2016). Molecular phylogeny of the Cladophoraceae (Cladophorales, Ulvophyceae), with the resurrection of <i>Acrocladus</i> Nägeli and <i>Willella</i> Børgesen, and the description of <i>Lurbica</i> gen. nov. and <i>Pseudorhizoclonium</i> gen. nov. <i>Journal of Phycology</i> , 52(6), 905-928.
<i>Rhizoclonium</i>		SS11H	CCTTTAAGTTTCAGCCTTGCAGC		
		SSU897	GGTGAATTCTTGATTTGCGAAAGACG		
<i>Acrocladus</i>		18SC2	TCCGACGTTACCTACGGAG		
<i>Willella</i>	Partial LSU rDNA	C'1 forward	ACCCGCTGAATTAAGCATAT		
<i>Pseudorhizoclonium</i>		D2 reverse	TCCGTGTTCAAGACGG		
<i>Lurbica</i>		C'2B forward	GAGTCGGTYGYTTGGGAATGCA		
<i>Rhizoclonium</i> sp.1					
	ITS2	Forward	CTCTCAACAACGGATATCT	DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Saber, A. A., Ichihara, K., & Cantonati, M. (2017). Molecular phylogeny and detailed morphological analysis of two freshwater <i>Rhizoclonium</i> strains from contrasting spring types in Egypt and Italy. <i>Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology</i> , 151(5), 800-812.
		Reverse	TGATATGCTTAAGTTACGC		
Ulvales	ITS2	ITS3	CTCTCAACAACGGATATCT	Cica Geneus DNA Extraction Reagent (Kanto Chemical) o DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Hiraoka, M., Ichihara, K., Zhu, W., Shimada, S., Oka, N., Cui, J., & He, P. (2017). Examination of species delimitation of ambiguous DNA-based <i>Ulva</i> (Ulvophyceae, Chlorophyta) clades by culturing and hybridisation. <i>Phycologia</i> , 56(5), 517-532.
		ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC		
	5S rDNA spacer	5S-F	GGTTGGCAGGATTAGTA		
		5S-R	AGGCTTAAGTTGCGAGTT		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Ulva prolifera</i>	ITS	Ulva-ITS-F	TCGTAACAAGGTTCCGTAGG	Chelex	Zhang, Q. C., Yu, R. C., Chen, Z. F., Qiu, L. M., Wang, Y. F., Kong, F. Z., & Zhou, M. J. (2018). Genetic evidence in tracking the origin of <i>Ulva prolifera</i> blooms in the Yellow Sea, China. <i>Harmful Algae</i> , 78, 86-94.
		Ulva-ITS-R	TTCCTCCGCTTATTGATATGC		
	5S rDNA spacer	Ulva-Z5SF	GGTTGGCAGGAT TAGTA		
		Ulva-Z5SR	AGGCTTAAGTTGCGAGTT		
<i>Pseudorhizoclonium</i>	Secuencias concatenadas de SSU y LSU				
<i>Chaetomorpha linum</i>					
<i>Rhizoclonium sp.</i>	SSU	SR1	TACCTGGTTGATCCTGCCAG	Qiagen DNeasy kit	Sherwood, A. R., Boedeker, C., Havens, A. J., Cariile, A. L., Wilcox, M. D., & Leliaert, F. (2019). Newly discovered molecular and ecological diversity within the widely distributed green algal genus <i>Pseudorhizoclonium</i> (Cladophorales, Ulvophyceae). <i>Phycologia</i> , 58(1), 83-94.
		SS11H	CCTTTAAGTTTCAGCCTTGCAGCC		
		SSU897	GGTGAAATCTTGATTTGCCGAAAGACG		
		18SC2	TCCGACGTTACCTACGGAG		
	LSU	C1FL	ACCCGCTGAACTTAAGCATATC		
		D2FL	GGTCCGTGTTCAAGACGG		
		LSUintF	CGATGAAAAGACCGCTGGC		
		LSUintR	GCCAGCGGTCTTTTCATCG		
		ClaLSU_R	ACTCCTTGGTCGGTGTTCAGAC		
<i>Ulva</i>					
<i>U. compressa</i>	tufA	TufGF4	GGNGCNGCNCAAATGGAYGG	DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN)	Kang, J. H., Jang, J. E., Kim, J. H., Byeon, S. Y., Kim, S., Choi, S. K., & Lee, H. J. (2019). Species composition, diversity, and distribution of the genus <i>Ulva</i> along the coast of Jeju Island, Korea based on molecular phylogenetic analysis. <i>PLoS one</i> , 14(7), e0219958.
		tufAR	CCTTCNCGAATMGCRAAWCGC		
	ITS*	18S150F	TCTTTGAAACCGTATCGTGA		
	No provee información necesaria para diferencias las especies	ENT26SA	GCTTATTGATATGCTTAAGTTCAGCGGGT		
<i>Ulva prolifera</i>	SCAR marker	YSF-F	ACACCTACAAACCCTAA	Chelex	

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		YSF-R	TTGTCGCCCAACCACTTC		Miao, X., Xiao, J., Xu, Q., Fan, S., Wang, Z., Wang, X., & Zhang, X. (2020). Distribution and species diversity of the floating green macroalgae and micro-propagules in the Subei Shoal, southwestern Yellow Sea. <i>PeerJ</i> , 8, e10538.
	SCAR (sequence characterized amplified region)	YSF-F	ACACCTACAAACCCTAA		
		YSF-R	TTGTCGCCCAACCACTTC		
<i>Chaetomorpha ligustica</i>					
	LSU	C'1 forward	ACCCGCTGAATTAAGCATAT	Chelex	Zabarte-Maeztu, I., D'Archino, R., Matheson, F. E., Manley-Harris, M., & Hawes, I. (2021). First record of <i>Chaetomorpha ligustica</i> (Cladophoraceae, Cladophorales) smothering the seagrass <i>Zostera muelleri</i> in a New Zealand estuary. <i>New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research</i> , 1-12.
		D2 reverse	TCCGTGTTTCAAGACGG		
<i>Ulva compressa</i>	<i>rbcl</i>				
		RH1	ATGTCACCACAACAGAACTAAAGC	NucleoSpin® Plant II kit (Macherey-Nagel)	Heesch, S., Sutherland, J. E., Ringham, S., & Nelson, W. A. (2021). <i>Ulva</i> L.(Ulvales, Chlorophyta) from Manawatāwhi/Three Kings Islands, New Zealand: <i>Ulva piritoka</i> Ngāti Kuri, Heesch & WA Nelson, sp. nov. and Records of Two Nonnative Species, <i>U. compressa</i> and <i>U. rigida</i> . <i>Cryptogamie, Algologie</i> , 42(9), 129-140.
		1385R	AATTCAAATTTAATTTCTTTCC		
		SH F1	CCGTTTAACTTATTACACGCC		
		SH R4	TTACATCACCACCTTCAGATGC		

Se incluye resultados de la filogenia bayesiana de secuencias SSU+LSU concatenadas de diferentes representantes de Cladophoraceae, el cual puede servir de guía y comparación para resolver futuros análisis moleculares de muestras obtenidas en las zonas donde se reportan las plagas (Anexo 3).

A partir de los artículos e informes se encontraron 9 marcadores moleculares utilizados, tanto nucleares como cloroplastidiales:

Nucleares

Internal Transcribed Spacer ribosomal DNA (ITS1 e ITS2)
Large subunit ribosomal DNA (LSU) / Ribosomal DNA 28S (28S rDNA)
Small subunit ribosomal DNA (SSU) / Ribosomal DNA 18S (18S rDNA)
Ribosomal DNA 5S (5S rDNA)
Ribosomal DNA 5.8S (5.8S rDNA)
Segments D2 and D3 of the 28S-rDNA (LSU-D2/D3)

Cloroplastidiales

Elongation factor Tu (*tufA*)
Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase large subunit (*rbcl*)
Universal Plastid Amplicon (UPA)

La mayor cantidad de estudios utiliza la región de los ITS (14) y *rbcl* (9), marcadores nuclear y cloroplastidial respectivamente (Figura 1), también las regiones LSU (7) y SSU (5) han sido usadas en varios estudios moleculares con algas verdes, particularmente con algas del Orden Cladophorales.

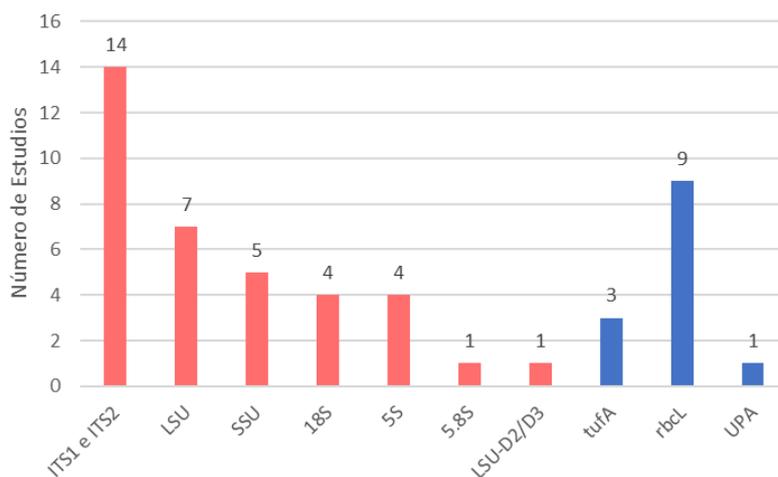


Figura 1. Número de estudios moleculares realizados en especies de Cladophorales y Ulvales llevados a cabo entre 1994 y 2021 y los marcadores moleculares utilizados. Barras rojas representan marcadores nucleares, barras azules representan marcadores del cloroplasto.

En el estudio de Saunders & Kucera (2010), se evaluaron cinco marcadores moleculares como potenciales “barcode” para algas verdes marinas (*rbcl*, *tufA*, UPA, ITS y LSU), los autores recomiendan *tufA* como el marcador estándar debido a que amplifica de forma exitosa en la gran mayoría de los grupos y también por la ausencia de intrones. Cabe mencionar que, en ese estudio, todos los marcadores evaluados, a excepción de ITS, no fueron exitosos para especies de Cladophoraceae. Estudios recientes han tenido resultados similares, por ejemplo, Du *et al.* (2014) usando los marcadores *rbcl*, *tufA* e ITS en diferentes algas verdes de Qingdao, China, lograron discriminar diferentes especies (particularmente del género *Ulva*) usando *tufA*, mientras que para todas las muestras de Cladophoraceae, no hubo éxito en la amplificación del ADN, incluyendo *Cladophora fascicularis*, *C. utriculosa*, *Bryopsis pennata* y *B. corticulans*. Recientemente, Van der Loos *et al.* (2017) analizando diferentes algas marinas del Mar Caribe (isla San Eustaquio), lograron amplificar exitosamente algunas especies de las Cladophoraceae con el marcador *tufA*, mencionando que el rápido procesamiento de las muestras luego de la recolección, y su almacenamiento en sílica gel, podrían evitar la degradación del ADN y ser clave para la amplificación adecuada.

Estudios llevados a cabo en algas verdes de agua dulce (Chlorophyceae) también sugieren el uso del marcador *tufA* debido a la fácil amplificación, secuenciación y alineación de las secuencias (e.g. Vieira *et al.* 2016).

El análisis de la información contenida en los diferentes estudios da cuenta de un total de 98 partidores utilizados (TABLA 2), de los cuales 77 corresponden a partidores de marcadores

nucleares (78.6%), mientras que 21 corresponden a partidores de marcadores moleculares del cloroplasto (21.4%). La mayoría de los partidores se encontraron para ITS y *rbcL* (Figura 2).

TABLA 2. Listado de partidores utilizados en los distintos estudios, separados por marcador molecular y compartimento celular (núcleo o cloroplasto).

Nucleares			Cloroplastidiales		
Marcador	Partidor/es	Frecuencia	Marcador	Partidor/es	Frecuencia
ITS	18S1505	2	<i>rbcL</i>	1385R	6
	18S150F	1		F650	1
	18S1763	4		GrbcLfi	1
	5.8S142	3		GrbcLnF	2
	5.8S30	3		GrbcLR	1
	atpB175R	1		R750	1
	CladoITS-7R	1		rbc571	2
	CladoITS-9F	1		rbc590	2
	ENT18SA	1		RBCL1383R	1
	ENT18SBa	1		RBCL24F	1
	ENT26S	3		rbcLend	1
	ENT26SA	3		rbcLstart	1
	ENT58SF	1		RH1	5
	ENT58SR	1		SH F1	2
	F	1		SH R4	2
	F-a	1	trnR	1	
	F-c	1	tufA	GtufAR	1
	Forward	4	tufAR	2	
	G4	1	tufGF4	3	
	I8S1505	1	UPA	p23SnewR	1
	ITS1	5	p23SrV_f1	2	
	ITS1 Forward	1			39
	ITS1 Reverse	1			
	ITS2	2			
	ITS2 Forward	1			
	ITS2 Reverse	1			
	ITS3	3			
	ITS4	5			
	ITS5	1			
	JO6	1			
	P1	1			
	R	1			
	R-b	1			
R-d	1				
Reverse	4				
Ulva-ITS-F	1				
Ulva-ITS-R	1				
SSU	H1	1			
	18SC2	4			
	18SF	1			
	18S-FA	1			
	18SR	1			
	18S-RB	1			
	B1	1			
	B2	1			
	C1	2			
	C2	1			
RITS1	1				

	SR1	3
	SS11H	3
	SSU897	3
	T16N	1
5S	5S-F	3
	5S-R	3
	Ulva-Z5SF	1
	Ulva-Z5SR	1
18S	AB1	1
	Clado18-1F†	1
	Clado18-2R	1
	F	1
	R	1
	SR-1	1
	SR-12	1
LSU	C'1 forward	3
	C'2B forward	2
	C1FL	2
	ClaLSU_F	1
	ClaLSU_R	1
	D1R-F	1
	D2 reverse	3
	D2FL	2
	D3B-R	1
	LSUintF	2
	LSUintR	2
	T24	1
SCAR	YSF-F	2
	YSF-R	2

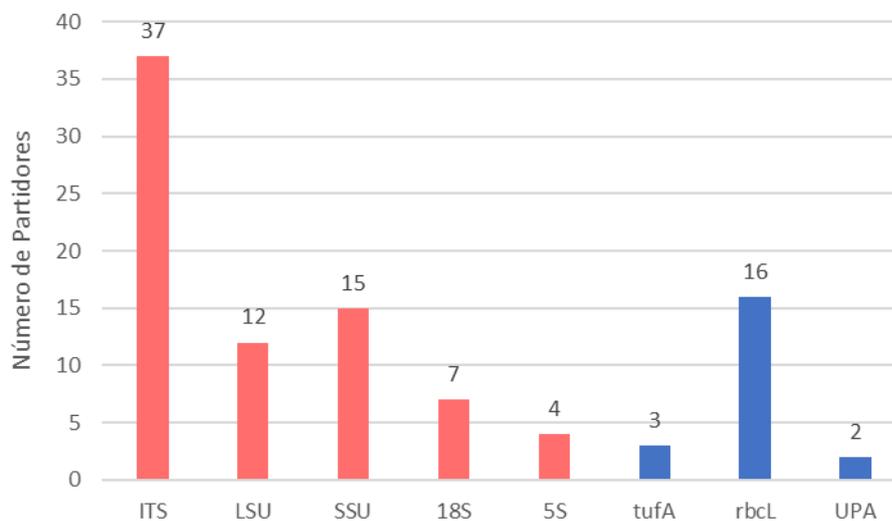


Figura 2. Número de partidores por cada marcador molecular utilizados en los estudios realizados en especies de Cladophorales y Ulvales llevados a cabo entre 1994 y 2021. Barras rojas representan marcadores nucleares, barras azules representan marcadores del cloroplasto.

La búsqueda de partidores en la base de datos PrimerDatabase de Boldsystem sólo entregó 9 resultados (TABLA 3), 7 partidores para el género *Ulva* (cuatro para *rbcl* y tres para ITS) y dos para *Cladophora* (dos para ITS).

TABLA 3. Listado de partidores en estudios de Cladophorales y Ulvales, en PrimerDatabase de Boldsystem.

Ulva

1. Shim-F650

Title: Shimada-F650

Marker: *rbcl*

Sequence: GAAAACGTAAACTCACAACC

Submitter: David Freshwater

Reference: Shimada, S.; Hiraoka, M.; Nabata, S.; Iima, M.; Masuda, M. (2003) Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating *Ulva*. Phycological Research 51: 99-108.

2. Shim-R750

Title: Shimada-R750

Marker: *rbcl*

Sequence: GCTGTTGCATTTAAGTAATG

Submitter: David Freshwater

Reference: Shimada, S.; Hiraoka, M.; Nabata, S.; Iima, M.; Masuda, M. (2003) Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating *Ulva*. Phycological Research 51: 99-108.

3. Shim-rbcLEND

Title: Shimada-rbcLend

Marker: *rbcl*

Sequence: TTTCTTTCCAAACTTCACA

Submitter: David Freshwater

Reference: Shimada, S.; Hiraoka, M.; Nabata, S.; Iima, M.; Masuda, M. (2003) Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating *Ulva*. Phycological Research 51: 99-108.

4. Shim-rbcLST

Title: Shimada-rbcLstart

Marker: *rbcl*

Sequence: ATGGCTCCTAAAACTGAAAC

Submitter: David Freshwater

Reference: Shimada, S.; Hiraoka, M.; Nabata, S.; Iima, M.; Masuda, M. (2003) Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating *Ulva*. Phycological Research 51: 99-108.

5. Shimada-ITS1

Title: Shimada-ITS1

Marker: ITS

Sequence: TTTGTACACACCGCCCG

Submitter: David Freshwater

Reference: Shimada, S.; Hiraoka, M.; Nabata, S.; Iima, M.; Masuda, M. (2003) Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating *Ulva*. Phycological Research 51: 99-108.

6. Shimada-ITS2

Title: Shimada-ITS2

Marker: ITS

Sequence: GAATTCTGCAATTCACA

Submitter: David Freshwater

Reference: Shimada, S.; Hiraoka, M.; Nabata, S.; Iima, M.; Masuda, M. (2003) Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating *Ulva*. Phycological Research 51: 99-108.

7. Shimada-ITS3

Title: Shimada-ITS3

Marker: ITS

Sequence: CTCTCAACAACGGATATCT

Submitter: David Freshwater

Reference: Shimada, S.; Hiraoka, M.; Nabata, S.; Iima, M.; Masuda, M. (2003) Molecular phylogenetic analyses of the Japanese *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae), with special reference to the free-floating *Ulva*. Phycological Research 51: 99-108.

Cladophora

1. CladoITS-7R

Title: Cladophora primer for ITS region

Marker: ITS

Sequence: TCCCTTTTCGCTCGCCGTACTA

Submitter: Robin L Taylor

Reference: Hayakawa, Y. I., Ogawa, T., Yoshikawa, S., Ohki, K., & Kamiya, M 2012. Genetic and ecophysiological diversity of *Cladophora* (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. Phycological Research 60: 86-97

2. CladoITS-9Fs

Title: Cladophora primer for ITS region

Marker: ITS

Sequence: GTCGCTCCTACCGATTGGGTGTG

Submitter: Robin L Taylor

Reference: Hayakawa, Y. I., Ogawa, T., Yoshikawa, S., Ohki, K., & Kamiya, M 2012. Genetic and ecophysiological diversity of *Cladophora* (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. Phycological Research 60: 86-97

Se encontraron 279 secuencias en GenBank para las especies y géneros indicados en el objetivo 1 (TABLA 4). La mayoría corresponden a *Ulva compressa* con 170 secuencias (60.9%), mientras que, para representantes de las Cladophorales, se encontraron 109 secuencias (39.1%). El detalle por especie o género se puede visualizar en la TABLA 5, donde destaca la alta cantidad de secuencias para *U. compressa* con *rbcl* y el género *Pseudorhizoclonium* para LSU y SSU (36 y 18 respectivamente).

TABLA 4. Número de secuencias obtenidas desde Genbank para las diferentes especies o género de Cladophorales y *U. compressa*. Con el detalle de cada marcador molecular utilizado.

Taxa	Marcador/Número de Secuencias					
	LSU	SSU	ITS	<i>tufA</i>	<i>rbcl</i>	<i>atpB</i>
<i>Chaetomorpha firma</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Chaetomorpha linum</i>	6	9	5	0	1	1
<i>Cladophora ruchingeri</i>	7	2	18	0	0	0
<i>Lychaete herpestica</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Pseudorhizoclonium spp.</i>	36	18	0	0	0	0
<i>Wittrockiella lyallii</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Ulva compressa</i>	0	0	0	29	132	0

TABLA 5. Listado de marcadores utilizados por Taxa.

Taxa	Localidad/País	Numero acceso Genbak / Marcador						Referencia
		LSU	SSU	ITS	tufA	rbcl	atpB	
<i>Chaetomorpha firma</i>	La Pampilla, Coquimbo, Chile	LT60 7068	LT60 7336					Boedeker <i>et al.</i> 2016 - Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Chaetomorpha linum</i>	Kuwait		MF5 7996 7					Al-Bader <i>et al.</i> 2018*
<i>Chaetomorpha linum</i>	Oostvoorne Meer, Netherlands	LT60 7189						Boedeker <i>et al.</i> 2016
<i>Chaetomorpha linum</i>	Finnoy, Norway	LT60 7183						Boedeker <i>et al.</i> 2016
<i>Chaetomorpha linum</i>	Sylt Island, North Sea, Germany	LT60 7193						Boedeker <i>et al.</i> 2016
<i>Chaetomorpha linum</i>	Sylt Island, North Sea, Germany	LT60 7341						Boedeker <i>et al.</i> 2016
<i>Chaetomorpha linum</i>	Sylt Island, North Sea, Germany	LT60 7073	LT60 7341					Boedeker <i>et al.</i> 2016 - Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Chaetomorpha linum</i>	China	MT9 9161 1		MT9 9161 1				Chen <i>et al.</i> 2020*
<i>Chaetomorpha linum</i>	Dee Why Beach, Sydney, Australia		KT59 3550					Cooke <i>et al.</i> 2015
<i>Chaetomorpha linum</i>	Dee Why Beach, Sydney, Australia		KT59 3551					Cooke <i>et al.</i> 2015
<i>Chaetomorpha linum</i>	Dee Why Beach, Sydney, Australia		KT59 3552					Cooke <i>et al.</i> 2015
<i>Chaetomorpha linum</i>	India			MT4 8407 1				Dixit <i>et al.</i> 2020*
<i>Chaetomorpha linum</i>	Sanbashi, Kochi City, Japan		AB06 2702					Hanyuda <i>et al.</i> 2002
<i>Chaetomorpha linum</i>	Qingdao, China		JN54 0034					Huang <i>et al.</i> 2016
<i>Chaetomorpha linum</i>	Rongcheng, China		JN54 0035					Huang <i>et al.</i> 2016
<i>Chaetomorpha linum</i>	Yantai, China		JN54 0036					Huang <i>et al.</i> 2016
<i>Chaetomorpha linum</i>	Qingdao, China			JN54 0038				Huang <i>et al.</i> 2016
<i>Chaetomorpha linum</i>	Rongcheng, China			JN54 0039				Huang <i>et al.</i> 2016
<i>Chaetomorpha linum</i>	Yantai, China			JN54 0040				Huang <i>et al.</i> 2016

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Chaetomorpha linum</i>	New Zealand			EU3 805 58	Novis <i>et al.</i> 2008*
<i>Chaetomorpha linum</i>	New Zealand			EU38 0531	Novis <i>et al.</i> 2008*
<i>Chaetomorpha linum</i>	New Zealand				Novis <i>et al.</i> 2008*
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Gullmarnsfjord, Sweden	Roetberget,	LT60 7375		Boedeker <i>et al.</i> 2016
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Bergen, Norway		LT60 7276		Boedeker <i>et al.</i> 2016
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Gulmarnsfjord, Sweden		LN67 9069		Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Bergen, Norway		LN67 9070		Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Yncyca Bay, New Zealand		LN67 9071	LN67 9079	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	South East Bay, New Zealand		LN67 9072	LN67 9080	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Kenepuru, New Zealand		LN67 9073	LN67 9081	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Havelock marina, New Zealand		LN67 9074	LN67 9082	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Yncyca Bay, New Zealand			LN67 9083	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Clova Bay, New Zealand			LN67 9084	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Tawero Point, New Zealand			LN67 9085	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Forsyth Bay, New Zealand			LN67 9086	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Beatrix Bay, New Zealand			LN67 9087	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Yncyca Bay, New Zealand			LN67 9088	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	South East Bay, New Zealand			LN67 9089	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Scotts Bay, New Zealand			LN67 9090	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Hikapu Reach, New Zealand			LN67 9091	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Hikapu Reach, New Zealand			LN67 9092	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Hikapu Reach, New Zealand			LN67 9093	Pochon <i>et al.</i> 2015

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Cladophora ruchingeri</i>	Yncyca Bay, New Zealand		LN67 9094		Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	South East Bay, New Zealand		LN67 9095		Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Tawero Point, New Zealand		LN67 9096		Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Cladophora ruchingeri</i>	Sin Información		LT60 7374		Boedeker <i>et al.</i> 2016
<i>Lychaete herpestica</i>	Caleta Quintay, Valparaíso, Chile	LT60 7092	LT60 7360		Boedeker <i>et al.</i> 2016
<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	Chwaka, Zanzibar, Tanzania	LT60 7121	LT60 7392		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	Panamá	LT60 7120	LT60 7391		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	Taharaa, Tahití, French Polynesia	LT60 7120	LT60 7391		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	Panamá	LT60 7141			Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	Nungwi, Zanzibar, Tanzania	FN68 7245			Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	Malem, Kosrae, Federated States of Micronesia	LT60 7140			Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium australe</i>	Lord Howe Island, Australia		MH4 7943 5		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium australe</i>	Lord Howe Island, Australia		MH4 7943 6		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium australe</i>	Lord Howe Island, Australia		MH4 7943 7		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium australe</i>	Grannys Bay, Auckland, New Zealand		MH4 7944 5	MH4 7942 7	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium australe</i>	Te Henga, Matuku Reserve, Auckland, New Zealand		MH4 7944 6	MH4 7942 8	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium australe</i>	Ihumatao, Manukau Harbour, Auckland, New Zealand		MH4 7944 7	MH4 7942 9	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium australe</i>	Onehunga, Manukau Harbour, Auckland, New Zealand		MH4 7944 8	MH4 7943 0	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium fractum</i>	Oura, Nago, Okinawa, Japan		LC04 2101	LC04 2104	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium fractum</i>	Kesaji, Higashi, Okinawa, Japan		LC04 2102	LC04 2104	Sherwood <i>et al.</i> 2019

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Pseudorhizoclonium fractum</i>	Miyara, Ishigaki, Okinawa, Japan	LC04 2100	LC04 2104	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium hawaiiense</i>	Kailua, Oahu, Hawaii, U.S.A.	MH4 7944 4		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Florianópolis, Sta Catarina, Brazil	LT60 7130	LT60 7400	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Isle St. Marie, Madagascar	LT60 7131	LT60 7401	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Morondava, Madagascar	MH4 7943 1		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Madagascar	MH4 7943 3		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium minutissimum</i>	Lake Man, Naha, Okinawa, Japan	LC04 2098	LC04 2105	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium minutissimum</i>	Oura, Nago, Okinawa, Japan	LC04 2099	LC04 2105	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium philippinens</i>	Bais, Negros Oriental, Philippines	LT60 7119	LT60 7390	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium philippinense</i>	Bais, Negros Oriental, Philippines	MH4 7943 2		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium rhizophilum</i>	Ford Rodman, Panamá Bay, Panama	LT60 7127	LT60 7397	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium rhizophilum</i>	Ford Rodman, Panamá Bay, Panama	LT60 7142		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium subaerophilum</i>	Las Bombas, Santa Catarina, Brazil	MH4 7943 4		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium subaerophilum</i>	Hawaii Kai, Honolulu, Oahu, Hawaii, U.S.A.	MH4 7943 8		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium subaerophilum</i>	Manoa, Honolulu, Oahu, Hawaii, U.S.A.	MH4 7943 9		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium subaerophilum</i>	Kaneohe, Oahu, Hawaii, U.S.A.	MH4 7944 0		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium subaerophilum</i>	Hawaii Kai, Honolulu, Oahu, Hawaii, U.S.A.	MH4 7944 1		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium subaerophilum</i>	Koolina, Oahu, Hawaii, U.S.A.	MH4 7944 2		Sherwood <i>et al.</i> 2019

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Pseudorhizoclonium subaerophilum</i>	Koolina, Oahu, Hawaii, U.S.A.	MH4 7944 3		Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium umbraticum</i>	Ki-ire, Kagoshima, Japan	LC04 2096	LC04 2103	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Pseudorhizoclonium umbraticum</i>	Atake river, Tanegashima Isl., Kagoshima, Japan	LC04 2097	LC04 2103	Sherwood <i>et al.</i> 2019
<i>Wittrockiella lyallii</i>	Dring Island, Aysén, Chile	GU1 9850 3	GU1 9850 2	Boedeker <i>et al.</i> 2016
<i>Ulva compressa</i>	Bendalong, Australia		JN02 9285	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Bendalong, Australia		JN02 9286	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Lord Howe Island, Australia		JN02 9298	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Lord Howe Island, Australia		JN02 9284	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Port Lincoln, Australia		JN02 9294	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Lake Conjola, Australia		JN02 9295	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Gerringong, Australia		JN02 9287	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Manyana, Australia		JN02 9288	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Dolphin Point, Australia		JN02 9289	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Narooma, Australia		JN02 9290	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	St. Kilda, Australia		JN02 9291	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Snug Park, Australia		JN02 9297	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Hell's Gate, Australia		JN02 9296	Pochon <i>et al.</i> 2015
<i>Ulva compressa</i>	Bamfield, Canada		HQ6 1029 4	HQ60 3530 Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bamfield, Canada		HQ6 1029 1	HQ60 3527 Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bamfield, Canada		HQ6 1029 0	HQ60 3526 Saunders & Kucera 2010

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Ulva compressa</i>	Bamfield, Canada	HQ6 1028 8	HQ60 3524	Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bamfield, Canada	HQ6 1028 5		Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bay of Fundy, Canada	HQ6 1028 4		Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Prince Rupert, Canada	HQ6 1028 7	HQ60 3523	Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bamfield, Canada	HQ6 1028 9	HQ60 3525	Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bamfield, Canada	HQ6 1029 2	HQ60 3528	Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bamfield, Canada	HQ6 1029 3	HQ60 3529	Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bay of Fundy, Canada	HQ6 1028 6	HQ60 3522	Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bay of Fundy, Canada	HQ6 1029 5	HQ60 3531	Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Bamfield, Canada	HQ6 1042 9	HQ60 3519	Saunders & Kucera 2010
<i>Ulva compressa</i>	Nizaki, Japan	AB2 8082 4		Kawai <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan	MK9 9219 5		Kang <i>et al.</i> 2019
<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan	MK9 9212 0		Kang <i>et al.</i> 2019
<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan	MK9 9211 9		Kang <i>et al.</i> 2019
<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan		KP23 3755	Kang <i>et al.</i> 2019
<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan		KP23 3754	Kang <i>et al.</i> 2019
<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan		KP23 3753	Kang <i>et al.</i> 2019

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan	KP23 3752	Kang <i>et al.</i> 2019
<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan	KP23 3751	Kang <i>et al.</i> 2019
<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan	KF90 8030	Kang <i>et al.</i> 2019
<i>Ulva compressa</i>	Jeju Island, Japan	KF90 8028	Kang <i>et al.</i> 2019
<i>Ulva compressa</i>	Teguma, Japan	AB09 7615	Shimada <i>et al.</i> 2003
<i>Ulva compressa**</i>	Ythan Estuary, Scotland	AF01 3981	Tan <i>et al.</i> 1999
<i>Ulva compressa**</i>	Ythan Estuary, Scotland	AF01 3982	Tan <i>et al.</i> 1999
<i>Ulva compressa**</i>	Strangford Lough, Ireland	AJ23 4301	Tan <i>et al.</i> 1999
<i>Ulva compressa**</i>	Strangford Lough, Ireland	AJ23 4302	Tan <i>et al.</i> 1999
<i>Ulva compressa</i>	Manawatāwhi, New Zealand	MW3 8966 3	Heesch <i>et al.</i> 2021
<i>Ulva compressa</i>	Fiordland, New Zealand	EF11 0272	Heesch <i>et al.</i> 2009
<i>Ulva compressa</i>	Cashel Bay, Irealdn, New Zealand	EU48 4397	Loughnane <i>et al.</i> 2008
<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin, New Zealand	EF10 9939	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	St Clair, Dunedin, New Zealand	EF10 9947	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	St Clair, Dunedin, New Zealand	EF10 9948	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Riverton Harbour, Southland, New Zealand	EF10 9963	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Riverton Rocks, New Zealand	EF10 9966	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Riverton Harbour, Southland, New Zealand	EF10 9972	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin, New Zealand	EF10 9980	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin, New Zealand	EF10 9982	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin, New Zealand	EF10 9983	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin, New Zealand	EF10 9984	Heesch <i>et al.</i> 2007

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin, New Zealand	EF10 9986	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Stewart Island Deep Bay, New Zealand	EF11 0012	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Stewart Island, Port William, New Zealand	EF11 0014	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Stewart Island, Port William, New Zealand	EF11 0015	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Scorching Bay, New Zealand	EF11 0023	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Scorching Bay, New Zealand	EF11 0027	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Island Bay Lagoon, New Zealand	EF11 0034	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Island Bay Lagoon	EF11 0035	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Frank Kitts, Wellington, New Zealand	EF11 0040	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Pukerua Bay, New Zealand	EF11 0042	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Porirua Harbour, New Zealand	EF11 0047	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Havelock, Pelorus, New Zealand	EF11 0049	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Akaroa, Banks Peninsula, New Zealand	EF11 0129	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Akaroa, Banks Peninsula, New Zealand	EF11 0132	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kakanui Beach, Otago, New Zealand	EF11 0135	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kakanui Beach, Otago, New Zealand	EF11 0136	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kakanui Beach, Otago, New Zealand	EF11 0137	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kakanui Beach, Otago, New Zealand	EF11 0138	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kakanui Beach, Otago, New Zealand	EF11 0139	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kakanui Beach, Otago, New Zealand	EF11 0143	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Pukerua Bay, New Zealand	EF11 0144	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Porirua Harbour, New Zealand	EF11 0149	Heesch <i>et al.</i> 2007

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Ulva compressa</i>	Frank Kitts, Wellington, New Zealand	EF11 0150	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Frank Kitts, Wellington, New Zealand	EF11 0151	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Island Bay, New Zealand	EF11 0152	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Lyall Bay west, New Zealand	EF11 0156	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Cornwallis, Manukau Harbour, New Zealand	EF11 0162	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Te Henga, West Coast, , New Zealand	EF11 0163	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Langs Beach, Bream Bay, New Zealand	EF11 0173	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Ngunguru, Northland, New Zealand	EF11 0177	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Matapouri, Northland, New Zealand	EF11 0180	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Sandy Bay, Northland, New Zealand	EF11 0182	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Sandy Bay, Northland, New Zealand	EF11 0183	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Ocean Beach, Whangarei, New Zealand	EF11 0190	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin	EF11 0195	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Karitane Harbour, Otago, New Zealand	EF11 0218	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	St Clair, Dunedin, New Zealand	EF11 0226	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	St Clair, Dunedin, New Zealand	EF11 0227	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Macandrew Bay, Otago Harbour, New Zealand	EF11 0229	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Macandrew Bay, Otago Harbour, New Zealand	EF11 0230	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Jackson Bay, West Coast, South Island	EF11 0240	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Hunts Beach, West Coast, New Zealand	EF11 0243	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Hunts Beach, West Coast, New Zealand	EF11 0247	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Crooked Arm, Doubtful Sound, Fiordland	EF11 0262	Heesch <i>et al.</i> 2007

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Ulva compressa</i>	Bauza Island, Doubtful Sound, New Zealand	EF11 0264	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Bauza Island, Doubtful Sound, New Zealand	EF11 0267	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Bauza Island, Doubtful Sound, New Zealand	EF11 0272	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Bauza Island, Doubtful Sound, New Zealand	EF11 0274	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Precipice Cove, Bradshaw Sound, New Zealand	EF11 0278	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Opononi, Hokianga, Northland, New Zealand	EF11 0291	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Doubtless Bay, Northland, New Zealand	EF11 0295	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Jacob's Bay, New Zealand	EF11 0296	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Jacobs Bay, New Zealand	EF11 0297	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Scorching Bay, New Zealand	EF11 0301	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Island Bay, New Zealand	EF11 0305	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Island Bay, New Zealand	EF11 0306	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Porirua Harbour, New Zealand	EF11 0317	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Island Bay, New Zealand	EF11 0332	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Island Bay, New Zealand	EF11 0333	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Hutt River, New Zealand	EF11 0335	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kaikoura, South Bay, New Zealand	EF11 0340	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kaikoura, South Bay, New Zealand	EF11 0342	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kaikoura, South Bay, New Zealand	EF11 0343	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wellington, Porirua Harbour, New Zealand	EF11 0346	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin, New Zealand	EF11 0347	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin, New Zealand	EF11 0352	Heesch <i>et al.</i> 2007

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Ulva compressa</i>	Brighton Beach, Dunedin, New Zealand	EF11 0354	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	St Clair, Dunedin, New Zealand	EF11 0370	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	St Clair, Dunedin, New Zealand	EF11 0371	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Tommy Solomons grave, Chatham, New Zealand	EF11 0377	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Waitangi, Petre Bay, Chatham, New Zealand	EF11 0380	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Waitangi, Petre Bay, Chatham, New Zealand	EF11 0381	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Waitangi, Petre Bay, Chatham, New Zealand	EF11 0383	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wharf, Owenga, Chatham, New Zealand	EF11 0385	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Owenga, Chatham Island, New Zealand	EF11 0389	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Mairangi, Chatham Island, New Zealand	EF11 0391	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wharekauri, Chatham Island, New Zealand	EF11 0395	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wharekauri, Chatham Island, New Zealand	EF11 0396	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Te Whanga Lagoon, Chatham, New Zealand	EF11 0399	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Port Hutt, Chatham Island, New Zealand	EF11 0406	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Port Hutt, Chatham Island, New Zealand	EF11 0410	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Port Hutt, Chatham Island, New Zealand	EF11 0411	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Whanganui Inlet, Kahurangi, New Zealand	EF11 0422	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Whanganui Inlet, Kahurangi, New Zealand	EF11 0423	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Whanganui Inlet, Kahurangi, New Zealand	EF11 0426	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wharariki, Cape Farewell, New Zealand	EF11 0427	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Wharariki, Cape Farewell, New Zealand	EF11 0431	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Constant Bay, Charleston, New Zealand	EF11 0433	Heesch <i>et al.</i> 2007

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

<i>Ulva compressa</i>	Ngakawau, West Coast, New Zealand	EF11 0437	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	North of Hector, West Coast, New Zealand	EF11 0438	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kawhia, Taranaki, North Island, New Zealand	EF11 0447	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Kawhia, Taranaki, North Island, New Zealand	EF11 0448	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Mangere Island, Chatham Islands, New Zealand	EF11 0450	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Matauhi Bay, Bay of Islands, New Zealand	EF11 0454	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Skudders Beach, Bay of Islands, New Zealand	EF11 0459	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	off Round Island, Bay of Islands, New Zealand	EF11 0465	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Stella base site, Fiordland, New Zealand	EF11 0471	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Anchor Island, Dusky Sound, New Zealand	EF11 0474	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Girlie Island, Dusky Sound, New Zealand	EF11 0475	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Tanner's Point, Tauranga Harbour, New Zealand	EF11 0491	Heesch <i>et al.</i> 2007
<i>Ulva compressa</i>	Yacht and Anglers' Club, Williamstown, Australia	EU9 3396 8	EU93 3941 Kraft <i>et. al</i> 2010
<i>Ulva compressa</i>	Yacht and Anglers' Club, Williamstown, Australia	EU9 3396 9	EU93 3943 Kraft <i>et. al</i> 2010

Al analizar los marcadores utilizados por grupo, existe un alto número de secuencias (107) de genes o espaciadores nucleares para Cladophorales (LSU, SSU e ITS), mientras que para *U. compressa* destaca el alto número de secuencias *rbcl* (132), seguido por *tufA* (29) (Figura 3).

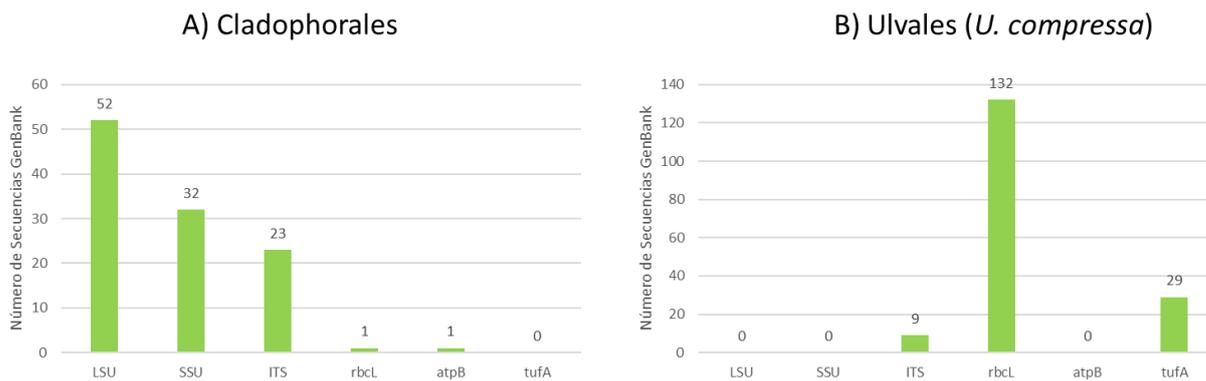


Figura 3. Número de secuencias obtenidas desde Genbank . **A.** Cladophorales ; **B.** U. compressa. Con el detalle de cada marcador molecular utilizado.

Un aspecto importante respecto de los análisis moleculares se refiere a uno de los primeros pasos llevados a cabo en el laboratorio, la extracción de ADN, de los estudios e informes analizados (TABLA 5), se desprende que la mayoría de los trabajos utilizan el kit de QIAGEN “DNeasy Plant Mini Kit”, seguido por el método CTAB y Chelex (Figura 4).

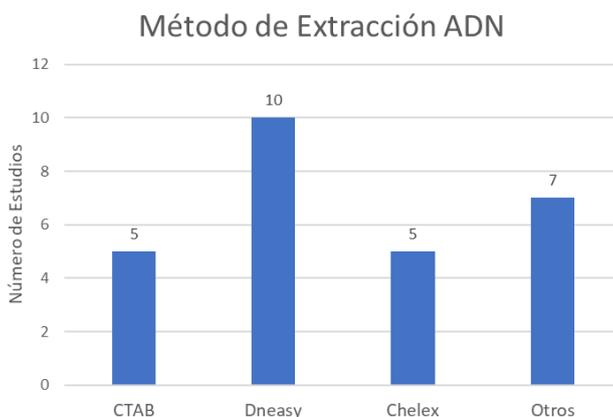


Figura 4. Número de estudios moleculares realizados en especies de Cladophorales y Ulvaes llevados a cabo entre 1994 y 2021 y el tipo de método utilizado para la extracción del ADN.

Diferentes grupos de investigación han publicado estudios en taxonomía molecular de macroalgas marinas de Chile (TABLA 5), cabe señalar que la mayoría de los laboratorios trabaja con algas pardas o rojas, para las cuales se utilizan algunos de los marcadores mencionados en este reporte (ej. *rbcl*), además de marcadores mitocondriales (ej. *COI*). Destaca el laboratorio liderado por la Dra. Marie-Laure Guillemin de la Universidad Austral, quienes han publicado diversos estudios incluyendo algas verdes marinas (Guillemin *et al.* 2020, Dubrasquet *et al.*

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

2021), particularmente , utilizaron los marcadores *tufA* y *rbcL* para identificación molecular de distintas especies obtenidas en Antártica, incluida *Ulva sp.*

Se incluye además Consultora ECOGEN, que, si bien no trabajan directamente con macroalgas marinas, llevan a cabo servicios de ADN ambiental, el cual podría ser una alternativa para la identificación de propágulos de algas.

TABLA 5. Centros o Investigadores que realizan análisis moleculares de macroalgas o servicios de ADN ambiental.

Investigador/a - Centro	Email	Universidad	Contacto
Alejandra V Gonzalez	apgonzalez@uchile.cl	Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile	Casilla 653, Santiago, Chile
Carolina Camus	carolina.camus@ulagos.cl	Centro i~mar, Universidad de Los Lagos, Puerto Montt, Chile	Camino Chiquihue Km 6, Puerto Montt, Chile
Florence Tellier	ftellier@ucsc.cl	Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción	Alonso de Ribera 2850, Concepción, Chile
Loretto Contreras-Porcia	lorettocontreras@unab.cl	Departamento de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Andres Bello	Santiago 8370251, Chile
Marie-Laure Guillemin	marielaure.guillemin@gmail.com	Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile	Casilla 567, Valdivia, Chile
Sylvain Faugeron	sfaugeron@bio.puc.cl	Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile	Casilla 114-D, Santiago, Chile
Ecogen	contacto@ecogen.cl	Consutora / Servicio de ADN ambiental en el área de Acuicola	Víctor Lamas 491, Concepción, Chile

ANEXO 2. Entrevistas

Entrevista a funcionarios de organismos públicos/empresas privadas, dirigentes de la pesca artesanal

Saludos y presentación personal. Estimado (a) señor(a), somos investigadores del Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad Arturo Prat, de Puerto Montt. Estamos realizando un registro de información histórica del desarrollo de las varazones de macroalgas verdes tipo *Rhizoclonium* y similares. Este levantamiento de información está asociado al proyecto “**FIPA N° 2021-38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos**”. La entrevista, que usted contestará, tiene como finalidad recabar información histórica del desarrollo de las varazones de macroalgas verdes y otras algas (rojas y pardas) en los sectores del río Maullín, San Pedro Nolasco y Pudeto. Esta investigación está patrocinada por el Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA).

Además, quisiera informarle que, con la información generada, se redactará un documento con textos y fotografías; posteriormente, el escrito será entregado como informe al Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura.

Datos generales del entrevistado	
Fecha:	
Nombre:	
Edad:	
Nombre institución	
Ocupación	
Cargo y tiempo en el cargo	
Profesión	
Correo	
Dirección	
Firma	

Cuestionario

1. Para comenzar, quisiera pedirle que relatara el desarrollo que han tenido las proliferaciones y varazones de algas plaga asociadas al pelillo desde que comenzaron, hasta el presente, en base a información que usted posea:

1.1. En los lugares que usted tenga datos, ¿En qué año y en que época del año comenzó este fenómeno de varazón de algas plaga?

1.2. Según usted, ¿En qué lugares, de localidades que usted conozca, se han registrado varazones de algas plaga? Podría ubicarlo en el mapa, indicando donde se inició y hacia donde se expandió.

1.3. ¿Tiene usted datos sobre cuáles han sido los volúmenes de algas plaga que han varado en los lugares que usted menciona?

1.4. ¿Cuáles han sido las características que ha tenido en el tiempo esta plaga? Magnitud, persistencia. ¿Quiénes han sido afectados y por cuánto tiempo?

1.5. ¿Usted conoce cuáles han sido las acciones frente a estas plagas propuestas por la gente de las comunidades ribereñas afectadas? ¿Qué han propuesto? De las implementadas cuales han sido los resultados?

(Si la respuesta es afirmativa preguntar que han propuesto; si la respuesta es negativa preguntar si es por falta de información o es porque las comunidades no ha han realizado acciones para revertir, mitigar o frenar el proceso).

1.6. Las personas de las comunidades ribereñas afectadas, para solucionar el problema de proliferación y varazón de algas plaga, ¿han actuado de forma colectiva o individual?

1.7. ¿Cuál ha sido la respuesta de la institución en que usted trabaja a este fenómeno de proliferación y varazón de macroalgas?

1.8. En general, ¿Considera usted que la respuesta de las autoridades ha sido efectiva? en este ámbito, ¿Considera usted que las autoridades, actúan en forma coordinada? Esa coordinación la considera efectiva? ¿Por qué? (En caso de que su respuesta sea negativa) ¿De qué manera soluciona el problema? El problema ¿persiste, se agrava?

2. Durante la última proliferación fue necesario recurrir a la acción de autoridades del Servicio de Salud Pública por los malos olores, que opina de eso?

3. En base a la información que usted tiene, ¿Cuál o cuáles han sido los impactos económicos, sociales y ambientales de las algas plaga en la producción de pelillo?

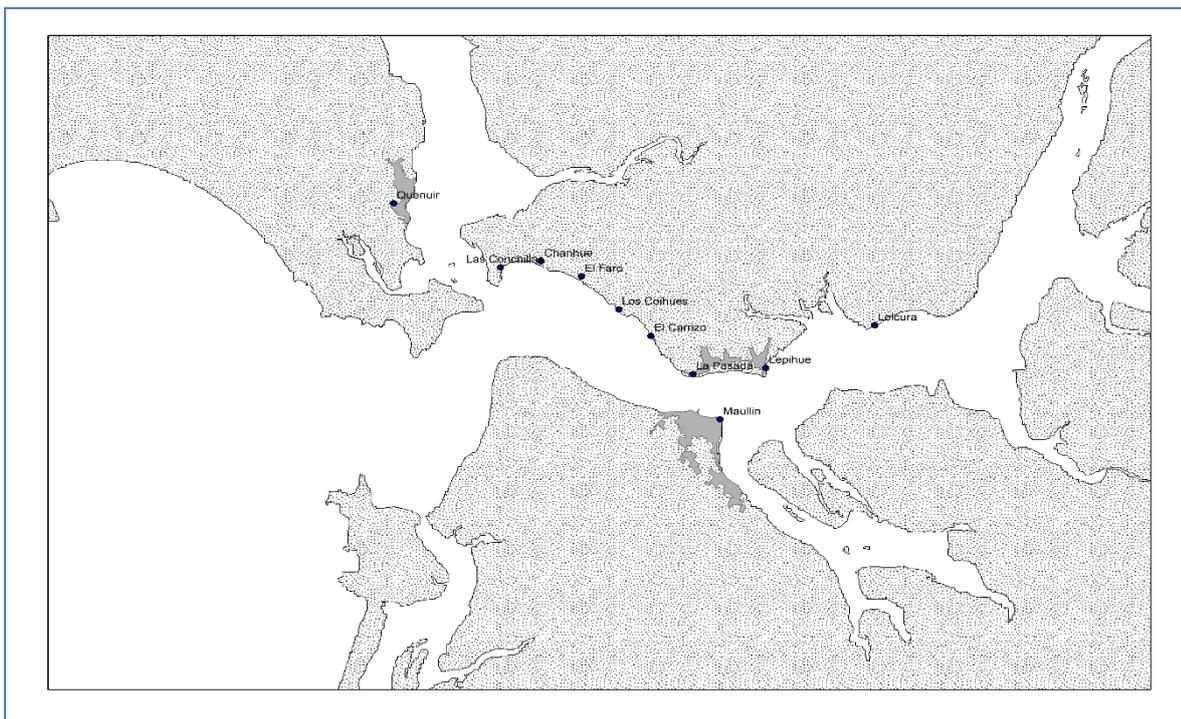
4. Marque una o más alternativas de acuerdo con el grado de importancia, que usted cree que son los factores que están incidiendo en las proliferaciones y varazones de algas plagas.

Factores abióticos	Marque 1 a 5 (1 es lo menos importante y 5 es lo más importante)	Factores antropogénicos Globales	Marque 1 a 5 (1 es lo menos importante y 5 es lo más importante)
---------------------------	--	---	--

Aumento Temperatura		Urbanización, construcciones, parcelaciones, campos agrícolas poblacional, instalación de cerquillos	
Aumento de Salinidad		Industrialización	
Aumento de nutrientes		Cambio climático	
Disminución del pH (Acidificación)		Aumento de emisarios industriales	
Aumento de la intensidad lumínica		Otras (deforestación, acuicultura, agricultura, aguas residuales domésticas, entre otros)	

5. De acuerdo con las preferencias principales marcadas, ¿qué soluciones serían efectivas para mitigar el impacto que producen las proliferaciones y varazones de algas plagas en las zonas afectadas?

Mapa asociado a la entrevista



ANEXO 3. Encuestas

Encuesta Rio Pudeto

Nombre:

Edad:

Lugar donde vive:

Lugar donde trabaja:

¿En que año no se han desarrollado varazones de algas? _____

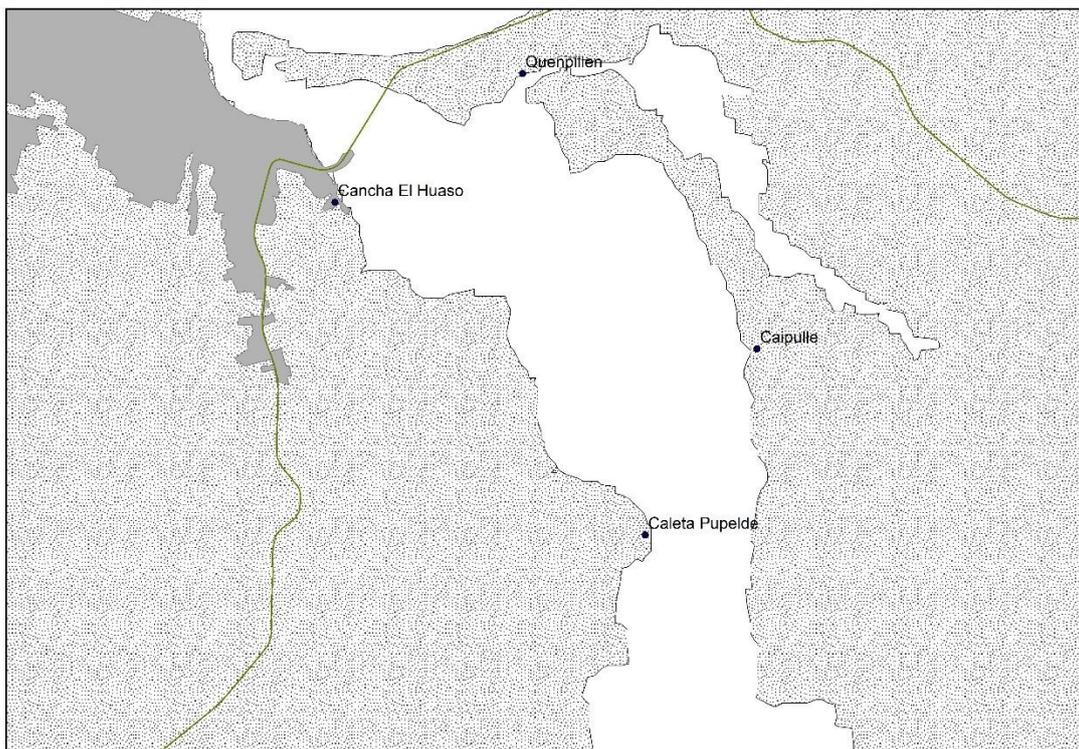
¿Durante que periodo del año hay varazones de algas verdes filamentosas?

¿En qué año o años recuerda que las varazones de algas han sido mayores?

¿Podría usted estimar la cantidad de algas que han varado durante el evento más masivo? ¿qué año fue?

¿Qué espacio ocupan en la playa estas varazones?

Identifique las zonas en que varan algas



Encuesta de Percepción Rio Maullín

NOMBRE: _____ EDAD: _____

1. En relación con la aparición de plaga conocida como *Rhizoclonium* ocurridas en el año 2013 y 2020, ¿en cual hubo mayor cantidad de alga varada? (Marque 1)
 a) 2013 b) 2020 c) Fueron similares

2. Si marcó **a** o **b** en la respuesta anterior, ¿Podría indicar cuanto mayor fue la cantidad de algas varadas? (Marque 1)
 a) Menor al doble b) El doble c) El triple
 d) Varias veces mayor, podría indicar cuánto? _____

3. Esta plaga inicio en el 2013 y se mantuvo presente hasta el 2015. ¿Ordene de mayor a menor los años, en que hubo mayor cantidad de alga varada?
 1) _____, 2) _____, 3) _____.

En relación con esta pregunta, ¿Cuánto mayor fue la cantidad de algas varadas en el primer año indicado versus la segunda? Haga lo mismo para comparar el segundo en relación con el tercero (Rellene en el recuadro con una X).

- a) Menor al doble
- b) El doble
- c) El triple
- d) Varias veces mayor, podría indicar cuánto?

1° vs 2°	2° vs 3°

4. Mientras que en el evento de plaga del año 2020 se mantuvo hasta el año 2021. De esos 2 años ¿puede identificar en cual fue mayor la cantidad de alga varada? _____ ¿Cuánto? (Marque 1)
 a) Menor al doble b) El doble c) El triple
 d) Varias veces mayor, podría indicar cuánto? _____

5. Finalmente, en el momento que usted indico hubo mayor cantidad de algas varadas. ¿Podría indicar que cantidad estima usted que había en 1 metro cuadrado? ¿O en alguna otra unidad de área?



ANEXO 4. Informe de limpieza de Playa



INFORME

LIMPIEZA Y RETIRO DE MATERIAL ORGANICO BORDE COSTERO COMUNA DE MAULLIN

Los Muermos, con fecha 24 de agosto de 2021

SRES(AS), COMUNIDAD SECTOR LA PASADA Y LAS CONCHILLAS

DE ACUERDO A LOS TRABAJOS REALIZADOS DE LIMPIEZA Y RETIRO DE MATERIAL ORGÁNICO RESULTANTE DE LA VARAZÓN DE ALGAS TIPO RHIZOCLONIUM, EN EL SECTOR COSTERO COMPENDIDO ENTRE LA PASADA Y LAS CONCHILLAS DE LA COMUNA DE MAULLÍN SE INFORMA:

USO DE MAQUINARIAS EN UN TOTAL DE 194 HORAS CONTRATADAS PARA CADA UNA A LA EMPRESA SERVICIOS C Y G LIMITADA, **SE ESTIMA EL RETIRO DE 17.460 TONELADAS DE ALGAS.**

Saluda atentamente a usted.

**SERVICIOS C Y G LIMITADA
HUGO CONTRERAS VERA.
REPRESENTANTE LEGAL**

ANEXO 5. Análisis de especies de algas en muestreos biológicos

TABLA 1. Análisis de especies de algas encontradas en cada sitio de muestreo y cálculo de carga epífita total y específica, localidad de Río Pudeto en diciembre de 2022.

Estaciones de muestreo	Réplicas	Especies de macroalgas	Peso seco (g)	Carga total (%)	Carga específica (%) (Solo especies plaga *)	
A 1	1	<i>G. chilensis</i>	14,60	34,25	9,00	
		<i>U. compressa</i> *	0,90			
		<i>Chaetomorpha linum</i> *	0,40			
		<i>Ceramium sp.</i>	2,00			
		<i>Ulva sp.</i>	1,70			
	2	<i>G. chilensis</i>	4,75	71,58	-	
		<i>Ceramium sp.</i>	2,00			
		<i>Ulva sp.</i>	1,40			
	3	<i>G. chilensis</i>	2,70	407,41	237,00	
		<i>U. compressa</i> *	2,50			
		<i>Chaetomorpha linum</i> *	3,90			
		<i>Ceramium sp.</i>	0,10			
		<i>Ulva sp.</i>	4,50			
	A 2	1	<i>G. chilensis</i>	10,00	33,00	13,00
			<i>U. compressa</i> *	1,30		
<i>Ceramium sp.</i>			2,00			
2		<i>G. chilensis</i>	18,10	3,87	4,00	
		<i>U. compressa</i> *	0,70			
3		<i>G. chilensis</i>	16,41	9,14	9,00	
		<i>U. compressa</i> *	1,50			
A 3		1	<i>G. chilensis</i>	3,60	216,67	114,00
			<i>U. compressa</i> *	4,10		
	<i>Ceramium sp.</i>		0,90			
	<i>Ulva sp.</i>		2,80			
	2	<i>G. chilensis</i>	5,00	84,00	32,00	
		<i>U. compressa</i> *	1,60			
		<i>Ceramium sp.</i>	2,60			

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	3	<i>G. chilensis</i>	0,30	2.500,00	1.567,00
		<i>U. compressa *</i>	4,70		
		<i>Ceramium sp.</i>	2,80		
A 4	1	<i>G. chilensis</i>	0,30	1.433,33	33,00
		<i>U. compressa *</i>	0,10		
		<i>Ceramium sp.</i>	3,90		
		<i>Ulva sp.</i>	0,30		
	2	<i>U. compressa *</i>	2,00	- Sin dato porque muestra no tenía pelillo	
		<i>Ceramium sp.</i>	23,20		
		<i>Ulva sp.</i>	23,00		
	3	<i>G. chilensis</i>	6,40	21,88	11,00
		<i>U. compressa *</i>	0,70		
		<i>Ceramium sp.</i>	0,70		
A 5 (Quempillén)	1	<i>G. chilensis</i>	0,37	54,05	-
		<i>Ceramium sp.</i>	0,20		
	2	<i>G. chilensis</i>	9,60	8,33	-
		<i>Ceramium sp.</i>	0,80		
	3	<i>M. pyrifera</i>	4,70	- Sin dato porque muestra no tenía pelillo	
		<i>Ulva sp.</i>	4,10		

TABLA 2. Análisis de especies de algas encontradas en cada sitio de muestreo y cálculo de carga epífita total y específica, localidad de Río Pudeto en mayo de 2022.

Estaciones de muestreo	de	Réplicas	Especies de macroalgas	Peso seco (g)	Carga total (%)	Carga específica (%) (Especies plaga *)
A1	1		<i>G. chilensis</i>	7	159,00	159,00
			<i>Chaetomorpha linum*</i>	11,1		
	2		<i>G. chilensis</i>	1,3	1.454,00	1.454,00
			<i>Chaetomorpha linum*</i>	18,9		
	3		<i>G. chilensis</i>	0,5	2.420,00	2.420,00
			<i>Chaetomorpha linum</i>	12,1		
	4		0	-	-	-
	5		<i>G. chilensis</i>	1,3	785,00	785,00
			<i>Chaetomorpha linum*</i>	8,9		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		<i>Ceramium sp.</i>	Presencia		
A 2	1	<i>G. chilensis</i>	19,4	7,00	4,64
		<i>Chaetomorpha linum*</i>	0,9		
		<i>Ulva sp.</i>	0,4		
	2	<i>G. chilensis</i>	8	29,00	17,50
		<i>Chaetomorpha linum*</i>	1,4		
		<i>Ulva sp.</i>	0,9		
	3	<i>G. chilensis</i>	9	0,00	0,00
		<i>Chaetomorpha linum*</i>	Presencia		
		<i>Ulva sp.</i>	Presencia		
	4	<i>G. chilensis</i>	11,6	0,00	0,00
		<i>Ulva sp.</i>	Presencia		
		<i>Chaetomorpha linum*</i>	Presencia		
	5	0	-	-	-
A 3	1	<i>G. chilensis</i>	0,3	33,00	0
		<i>Ulva so.</i>	0,1		
	2	<i>G. chilensis</i>	13,7	83,00	35,37
		<i>Chaetomorpha linum*</i>	4,9		
		<i>Ulva sp.</i>	6,5		
	3	0	-	-	-
	4	0	-	-	-
	5	<i>G. chilensis</i>	3,2	19,00	0,00
		<i>Ulva sp.</i>	0,6		
		<i>Chaetomorpha linum*</i>	Presencia		
	A 4	1	<i>G. chilensis</i>	10,2	17,00
<i>Chaetomorpha linum*</i>			0,7		
<i>Ulva sp.</i>			1		
2		<i>G. chilensis</i>	8,9	18,00	13,48
		<i>Chaetomorpha linum*</i>	1,2		
		<i>Ulva sp.</i>	0,4		
3		0	-	-	-
4		<i>G. chilensis</i>	10,10	0	0
		<i>Ulva sp.</i>	Presencia		

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

	5	<i>G. chilensis</i>	5,1	10,00	0,00
		<i>Ulva sp.</i>	0,5		
A 5	1	<i>Ulva sp.</i>	17,5	- Sin dato porque muestra no tenía pelillo	
	2	<i>Ulva sp.</i>	0,3	- Sin dato porque muestra no tenía pelillo	
	3	<i>G. chilensis</i>	0,05	1.600,0	0,00
		<i>Ulva sp.</i>	7,5		
		<i>Ceramium sp.</i>	0,5		
	4	<i>Ulva sp.</i>	7,7	- Sin dato porque muestra no tenía pelillo	
		<i>Ceramium sp.</i>	0,7		
5	0	-	-	-	

Río Maullin

TABLA 3. Análisis de especies de algas encontradas en cada sitio de muestreo y cálculo de carga epífita total y específica, localidad de Río Maullín en marzo de 2023.

Estaciones de muestreo	de	Réplicas	Especies de macroalgas	Peso seco (g)	Carga total (%)	Carga específica (%) (Especies plaga *)
M 1 (Las Conchillas)	1	<i>G. chilensis</i>	13,61	14,5	0	
		<i>Ulva sp</i>	1,34			
		<i>Ceramium sp.</i>	0,63			
	2	0	-	-	-	
	3	0	-	-	-	
M 2	1	<i>G. chilensis</i>	0	0	0	
	2	<i>G. chilensis</i>	0	0	0	
	3	<i>G. chilensis</i>	0	0	0	
M 3	1	<i>G. chilensis</i>	16,86	0	0	
		Presencia <i>Ceramium sp.</i>	0			
	2	0	-	-		
	3	<i>G. chilensis</i>	17,66	6,3	0	
CERAMIALES		1,11				
M 4	1	0	-	-	-	
	2	0	-	-	-	
	3	0	-	-	-	
M 5	1	<i>G. chilensis</i>	7,17	50,10	50,10	
		<i>Chaetomorpha linum*</i>	3,59			
	2	<i>G. chilensis</i>	3,05	586,20	339,00	

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

		<i>Chaetomorpha linum*</i>	10,34		
		<i>Ceramium sp.</i>	7,54		
	3	<i>G. chilensis</i>	7,44	143,4	98,00
		<i>Chaetomorpha linum*</i>	7,18		
		<i>Ceramium sp.</i>	3,33		

TABLA 4. Análisis de especies de algas encontradas en cada sitio de muestreo y cálculo de carga epífita total y específica, localidad de Río Maullín en junio de 2023.

Estaciones de muestreo	Réplicas	Especies de macroalgas	Peso seco (g)	Carga total (%)	Carga específica (%) (Especies plaga *)
M 1 (Las Conchillas)	1	<i>Ceramium sp.</i>	3,80	- Sin dato porque muestra no tenía pelillo	
	2	<i>Ch. chamissoi</i>	1,70		
		<i>A. furcellatus</i>	1,00		
		<i>Ceramium sp.</i>	3,60		
		<i>Rizhoclodium *</i>	0,70		
	3	<i>M. membranácea</i>	12,50		
		<i>Ulva sp.</i>	2,50		
		<i>Rhizoclodium*</i>	1,20		
		<i>Ch. chamissoi</i>	4,80		
		<i>A. furcellatus</i>	2,20		
	<i>Ceramium sp.</i>	5,80			
M 2	1	<i>G. chilensis</i>	14,80	4	0
		<i>Ceramium sp.</i>	1,10		
	2	<i>G. chilensis</i>	12,50	15	0
		<i>Ceramium sp.</i>	2,20		
	3	<i>G. chilensis</i>	11,70	39	0
		<i>Ceramium sp.</i>	5,90		
M 3	1	<i>G. chilensis</i>	16,3	3	0
		CERAMIALES	1,10		
	2	<i>G. chilensis</i>	17,8	4	0
		CERAMIALES	1,20		
	3	<i>G. chilensis</i>	13,70	2	0
		CERAMIALES	0,90		
M 4	1	<i>G. chilensis</i>	10,8	20	20

		<i>Chaetomorpha linum</i>	3,00		
	2	<i>G. chilensis</i>	13,80	33	33
		<i>Chaetomorpha linum</i>	5,40		
	3	<i>G. chilensis</i>	7,30	76	76
		<i>Chaetomorpha linum</i>	5,80		
M 5	1	<i>G. chilensis</i>	8,60	33	33
		<i>Chaetomorpha linum</i>	3,60		
	2	<i>G. chilensis</i>	8,20	17	17
		<i>Chaetomorpha linum</i>	1,80		
	3	0		-	-

TABLA 5. Análisis de especies de algas encontradas en cada sitio de muestreo y cálculo de carga epífita total y específica, localidad de San Pedro Nolasco en marzo de 2023.

Estaciones de muestreo	de	Réplicas	Especies de macroalgas	Peso seco (g)	Carga total (%)	Carga específica (%) (Especies plaga *)
SPN 1	1	<i>G. chilensis</i>	14	79	79	
		<i>Chaetomorpha linum</i>	11			
	2	<i>G. chilensis</i>	22	136	136	
		<i>Chaetomorpha linum</i>	30			
	3	<i>G. chilensis</i>	3	1833	1833	
		<i>Chaetomorpha linum</i>	55			
SPN 2	1	<i>G. chilensis</i>	2	14	0	
		<i>Ceramium sp.</i>	14			
	2	<i>G. chilensis</i>	27	0	0	
	3	0	-	-	-	
SPN 3	1	0	-	-	-	
	2	0	-	-	-	
	3	0	-	-	-	
SPN 4	1	<i>G. chilensis</i>	128	0	0	
	2	0	-	-	-	
	3	0	-	-	-	

TABLA 6. Análisis de especies de algas encontradas en cada sitio de muestreo y cálculo de carga epífita total y específica, localidad de San Pedro Nolasco en julio de 2023.

Estaciones de muestreo	Réplicas	Especies de macroalgas	Peso seco (g)	Carga total (%)	Carga específica (%) (Especies plaga *)
SPN 1	1	<i>G. chilensis</i>	11,00	0	0
	2	<i>G. chilensis</i>	10,40	0	0
	3	0		-	-
SPN 2	1	<i>G. chilensis</i>	15,80	6	0
		CERAMIALES	0,9		
		Presencia <i>Ch. linum</i>	0		
	2	<i>G. chilensis</i>	15,3	0	0
		Presencia <i>Ch. linum</i>	0		
	3	<i>G. chilensis</i>	14,5	0	0
Presencia <i>Ceramium</i> sp.		0			
SPN 3	1	0		-	-
	2	<i>G. chilensis</i>	13,70	0	0
		Presencia <i>Ch. linum</i>	0		
	3	<i>G. chilensis</i>	11,80	0	0
		Presencia CERAMIALES	0		
SPN 4	1	0		-	-
	2	0		-	-
	3	0		-	-

ANEXO 6. Análisis Organoléptico.



ANEXO 8

Análisis sensorial

Proyecto FIPA 2021-38

Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos.

ANEXO I

Algas submareales



ANEXO DE INFORME
RM: 544023-1

BV_C2_Internal



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS DE CALIDAD DE PRODUCTO

1. Descripción del producto

Identificación del Producto	PSMI-1(Plaga Submareal Maullín invierno).
Unidad Solicitante	Universidad Católica del Norte
Producto	Alga seca Molina
Temperatura recepción de la muestra	Temperatura Ambiente
Muestreo	Muestra proporcionada por el cliente
Número de muestra	544023-1.
Cantidad de muestra	500 g
Cont. Neto	500 g según indica envase
Fecha elaboración	N.A.
Fecha vencimiento	N.A.
Análisis solicitado	Evaluación Sensorial (Apariencia- Color- Olor- Sabor- Textura)
Norma aplicada	Evaluación Sensorial UNE ISO 4121 año 2006
Numero de panelistas	2 panelistas entrenados.

BV_C2_Internal

2. Evaluación Sensorial del Producto

1. Apariencia

N° Muestra	Apariencia
544023-1	Bien conservada. Libre de defectos. Se encuentran productos marinos en la muestra. Evidencia en anexo foto(n°3)

2. Color

N° Muestra	Color
544023-1	Color no uniforme. De color verde intenso y verde musgo oscuro y opaco.

3. Olor

N° Muestra	Olor
544023-1	Característico de la matriz, en general buen olor, intenso. Libre de olores extraños.

4. Sabor

N° Muestra	Sabor
544023-1	No se realiza este test, debido a que se desconoce la naturaleza de la misma pudiendo provocar daños a la salud del panelista.

BV_C2_Internal

5. Textura

N° Muestra	Resultado
544023-1	Textura aspera y filamentosa, en forma de arbusto. Resistente a la tracción. Reseca al contacto. De composición Hilosa.

3. Observaciones

- Al realizar la inspección visual del producto.

Se detecta producto no uniforme.

Producto filamentoso en toda su extensión.

De color verde intenso en algunas zonas y en otras color verde oscuro y opaco. Olor característico.

Se observan partículas marinas en la muestra,

Se adjuntan fotos de la evidencia

Este Informe contiene: Descripción de producto, Inspección visual de producto, observaciones, anexos(fotos)

BV_C2_Internal

IMÁGENES

Imagen 1. Muestra recepcionada



BV_C2_Internal

Imagen 2. Muestra recepcionada

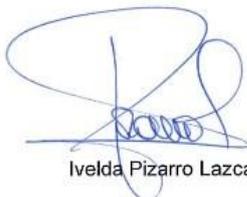


BV_C2_Internal

Imagen 3. Muestra recepcionada



BV_C2_Internal



Ivelda Pizarro Lazcano

Jefe de Laboratorio

Alimentos, Aguas y Riles Santiago

Fin del Informe.

Los resultados obtenidos son válidos solo para las muestras analizadas, tal como fueron recibidas.
Estos resultados son válidos solo a las muestras analizadas y señaladas en este informe. Este documento no debe ser reproducido
parcialmente sin la autorización expresa de BUREAU VERITAS CHILE S.A. una empresa del grupo Bureau Veritas.



BV_C2_internal



ANEXO DE INFORME
RM: 544023-2

BV_C2_Internal



INFORME DE ENSAYO

ANÁLISIS DE CALIDAD DE PRODUCTO

1. Descripción del producto

Identificación del Producto	PSPV-1(Plaga Submareal Pudeto verano).
Unidad Solicitante	Universidad Católica del Norte
Producto	Alga seca Molina
Temperatura recepción de la muestra	Temperatura Ambiente
Muestreo	Muestra proporcionada por el cliente
Número de muestra	544023-2
Cantidad de muestra	500 g
Cont. Neto	500 g según indica envase
Fecha elaboración	N.A.
Fecha vencimiento	N.A.
Análisis solicitado	Evaluación Sensorial (Apariencia- Color- Olor- Sabor-Textura)
Norma aplicada	Evaluación Sensorial UNE ISO 4121 año 2006
Analista	2 panelistas entrenados.

BV_C2_Internal

2. Evaluación Sensorial del Producto

1. Apariencia

N° Muestra	Apariencia
544023-2	Bien conservada. Libre de defectos.

2. Color

N° Muestra	Color
544023-2	Color uniforme. De color verde claro inenso

3. Olor

N° Muestra	Olor
544023-2	Característico de la matriz, en general buen olor, intenso. Libre de olores extraños.

4. Sabor

N° Muestra	Sabor
544023-2	No se realiza este test, debido a que se desconoce la naturaleza de la misma pudiendo provocar daños a la salud de los panelistas.

BV_C2_Internal

5. Textura

N° Muestra	Resultado
544023-2	Textura fibrosa y aspera. Seca al contacto. De composición levemente harinosa

3. Observaciones

- Al realizar la inspección visual del producto.

Se detecta la uniformidad en el mismo.

Producto medianamente triturado en su extensión.

De color uniforme e intenso. Olor característico y pronunciado .

Se adjuntan fotos de la evidencia

Este Informe contiene: Descripción de producto, Inspección visual de producto, observaciones, anexos(fotos)

BV_C2_Internal

ANEXO

IMÁGENES

Imagen 1. Muestra recepcionada



BV_C2_Internal

IMÁGENES

Imagen 2. Muestra recepcionada



BV_C2_Internal

IMÁGENES

Imagen 3. Muestra recepcionada



BV_C2_Internal



Ivelda Pizarro Lazcano

Jefe de Laboratorio

Alimentos, Aguas y Riles Santiago

Fin del Informe.

Los resultados obtenidos son válidos solo para las muestras analizadas, tal como fueron recibidas.
Estos resultados son válidos solo a las muestras analizadas y señaladas en este informe. Este documento no debe ser reproducido
parcialmente sin la autorización expresa de BUREAU VERITAS CHILE S.A. una empresa del grupo Bureau Veritas.



BV_C2_Internal



INFORME DE ENSAYO

552336-2

ANÁLISIS DE CALIDAD DE PRODUCTO

1. Descripción del producto

Identificación del Producto	P1SMV (Plaga Submareal Maullín Verano-Chaetomorpha).
Unidad Solicitante	Universidad Católica del Norte
Producto	Alga seca Molina
Temperatura recepción de la muestra	Temperatura Ambiente
Muestreo	Muestra proporcionada por el cliente
Número de muestra	552336-2
Cantidad de muestra	1351 g
Cont. Neto	1351 g según indica envase
Fecha elaboración	N.A.
Fecha vencimiento	N.A.
Análisis solicitado	Evaluación Sensorial Específico (Apariencia- Color- Olor- Sabor-Textura)
Norma aplicada	Evaluación Sensorial UNE ISO 4121 año 2006
Fecha de análisis	03-05-2023
Numero de panelistas	2 panelistas entrenados.

1 PGG

BV_C2_Internal

2. Evaluación Sensorial del Producto

1. Apariencia

N° Muestra	Apariencia
552336-2	Bien conservada. Libre de defectos. Se encuentran gran cantidad de desechos de productos marinos en la muestra. Evidencia en anexo fotos(n°3)

2. Color

N° Muestra	Color
552336-2	Color uniforme. De color verde claro intenso y opaco.

3. Olor

N° Muestra	Olor
552336-2	Característico de la matriz, en general buen olor, intenso. Libre de olores extraños.

4. Sabor

N° Muestra	Sabor
552336-2	No se realiza este test, debido a que se desconoce la naturaleza de la misma pudiendo provocar daños a la salud de los panelistas.

2 PGG

BV_C2_Internal

5. Textura

N° Muestra	Resultado
552336-2	Textura fibrosa y aspera. Seca al contacto. De composición harinosa

3. Observaciones

- Al realizar la inspección visual del producto.

Se detecta la uniformidad en el mismo.

Producto molido y triturado en toda su extensión.

De color uniforme y opaco. Olor característico.

Se observan gran cantidad de restos marinos en la muestra, no identificables a simple vista

Se adjuntan fotos de la evidencia

Este Informe contiene: Descripción de producto, Inspección visual de producto, observaciones, anexos(fotos)

3 PGG

BV_C2_Internal

ANEXO

IMÁGENES

Imagen 1. Muestra recepcionada

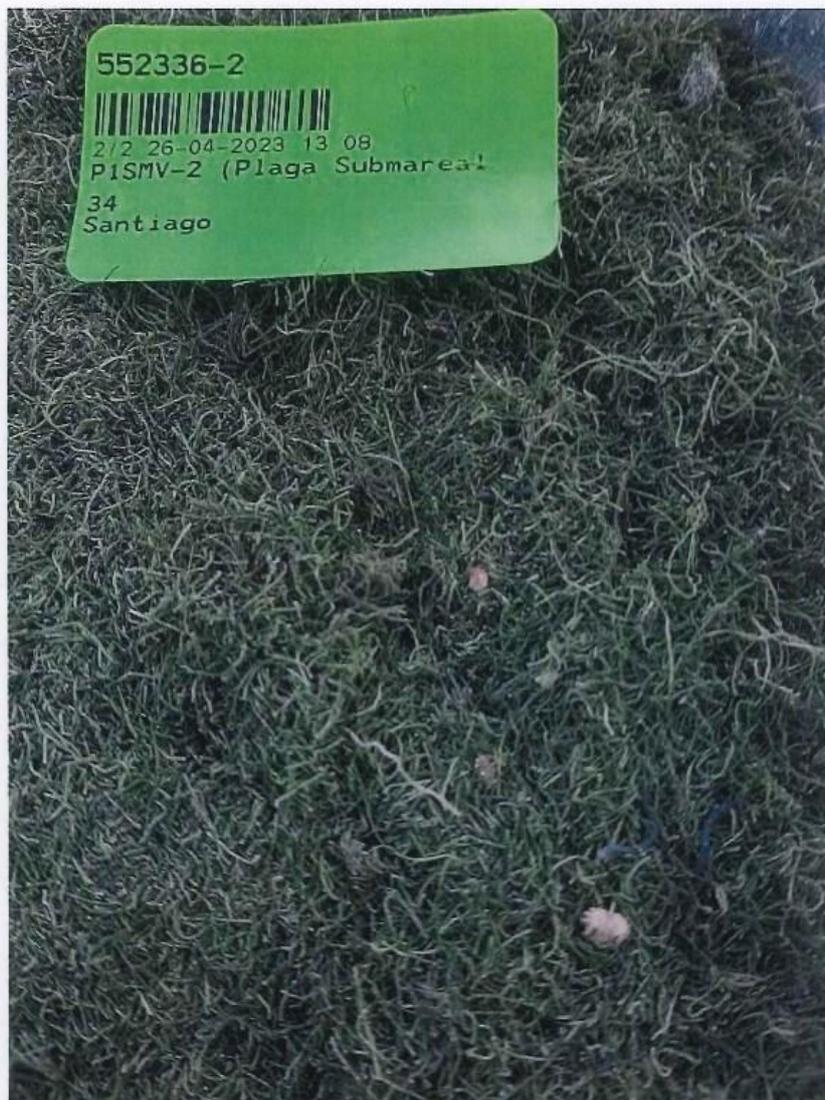


4 PGG

BV_C2_Internal

IMÁGENES

Imagen 2. Muestra recepcionada



5 PGG

BV_C2_interna

IMÁGENES

Imagen 3. Muestra recepcionada



6 PGG

BV_C2_Internal



Ivelga Pizarro Lazcano

Jefe de Laboratorio

Alimentos, Aguas y Riles Santiago

Fin del Informe.

Los resultados obtenidos son válidos solo para las muestras analizadas, tal como fueron recibidas.
Estos resultados son válidos solo a las muestras analizadas y señaladas en este informe. Este documento no debe ser reproducido
parcialmente sin la autorización expresa de BUREAU VERITAS CHILE S.A. una empresa del grupo Bureau Veritas.



7 PGG

BV_C2_Internal



INFORME DE ENSAYO

552336-1

ANÁLISIS DE CALIDAD DE PRODUCTO

1. Descripción del producto

Identificación del Producto	PSNV-2 (Plaga Submareal Nolasco Verano).
Unidad Solicitante	Universidad Católica del Norte
Producto	Alga seca Molina
Temperatura recepción de la muestra	Temperatura Ambiente
Muestreo	Muestra proporcionada por el cliente
Número de muestra	552336-1
Cantidad de muestra	1477 g
Cont. Neto	1477 g según indica envase
Fecha elaboración	N.A.
Fecha vencimiento	N.A.
Análisis solicitado	Evaluación Sensorial Específico (Apariencia- Color- Olor- Sabor-Textura)
Norma aplicada	Evaluación Sensorial UNE ISO 4121 año 2006
Fecha de análisis	03-05-2023
Numero de panelistas	2 panelistas entrenados.

1 PGG

BV_C2_Internal

2. Evaluación Sensorial del Producto

1. Apariencia

N° Muestra	Apariencia
552336-1	Bien conservada. Libre de defectos. Se encuentra residuos de productos marinos en la muestra. Evidencia en anexo fotos(n°3)

2. Color

N° Muestra	Color
552336-1	Color uniforme. De color verde musgo oscuro y opaco.

3. Olor

N° Muestra	Olor
552336-1	Característico de la matriz, en general buen olor, intenso. Libre de olores extraños.

4. Sabor

N° Muestra	Sabor
552336-1	No se realiza este test, debido a que se desconoce la naturaleza de la misma pudiendo provocar daños a la salud de los panelistas.

2 PGG

BV_C2_Internal

5. Textura

N° Muestra	Resultado
552336-1	Textura fibrosa y aspera. Seca al contacto. De composición harinosa

3. Observaciones

- Al realizar la inspección visual del producto.

Se detecta la uniformidad en el mismo.

Producto molido y triturado en toda su extensión.

De color uniforme y opaco. Olor característico.

Se observan restos de partículas marinas en la muestra, no identificables a simple vista

Se adjuntan fotos de la evidencia

Este Informe contiene: Descripción de producto, Inspección visual de producto, observaciones, anexos(fotos)

3 PGG

BV_C2_Internal

ANEXO

IMÁGENES

Imagen 1. Muestra recepcionada



4 PGG

BV_C2_Internal

Imagen 3. Muestra recepcionada



6 PGG

BV_C2_Internal



Ivelda Pizarro Lazcano

Jefe de Laboratorio

Alimentos, Aguas y Riles Santiago

Fin del Informe.

Los resultados obtenidos son válidos solo para las muestras analizadas, tal como fueron recibidas.
Estos resultados son válidos solo a las muestras analizadas y señaladas en este informe. Este documento no debe ser reproducido
parcialmente sin la autorización expresa de BUREAU VERITAS CHILE S.A. una empresa del grupo Bureau Veritas.



7 PGG

BV_C2_Internal

ANEXO I

Algas varadas



ANEXO DE INFORME
RM: 544022-1

BV_C2_Internal



INFORME DE ENSAYO

ANÁLISIS DE CALIDAD DE PRODUCTO

1. Descripción del producto

Identificación del Producto	CIMI-1(Compuesta Intermareal Maullín invierno).
Unidad Solicitante	Universidad Católica del Norte
Producto	Alga seca Molina
Temperatura recepción de la muestra	Temperatura Ambiente
Muestreo	Muestra proporcionada por el cliente
Número de muestra	544022-1.
Cantidad de muestra	500 g
Cont. Neto	500 g según indica envase
Fecha elaboración	N.A.
Fecha vencimiento	N.A.
Análisis solicitado	Evaluación Sensorial Específico(Apariencia- Color- Olor- Sabor-Textura)
Norma aplicada	Evaluación Sensorial UNE ISO 4121 año 2006
Fecha de análisis	19-01-2023
Numero de panelistas	2 panelistas entrenados.

1 PGG

BV_C2_Internal

2. Evaluación Sensorial del Producto

1. Apariencia

N° Muestra	Apariencia
544022-1	Bien conservada. Libre de defectos. Se encuentra un producto marino en la muestra. Evidencia en anexo fotos(n°3)

2. Color

N° Muestra	Color
544022-1	Color uniforme. De color verde musgo oscuro y opaco.

3. Olor

N° Muestra	Olor
544022-1	Característico de la matriz, en general buen olor, intenso. Libre de olores extraños.

4. Sabor

N° Muestra	Sabor
544022-1	No se realiza este test, debido a que se desconoce la naturaleza de la misma pudiendo provocar daños a la salud de los panelistas.

2 PGG

BV_C2_Internal

5. Textura

N° Muestra	Resultado
544022-1	Textura fibrosa y aspera. Seca al contacto. De composición harinosa

3. Observaciones

- Al realizar la inspección visual del producto.
Se detecta la uniformidad en el mismo.
Producto molido y triturado en toda su extensión.
De color uniforme y opaco. Olor característico.
Se observan partículas marinas en la muestra, tales como cangrejos de mar

- Se adjuntan fotos de la evidencia

Este Informe contiene: Descripción de producto, Inspección visual de producto, observaciones, anexos(fotos)

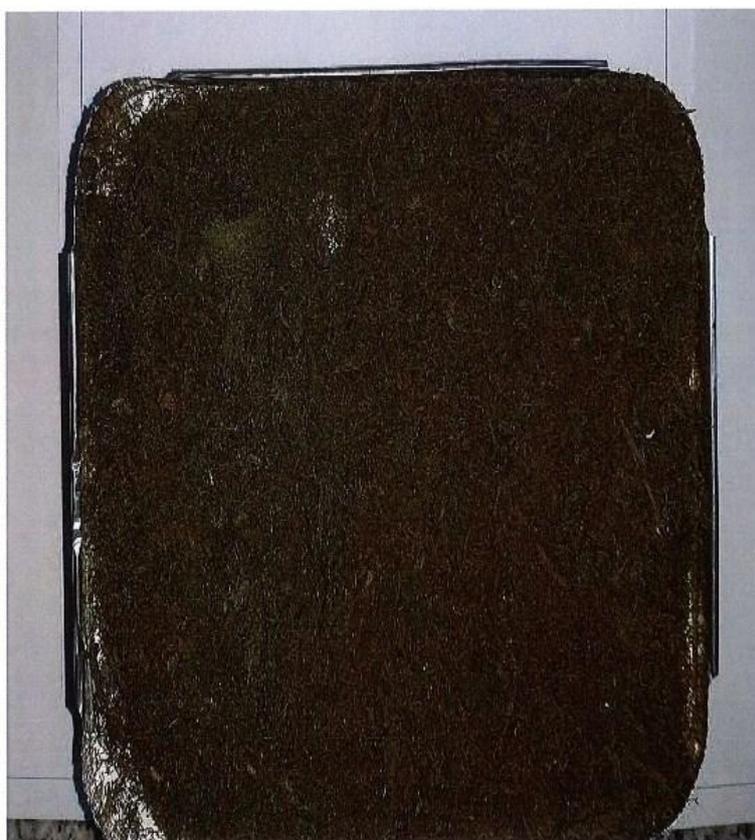
3 PGG

BV_C2_Internal

ANEXO

IMÁGENES

Imagen 1. Muestra recepcionada



4 PGG

BV_C2_Internal

IMÁGENES

Imagen 2. Muestra recepcionada

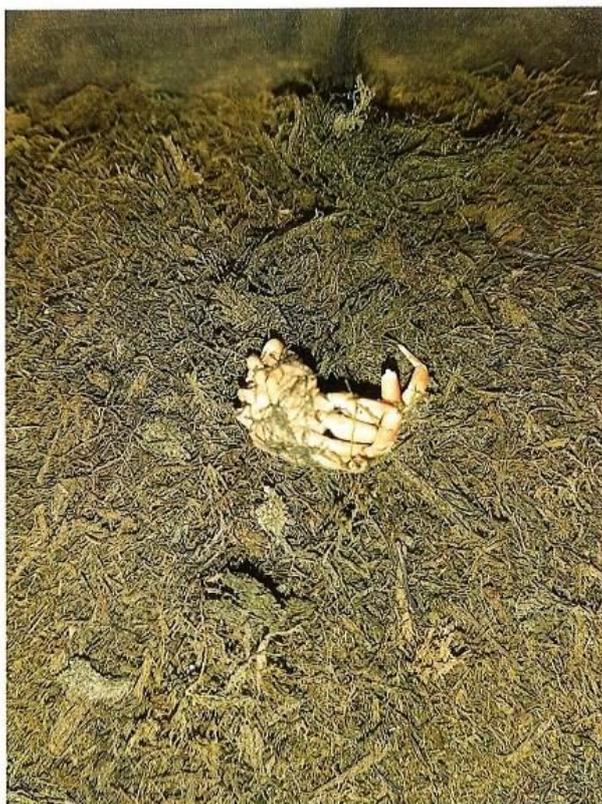


5 PGG

BV_C2_Internal

IMÁGENES

Imagen 3. Muestra recepcionada



6 PGG

BV_C2_Internal



Ivelda Pizarro Lazcano

Jefe de Laboratorio

Alimentos, Aguas y Riles Santiago

Fin del Informe.

Los resultados obtenidos son válidos solo para las muestras analizadas, tal como fueron recibidas.
Estos resultados son válidos solo a las muestras analizadas y señaladas en este informe. Este documento no debe ser reproducido
parcialmente sin la autorización expresa de BUREAU VERITAS CHILE S.A. una empresa del grupo Bureau Veritas.



7 PGG

BV_C2_Internal



ANEXO DE INFORME
RM: 544022-2

BV_C2_Internal



INFORME DE ENSAYO

ANÁLISIS DE CALIDAD DE PRODUCTO

1. Descripción del producto

Identificación del Producto	CIPV-1(Compuesta Internareal Pudeto verano).
Unidad Solicitante	Universidad Católica del Norte
Producto	Alga seca Molina
Temperatura recepción de la muestra	Temperatura Ambiente
Muestreo	Muestra proporcionada por el cliente
Número de muestra	544022-2.
Cantidad de muestra	500 g
Cont. Neto	500 g según indica envase
Fecha elaboración	N.A.
Fecha vencimiento	N.A.
Análisis solicitado	Evaluación Sensorial (Apariencia- Color- Olor- Sabor-Textura)
Norma aplicada	Evaluación Sensorial UNE ISO 4121año 2006
Fecha de análisis	19-01-2023
Analista	2 panelistas entrenados.

BV_C2_Internal

2. Evaluación Sensorial del Producto

1. Apariencia

N° Muestra	Apariencia
544022-2	Bien conservada. Libre de defectos. Apariencia leñosa. Evidencia en anexo. (foto n°3)

2. Color

N° Muestra	Color
544022-2	Mezcla de colores, de color verde musgo oscuro y café claro opaco.

3. Olor

N° Muestra	Olor
544022-2	Característico de la matriz, en general buen olor, intenso. Libre de olores extraños.

4. Sabor

N° Muestra	Sabor
544022-2	No se realiza este test, debido a que se desconoce la naturaleza de la misma pudiendo provocar daños a la salud de los panelistas.

BV_C2_Internal

5. Textura

N° Muestra	Resultado
544022-2	Textura fibrosa y aspera. Seca al contacto. De composición leñosa

3. Observaciones

- Al realizar la inspección visual del producto.
- Se detecta la uniformidad en toda la muestra.
- Producto medianamente triturado en toda su extensión.
- Predominan colores: verde y café, ambos opacos. Olor característico.
- No se observan partículas extrañas en el producto
- Se adjuntan fotos de la evidencia

Este Informe contiene: Descripción de producto, Inspección visual de producto, observaciones, anexos(fotos)

BV_C2_Internal

ANEXO

IMÁGENES

Imagen 1. Muestra recepcionada



BV_C2_Internal

IMÁGENES

Imagen 2. Muestra recepcionada



BV_C2_Internal

IMÁGENES

Imagen 3. Muestra recepcionada



BV_C2_Internal



Ivelda Pizarro Lazcano

Jefe de Laboratorio

Alimentos, Aguas y Riles Santiago

Fin del Informe.

Los resultados obtenidos son válidos solo para las muestras analizadas, tal como fueron recibidas.
Estos resultados son válidos solo a las muestras analizadas y señaladas en este informe. Este documento no debe ser reproducido
parcialmente sin la autorización expresa de BUREAU VERITAS CHILE S.A. una empresa del grupo Bureau Veritas.



BV_C2_Internal

ANEXO 7. infografía.



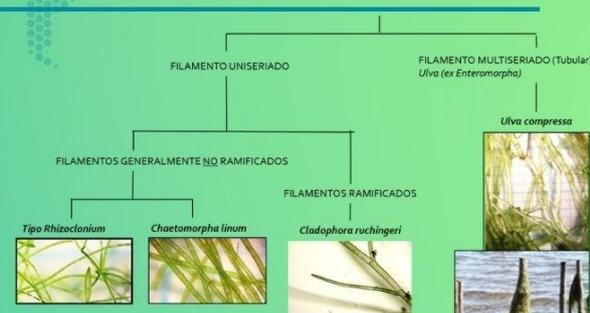
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DE ESPAZOS COSTA
ECONÓMICO Y AMBIENTAL

PLAN DE MANEJO ALGAS PLAGAS

En un contexto de cambio climático y contaminación del mar



FIPA
Fondo de Investigación
Pesquera y de Acuicultura
SUBPESCA



I. Identificación de algas verdes filamentosas plagas

II. Predicción y alerta temprana

(Previo a la crisis)
Monitoreo de variables ambientales e interpretación de anomalías o gatilladores de los eventos de floraciones nocivas de macroalgas.
Trabajo integrado:
PESCADORES – MUNICIPIOS – EXPERTOS CIENTÍFICOS (Ej: IFOP) – SERNAPESCA – AUTORIDAD MARÍTIMA – SUBPESCA

Análisis s cuantitativo

Alga	NIVEL DE ALERTA (Eriogon)	PARAMETROS AMBIENTALES				[] de Nutrientes en la Columna de Agua		
		Temperatura ° Celsius	Salinidad (ppm)	Intensidad Lumínica ^a μmol fotones m ⁻² s ⁻¹	Fotoperíodo (L:D)	Nitrato (NO ₃) μmol L ⁻¹	Fosfato (PO ₄ -P) μmol L ⁻¹	Anomio (NH ₄) μmol L ⁻¹
<i>Chaetomorpha linum</i>	0	<14 °C	<24	<80	8:16	<40	<10	<60
	1	≥14 °C <16 °C	≥24-25	≥80-100	10:14	≥40-50	≥10-15	≥60-70
	2	≥16 °C <18 °C	≥25-26.9	≥100-120	12:12	≥50-68	≥15-18	≥70-80
	3	≥18 °C <22 °C	≥27	≥120-400	16:8	≥68-600	≥18 <45	≥80 <120
<i>Cladophora ruchingeri</i>	0	<13 °C	<24	<80	8:16	<50	<3	<60
	1	≥13 °C <14 °C	≥24-25	≥80-100	10:14	≥50-100	≥3-5	≥60-80
	2	≥14 °C <15 °C	≥25 <27	≥100-175	12:12	≥100-160	≥5-10	≥80-100
	3	≥15 °C <18 °C	≥27-37	≥175-600	16:8	≥160-800	≥10-160	≥100
<i>Rhizoclonium sp</i>	0	<13 °C	<24	<70	8:16	<5	<80	0
	1	≥13 °C <14 °C	≥24-25	>70-80	10:14	≥5-10	≥80-100	≥1-2
	2	≥14 °C <15 °C	≥25 <27	>80-90	12:12	≥10-14	≥90 <100	>2-4
	3	≥15 °C <20 °C	≥27-30	>90 <180	16:8	≥14-100	≥100	≥4 <80
Ulveles	0	<8 °C	<24	<50	8:16	<20	<3	0
	1	≥8 °C <9 °C	≥24-25	>50-70	10:14	≥20-40	≥3-5	≥1-2
	2	≥9 °C <10 °C	≥25 <27	>70-80	12:12	≥40-50	≥5-10	>2-4

Análisis cualitativo

Categoría cualitativa en zona intermareal			
0	1	2	5
Ausente	Leve	Medio	Grave
No hay macroalgas verdes en el área de playa vigilada.	Algunas macroalgas verdes dispersas en el área de playa vigilada, bajo 10% de cobertura por metro cuadrado de playa	Acumulación de macroalgas verdes presentes en la playa vigilada, cubriendo sobre 80% de la superficie y con altura de capa hasta 10 centímetros.	Acumulación de macroalgas verdes visadas que cubren el 100% del área vigilada de playa y con altura de capa acumulada sobre 30 centímetros en promedio.
			

Creación de redes de trabajo online

Visítanos en el chat MAREAS VERDES
Cuentanos que pasa en tu zona costera....

Mareas Verdes
Grupo de WhatsApp



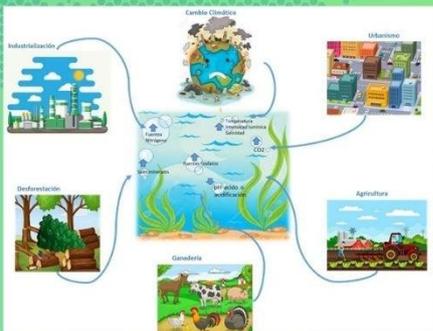
III. Prevención y remediación

[Permanente]

Plan de mediano y largo plazo para reducir el o los factores que gatillan las floraciones de macroalgas nocivas:

Factores abióticos: Luz, temperatura
NO SE PUEDE CAMBIAR

Factores bióticos: Exceso nutrientes
1) A TRAVÉS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR CULTIVOS AGRÍCOLAS Y EMISARIOS CIUDADES COSTERAS.
2) BIORREMEDIACIÓN CON EXTRACCIÓN PARCIAL DE NUTRIENTES DE LA COLUMNA DE AGUA A TRAVÉS DE CULTIVOS DE BIVALVOS Y ALGAS (contribuye a la diversificación acuícola)



Cultivo *Mytilus chilensis*



Cultivo *Ostrea chilensis*

IV. Manejo y mitigación

[Durante]

Recolección y uso alternativo de biomasa extraída desde el cultivo o varada en la playa

EXTRACCIÓN MECÁNICA

- Dragado
- Floculación (arcilla)
- Campañas de limpieza comunitaria (Subsidio de limpieza)

USOS

- ALGA DE CULTIVO**
 - Alimento consumo humano y animal
 - Suplemento alimenticio (minerales)
- ALGA VARADA**
 - Abonos orgánicos y/o bioestimulantes
 - Algoterapia
 - Arena sanitaria para mascotas
 - Biomateriales (eco-envases, revestimiento casas)

ANEXO 8. Guion de Potscad

PODCAST 1:

Introducción al Podcast:

[Voz amigable y enérgica]

Bienvenidos a "Mareas verdes: Voces de la Costa". Hoy hablaremos sobre un tema crucial para nuestros pescadores artesanales: las proliferaciones de algas y los factores que influyen en su propagación.

Segmento Principal:

[Voz experta y clara]

El *Gracilaria chilensis*, conocido como pelillo, es una macroalga roja esencial para la producción de agar-agar, un valioso recurso en diversas industrias. En la región de Los Lagos, concentra el 90% del desembarque nacional. Sin embargo, durante los años 2012 a 2015, las proliferaciones de algas verdes filamentosas afectaron gravemente los cultivos, disminuyendo la pureza y calidad del producto. Esto llevó a una disminución del porcentaje de participación de la región en el desembarque nacional.

Segmento Informativo:

[Voz informativa y concisa]

"Aprendamos sobre las varazones"

Como respuesta, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura declaró áreas de plaga de algas verdes filamentosas en ríos como el Maullín y Pudeto. Se identificaron diversas especies de algas que afectan los cultivos de pelillo, y se financió un proyecto para comprender mejor este fenómeno.

1. ¿Qué es una proliferación y qué factores influyen en su propagación?

Una proliferación se refiere al aumento excesivo de una especie en un área determinada. De acuerdo con esta definición la proliferación de algas verdes es el fenómeno que vemos en nuestros ríos. Los factores que favorecen la propagación de las algas verdes pueden ser ambientales como cambios de temperatura, salinidad y nutrientes, así también la consecuencia del cambio climático, lo que influye en que las proliferaciones sean difíciles de predecir.

2. ¿Cómo son las especies que causan la varazón y cómo reconocerlas?

Las algas que causan varazones en los ríos de la Región, pertenecen al conjunto de Algas Epífitas filamentosas tipo *Rhizoclonium*. Para reconocerlas, es importante conocer sus características físicas, las condiciones favorables para su crecimiento y como se reproducen. Las especies pueden ser características de cada sector.

Segmento de Conclusión:

[Voz tranquilizadora y alentadora]

Gracias a estas iniciativas, hoy entendemos mejor las proliferaciones de algas y estamos trabajando para mitigar su impacto en nuestros pescadores artesanales. Recuerden, juntos construimos un futuro sostenible para nuestra costa.

[Despedida]

Este ha sido "Mareas verdes: Voces de la Costa". ¡Nos vemos en el próximo episodio! "

PODCAST 2:

Introducción al Podcast:

[Voz amigable y enérgica]

Bienvenidos a "Mareas verdes: Voces de la Costa". Hoy hablaremos sobre un tema crucial para nuestros pescadores artesanales: las proliferaciones de algas y los factores que influyen en su propagación.

Segmento Principal:

[Voz experta y clara]

El *Gracilaria chilensis*, conocido como pelillo, es una macroalga roja esencial para la producción de agar-agar, un valioso recurso en diversas industrias. En la región de Los Lagos, concentra el 90% del desembarque nacional. Sin embargo, durante los años 2012 a 2015, las proliferaciones de algas verdes filamentosas afectaron gravemente los cultivos, disminuyendo la pureza y calidad del producto. Esto llevó a una disminución del porcentaje de participación de la región en el desembarque nacional.

Segmento Informativo:

[Voz informativa y concisa]

"Aprendamos sobre las varazones"

Como respuesta, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura declaró áreas de plaga de algas verdes filamentosas en ríos como el Maullín y Pudeto. Se identificaron diversas especies de algas que afectan los cultivos de pelillo, y se financió un proyecto para comprender mejor este fenómeno.

3. ¿Qué es y cómo se debe proceder cuando se inicia una proliferación?

Cuando se inicia una proliferación, que es el aumento rápido y descontrolado de una especie en particular. Los pescadores artesanales y acuicultores del pelillo y miembros de la comunidad ribereña deben dar la alerta a las autoridades pertinentes para activar las medidas de manejo.

4. ¿Cómo se puede hacer la vigilancia y control de una especie epifita/plaga?

Este plan debe accionarse antes de iniciada la época de otoño (marzo –junio), dado que es durante ese periodo estacional que se reflejan los mayores volúmenes de alga en los cultivos y varada en la línea de costa. La vigilancia y el control de una especie epifita o plaga implica la activación del plan de vigilancia.

5. ¿Cómo reconocer y denunciar la presencia de ejemplares de la especie epifita/plaga?

Para reconocer la presencia de ejemplares de una especie epifita o plaga, es importante estar informado sobre las características de cada una. Si se detecta la presencia de estas especies, se recomienda informarlo a las autoridades competentes, como Subsecretaría de pesca o Servicio nacional de pesca más cercano. COMO TAMBIEN UTILIZAR EL AFICHE DE DE PLAN DE MANEJO DE TU SEDE Y ESCANEAR A TRAVES DEL CODIGO QR E INGRESAR AL WHATSSAP MAREAS VERDES .

Segmento de Conclusión:

[Voz tranquilizadora y alentadora]

Gracias a estas iniciativas, hoy entendemos mejor las proliferaciones de algas y estamos trabajando para mitigar su impacto en nuestros pescadores artesanales. Recuerden, juntos construimos un futuro sostenible para nuestra costa.

[Despedida]

Este ha sido "Mareas verdes: Voces de la Costa". ¡Nos vemos en el próximo episodio! "

ANEXO 9. Talleres

Taller teórico practico:

RECONOCIMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE ALGAS VERDES CAUSANTES DE PLAGAS TIPO *RHIZOCLONIUM* EN CULTIVOS DE PELILLO EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

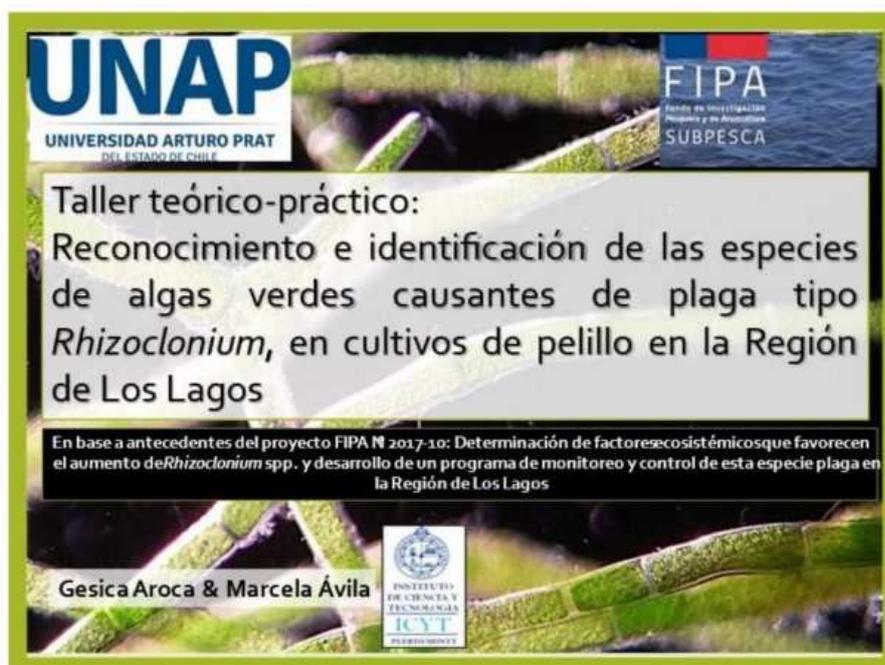
Fecha: 12 de agosto

Lugar: Instituto de Ciencia y Tecnología, Universidad Arturo Prat, Ejercito 443, Puerto Montt

Expositoras: Gesica Aroca & Marcela Avila

Duración: 3 horas

Asistentes: 20 funcionarios públicos de distintas reparticiones de la región de Los Lagos, se adjuntan listas de asistencia





Asistentes del taller en el laboratorio revisando muestras de epifitas

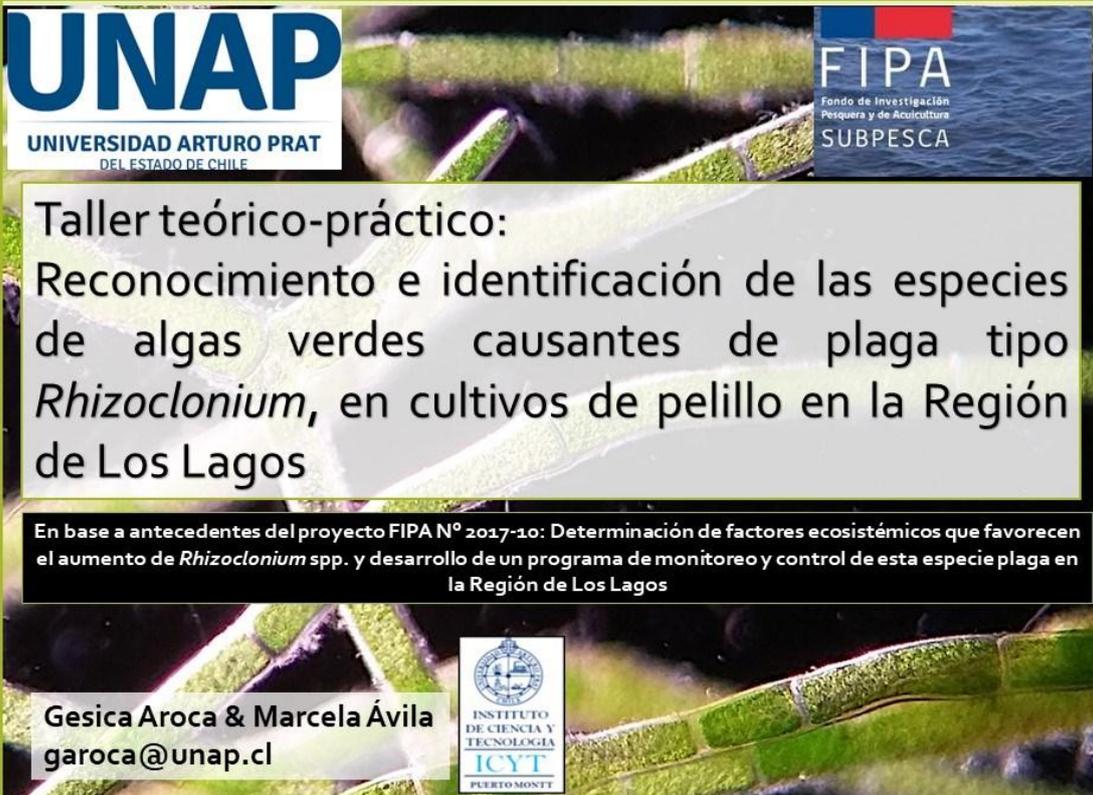




Trabajando en el reconocimiento y diferenciación de especies



Asistentes escuchando las presentaciones sobre biología, morfología y reproducción de algas verdes causantes de mareas verdes.



UNAP
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEL ESTADO DE CHILE

FIPA
Fondo de Investigación
Pesquera y de Acuicultura
SUBPESCA

Taller teórico-práctico:
Reconocimiento e identificación de las especies de algas verdes causantes de plaga tipo *Rhizoclonium*, en cultivos de pelillo en la Región de Los Lagos

En base a antecedentes del proyecto FIPA N° 2017-10: Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de *Rhizoclonium* spp. y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la Región de Los Lagos

Gesica Aroca & Marcela Ávila
garoca@unap.cl

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ICYT
PUERTO MONTT



CONTENIDOS

Taller teórico

1. ¿Qué son las algas verdes?
2. Morfología e identificación de especies de algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*, plagas del recurso pelillo en centro de cultivo de la Región de Los Lagos.
3. Ecología de la especie plaga tipo *Rhizoclonium*.
4. Factores que favorecen o afectan al crecimiento y reproducción de la especie plaga tipo *Rhizoclonium* (laboratorio).

Taller práctico

Reconocimiento de algas verdes plaga

¿Qué son las algas verdes?

Árbol filogenético, Blady-Has and Merchant, 2019

-Son organismos eucariotas y fotosintéticos; con una gran diversidad de formas (organismos unicelulares/coloniales a multicelulares) y ambientes (agua dulce, salobres a marinas), representando a uno de los principales grupos de algas y evolutivamente mas antiguo (fósiles de 2.000 años)

-Se diferencian bien desde otros grupos de algas por poseer:

- Clorofila a y b
- Cloroplastos con doble membrana
- Pared celular de celulosa, entre otras características
- Son relativamente cercanas a las algas rojas

- Las plantas terrestres evolucionaron desde las algas verdes



Morfología e identificación de especies plagas



1. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS EN TERRENO

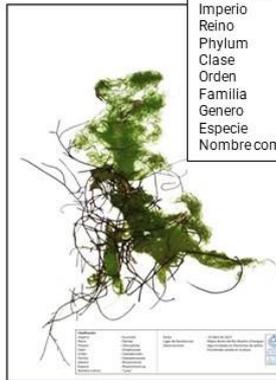
(Ojala tomar foto del ejemplar fresco en su hábitat natural).



3. RECONOCIMIENTO DE ESPECIE

- Aspectos morfológicos
- Aspectos citológicos (nivel celular)
- Aspectos reproductivos

2. CONFECCIÓN DE ALGARIO



Clasificación		Fecha:
Imperio	: Eucariota	Lugar de recolección:
Reino	: Plantae	Observaciones:
Phylum	: Chlorophyta	Recolector:
Clase	: Ulvophyceae	
Orden	: Cladophorales	
Familia	: Cladophoraceae	
Genero	: Cladophora	
Especie	: <i>Cladophora ruchingeri</i>	
Nombre común	: "Lana"	

Dec. Ex. 1166/2020

"ALGAS EPÍFITAS FILAMENTOSAS TIPO *Rhizoclonium*"

Chaetomorpha linum

Filamento tipo *Rhizoclonium*

Cladophora ruchingeri

1 mm

Rhizoclonium

Maullín- Pudeto

Chaetomorpha linum

Maullín- Pudeto

Cladophora ruchingeri

Maullín - Pudeto

Ulva compressa

Pudeto

Proyecto FIPA N° 2017-10: Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de *Rhizoclonium* spp. y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la Región de Los Lagos

03APRIL2017

Image © 2016 CNES / Airbus
Image © 2016 TerraMetrics
Image © 2016 GeoEye
Data S.O. NOAA U.S. Navy, NGA, GEBCO

Filamento tipo *Rhizoclonium*

Especie no resuelta taxonómicamente a nivel de género (antes clasificada como *Rhizoclonium*)

Cladophora ruchingeri

Tipo *Rhizoclonium* *Cladophora ruchingeri*

- Separación de muestras bajo lupa en laboratorio.
- Muestras de cada morfología (previamente etiquetada y en silica gel) fueron enviadas al Dr Christian Boedeker (Victoria University of Wellington, NZ)

FIPA

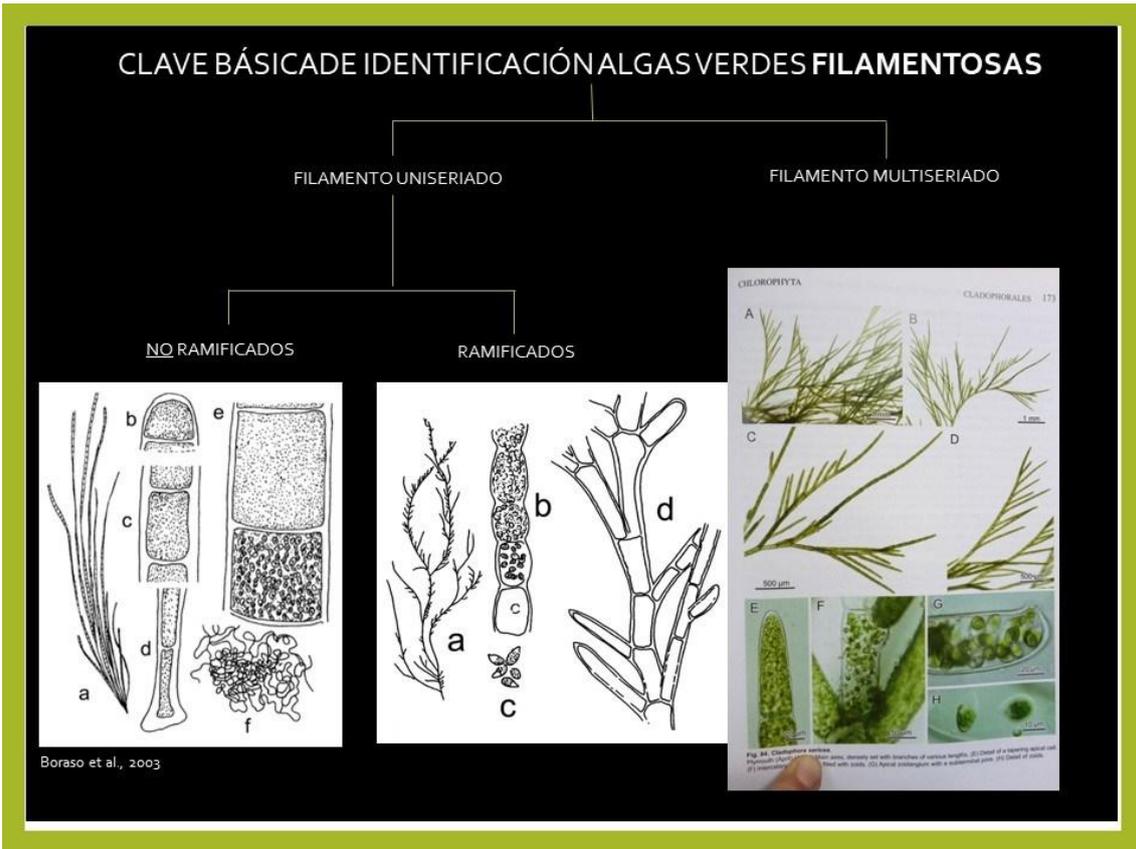
***Cladophora ruchingeri* (C. Agardh) Kützing, 1845 (Cladophorales, Chlorophyta): A new biofouling pest of green-lipped mussel *Perna canaliculus* (Gmelin, 1791) farms in New Zealand**

Article Full-text available Mar 2015

Xavier Pochon · Javier Atalah · Susanna Wood · [...] · Christian Boedeker

Cladophora is a genus of branched filamentous green algae (Ulvophyceae). It contains many species that are challenging to differentiate based on morphology because of the scarcity of diagnostic characters and extensive phenotypic plasticity. Within the past five years, *Cladophora* blooms have been observed on the ropes of green-lipped mussel farms i...





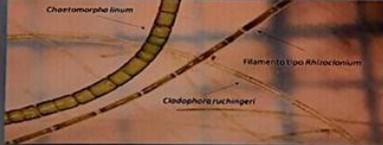
CLAVES RESUMIDAS DE IDENTIFICACIÓN ALGAS VERDES PROYECTO FIPA 2017-10

1. Alga filamentosa de color verde brillante, textura suave ramificada.....**Cladophora**
1. Alga filamentosa de color verde, textura áspera y/o rígida, sin ramificación.....2
2. Filamentos de color verde intenso, de textura rígida, formando matas como penachos.....**Chaetomorpha**
2. Filamentos de color verde suave, textura áspera con aspectos de "pelos finos" o "lana fina"**Tipo Rhizoclonium**

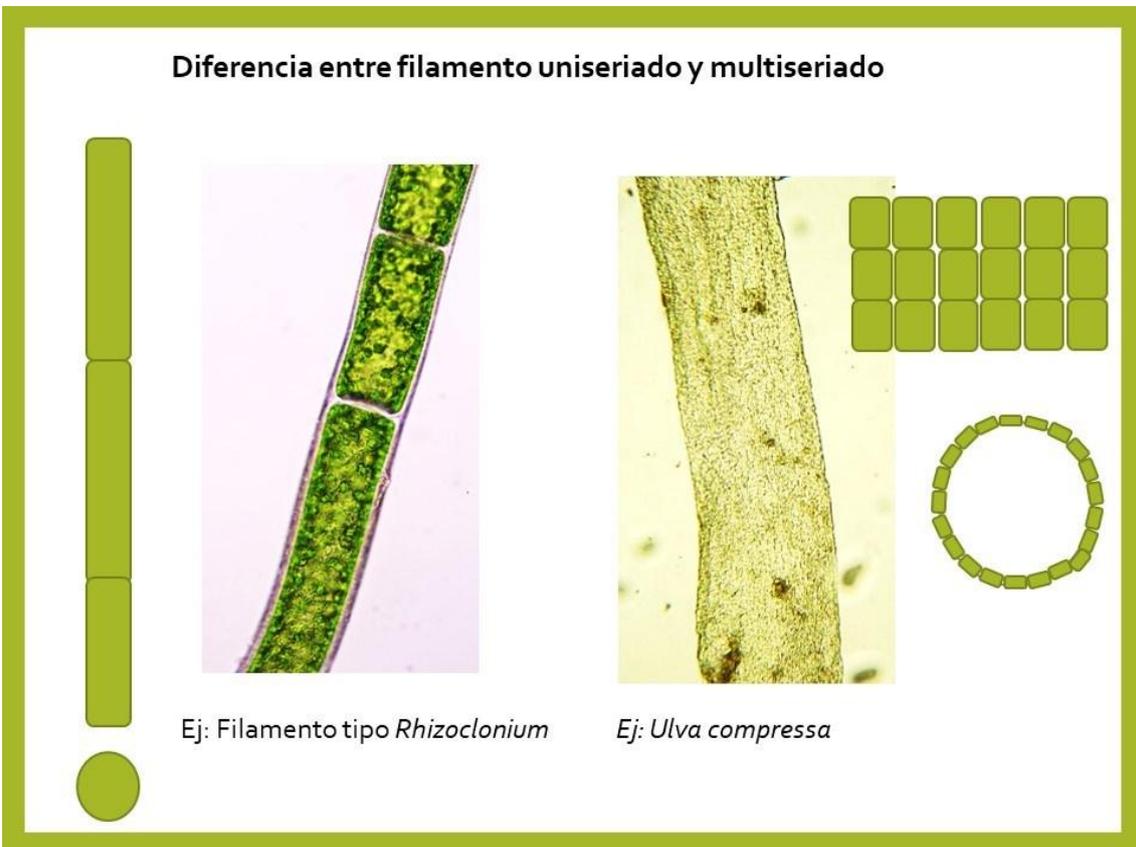
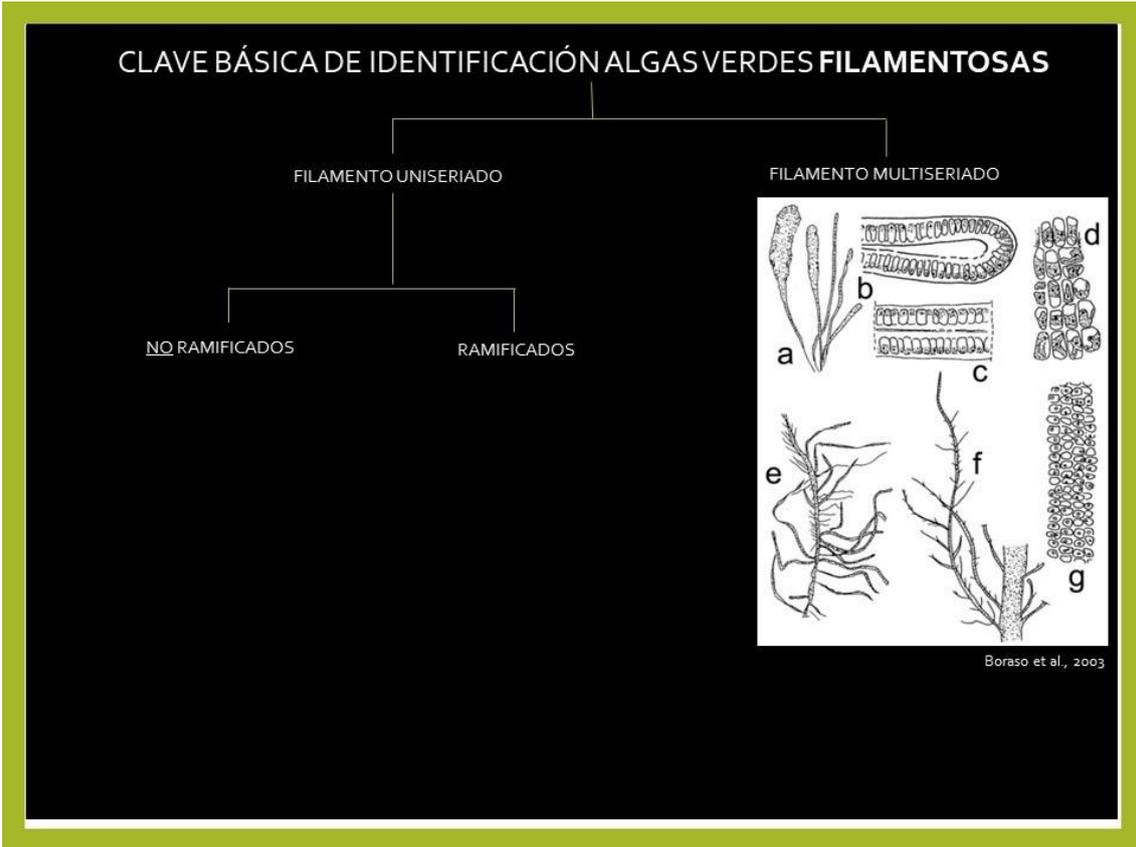
Clave de reconocimiento

Como especie plaga y bajo el nombre *Rhizoclonium* spp. al menos existen 3 géneros de filamentos verdes: *Rhizoclonium*, *Cladophora* y *Chaetomorpha*, cuyo reconocimiento se realiza con instrumental básico de microscopía (lupa):

- 1.- Alga filamentosa de color verde brillante, textura suave y ramificada..... **Cladophora**
- 1.- Alga filamentosa de color verde, textura áspera y/o rígida, sin ramificación.....(2)
- 2.- Filamentos de color verde intenso, de textura rígida formando matas como penachos..... **Chaetomorpha**
- 2.- Filamentos de color verde suave, textura áspera con aspecto de "Pelos finos" o "lana fina"..... **Rhizoclonium**



Río Maullín: Filamento tipo *Rhizoclonium*, *Cladophora ruckingeri*.
Río Pudeto: *Chaetomorpha linum*.
 Además de otras especies de algas verdes del género *Ulva* que también fueron reconocidas como *Rhizoclonium* spp.



CLAVES RESUMIDAS DE IDENTIFICACIÓN ALGAS VERDES PROYECTO FIPA 2017-10

FILAMENTO UNISERIADO

FILAMENTOS GENERALMENTE NO RAMIFICADOS

Tipo Rhizoclonium



CLASIFICACIÓN	
Imperio	Eucariota
Plantae	Plantae
Phylum	Chlorophyta
Clase	Ulvophyceae
Orden	Cladophorales
Familia	Cladophoraceae
Genero	Rhizoclonium

Chaetomorpha linum



CLASIFICACIÓN	
Imperio	Eucariota
Reino	Plantae
Phylum	Chlorophyta
Clase	Ulvophyceae
Orden	Cladophorales
Familia	Cladophoraceae
Genero	Chaetomorpha

Cladophora ruchingeri



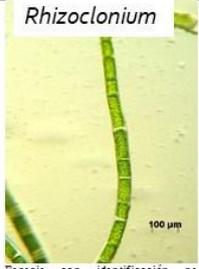
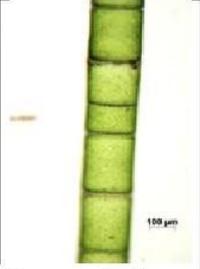
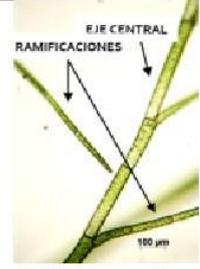
CLASIFICACIÓN	
Imperio	Eucariota
Reino	Plantae
Phylum	Chlorophyta
Clase	Ulvophyceae
Orden	Cladophorales
Familia	Cladophoraceae
Genero	Cladophora

FILAMENTO MULTISERIADO (Tubular)

Ulva (ex Enteromorpha)




CLASIFICACIÓN	
Imperio	Eucariota
Reino	Plantae
Phylum	Chlorophyta
Clase	Ulvophyceae
Orden	Ulvales
Familia	Ulvaceae
Genero	Ulva

Variables	<i>Rhizoclonium</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	<i>Cladophora ruchingeri</i>
			
	Especie con identificación no resuelta a nivel de género (reconocida anteriormente como <i>Rhizoclonium</i> sp.)		
Forma, tamaño y relación largo-ancho de la célula	Forma: Rectangular. Tamaño (Promedio=D.S) micras Largo: 130±49 Ancho: 48±6 Relación largo-ancho: 2.7	Forma: Cuadrada en forma de barril. Tamaño (Promedio=D.S) micras Largo: 20±38 Ancho: 19±8 Relación largo-ancho: 0.9	Forma: Rectangular. EJE CENTRAL Tamaño (Promedio=D.S) micras Largo: 390±81 Ancho: 68±11 Relación largo-ancho: 6 RAMIFICACIONES Tamaño (Promedio=D.S) Largo: 244±56 Ancho: 31±3 Relación largo-ancho: 8
Forma, color, tamaño y localización del plastidio (dentro de la célula)	Cloroplastos abundantes de forma angular y de color verde, disponiéndose en una red reticulado y parietal	Cloroplasto verde reticulado y más disperso dentro de la célula	Cloroplasto verde, angulares formando una red (reticulado, parietal)
Presencia/ ausencia de pirenoides y ubicación (dentro o fuera del cloroplasto)	Pirenoides abundantes dentro del cloroplasto, visibles bajo microscopio, de forma redonda	Pirenoides abundantes dentro del cloroplasto	Pirenoides regulares tipo bilenticular
Número y tamaño de núcleo	Múltiples núcleos	Múltiples núcleos	Múltiples núcleos
Grosor, con o sin estrangulamiento (citoquinesis completa o incompleta)	Citoquinesis completa	Citoquinesis incompleta	Citoquinesis completa
Presencia de otros organelos que sean detectados bajo microscopía óptica como vacuolas, entre otros.	No observado	No observado	No observado

1 mm= 1.000 micras

Presencia y abundancia de algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en proyecto FIPA 2017-10



Rhizoclonium

- Presente en pelillo varado en la playa de la localidad de Changué junto a *Cladophora ruchingeri* en otoño de 2017 (antes del comienzo del proyecto).
- Presente en el muestreo de otoño del proyecto, en SPN.
- Presente en forma permanente en la localidad de Las Conchillas enredada sobre otras algas que están adheridas al sustrato de piedra natural en la zona.
- En el transcurso del proyecto 2017-10 no se encontró en abundancia en el cultivo de pelillo.

En ribera norte del Río Maullín:

-El filamento tipo *Rhizoclonium* habita en la zona submareal somera en la localidad de LAS CONCHILLAS (Río Maullín). Ocupa un área de 0,5 há.

-En esta zona existe sustrato rocoso representado por piedra laja en planchones, guijarros y bolones.

-El sustrato rocoso tiene una primera capa de algas, principalmente de la especie *Asterfilopsis disciplinalis* y luego *Rhizoclonium* se encuentra enredada en estas algas.

-En el sector en primavera de 2018 se encontró una salinidad promedio de 27 PSU y 17°C (Alta marea).

-Filamentos extraídos en invierno de 2018 tuvieron la capacidad de reproducirse en laboratorio, generando descendencia.



Asterfilopsis disciplinalis (Antes *Anfeliopsis furcellata*)

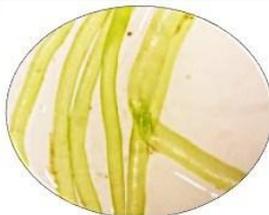
Presencia y abundancia de algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en proyecto FIPA 2017-10



Chaetomorpha linum

- Presente en los sectores de Pupelde Pasarela, Quempillén y Zona de embancamiento.
- En la zona de embancamiento estuvo presente en todas las estaciones de muestreo junto a *Ulva ramulosa* y *Ulva* tipo Foliosa.
- También se encontró flotando (isla flotante) en el sector de Pupelde – La Pasarela en la estación de verano de 2018.

Presencia y abundancia de algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en proyecto FIPA 2017-10



Ulva compressa

- Presente en la estación de verano en todos los sectores, a excepción del sector Pupelde Caleta.
- En muestras recolectadas del sector de La Pasarela, el peso de *Ulva compressa* fue mayor que el peso del pelillo.

Presencia y abundancia de algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*: muestra proveniente desde empresas Algas Marinas (Río Pudeto) en marzo de 2021



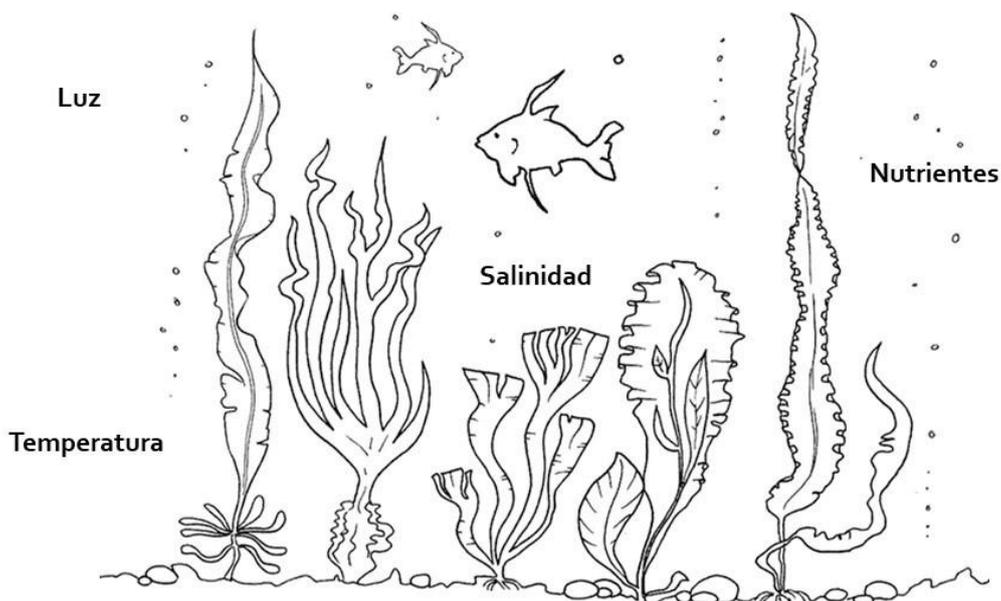
Figura 1. Análisis de muestras Río Pudeto (marzo 2021). A. Muestras enviadas (n=5). B) Filamento *Chaetomorpha* sp. encontrado en muestra 1 y 2. C) Filamento tipo *Rhizoclonium* encontrado en muestra 3. D) Fonda *Ulva* sp. encontrado en muestra 4 y 5.

Ecología de la especie plaga tipo *Rhizoclonium*

- *Rhizoclonium* es un género que se distribuye en todo el mundo en agua dulce, salobre y marina.
- Crece sobre sustrato duro (pozas de aguas entre rocas y grietas) y blando (barro, arena).
- Puede crecer adherida a un sustrato mediante un disco de fijación o soltarse (por tracción o rompimiento) y formar agregaciones (“mats”) que pueden enredarse sobre otros organismos (i.e. cultivos de pelillo, otras algas creciendo en forma natural) o materiales inertes (i.e. cerquillos).
- En laboratorio, los filamentos sueltos tienen la capacidad de re-adherirse al sustrato mediante la formación de un disco de fijación o transforman una célula que se alarga y se coloca hialina transparente (rizoide) y que se cree le sirve para adherirse a otros sustratos vivos (Proyecto FIPA 2017-10).



Factores que favorecen o afectan al crecimiento y reproducción de la especie plaga tipo *Rhizoclonium*



Aquatic Botany 167 (2020) 103291
 Contents lists available at ScienceDirect
Aquatic Botany
 journal homepage: www.elsevier.com/locate/aquabot

Morphological and reproductive studies on the green filamentous pest *Rhizoclonium*-like affecting *Agarophyton chilensis* commercial farms in southern Chile
 G.E. Aroca^a, M.E. Ramírez^a, H. Robotham^b, M. Avila^{a,b,*}
^a Universidad Arturo Prat, Instituto de Ciencia y Tecnología, Barrio 443, Puerto Montt, Chile
^b Universidad Diego Portales, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Instituto de Ciencias Básicas, Avenida Esmeralda 441, Santiago, Chile

Aquatic Botany 167 (2020) 103291

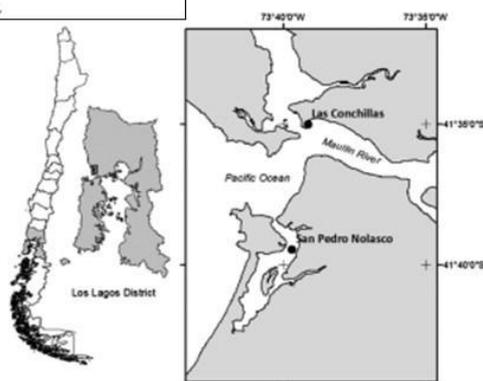
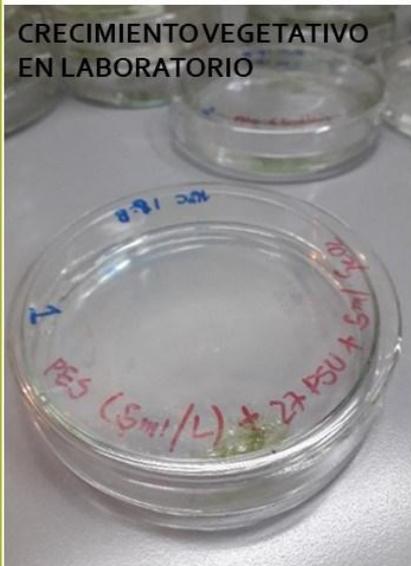


Fig. 1. Geographic location of the study area.

Table 1
 Cultivation experiences to evaluate the influence of temperature, photoperiod, salinity and nitrate on the growth and formation of reproductive structures in *Rhizoclonium*-like.

Variables	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Experiment 4
Temperature (°C)	12 °C, 16 °C, 20 °C	12 °C	16 °C	16 °C
Photoperiod (L:D)	16:8	8:16, 12:12 y 16:8	16:8	16:8
Salinity (PSU)	27	27	5;10;20;27;30	27
[NO ₃ -] (mmol/L)	0.28	0.28	0.28	0.14; 0.28
Irradiance (μmol m ⁻² s ⁻¹)	30-35	30-35	30-35	30-35

Factores que favorecen o afectan al crecimiento y reproducción de la especie plaga tipo Rhizoclonium (laboratorio)



CRECIMIENTO	Si
Temperatura	12°-16°C y 20°
Fotoperiodo	8:16-12:12-16:8
Luz (Irradiancia)	30-32 $\mu\text{moles} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
Aporte de nutrientes	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de mar • Agua de mar + aporte de medio nutritivo (Provasoli, 5 y 10 ml/L)
Salinidad	5, 10, 20, 27 y 30 PSU



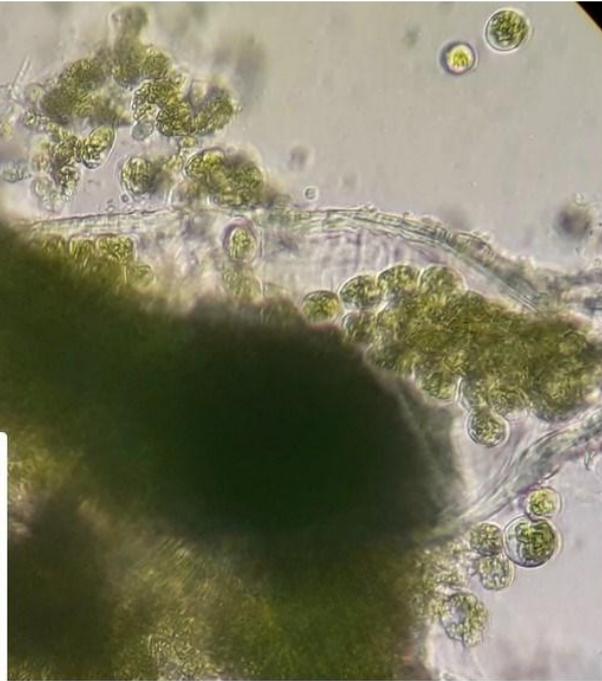
FORMACIÓN ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS

Estructuras reproductivas	Si	No
Temperatura	16°C	-
Fotoperiodo	16:8	-
Irradiancia	30-32 $\mu\text{moles} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	-
Aporte de nutrientes	Provasoli (5 y 10 ml/L)	Agua de mar
Salinidad	20, 27 y 30 PSU	5 y 10 PSU

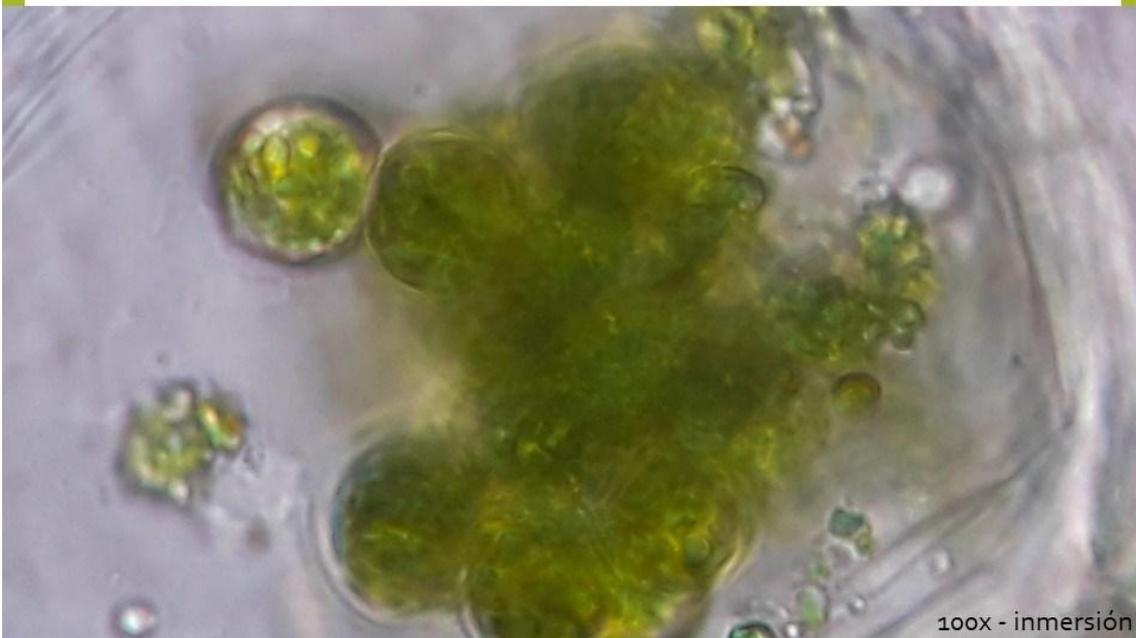
Estructura reproductiva madura (zoosporangio)

Esporas móviles con flagelos (zoosporas)

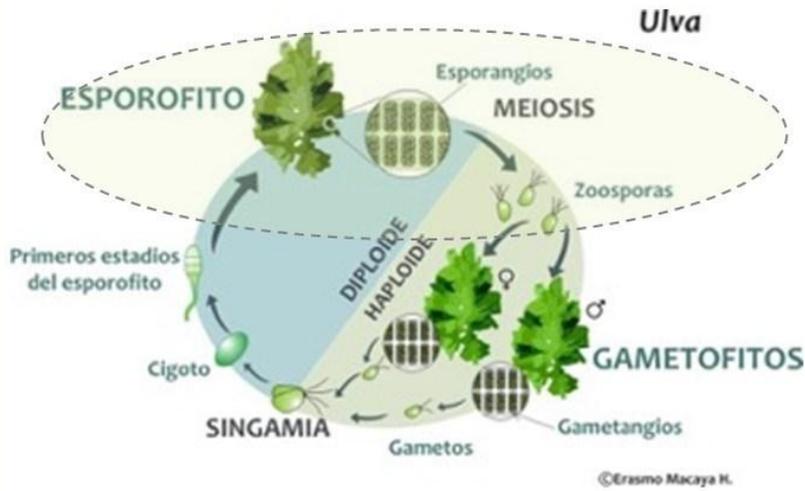
- Cada célula del filamento puede convertirse en una estructura reproductiva (esporangio o zoosporangio).
- La fijación de las esporas es inmediata (puede ser antes de 1 minuto).



Zoosporas móviles de filamento *Rhizoclonium*

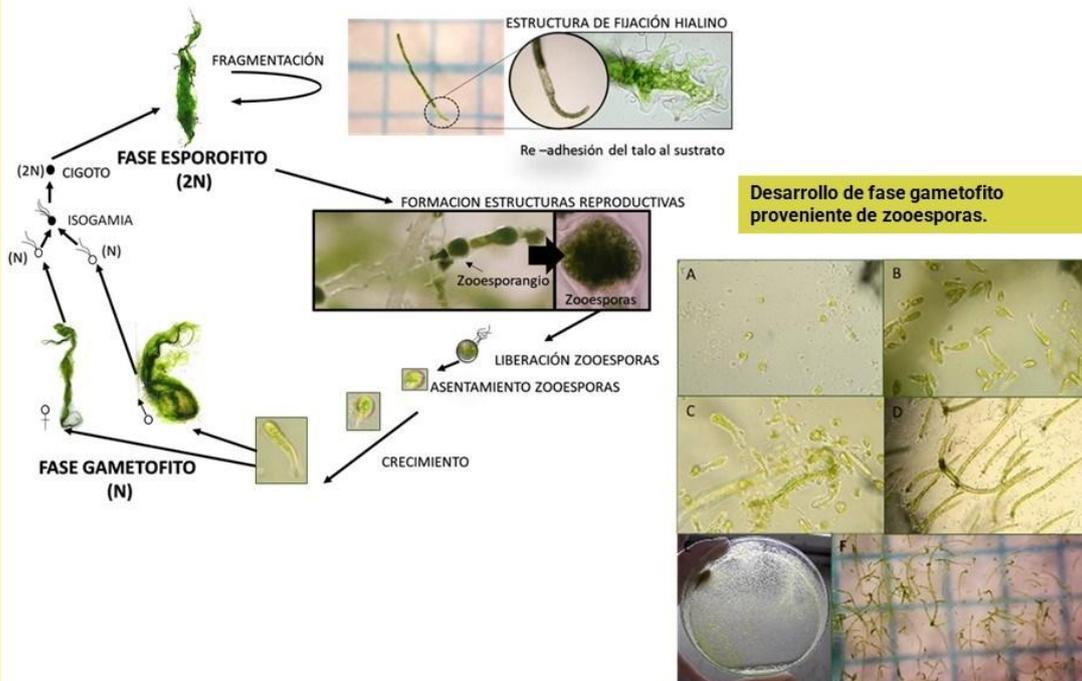


Estrategias de propagación y ciclo de vida de la especie plaga



Por características de las estructuras reproductivas, creemos que en laboratorio se cultivo la fase esporofito que en forma asexual (esporas), dio origen a la fase gametofito.

Estrategias de propagación y ciclo de vida de la especie plaga



Taller Práctico: Reconocimiento de algas verdes plaga

Equipos

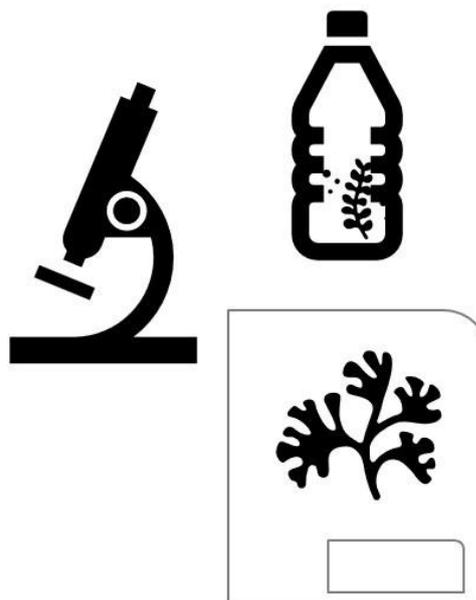
- Lupa

Material algal:

- Muestras herborizadas de algas plagas para rehidratación.
- Muestras frescas recolectadas desde centros de cultivo de pelillo.

Materiales laboratorio:

- Capsulas de Petri
- Pinzas
- Toalla Nova
- Agua de mar filtrada



Afiche de Invitación

TALLER: Estado actual del conocimiento de plagas de algas verdes en cultivos de pelillo en la Región de Los Lagos

Objetivo: Presentar los principales resultados del proyecto ejecutado FIPA 2017-10 a cultivadores de pelillo en la ribera norte del Río Maullín, así como los objetivos y resultados esperados del proyecto en actual ejecución FIPA 2021-38.

Fecha: 11 de Agosto desde las 15:30 hasta las 17:30

Lugar: Sede de la Federación Ribera Norte

Asistencia libre



Presentación

TALLER
PRINCIPALES RESULTADOS DE FIPA N° 2017-10 Y
PRESENTACIÓN DE OBJETIVOS Y RESULTADOS
ESPERADOS DE FIPA N° 2021-38





PROYECTO FIPA N° 2017-10
Determinación de factores ecosistémicos que favorecen el aumento de *Rhizoclonium* spp. y desarrollo de un programa de monitoreo y control de esta especie plaga en la Región de Los Lagos

Entidad ejecutora: 

Objetivos específicos

- 1) Identificar y caracterizar la(s) especies del genero *Rhizoclonium*, en las áreas de estudio.
- 2) Caracterizar las áreas de estudio considerando aspectos ambientales, ecológicos y la influencia de las actividades antrópicas productivas u otras, sobre el sector y su relación con *Rhizoclonium*.
- 3) Desarrollar una metodología de muestreo de *Rhizoclonium* spp. que permita cuantificar y evaluar el impacto de la/s especie plaga en las áreas de estudio.
- 4) Describir los procesos productivos asociados al cultivo extracción cosecha y comercialización de *Gracilaria chilensis* (pelillo) y el impacto de *Rhizoclonium* sobre estos.
- 5) Elaborar una propuesta de plan o programa de monitoreo y control que de cuenta de las variaciones estacionales en relación a la abundancia de *Rhizoclonium* u otras especies.

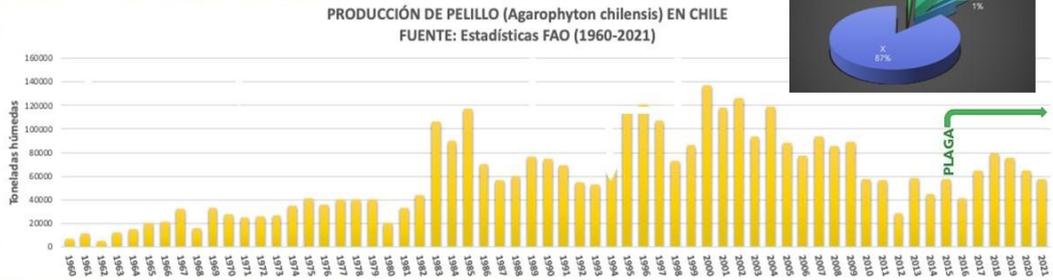
ENCUESTAS



RECONSTITUCIÓN DE HISTORIA DE PROLIFERACIÓN DE PLAGA



PRODUCCIÓN DE PELILLO (Agarophyton chilensis) EN CHILE
FUENTE: Estadísticas FAO (1960-2021)



Desembarque de pelillo por Región, 2021



MAULLÍN
PUDETO

Declaro área plaga de especies pertenecientes al género *Rhizoclonium* en Río Maullín (D.Ex. N° 1346, 2015)
Río Maullín y San Pedro Nolasco (D.Ex. N° 1704, 2018)
Río Maullín, San Pedro Nolasco y Pudeto (D. Ex. N° 1166) hasta abril 2022





Componentes nutricionales de filamento tipo *Rhizoclonium*

Composición	Filamento tipo <i>Rhizoclonium</i> (este estudio)	<i>Uva lactuca</i> (*)	<i>Gracilaria chilensis</i> (*)	<i>Durilloaea antarctica</i> (2)
	(este estudio)	(farina)		Láminas Estipes
Análisis proximal				
Humedad (% peso seco)	83.7	12.6	-	72.3 82
Lípidos (% p.s.)	<0.05%	0.3	1.3	0.8 4.3
Cenizas (% p.s.)	7.6	11	18.9	17.9 25.7
Proteínas (% p.s.)	3.7	27.2	13.7	10.4 11.6
Carbohidratos (% p.s.)	5	61.5	66	70.9 58.4
Calorías (kcal/100g)	35	-	-	-
Fibra dietaria (% p.s.)	-	60.5	-	71.4 56.4
Aminoácidos (mg/100 g peso seco)				
Total	-	-	8178	-
Asp	236	1487	1101	745 2019
Glu	308	1508	1547	1052 972
Ser	-	833	749.4	434 256
His	122	133	1124.6	750 1178
Gly	-	815	410.7	220 293
Thr	-	797	643.9	255 280
Arg	167	486	596.4	332 150
Ala	183	1096	663.9	446 826
Pro	169	0.7	0.5	0.3 0.2
Tyr	95	435	389.4	178 80.5
Val	173	339	765.9	462 185
Met	49	671	1879.6	914 415
Cys	-	55	756.3	4.3 97
Ile	-	218	550	350 161
Leu	142	1034	458.8	603 274
Phe	142	1245	1087.7	374 192
Lys	230	723	658.6	507 193

(*)1 Ortiz et al. (2008), (*)2 Ortiz et al. (2006), (*)3 Toledo et al. (2009).

TÚŠØÚNRŃ ŐÖ ÖNTŃÄËŪŃŒËŠŠ Y ÄËËËËŠŠ äæ QŃ ÖÛTÖÖÖ TQŃŃŃ ŪËTŠ
Ūçdææææææææ ifð UÜÖ NÖÖÖŪŃ ÖŠÛ ÖÛÄËË/ŠÛ ÖÖ TÖÖÖÖŠ

RŃÜÖÖÖŠ

Convocatorias

- 1) 23/07/2019
- 2) 07/08/2019
- 3) 09/08/2019
- 4) 14/08/2019
- 5) 16/08/2019
- 6) 21/08/2019

Ræædæææ

- 1) Hugo Nauco
- 2) Ruth Campo
- 3) Mariluz Oyarzo
- 4) Albertano Segovia
- 5) Patricia Muñoz
- 6) Alicia Navarro
- 7) Cynthia Ruiz
- 8) María Montes
- 9) María Uribe

FIPA
Fondo de Investigación
Pesquera y de Acuicultura
SUBPESCA

PROYECTO FIPA 2021 - 38
Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos.

Entidad ejecutora: Universidad Arturo Prat

Unap
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEL ESTADO DE CHILE
CONOCIMIENTO Y TERRITORIO



Objetivo general

Realizar una caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*, en las áreas de plaga declaradas en el marco del D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005, y proponer potenciales usos productivos para las algas y usos alternativos para la biomasa varada.

Objetivos específicos:

1. Determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones y de las varazones de las algas verdes filamentosas, en las áreas de plaga hidrobiológica, de acuerdo con D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005.
2. Caracterizar la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas, en las áreas plaga declaradas mediante la Res. Ex. (SUBPESCA) N°1166 de 2020 *Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchingeri*, *Rhizoclonium* y *Ulva compressa*. En base a los resultados proponer al menos 3 potenciales usos productivos, identificando la normativa intersectorial asociada a cada caso.
3. Caracterizar la composición bioquímica de la biomasa de las algas varadas. En base a los resultados, proponer al menos 3 potenciales usos alternativos y, proponer medidas de manejo que permitan mitigar los efectos de la biomasa varada y resguardar su potencial uso posterior, identificando la normativa inter sectorial asociada a cada caso.





METODOLOGÍA

OBJETIVO 1

Determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones y de las varazones de las algas verdes filamentosas, en las áreas de plaga hidrobiológica, de acuerdo con D.S. (MINECOM) N° 345 de 2005.



1.3 Descripción morfológica de especies de macroalgas que causan problemas en otras latitudes y búsqueda bibliográfica de partidores genéticos específicos para su identificación por técnicas moleculares

"Identificar si se han desarrollado partidores genéticos específicos para su identificación por técnicas moleculares"

Chaetomorpha linum
Ulva compressa
Cladophora rufingeri
Rhizoclonium spp

Información:

Ej.:

An evaluation of *rbcL*, *tufA*, *UPA*, *LSU* and *ITS* as DNA barcode markers for the marine green macroalgae
 Gary W. SAUNDERS¹ & Hans KUCERA
 Centre for Environmental and Molecular Algal Research, Department of Biology, University of New Brunswick, Fredericton, NB E3B 5A3 Canada

Systematics of *Rhizoclonium*-like algae (Cladophorales, Chlorophyta) from Japanese brackish waters, based on molecular phylogenetic and morphological analyses
 KENNAKI KIMURA^{1,2}, SYUNJI SUZUKI³ and KAZUYUKI MIYATA¹
¹Department of Biology, Faculty of Science, Toho University, 2-2-4 Miyama, Funabashi, Chiba 274-8510, Japan
²Division of the Natural Applied Sciences, Graduate School of Humanities and Sciences, Okanawa University, 2-2-1 Onoda, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8630, Japan

Table 1. Primers for amplification and sequencing of the nuclear-encoded SSU rDNA and LSU rDNA.

Name	Position	Sequence	Reference
SSU for amplification			
18S-FA	1-21	5'-AMCTGGTGTATCTCCAGCT-3'	Nakaiwa and Suzuki (2004)
18S-RB	1799-1714	5'-TATATCTCTCCAGAGGTCACTAC-3'	Nakaiwa and Suzuki (2004)
SSU for sequencing			
18S-F1	613-705	5'-CGGTCATCGTGGTATCCCA-3'	This study
18S-R1	104-105	5'-GAGCAAGGTAATTAAGCTA-3'	Nakaiwa et al. (1999)
18S-AM	1129-1148	5'-TAAAGGATGAGGAGGAGG-3'	Baker et al. (1994)
LSU for amplification & sequencing			
LSU-F	8-12	5'-ACTCTAGCTCAGGCAAGATTACCCTCT-3'	This study
LSU-R	655-658	5'-ACTCTCTGGGCGGTTCAGAG-3'	This study

Logos: Clarivate Web of Science™, Academia.edu, SciELO, refseek*, PubMed, Google Académico, algaeBASE, National Library of Medicine, Primer Database, BARCODE OF LIFE DATA SYSTEM.

Actividad	Producto
1.4 Recopilar y sistematizar información a nivel nacional e internacional del desarrollo de varazones de macroalgas en general y macroalgas verdes filamentosas en particular	- Antecedentes de especies nacionales e internacionales que producen varazones
1.5 Recabar información histórica del desarrollo de las varazones de macroalgas, de los volúmenes varados en cada uno de los sectores declarados área de plaga y sitios aledaños	- Información histórica del desarrollo de las varazones de macroalgas -Informe sobre resultados de encuestas semi estructuradas a organizaciones públicas y actores relevantes del sector pesquero artesanal
1.6 Determinar los posibles factores que inciden en la ocurrencia de las floraciones y de las varazones de las macroalgas evaluadas.	-Análisis de los factores que inciden en la ocurrencia de las proliferaciones y varazones Cartografía (SIG)
1.7 Proponer medidas de manejo que permitan disminuir el daño de las proliferaciones de algas verdes filamentosas sobre los cultivos de pelillo.	- Propuesta de medidas de manejo de la plaga



OBJETIVO 2

Caracterizar la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas en las áreas plaga : *Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchingeri*, *Rhizoclonium* y *Ulva compressa*. En base a los resultados proponer al menos 3 potenciales usos productivos, identificando la normativa intersectorial asociada a cada caso

RÖÜŠÔŠQŠØ&Ñ

ŠOPÖÜŸŠ È

Óñhááéñllähéä äé é fe idályé ädegnü edää äeeä ädeéäiä äeeäi äécäi
 TähäääD Öš ääiae ä éei hääiöiäeÇ fhéféesh šä äeeöi È
 féiaeäcässi iiei äéshéärdrei kÇ fhéféesh äeäädäi äe éäéeeöe gñae
 fahédiaé edicähéei äeeäie äeä ädeéäiä Tähäää k haeiähäh ii
 feiaeäéé iie feiiahäÇ äeeöcäšäe éä eähéäidä dëeh
 iaeiéhéš äieädäää ä äää ääieD

Actividad: Obtención de muestras de algas epífitas para caracterización bioquímica

Localidad	Temporada	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Alga varada muestra compuesta
Desembocadura Rio Maullín	INVIERNO	1 muestra (triplicado)			1 muestra
	VERANO	1 muestra (triplicado)			1 muestra
Rio San Pedro Nolasco	INVIERNO		1 muestra (triplicado)		1 muestra
	VERANO		1 muestra (triplicado)		1 muestra
Río Pudeto (Ancud)	INVIERNO			1 muestra (triplicado)	1 muestra
	VERANO			1 muestra (triplicado)	1 muestra



CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Especie con mayor abundancia
- Dos estaciones (invierno-verano)
- No repetir especies por localidad, elegir por orden de abundancia de > a <
- Por triplicado
- Alga varada, muestra compuesta por todas las especies.



ANÁLISIS PROXIMAL



Humedad, proteínas, lípidos, cenizas, calorías, etc.

ANÁLISIS MINERALES Y M. PESADOS



Plomo, Cadmio, Arsénico, Mercurio, etc.

ANÁLISIS FUNCIONAL



Fenoles totales, B-carotenos, actividad antioxidante, etc.

FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE E INSOLUBLE



Algas verdes filamentosas
3 Localidades x 2 Temporadas x 3 muestras (triplicado) = 18 muestras

Algas verdes filamentosas
3 Localidades x 2 Temporadas x 1 muestras = 6 muestras



← Resultados de análisis

↻ Fuentes de información de usos de las algas en las distintas categorías

↻ Posibles usos




- Catastro a nivel nacional de las industrias e intermediarios potencialmente interesados en adquirir esta materia prima.
- Información sobre las necesidades e interés de la industria en términos de volúmenes, características y calidad del producto.
- Propuesta de posibles usos e identificación de acciones necesarias para satisfacer las necesidades de la industria a mediano y largo plazo.
- Identificación de brechas de información e infraestructura y capacidades para lograr generar una actividad económica.
- Identificación de la regulación intersectorial asociada a la potencial actividad económica.



Muchas gracias;

Taller Virtual

Caracterización bioquímica y nutricional de algas verdes filamentosas y usos alternativos como una oportunidad productiva en la región de Los Lagos.

Taller virtual:

“Caracterización bioquímica y nutricional de algas verdes filamentosas y usos alternativos como una oportunidad productiva en la región de Los Lagos “

Inicio: 10:06 am, 6 de oct. de 2023.

El 6 de octubre se desarrolló el Taller virtual Caracterización bioquímica y nutricional de algas verdes filamentosas y usos alternativos como una oportunidad productiva en la región de Los Lagos, que considero dos objetivos: Buscar potenciales usos productivos en base a la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas que proliferan en el sector de Maullín, Pudeto y San Pedro Nolasco en la Región de los Lagos y reducir los altos volúmenes de biomasa de algas verdes filamentosas que varan en las playas, para evitar problemas con otras actividades productivas en el borde costero.

El Taller se realizó entre las 10:00 y 12:00 am y conto con la participación de XX personas. El programa de trabajo se incluye en la figura adjunta y consistió en presentaciones de parte de los resultados del proyecto y la propuesta de aplicaciones, donde los participantes aportaron sus experiencias y conocimiento en el tema.

Programa

Taller virtual
Caracterización bioquímica y nutricional de algas verdes filamentosas y usos alternativos como una oportunidad productiva en la región de Los Lagos

Objetivo

- Buscar potenciales usos productivos en base a la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas que proliferan en el sector de Maullín, Pudeto y San Pedro Nolasco en la Región de los Lagos.
- Reducir los altos volúmenes de biomasa de algas verdes filamentosas que varan en las playas, para evitar problemas con otras actividades productivas en el borde costero.

Bienvenida
 Se da la bienvenida a participar en este Taller virtual, en el marco del proyecto FIPA 2021-38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo Rhizoclonium en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECON N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos.

VIERNES 6 DE OCTUBRE DE 2023

Exposiciones

10:00-10:10. Contexto y problemática de las algas verdes en cultivos de petillo (FIPA 2021-38).
 Expone M.Sc. Marcela Ávila, Jefa de proyecto, ICYT - UNAP, Puerto Montt.

10:10-10:25. Resultados de los análisis del alga plaga de las localidades del Río Pudeto y Río Maullín y posibles usos para agregación de valor.
 Expone Bióloga Marina Paula Needham, Laboratorio Moléculas Bioactivas – UCN, Coquimbo.

10:25– 10:35. Ronda de preguntas.

10:35-10:50. Un caso de biodesinfectante basado en compuestos bioactivos de algas verdes y otros usos y aplicaciones.
 Expone Dra. Allison Astuya, Directora Laboratorio biotoxinas LBTx- UDEC, Concepción.

10:50- 11:05. Mareas Verdes en cultivo del Petillo: Frecuencia y localización.
 Expone M.Sc. Ricardo Riquelme ICYT - UNAP, Puerto Montt.

Discusión y Cierre

11:05-11:55. Preguntas abiertas y experiencias.

12:00. Cierre.

Participantes:

26. Paulina Vera (SUBPESCA-Valparaíso)	27. Andrea Zuñiga (DZN-Subpesca Puerto Montt)	28. Andrea Rivera
--	---	-------------------

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt

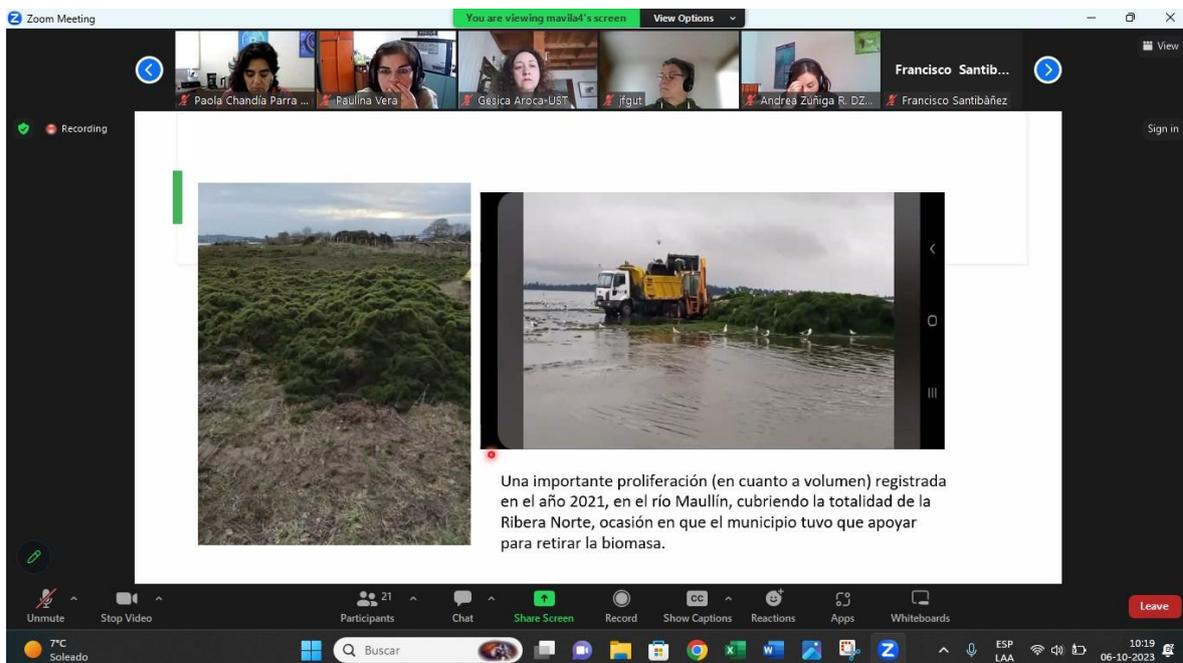
29. Carolina Sotomayor Ifop	30. Nelson León (Algas Marinas)	31. Loreto Gaviño (Subpesca)
32. Francisco Santibañez (Municipalidad Maullin)	33. Ignacio Espinoza Empresa Seaweed Export Company	34. ROD ¿??
35. Paola Chandía – UCN	36. Constanza De Zarate - UNAP	37. Ricardo Riquelme- UNAP
38. Marcela Avila- UNAP	39. Julián Cáceres – UNAP	40. Juan Gutiérrez – UNAP
41. Paula Needham- UCN	42. Raúl Riquelme- Municipalidad de Ancud	43. Gesica Aroca- UNAP
44. Allison Astuya- LBTx- UDEC	45. Felipe Pérez- Empresa FARTUM	46. Johanna Ojeda- IFOP
47. Alejandro Barrientos- SUBPESCA	48. Carolina Sotomayor (IFOP)	49. Paulina Vera - SubPesca

Caracterización de componentes nutricionales de las algas plaga. FIPA 2021-38 , se refiere a la caracterización ecológica y bioquímicas de las algas varadas filamentosas, declaradas plagas. Presentación del proyecto por la jefa de proyecto Marcela Avila.

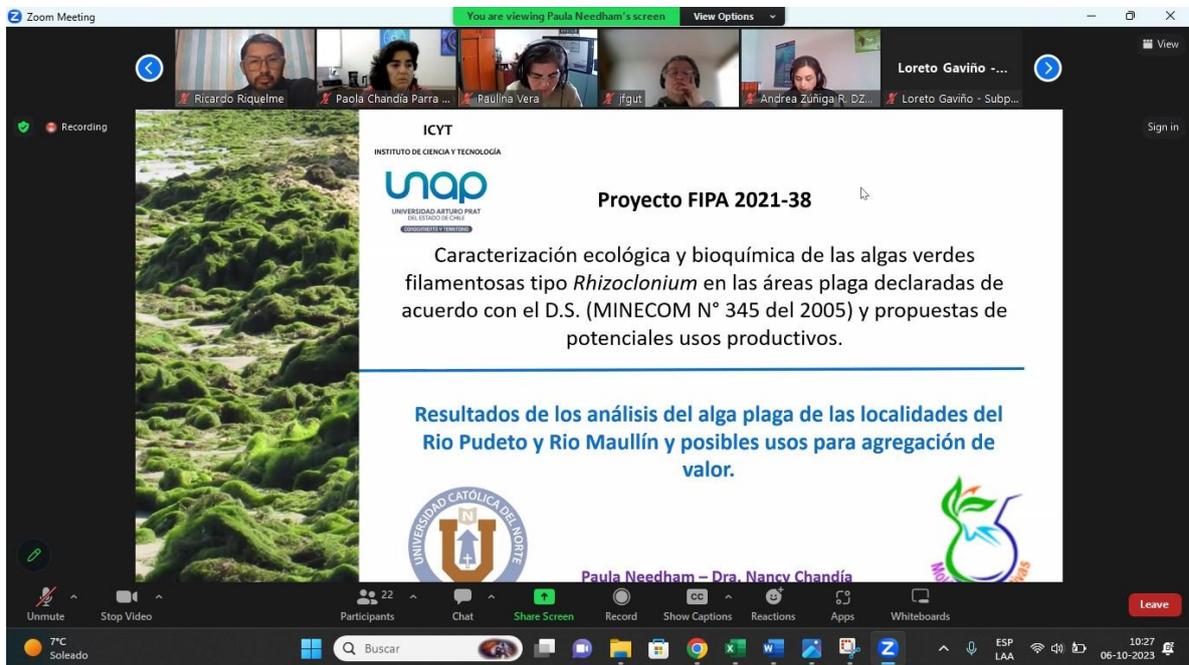
Se reconocen 4 especies:

1. *Chaetomorpha linum*
2. *Rizhoclodium sp.*
3. *Ulva compressa*
4. *Cladophora ruchingeri*

Se menciona el equipo y las universidades participantes



Presentación Paula Needham – posibles usos UCN, bióloga marina en dar valor agregador a los recursos ..



Zoom Meeting

Recording

ALGA PLAGA MÁS ABUNDANTE

Alimentos y piensos
AA esenciales

Fertilizantes
Nutrición

FDI/FDS=1,8
alimentación

Pigmentos (mg g⁻¹)
Chl a: 0,8
Chl b: 0,7
Carotenoides: 0,5

pigmentos naturales
Antioxidantes

Lípidos 1,0 %
PUFAs
contenido calórico

Vitaminas (mg Kg⁻¹)
12 β-caroteno
2 vitamina E
42 vitamina C (*C. linum*, *Mauilín*)

Nutrición Farmacéutica

Nutrición Cosmética

Hidratos de carbono 22%

90% Celulosa
Papel, membranas, bioetanol, alimentación, construcción, embalaje

Ulvano
Agricultura (bioestimulante), bioplásticos, nutraceutico

6°C Soleado

10:28 06-10-2023

Zoom Meeting

Recording

Porcentaje de contribución de una porción de 5,2 g de algas marinas secas a la cantidad diaria recomendada (CDR) para macroelementos (Na, K, Ca, Mg) y elementos traza (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Se)

Especie	Na	K	Ca	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	Se	Mg
<i>Chaetomorpha linum</i>	2	5	3	92	27	4	1	3	0	3
<i>Ulva compressa</i>	2	27	3	33	11	3	0	1	0	12
<i>Cladophora ruchengeri</i>	2	18	4	86	27	7	1	2	0	6

Ingesta diaria de algas marinas (5,2 g) establecida por la FAO y disponible para China (Chen et al. 2018).

Los valores en negrita representan una contribución significativa (>15 %).

Na/K < 1 = promueven la disminución de la presión sanguínea, alimentos para fines cardiovasculares.
Algas como sustituto del NaCl

Ca y Mg = salud cardiovascular (Mg disminuye presión arterial) Mg > Ca

Fe: componente procesos metabólicos (transporte O₂, transferencia electrones)

Mn: cofactor enzimático y se asocia el metabolismo de AA, lípidos e hidratos de carbono

Cu y Zn: componentes de enzimas (neurotransmisores, síntesis y metabolismo energético, entrecruzamiento colágeno/elastina)

Alimentos enriquecidos con algas marinas > ingesta diaria de minerales

RedCKR
Acceso a Internet

10:34 06-10-2023

Zoom Meeting Recording Paula Needham is talking... Sign in

Suplementos alimenticios (productos veganos)

Aquamin® : Minerales marinos derivados de algas

Etiquetado: producto natural de origen marino y como tal está sujeto a variaciones estacionales.

Los productos se utilizan para agregar valor nutricional a una amplia gama de aplicaciones alimentarias y nutraceuticas. <https://aquamin.com/>



Swanson Kelp 225mcg 250 Tabs Thyroids Envio Gratis (pack 2) \$42.990

Supplement Facts		
Serving Size 1 Tablet		
Amount Per Serving		% Daily Value
Iodine (from kelp)	225 mcg	150%
Atlantic Kelp (Ascophyllum nodosum) (standardized to 0.4% Iodine)	56 mg	
*Daily Value not established.		



Seagreens®: Ascophyllum, Pelvetia y Fucus.

Poivo que se utiliza para cocinar o en la preparación de batidos

También en cápsulas

viernes, 6 de octubre de 2023

6°C Soleado

Buscar

ESP LAA 10:35 06-10-2023



Zoom Meeting Recording Sign in

Suplementos alimenticios (productos veganos)

Aquamin® : Minerales marinos derivados de algas

Etiquetado: producto natural de origen marino y como tal está sujeto a variaciones estacionales.

Los productos se utilizan para agregar valor nutricional a una amplia gama de aplicaciones alimentarias y nutraceuticas. <https://aquamin.com/>



Swanson Kelp 225mcg 250 Tabs Thyroids Envio Gratis (pack 2) \$42.990

Supplement Facts		
Serving Size 1 Tablet		
Amount Per Serving		% Daily Value
Iodine (from kelp)	225 mcg	150%
Atlantic Kelp (Ascophyllum nodosum) (standardized to 0.4% Iodine)	56 mg	
*Daily Value not established.		



Seagreens®: Ascophyllum, Pelvetia y Fucus.

Poivo que se utiliza para cocinar o en la preparación de batidos

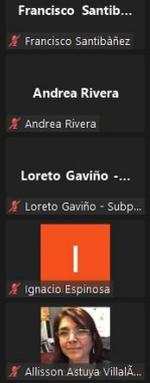
También en cápsulas

Mostrar escritorio

6°C Soleado

Buscar

ESP LAA 10:37 06-10-2023



Zoom Meeting
Recording
Paula Needham is talking...

Alimento directo o como ingrediente para consumo humano



<https://algamar.com/wp-content/uploads/catalogo-algamar-sep-2022.pdf>

Roasted seaweed snack
<https://www.youtube.com/watch?v=6Ed02FYy8hI>

Chocolate negro (Ulva y menta)

6°C Soleado

Buscar

ESP LAA

10:37 06-10-2023

Mostrar escritorio

Sign in

Paola Chandia Parra ...
Gesica Aroca-UST
Andrea Zúñiga R. DZ...
mavila4
ifgut

Zoom Meeting
Recording
Paula Needham is talking...

VENDORS



<https://www.youtube.com/watch?v=6Ed02FYy8hI>

6°C Soleado

Buscar

ESP LAA

10:38 06-10-2023

Sign in

Paola Chandia Parra ...
Gesica Aroca-UST
Andrea Zúñiga R. DZ...
mavila4
ifgut

Zoom Meeting Recording Sign in

Alimentación animal - acuicultura

- ✓ Aumentos en la producción de leche en vacas
- ✓ Mantenimiento del peso en ovejas en invierno y mayor peso en corderos nacidos
- ✓ Mayor producción de lana (Holdt y Kraan 2011)
- ✓ Truchas (harina de pescado fortificada con *Gracilaria* sp 5%) aumento el contenido de yodo en pescado
- ✓ Desechos de *Undaria pinnatifida* y *Hiziki fusiformis* fermentados con *Bacillus subtilis* y *Aspergillus oryzae*: mayor peso, respuesta inmune, contenido de yodo en huevos).
- ✓ Polisacáridos sulfatados para acuicultura: antioxidantes, inmunomoduladores

FERMENTADOS

SUPLEMENTOS
5- 15% de algas

<https://pochdvd.com/>

viernes, 6 de octubre de 2023

8°C Soleado

Buscar

ESP LAA

10:39 06-10-2023

Participants: Ricardo Riquelme, CONSTANZA DE ZAR..., JULIAN CACERES, Paula Needham, Paulina Vera

Zoom Meeting Recording Sign in

ALGA COMPUESTA

Alimentos y piensos
AA esenciales

proteínas 19 %

Fertilizantes
Nutrición

Minerales 31%

FDI/FDS=1,6
alimentación

Fibra insoluble 24%

Fibra soluble 15%

Pigmentos
(mg g⁻¹)

Chl a: 1,0
Chl b: 0,9
Carotenoides: 0,5

pigmentos naturales
Antioxidantes

Hidratos de carbono
21%

90% Celulosa

Ulvano

Papel, membranas, bioetanol, alimentación, construcción, embalaje

Agricultura (bioestimulante), bioplásticos, nutraceutico

Lípidos
0,6 %

PUFAs
contenido calórico

Nutrición
Farmacéutica

Vitaminas
(mg Kg⁻¹)

29 β-caroteno
3,5 vitamina E

Nutrición
Cosmética

Mostrar escritorio

8°C Soleado

Buscar

ESP LAA

10:41 06-10-2023

Participants: Ricardo Riquelme, CONSTANZA DE ZAR..., JULIAN CACERES, Paula Needham, Paulina Vera

ALGA COMPUESTA

Alimentos y piensos AA esenciales
proteínas 19%

Fertilizantes Nutrición
Minerales 31%

Pigmentos (mg g⁻¹)
Chl a: 1,0 pigmentos naturales
Chl b: 0,9 Antioxidantes
Carotenoides: 0,5

Lípidos 0,6 %
PUFAs contenido calórico
Nutrición Farmacéutica

Vitaminas (mg Kg⁻¹)
29 β-caroteno
3,5 vitamina E
Nutrición Cosmética

Hidratos de carbono 21%
90% Celulosa Papel, membranas, bioetanol, alimentación, construcción, embalaje
Ulvano Agricultura (bioestimulante), bioplásticos, nutraceutico

Fibra insoluble 24%
FDI/FDS=1,6 alimentación

Fibra soluble 15%

Mostrar escritorio

6°C Soleado

Buscar

ESP LAA

10:43 06-10-2023

Uso Agrícola : fertilizantes y bioestimulantes

Formato: polvo, microencapsulación, líquidos

prensado en frío

IMPORTADOS

Bio-fermentación

ADAMA Bioestimulante ADAMA Crop plus 5 l
SKU:19143
\$135.220 (IVA incluido)

Macroelementos: nitrógeno (N) Fosforo (P) Potasio (K)
Microelementos: Hierro (Fe), Magnesio (Mg)
Hormonas vegetales: auxinas, citoquininas, giberelinas
Aminoácidos
Polisacáridos (elicitores)

Compostaje - vermicompostaje

Algal spreading harvesting → Potenti compost feasibility trials
Compost species (single species complete cycle) → Non-compost species (non-significant components post complete cycle)

Patón et al., 2023.

viernes, 6 de octubre de 2023

6°C Soleado

Buscar

ESP LAA

10:43 06-10-2023

Zoom Meeting Recording Sign in

Suministros para mascotas

Arena sanitaria mascotas
<https://www.laqu.cl/>

Polvo removedor de sarro para perros

Seaweed
PRODUCTO 100% ORGÁNICO BIODEGRADABLE E COMPOSTABLE ENVASE RECICLABLE
Sustratos sanitarios 100% naturales y compostables para tu mascota.
¿CONOCES LAQU?
IR A TIENDA

PlaqueOff Polvo Removedor de Sarro para Perros
★★★★★
27 Opiniones
ProDen PlaqueOff® es una fórmula patentada que contiene algas naturales seleccionadas que han demostrado en ensayos clínicos efectividad para reducir la acumulación de placa, la formación de sarro y para mejorar el mal aliento de perros y gatos. La mejoría se observa a partir de 3 a 5 semanas de uso.
\$21.990

Mostrar escritorio

8°C Soledad Buscar ESP LAA 10:46 06-10-2023

- Ricardo Riquelme
- CONSTANZA DE ZAR...
- JULIAN CACERES
- Paula Needham
- Paulina Vera
- Paulina Vera

Zoom Meeting Recording Paula Needham is talking... Sign in

Biomateriales

<https://tayu.cl/>
Platos de cochayuyo

<https://www.notpla.com/> start-up de packaging

Transferencia desarrollo de productos de eco-envases de macroalgas (U. Antofagasta).

viernes, 6 de octubre de 2023

8°C Soledad Buscar ESP LAA 10:48 06-10-2023

- Paola Chanda Parra ...
- Gésica Aroca-UST
- mavila4
- ifguit
- Loreto Gaviño - Subp...

Zoom Meeting
Recording
Paula Needham is talking...
Sign in



Posidonia oceánica

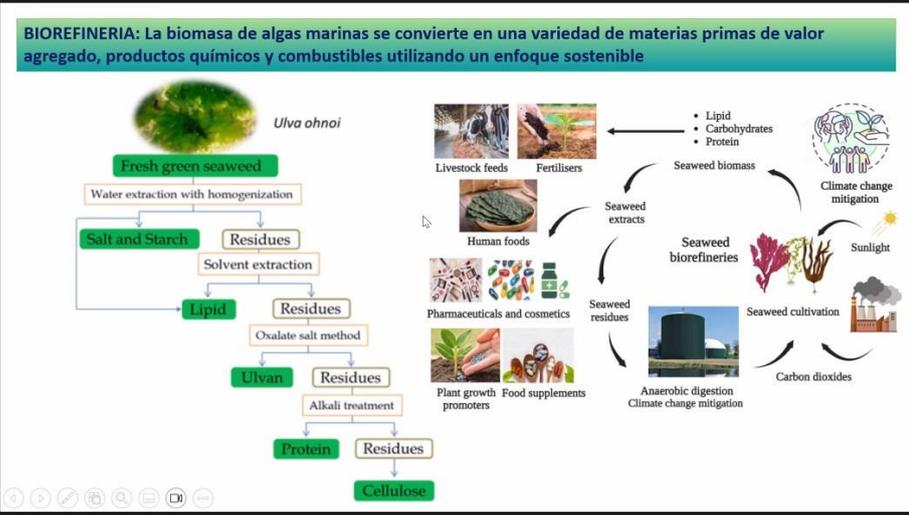
- Biomateriales
- <https://www.blueblocks.nl/portfolio/seaweed/>
- <https://materialdistrict.com/article/strength-seaweed/>
- www.arquitecturayempresa.es

Mostrar escritorio

6°C Soleado
Buscar
ESP LAA
10:49
06-10-2023

Zoom Meeting
Recording
Sign in

BIREFINERÍA: La biomasa de algas marinas se convierte en una variedad de materias primas de valor agregado, productos químicos y combustibles utilizando un enfoque sostenible



• Lipid
• Carbohydrates
• Protein

Seaweed biomass
Climate change mitigation

Seaweed extracts
Livestock feeds
Fertilisers
Human foods

Seaweed cultivation
Sunlight
Carbon dioxides

Seaweed residues
Pharmaceuticals and cosmetics
Plant growth promoters
Food supplements

Anaerobic digestion
Climate change mitigation

Cellulose

Paulina Vera

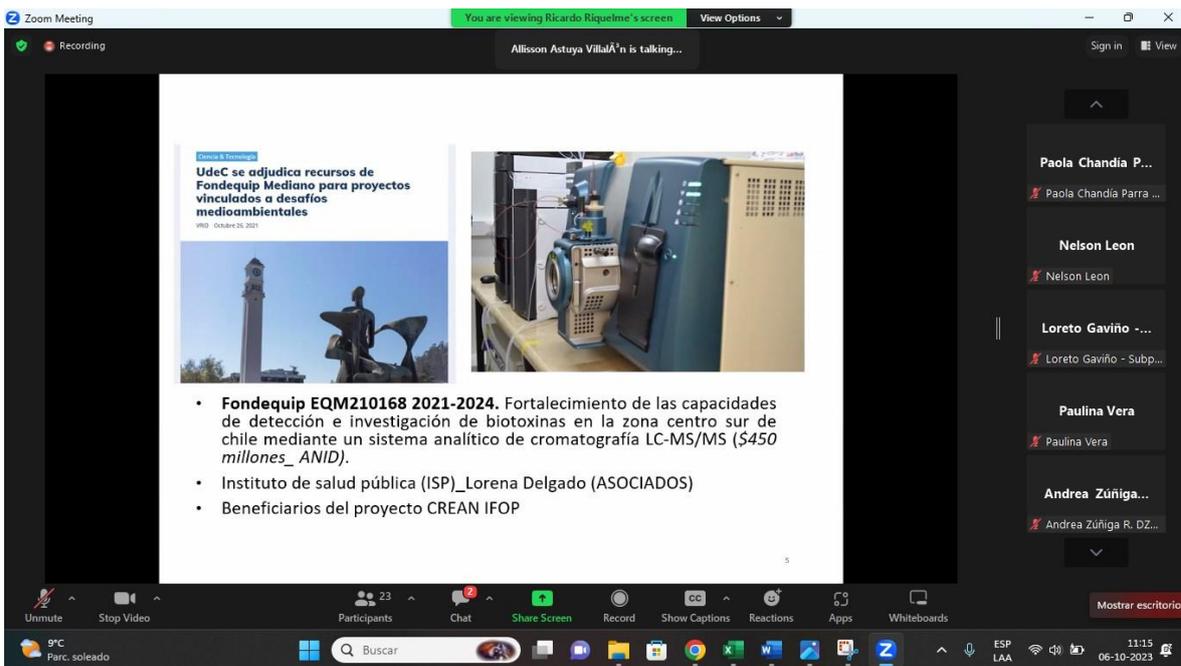
RedCKR
Acceso a Internet

6°C Soleado
Buscar
ESP LAA
10:52
06-10-2023

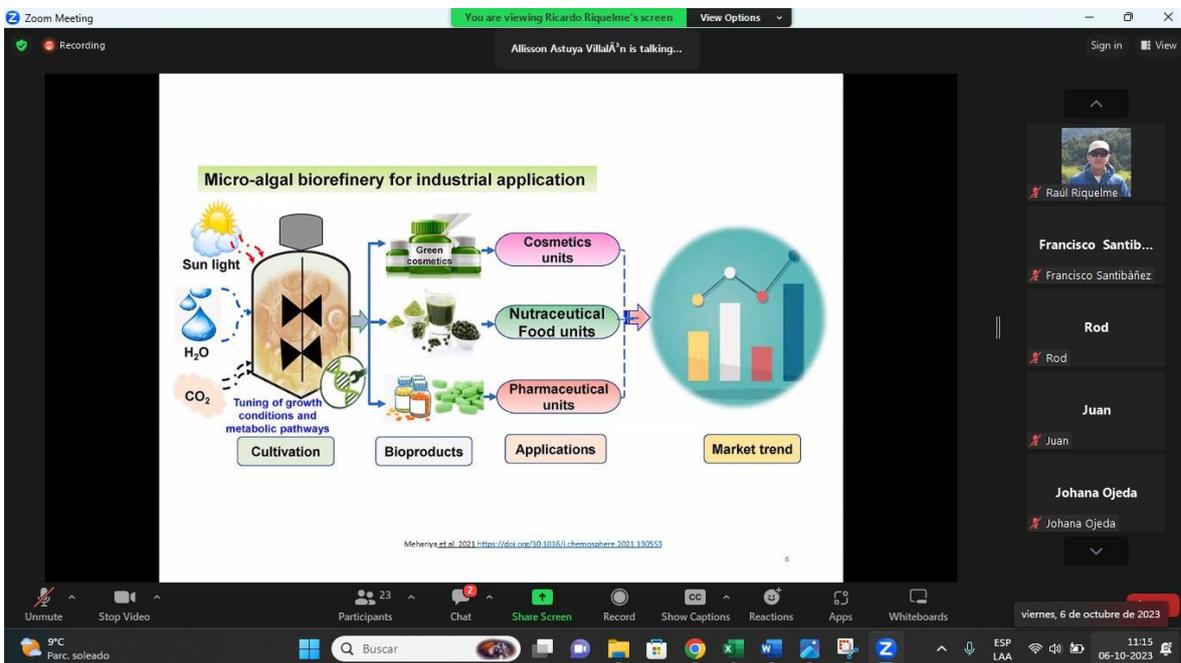
Presentación Dra. Allison Astuya

The slide is titled "Laboratorio de Cultivo Celular y Genómica Marina" and is part of the "Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas". It features a flowchart starting with "Cultivos celulares Organismos acuáticos y mamíferos" (cell cultures of aquatic organisms and mammals), which leads to "BIOENSAYOS CELULARES" (cellular assays). From there, it branches into two categories: "Ensayos Toxicológicos (Toxinas Marinas), Marcadores moleculares de inmunidad, Marcadores subletales de contaminación" and "Moléculas con actividad biológica de organismos acuáticos para uso biotecnológico y biomédico". Both paths converge on "Biotecnología marina".

The slide displays logos for "Universidad de Concepción", "DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA Universidad de Concepción", "COPAS Sur - Austral", "LBTx LABORATORIO DE BIOTOXINAS IBERIC", and "GOBIERNO REGIONAL REGIONAL DEL BIOBIO". The main text reads: "Programa Fondo de Innovación para la Competitividad, FIC-R 40000139 Generación de capacidades regionales en la detección de toxinas marinas para fortalecer la seguridad alimentaria para la región del BioBio (2017)". Below the text are three images: a building, a person in a lab, and a person with a microscope. A red-bordered box at the bottom states "Creación del primer laboratorio de biotoxinas en la región del BioBio".



Tienen laboratorio certificados en HPLC, Masa-Masa.



Se usa *Heterosigma cakashiwo* y su toxina paralizante, que es una microalga plaga, que causa mortalidad en peces.

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording

Sign in | View

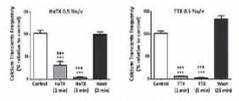
Nueva toxina paralizante en *Heterosigma akashiwo* (HaTx)



A wash HaTx wash

HaTx induce silenciamiento de la transmisión sináptica
Astuya A et al 2015; Harmful Algae 47: 1-8

HaTx induce silenciamiento comparación con TTX



Participants: 23 | Chat | Share Screen | Record | Show Captions | Reactions | Apps | Whiteboards

9°C Parc. soleado | Buscar | ESP LAA | 11:16 06-10-2023

Participants: Ricardo Riquelme, CONSTANZA DE ZAR..., Ignacio Espinosa, Allison Astuya Villalán, mirilla4

RedCCR Acceso a Internet | Leave

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording

Allison Astuya Villalán is talking...

Sign in | View

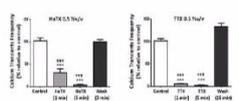
Nueva toxina paralizante en *Heterosigma akashiwo* (HaTx)



A wash HaTx wash

HaTx induce silenciamiento de la transmisión sináptica
Astuya A et al 2015; Harmful Algae 47: 1-8

HaTx induce silenciamiento comparación con TTX



Algal Research 46 (2020) 101760

Content not available at ScienceDirect

Algal Research
journal homepage: www.elsevier.com/locate/algal

Production of extracts with anaesthetic activity from the culture of *Heterosigma akashiwo* in pilot-scale photobioreactors
J.J. Gallardo-Rodríguez^{a,b,c}, A. Astuya-Villalán^a, V. Avello^a, A. Llanos-Rivera^a, B. Krock^d, C. Agurto-Muñoz^a, A. Sánchez-Mirón^a, F. García-Camacho^a

Patente Invención Otorgada N° registro Patente 58250
"Uso de extracto estandarizado (HaTx) de microalga icliotóxica heterosigma akashiwo para preparar formulación farmacéutica que se utiliza como anestésico local"
Fuentesalba y Astuya, Solicitada 2015; Registrada 2019

Participants: 23 | Chat | Share Screen | Record | Show Captions | Reactions | Apps

9°C Parc. soleado | Buscar | ESP LAA | 11:17 06-10-2023

Aplicaciones que usan tu micrófono: Zoom Meetings

Participants: Gesica Aroca-UST, JULIAN CACERES, ifigut, Andrea Rivera, Paula Needham

Leave

Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

Recording Allisson Astuyua Villalán is talking... Sign in View

Integración de biología, ecología e ingeniería para una biorrefinería sostenible de biocombustibles y bioproductos a partir de algas

Algen strain
Lipid pathway
Carbon capture

Oxygen

Algal Biomass

CO₂, Light, Water, Nutrients
Algal harvesting
Climate

Biorefinery

Mass and energy balances
Conversion processes
Sustainability assessments

Biofuels
Bioproducts
Bioenergy

Allen et al. Bioresour. Bioprocess. (2018) 5:47 <https://doi.org/10.1186/s40643-018-0233-5>

Unmute Stop Video Participants 23 Chat Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

9°C Parc. soleado Buscar ESP LAA 11:18 06-10-2023

Mostrar escritorio

Paola Chandía P...
Paola Chandía Parra ...

Nelson Leon
Nelson Leon

Loreto Gaviño - ...
Loreto Gaviño - Subp...

Paulina Vera
Paulina Vera

Andrea Zúñiga...
Andrea Zúñiga R. DZ...

Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

Recording Allisson Astuyua Villalán is talking... Sign in View

OMPI
OTL UdeC
Universidad de Concepción
Incuba UdeC
INAPI
start UP ciencia
CONEC TADAS
STARTUP BIOBI

Dra. Allisson Astuyua Villalán
Gerente Procesos
Toxicología y screening de moléculas bioactivas

Marijorie Obareque
Gerente Planificación Estratégica
Control de patógenos/plantas.

Dra. Katherine Sosoa
Gerente Técnico
Control de microorganismos

Sergio Molina
Gerente Comercial
Comercialización, ventas y levantamiento de capital

Dra. Nathaly Ruiz Tagle
Gerente General
Desarrollo de tecnologías sustentables

Raúl Riquelme

Francisco Santib...
Francisco Santibáñez

Rod
Rod

Juan
Juan

Johana Ojeda
Johana Ojeda

RedCKR
Acceso a Internet

Unmute Stop Video Participants 23 Chat Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

9°C Parc. soleado Buscar ESP LAA 11:18 06-10-2023

Leave

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording | Allisson Astuya Villalón is talking... | Sign in | View

Problema

Productos de **exportación** pasan meses en tránsito sin la aplicación de antimicrobianos.

Conjunto de condiciones propician la llegada y establecimiento de **fitopatógenos**.

Pérdidas se acercan al **20%** de la producción.



(Araneda 2011, Cantin et al. 2012)

Unmute | Stop Video | Participants (23) | Chat | Share Screen | Record | Show Captions | Reactions | Apps | Whiteboards | Leave

9°C Parc. soleado | Windows Taskbar: Buscar | ESP LAA | 11:19 06-10-2023

- Juan**
- Juan
- Johana Ojeda**
- Johana Ojeda
- Carolina Sotom...**
- Carolina Sotomayor
- Felipe Pérez**
- Felipe Pérez
- Alejandro Barrie...**
- Alejandro Barrientos ...

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording | Allisson Astuya Villalón is talking... | Sign in | View

INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA

20% pérdidas

Chile pierde 1.000 millones USD anualmente.
A nivel mundial se pierden 44.000 millones USD

Mercado Internacional

Cada vez más exigentes, y preocupados por los subproductos de la desinfección

Normativas

Límites en el recuento de patógenos en el ambiente y alimentos de la industria

Unmute | Stop Video | Participants (23) | Chat | Share Screen | Record | Show Captions | Reactions | Apps | Whiteboards | Leave

9°C Parc. soleado | Windows Taskbar: Buscar | ESP LAA | 11:19 06-10-2023

- Juan**
- Juan
- Johana Ojeda**
- Johana Ojeda
- Carolina Sotom...**
- Carolina Sotomayor
- Felipe Pérez**
- Felipe Pérez
- Alejandro Barrie...**
- Alejandro Barrientos ...

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording

Existente

30 millones
L/año
(98,8%)

Desinfectantes Químicos	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Eficientes • Económicos • Alta variedad 	<ul style="list-style-type: none"> • Tóxicos, • Restricciones Internacionales, • contaminación ambiental • no se aplica sobre la fruta

360 mil
L/año
(1,2%)

Biodesinfectantes	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Toxicidad baja • Ecoamigables • Se pueden aplicar en presencia de fruta 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor efectividad • Altera características organolépticas de la fruta • Muy baja variedad

El 1,2% de estos desinfectantes son orgánicos.
El 14% de las empresas se están acogiendo a acuerdos de producción limpia

9°C Parc. soleado | 11:20 06-10-2023

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording | Allison Astuya Villalón is talking...

Oportunidad de negocio

Alternativas Naturales: La posible utilización de **Extractos Algales** para el control



Mecanismos de Protección

- Metabolitos Secundarios
- Proteínas

- Son de Baja Toxicidad
- No Contaminantes
- Biodegradables

(Jimenez et al. 2011, Fernandes et al. 2012, Khaled et al. 2012, Khaill et al. 2015)

viernes, 6 de octubre de 2023

9°C Parc. soleado | 11:20 06-10-2023

The screenshot shows a Zoom meeting window. The main content is a slide titled "Estado de la Tecnología". The slide features a diagram illustrating the production of a natural disinfectant. On the left, there are images of various fungi and bacteria. A central flowchart shows the process: starting with a list of organisms (Botrytis cinerea, Aspergillus spp., Penicillium spp., and Pseudomonas syringae), moving through a fermentation stage (represented by a bottle), and finally resulting in a spray bottle labeled "ALGAfex". The slide also includes the text "IIA PPT 2015-0127". The Zoom interface shows a list of participants on the right, including Gesica Aroca-UST, JULIAN CACERES, ifgut, Andrea Rivera, and Paula Needham. The bottom of the window displays the Windows taskbar with the search bar and system tray.

The screenshot shows a Zoom meeting window. The main content is a slide for "ALGAfex DESINFECTANTE NATURAL" by "GREEN FOCUS SOLUTIONS". The slide features a large green leaf logo with the text "ALGAfex" and "DESINFECTANTE NATURAL" below it. The "GREEN FOCUS SOLUTIONS" logo is visible in the top right corner. The Zoom interface shows a list of participants on the right, including Loreto Gavino - Subp..., Francisco Sanibañez, Paola Chandía P..., Paola Chandía Parra..., Nelson Leon, and Paulina Vera. The bottom of the window displays the Windows taskbar with the search bar and system tray.

Patente de la UdeC, producción de biodesinfectante a partir de algas .

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording

La industria necesita

Eficiencia	SEGURIDAD	ESCUDO
Se necesitan productos que reduzcan el deterioro de frutas, sin cambiar sus características	Un producto inocuo , ecoamigable, natural, orgánico.	Protección contra los fitopatógenos, limitando su asentamiento y proliferación .

Participants: Ricardo Riquelme, @NSTANZA DE ZAR..., Ignacio Espinosa, Allisson Astuya Villalán, mavila4

9°C Parc. soleado | 11:24 06-10-2023

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording

Algafex

Efectivo | Biodegradable | Escalable | Inocuo | Sostenible |
Materia Prima Chilena | **No altera la calidad de la fruta**

ALGAFEX
Desacidificante
pH=10.5/11.5

ORGANIC

11:25 06-10-2023

Menciona que es un producto Inocuo, sostenible , no afecta el producto final donde se aplica y que además considera la participación de mujeres pescadoras/recolectoras de orilla del Biobío, respecto a obtención de biomasa.

El camino hasta ahora

- 2015**: Proyecto FIA Inicio de investigación con algas marinas
- 2018**: Obtención de una formulación eficaz
- 2020**: Registro patente nacional n° 201703472
- 2022**: Creación de empresa Green Focus Solutions SpA. StartUp Ciencia. Ganadoras INAPI RUNNING
- 2023**: Solicitud Marca Reg.

Zoom Meeting interface showing participants: Gésica Arca-UST, JULIAN CACERES, ifgut, Andrea Rivera, Paula Needham.

Green Focus solution , empresa .

Universidad de Concepción

Proyecto "Desarrollo de Biopesticidas a partir de Macroalgas Chilenas para la Protección de Cultivos de Alto Valor Económico en la Agroindustria"

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Zoom Meeting interface showing participants: Gésica Arca-UST, JULIAN CACERES, ifgut, Andrea Rivera, Paula Needham.

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording | Allisson Astuya Villalán is talking... | Sign in | View

Extractos de macroalgas

Solución Propuesta

Prototipo de Biopesticida (antifúngico y antibacteriano) en base a macroalgas para el control de fitopatógenos de frutas de importancia económica validado en entorno relevante.

- Reduce pérdidas precosecha de frutas causada por patógenos
- Inocuo
- Biodegradable
- Precio competitivo con el mercado
- Producto orgánico

Loreto Gavilón - Subp...

Francisco Santib...

Francisco Santibáñez

Paola Chandia P...

Paola Chandia Parra ...

Nelson Leon

Nelson Leon

Paulina Vera

Paulina Vera

Unmute | Stop Video | Participants (22) | Chat | Share Screen | Record | Show Captions | Reactions | Apps | Whiteboards | Leave

9°C Parc. soleado | Buscar | ESP LAA | 11:27 06-10-2023

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording | Allisson Astuya Villalán is talking... | Sign in | View

Resultados Previos

- Colección de fitopatógenos aislados desde plantas enfermas de: *Botrytis cinerea*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Pseudomonas syringae*.
- En proyecto FIA PYT 2015-0127 Se evaluaron 36 especies de macroalgas (Rhodophyta, Phaeophyta, Chlorophyta)
- 18 extractos con actividad antifúngica y antibacteriana sobre los fitopatógenos *Botrytis cinerea*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., y *Pseudomonas syringae*.
- 10 extractos disminuyeron significativamente la germinación de esporas de estos patógenos.
- Los 7 mejores extractos obtenidos son de las algas *Pyropia* sp., *Lessonia* sp., *Macrocystis pyrifera*, *Chondracanthus chamosi*, *Gracilaria* sp., *Ulva lactuca* y *Mazzaella laminarioides* (Tabla 1)
- Los extractos de las algas *Pyropia* sp., *Lessonia* sp., *Ulva lactuca* y *Mazzaella laminarioides* se encontró que inhiben entre un 21 y 99% el crecimiento de *Pseudomonas syringae*.
- No se encontró toxicidad de los extractos de algas en ensayos de citotoxicidad a las concentraciones evaluadas, considerándose inocuos.

Figura 1. Plantas con 7 días de crecimiento, se observa en la figura (A) Plántulas de lechuga con la formulación con extracto de *Mazzaella* sp.; (B) Plántulas de lechuga sin la formulación; (C) Plántulas de rabarbaro con la formulación, (D) plántulas de rabarbaro sin la formulación.

Raúl Riquelme

Rod

Rod

Juan

Juan

Johana Ojeda

Johana Ojeda

Carolina Sotom...

Carolina Sotomayor

Unmute | Stop Video | Participants (22) | Chat | Share Screen | Record | Show Captions | Reactions | Apps | Whiteboards | Leave

9°C Parc. soleado | Buscar | ESP LAA | 11:28 06-10-2023

¿A dónde queremos ir?

2023

- Mejoras del método extracción para la **disminución de costos**
- Ensayos para la obtención de **certificación nacional e internacional**
- Protección de marca/Otras

Obtención del producto comercial

2024

- Obtención de registro ISP
- Obtención de certificaciones orgánicas
- Acuerdos con recolectores de algas, manufactura, distribución

Escalamiento Industrial y posicionamiento en el mercado

2025

- Expansión del mercado a nivel nacional
- Obtención de certificaciones internacionales
- Estudio de mercados internacionales.

Internacionalizar el producto

Zoom Meeting interface details: Recording, Allisson Astuya Villalán is talking..., Participants: 22, Chat, Share Screen, Record, Show Captions, Reactions, Apps, Whiteboards, Leave, 9°C Parc. soleado, 11:29 06-10-2023.

Nuestra idea es cambiar la forma de ver la desinfección: seguridad, salud y sustentabilidad

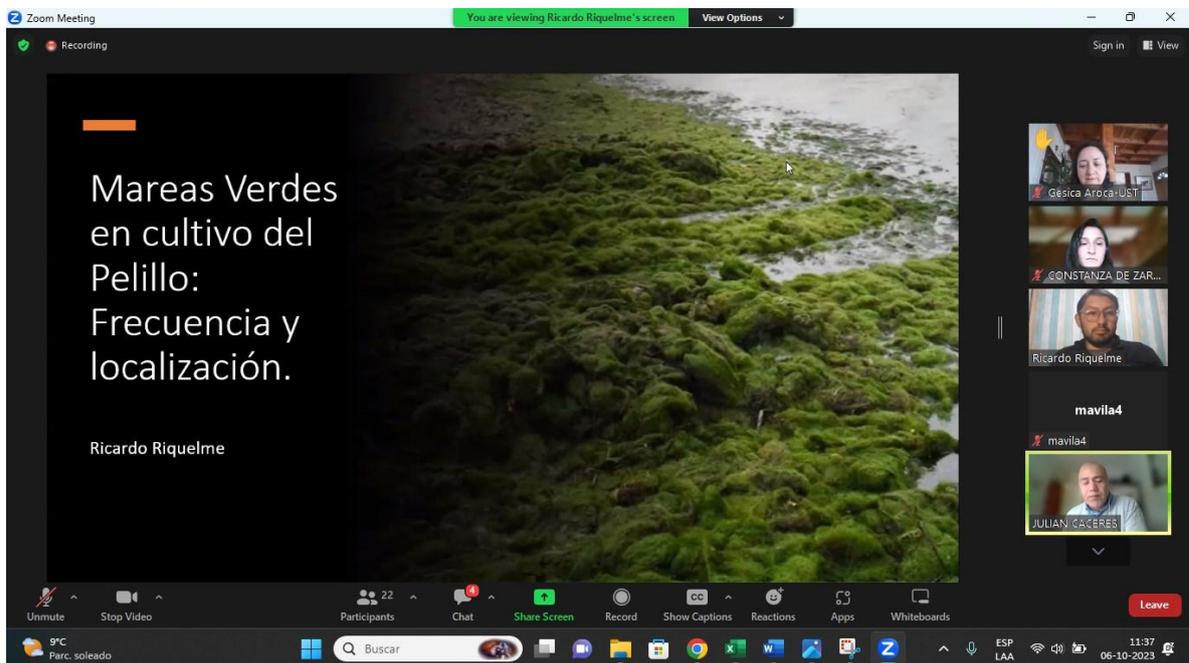
gfs.greenfocussolutions@gmail.com

Zoom Meeting interface details: Recording, You are viewing Ricardo Riquelme's screen, View Options, Sign in, View, Participants: 22, Chat, Share Screen, Record, Show Captions, Reactions, Apps, Whiteboards, Leave, 9°C Parc. soleado, 11:30 06-10-2023.

Universidad Arturo Prat – Instituto de Ciencia Tecnología –Puerto Montt



Presentación Ricardo Riquelme



Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

Recording Ricardo Riquelme is talking... Sign in View

Desarrollo del Cultivo

- Mata Piedra
- Chululo
- Siembra Directa
- Siembra por esporas

9°C Parc. soleado

Unmute Stop Video Participants 22 Chat 4 Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

Mostrar escritorio

11:38 06-10-2023

Participants: Paula Needham, Paola Chandia P..., Paola Chandia Parra..., jfgut, Andrea Rivera, Loreto Gaviño -...

Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

Recording Ricardo Riquelme is talking... Sign in View

Desembarque de pelillo en comunas Región de Los Lagos

Fuente: Sernapesca, 2021

LOS LAGOS 79% del desembarque nacional

Comuna	Porcentaje
Ancud	54%
Maullín	17%
Castro	13%
Pto. Montt	12%
Calbuco	1%
Quellón	2%
Quellen	1%
Palena	<1%

9°C Parc. soleado

Unmute Stop Video Participants 22 Chat 4 Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

Leave

11:39 06-10-2023

Participants: Allison Astuya Villalá..., Francisco Santib..., Nelson Leon, Paulina Vera, Raúl Riquelme

V

MAREAS VERDES

Género Ulva (Agua de mar)
-*Ulva prolifera*

Género Cladophora (Agua salobre y dulce)
-*Cladophora glomerata*
-*Cladophora ruchingeri*

Género Spirogyra (Agua dulce y salobre)
Género Rhizoclonium (Agua salobre)

Mar amarillo: 30.000 a 60.000 km²
Colecta de 1 millón de toneladas
0,2 A 600 kg frescos por metro cuadrado.

The slide includes a map of the Yellow Sea region, highlighting the 'Affected area' in red, and two photographs: one showing a boat collecting seaweed in a field, and another showing a person standing in a field of green seaweed.

Problemática de las Algas Verdes

The slide features a newspaper clipping with the headline "Los vaivenes que viven los recolectores de pelillo" and a sub-headline "FAO financia primer estudio sobre el rubro". The clipping includes a photograph of a child holding seaweed and a person harvesting seaweed. A large white arrow points from the text "Problemática de las Algas Verdes" to the newspaper clipping.

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording

Historia

2013- Fundación Chinquihue. Reporta proliferación de un filamento verde sobre los cultivos en el Río Maullín




> Solicitud de Subpesca para realizar muestreo en la zona de Maullín.
> Reuniones de coordinación

Rhizoclonium spp.

2015
Declaración de Área Plaga, y Programa de control y de seguimiento.



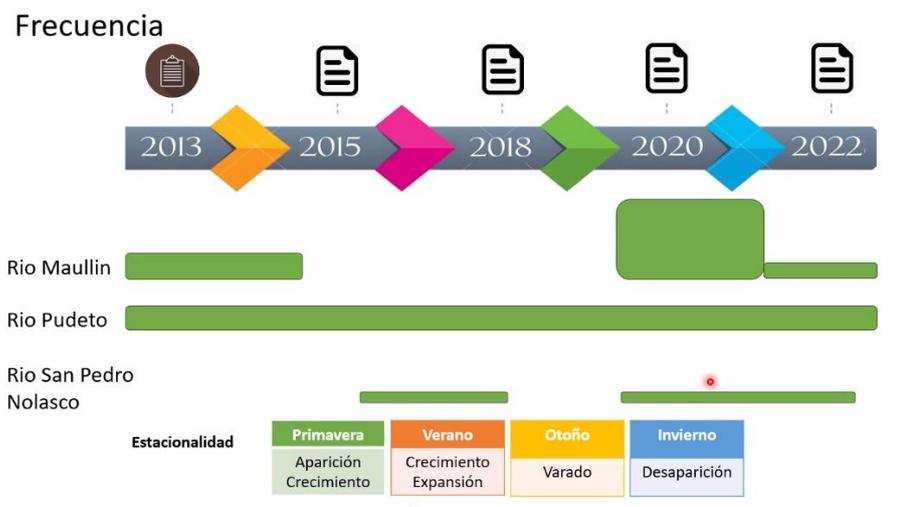
9°C Parc. soleado | 11:40 06-10-2023

Participants: Paula Needham, Paola Chandía P..., Paola Chandía Parra..., jfgut, Andrea Rivera, Loreto Gaviño - Subp...

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording | Ricardo Riquelme is talking...

Frecuencia



Rio Maullin

Rio Pudeto

Rio San Pedro Nolasco

Estacionalidad

Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Aparición Crecimiento	Crecimiento Expansión	Varado	Desaparición

9°C Mayorm. nublado | 11:41 06-10-2023

Participants: Allisson Astuya Villalá..., Francisco Santib..., Francisco Santibáñez, Nelson Leon, Paulina Vera, Raúl Riquelme

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording | Ricardo Riquelme is talking... | Sign in | View

**2018 Renovación de
2020 decreto de área de
2022 plaga**

Rhizoclonium sp. *Chaetomorpha linum* *Cladophora ruchingeri* *Ulva compressa*

TIPO RHIZOCLONIUM SPP.

Participants: 22 | Chat | Share Screen | Record | Show Captions | Reactions | Apps | Whiteboards | Leave

9°C Mayorm. nublado | Buscar | ESP LAA | 11:41 06-10-2023

Zoom Meeting | You are viewing Ricardo Riquelme's screen | View Options

Recording | Ricardo Riquelme is talking... | Sign in | View

Frecuencia

2013 → 2015 → 2018 → 2020 → 2022

Rio Maullin

Rio Pudeto

Rio San Pedro Nolasco

Estacionalidad

Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Aparición Crecimiento	Crecimiento Expansión	Varado	Desaparición

Participants: 22 | Chat | Share Screen | Record | Show Captions | Reactions | Apps | Whiteboards | Leave

IBOV -1,19% | Buscar | ESP LAA | 11:43 06-10-2023

Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

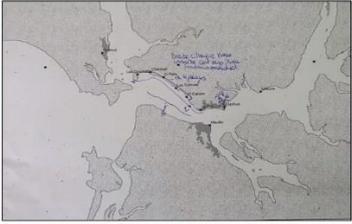
Recording Sign in View

VARAZONES DE ALGAS

Temporada 2020 y 2021

El volumen de algas retiradas en el año 2021, fueron **17.460 TON.**

2020 vs 2013	%(n=21)	Varazón Percibida
Varias veces mayor	24%	3.325 < > 4.656 ton.
Triple	43%	7.760 ton.
Doble	14%	11.640 ton.
15% mayor	5%	22.116 ton.





Unmute Stop Video Participants 22 Chat Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

9°C Mayorm. nublado Buscar ESP LAA 11:46 06-10-2023

Participants: Gesica Aroca-LUST, CONSTANZA DE ZAR..., Ricardo Riquelme, mavila4, JULIAN CACERES

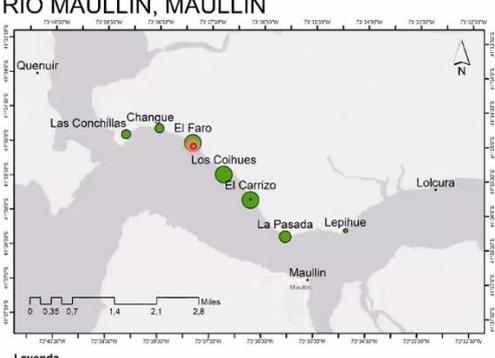
Mostrar escritorio

Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

Recording Ricardo Riquelme is talking... Sign in View

ZONA HISTORICA DE VARAZONES

RIO MAULLIN, MAULLIN






Biomasa Promedio 23 Kg/m²
 Biomasa Máxima 91 Kg/m²
 Área de distribución 61.052 m²
Abundancia Total 1.437 Ton.

Legenda
 Zonas de Varazones: 1% - 10%, 16% - 30%, 31% - 50%, 51% - 70%, 71% - 80%, 81% - 100%

Ubicación y porcentaje de ocurrencia determinado mediante encuestas a los algueiros que viven en localidades ribereñas del Río Maullin

Unmute Stop Video Participants 21 Chat Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

9°C Mayorm. nublado Buscar ESP LAA 11:47 06-10-2023

Participants: Paula Needham, jfgut, Andrea Rivera, Loreto Gaviño - Subp..., Allisson Astuya Villalá...

Leave

Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

Recording Ricardo Riquelme is talking... Sign in View

ZONA HISTORICA DE VARAZONES

RIO PUDETO, ANCUD

Biomasa Promedio 24 Kg/m²
 Biomasa Máxima 48 Kg/m²
 Área de distribución 923 m²
Abundancia Total 1.437 Ton.

San Pedro Nolasco
 No Hay Varazones de Algas

Unmute Stop Video Participants 21 Chat Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

9°C Mayorm. nublado Buscar ESP LAA 11:49 06-10-2023

Francisco Santib...
Francisco Santibáñez

Nelson Leon
Nelson Leon

Paulina Vera
Paulina Vera

Raúl Riquelme
Raúl Riquelme

Ignacio Espinosa
Ignacio Espinosa

1 notificación nueva (No molestar activado)

Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

Recording Ricardo Riquelme is talking... Sign in View

Especie: *Chaetomorpha linum*

Rio Pudeto

Biomasa Promedio 3 Kg/m²
 Área de distribución 1.377.633 m²
Abundancia Total 4.132 Ton.

Unmute Stop Video Participants 21 Chat Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

9°C Mayorm. nublado Buscar ESP LAA 11:50 06-10-2023

Gesica Aroca-UST
Gesica Aroca-UST

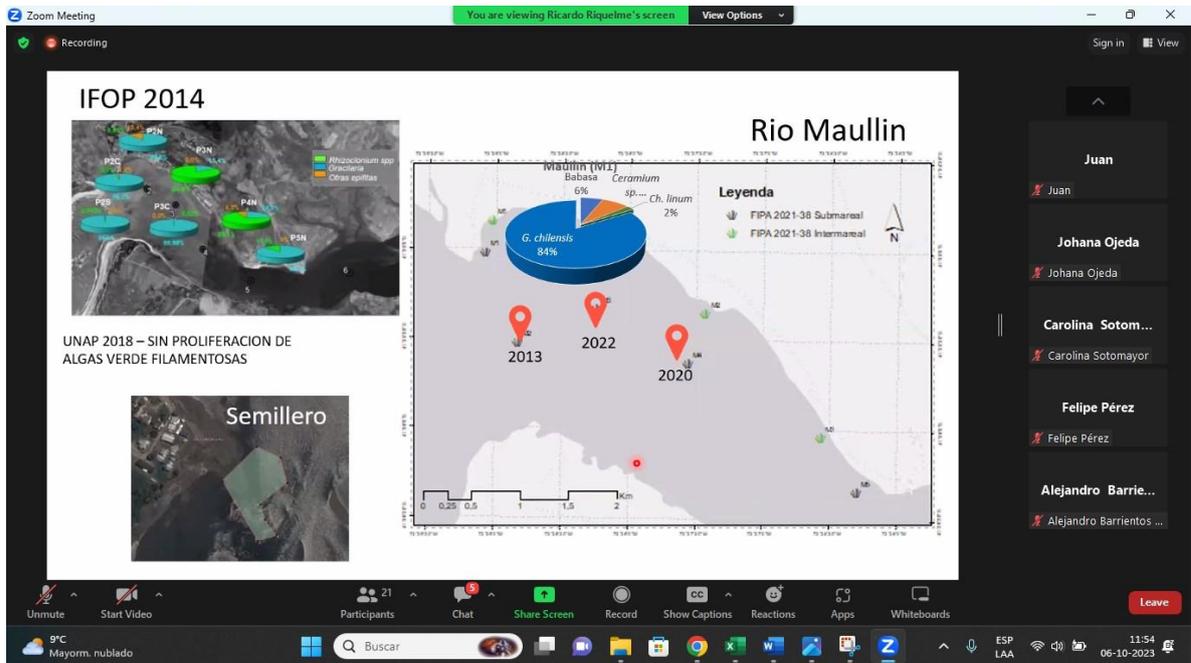
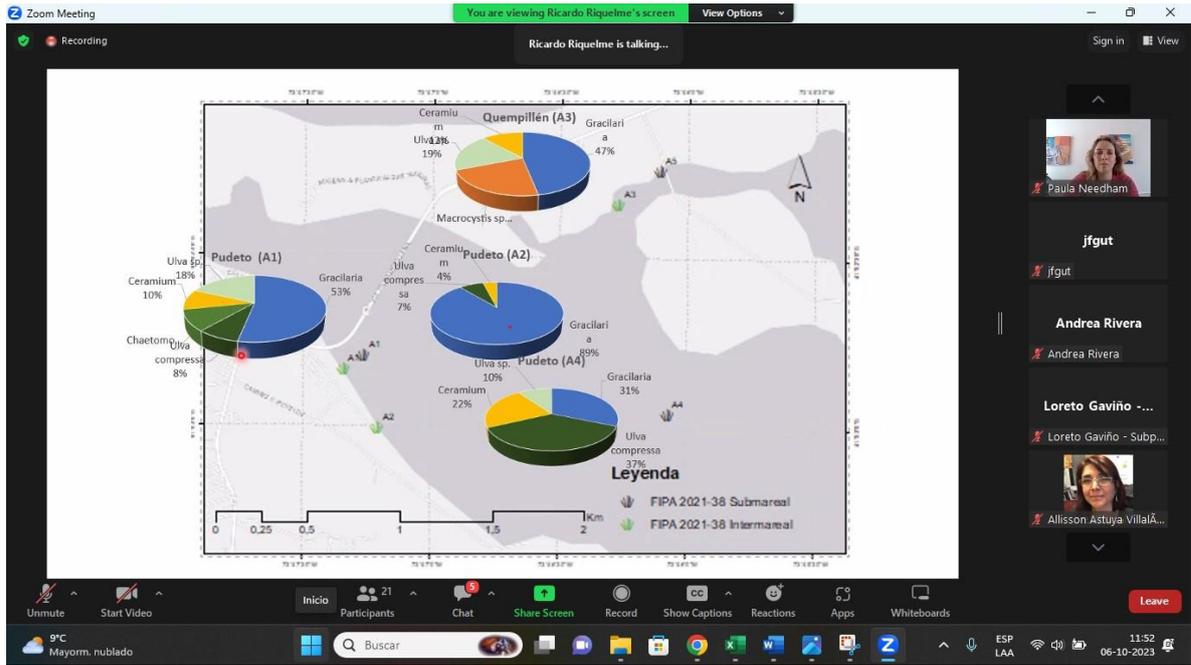
GONSTANZA DE ZAR...
GONSTANZA DE ZAR...

Ricardo Riquelme
Ricardo Riquelme

mavila4
mavila4

JULIAN CACERES
JULIAN CACERES

Mostrar escritorio



Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

Recording Sign in View

Rio San Pedro Nolasco

Species	Percentage
Ulva sp.	39%
G. Chilensis	28%
C. Linum	33%

Unmute Stop Video Participants 21 Chat 5 Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

9°C Mayorm. nublado Buscar ESP LAA 11:56 06-10-2023

Participants: Gesica Aroca-UST, CONSTANZA DE ZAR..., Ricardo Riquelme, mavila4, JULIAN CACERES

Zoom Meeting You are viewing Ricardo Riquelme's screen View Options

Recording Sign in View

Perspectivas

POSIBLE OCURRENCIA DE PROLIFERACIONES DE ALGAS VERDES EPIFITAS

POSIBLE AUSENCIA DE PROLIFERACIONES DE ALGAS VERDES EPIFITAS

Cambio Climático Global

Temperatura Media en Puerto Montt [GHCN]
Intervalo: Diario / Estadística: promedio / 141.4330°, 73.10000°, 90 m

Gracias..

Unmute Stop Video Participants 21 Chat 5 Share Screen Record Show Captions Reactions Apps Whiteboards

9°C Mayorm. nublado Buscar ESP LAA 11:58 06-10-2023

Participants: Gesica Aroca-UST, CONSTANZA DE ZAR..., Ricardo Riquelme, mavila4, JULIAN CACERES

ANEXO 10. Talleres Final de Difusión de Resultados



Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Gobierno de Chile

Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
Gobierno de Chile

Universidad ARTURO PRAT
del Estado de Chile

Se invita a todos los pescadores y pescadoras al taller ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS PLAGAS TIPO *Rhizoclonium* QUE AFECTAN EL CULTIVO DE *Gracilaria chilensis* (PELILLO) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

En este taller se presentan los resultados del PROYECTO FIPA 2021 - 38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos

MARTES 23 DE ABRIL

HORA : 16:30

SEDE FEDERACIÓN RIBERA NORTE

Consultas al teléfono: 56 955224604

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Gobierno de Chile

Universidad ARTURO PRAT
del Estado de Chile

Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
Gobierno de Chile

TALLER

ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS PLAGAS TIPO *Rhizoclonium* QUE AFECTAN EL CULTIVO DE *Gracilaria chilensis* (PELILLO) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

PROYECTO FIPA 2021 - 38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos.

PROGRAMA

16:00 - 16:10 **Presentación proyecto FIPA 2021-38 "Contexto, problemática e Información general del proyecto".**
Marcela Ávila, Jefa de proyecto, Proyecto FIPA 2021-38

16:10 - 16:25 **Proliferación de macroalgas verdes a nivel mundial y nacional: ¿Qué factores ambientales gatillan los eventos masivos en zonas costeras?**
Gesica Aroca, Julián Cáceres, Investigadores, Proyecto FIPA 2021-38

16:25 - 16:40 **Monitoreo de las proliferaciones de algas verdes filamentosas en áreas declaradas plagas de la región de Los Lagos: Programa de Seguimiento Ambiental**
Johana Ojeda, Investigadora, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

16:40 - 16:55 **Caracterización de la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas en cultivos de *Gracilaria chilensis* y varadas en zonas costeras de áreas plaga**
Marcela Ávila, Investigadora, Proyecto FIPA 2021-38

16:55 - 17:10 **Usos potenciales productivos de las proliferaciones y medidas de manejo que permitan disminuir el daño sobre los cultivos de pelillo**
Juan Gutiérrez, Investigador, Proyecto FIPA 2021-38

17:10 - 17:25 **Oportunidades económicas y beneficios ambientales de los co-cultivos (macroalga-bivalvos)**
Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

17:25 - 17:40 **Normativa APE y su aplicación para el desarrollo de co-cultivos (macroalga-bivalvos)**
Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA)

17:40 - 18:00 **Mesa redonda y discusión final**
Expositores

MARTES 23 DE ABRIL

LUGAR: SEDE FEDERACIÓN RIBERA NORTE HORA: 16:30



Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Gobierno de Chile

Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
Gobierno de Chile

Universidad ARTURO PRAT
del Estado de Chile

Se invita a todos los pescadores y pescadoras al taller ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS PLAGAS TIPO *Rhizoclonium* QUE AFECTAN EL CULTIVO DE *Gracilaria chilensis* (PELILLO) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

En este taller se presentan los resultados del PROYECTO FIPA 2021 – 38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos

MIÉRCOLES 24 DE ABRIL

HORA: 16:00

SALA DE CONCEJO MUNICIPALIDAD DE ANCUD

Consultas al teléfono: 56 955224604



The poster features a background image of a rocky coastline with green algae growing on the rocks. At the top, there are three logos: the Subsecretaría de Pesca y Acuicultura on the left, the Universidad Arturo Prat del Estado de Chile in the center, and the Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura on the right. The main title 'TALLER' is in large, bold, black letters. Below it, the workshop's focus is detailed in bold black text. The project description follows, mentioning FIPA 2021-38 and its objectives. The 'PROGRAMA' section lists seven activities with their respective times and speakers. At the bottom, the date and location are highlighted in large, bold, teal letters.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
Gobierno de Chile

Universidad ARTURO PRAT
del Estado de Chile

Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura
Ministerio de Economía, Fomento y Turismo
Gobierno de Chile

TALLER

ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS PLAGAS TIPO *Rhizoclonium* QUE AFECTAN EL CULTIVO DE *Gracilaria chilensis* (PELILLO) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

PROYECTO FIPA 2021 - 38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos.

PROGRAMA

16:00 - 16:10 **Presentación proyecto FIPA 2021-38 "Contexto, problemática e Información general del proyecto".**
Marcela Ávila, Jefa de proyecto, Proyecto FIPA 2021-38

16:10 - 16:25 **Proliferación de macroalgas verdes a nivel mundial y nacional: ¿Qué factores ambientales gatillan los eventos masivos en zonas costeras?**
Gesica Aroca, Julián Cáceres, Investigadores, Proyecto FIPA 2021-38

16:25 - 16:40 **Caracterización de la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas en cultivos de *Gracilaria chilensis* y varadas en zonas costeras de áreas plaga**
Marcela Ávila, Investigadora, Proyecto FIPA 2021-38

16:40 - 16:55 **Usos potenciales productivos de las proliferaciones y medidas de manejo que permitan disminuir el daño sobre los cultivos de pelillo**
Juan Gutiérrez, Investigador, Proyecto FIPA 2021-38

16:55 - 17:10 **Oportunidades económicas y beneficios ambientales de los co-cultivos (macroalga-bivalvos)**
Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

17:10 - 17:25 **Normativa APE y su aplicación para el desarrollo de co-cultivos (macroalga-bivalvos)**
Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA)

17:25 - 17:40 **Mesa redonda y discusión final**
Expositores

MIÉRCOLES 24 DE ABRIL

LUGAR: SALA DE CONCEJO MUNICIPALIDAD DE ANCUD HORA: 16:00

FIPA
Fondo de Investigación
Pesquera y de Acuicultura
SUBPESCA

Estado Actual, medidas de manejo y propuestas de usos de algas plagas tipo *Rhizoclonium* que afectan el cultivo de *Gracilaria chilensis* (pelillo) en la Región de Los Lagos

PROYECTO FIPA 2021 - 38

Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium* en las áreas plaga declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N° 345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos.

Entidad ejecutora: Universidad Arturo Prat

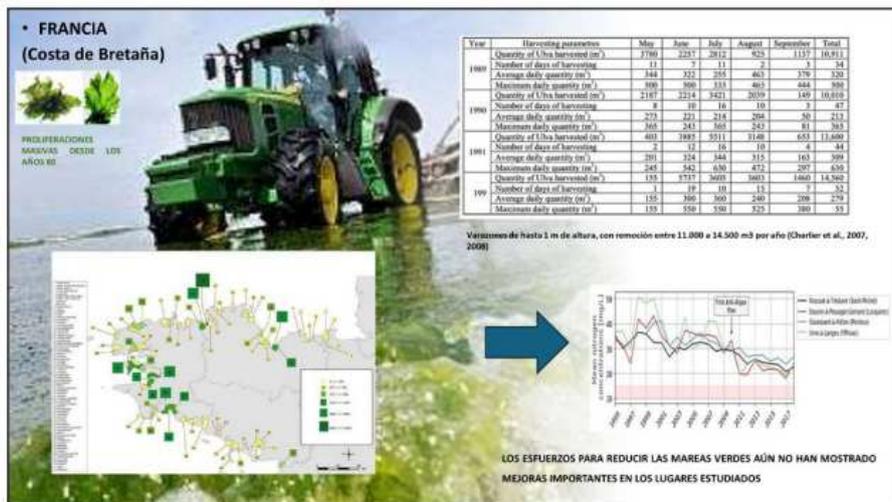
 Entidad asociada
Universidad Católica del Norte

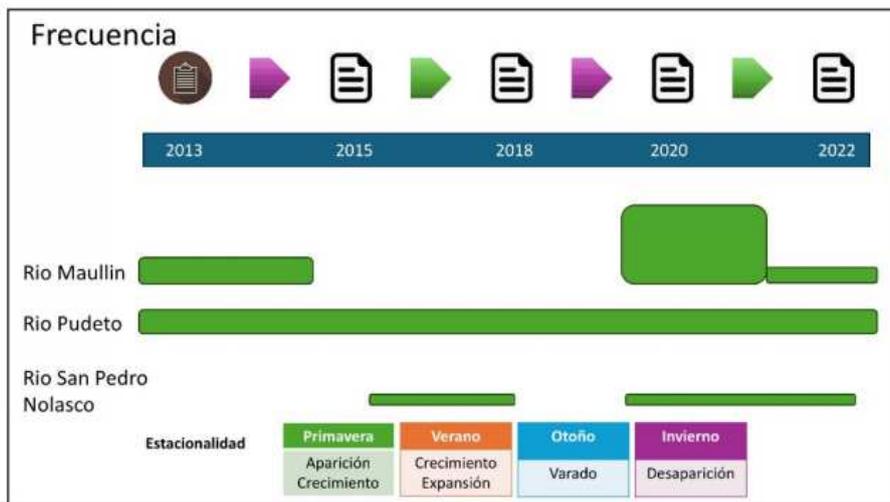


Proliferación de macroalgas nocivas (HBM)

GREEN TIDES = MAREAS VERDES = PLAGA (Filamentos tipo *Rhizoclonium*)

- Los eventos comenzaron en los años 70's en países industrializados, convirtiéndose en un problema en los años 80's y masificándose a nuevas áreas desde el año 2000.
- Los eventos más importantes se han descrito en algas verdes (mareas verdes o "green tides") y algas pardas (mareas café o "golden tides").
- A nivel mundial, se describen 18 especies de algas verdes que causan este fenómeno





Alerta Temprana: rangos de parámetros ambientales como temperatura, salinidad, intensidad luminica, fotoperiodo y de nutrientes para las algas verdes declaradas plagas.

NIVEL DE ALERTA (riesgos)	PARAMETROS AMBIENTALES				de Nutrientes en la Columna de Agua		
	Temperatura ° Celsius	Salinidad (ppm)	Intensidad Luminica $\mu\text{mol fotones m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Fotoperiodo (L:O)	Nitrato (NO ₃) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Fosfato (PO ₄ -P) $\mu\text{mol L}^{-1}$	Anomio (NH ₄) $\mu\text{mol L}^{-1}$
<i>Chaetomorpha linum</i>							
0	<14 °C	<24	<80	8:16	<80	<10	<40
1	>=14 °C <16 °C	>=24-25	>=80-100	10:14	>=40-50	>10-15	>40-70
2	>16 °C <18 °C	>25 <26.9	>100-120	12:12	>50-68	>15-18	>70-80
3	>18 °C <22 °C	>=27	>120 <160	16:8	>68 <100	>18 <=25	>=80 <=120
<i>Cladophora ruckertii</i>							
0	<13 °C	<24	<80	8:16	<50	<3	<60
1	>=13 °C <14 °C	>=24-25	>=80-100	10:14	>=50-100	>=3-5	>60-80
2	>14 °C <15 °C	>25 <27	>100-175	12:12	>100-160	>5-10	>80-100
3	>15 °C <28 °C	>=27 <37	>175 <600	16:8	>160-800	>10-160	>=100
<i>Rhizoclonium sp</i>							
0	<13 °C	<24	<70	8:16	<5	<80	0
1	>=13 °C <14 °C	>=24-25	>70-80	10:14	>5-10	>=80-90	>1-2
2	>14 °C <15 °C	>25 <27	>80-90	12:12	>10-14	>90 <100	>2-4
3	>=15 °C <20 °C	>=27 <30	>=90 <180	16:8	>14 <100	>=100	>=4 <80
<i>Ulveles</i>							
0	<= 8 °C	<24	<50	8:16	<20	<1	0
1	>8 °C <9 °C	>=24-25	>50-70	10:14	>20-40	>=3-5	>1-2
2	>9 °C <10 °C	>25 <27	>70-80	12:12	>40-50	>5-10	>2-4
3	>=10 °C <= 35 °C	>=27 <35	>=88 <180	16:8	>50 <160	>10 <80	>=4 <80

25/04/2024



25/04/2024



Informe Técnico D.AC. N°273/2015, (Subpesca)
 Se sugiere incluir a *Rhizoclonium* sp. como una especie plaga que afecta los cultivos de pelillo en Maullín

Plaga Hidrobiológica: "La población de una especie que por su abundancia y densidad puede causar **efectos negativos** en la salud humana, en las especies hidrobiológicas o en medio, **originando detrimento (daño)** de las **actividades pesqueras extractivas o de acuicultura y pérdidas económicas**"

***Rhizoclonium* sp. es declarado Plaga en base al D.S. (MINECOM) N° 345/2005.**

25/04/2024

DECLARACIÓN ÁREA DE PLAGA



Especies género *Rhizoctonium* spp.
Ribera Norte del río Maullin



Especies género *Rhizoctonium* spp.
Ribera Norte del río Maullin
Río San Pedro de Nolazzo



OBJETIVO 4: Actividad 1:
Evaluar las condiciones ambientales de origen antrópico o naturales que pueden afectar las condiciones de cultivo en áreas selectas.

25/04/2024

Monitoreo verano 2016:
Febrero y marzo

Muestreo Biológico: En cada punto (33 estaciones) se recolectaron muestras de algas usando cuadrantes de 0,25 m² (n=3) ubicados al azar sobre la pradera mediante buceo autónomo.

Carga Total (%) = $\frac{\text{Suma peso seco epifitos (g) por muestra} \times 100}{\text{Peso seco de peilillo (g) por muestra}}$

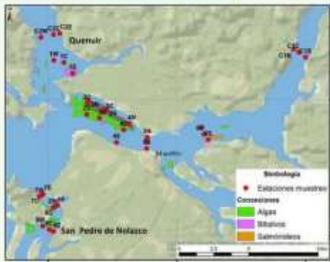
Parámetros físicos y químicos

Muestreo de Sedimento (3 cores de 8 cm ø)

- ✓ pH
- ✓ Temperatura
- ✓ Redox
- ✓ % MOT

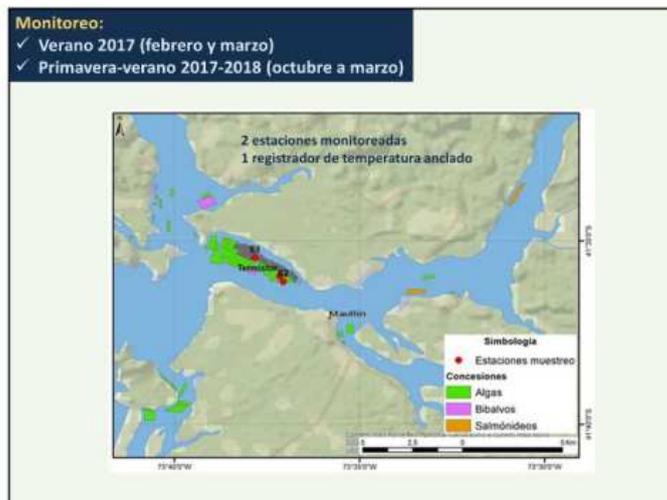
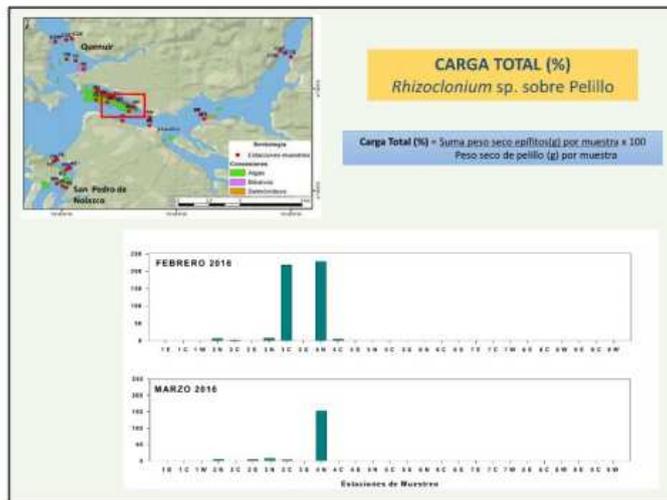
Columna de agua

- ✓ Nutrientes (5 estaciones)
- ✓ Seston
- ✓ Clorofila
- ✓ pH
- ✓ Salinidad
- ✓ oxígeno
- ✓ Transparencia (Disco secchi)
- ✓ Radiación (Luz Par)
- ✓ Datos continuos de temperatura (4 registradores a 1 m del fondo, midiendo cada 1 hora)

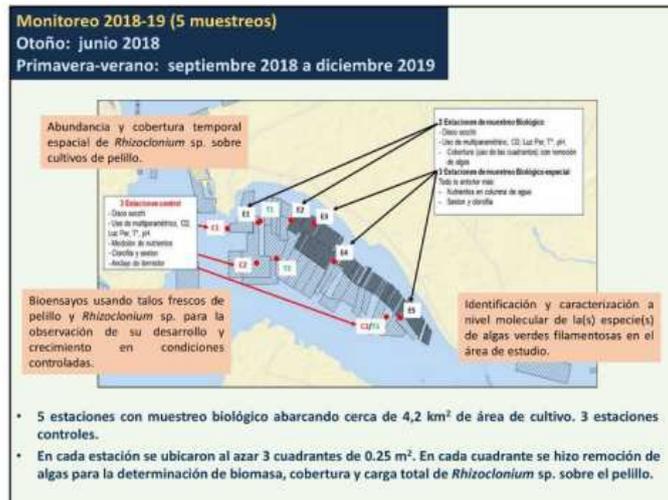
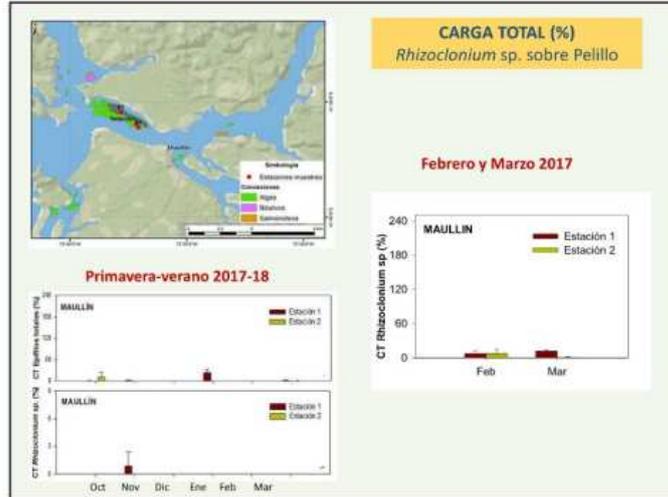



Epifitos/Meses	MAULLÍN	
	Febrero	Marzo
División Chlorophyta		
<i>Rhizoclonium sp.</i>	x	x
<i>Enteromorpha sp.</i>	x	
<i>Ulva sp.</i>	x	
<i>Chaetomorpha linum</i>	x	x
División Rhodophyta		
<i>Polysiphonia spp.</i>	x	x
<i>Ceramium rubrum</i>	x	x
<i>Anthamniom sp.</i>	x	
<i>Centroceras clavulatum</i>	x	
<i>Gigartina skottsbergii</i>		
<i>Gelidium sp.</i>	x	
División Ochrophyta		
<i>Ectocarpus sp.</i>	x	x
<i>Macrocystis pyrifera</i>	x	x

25/04/2024

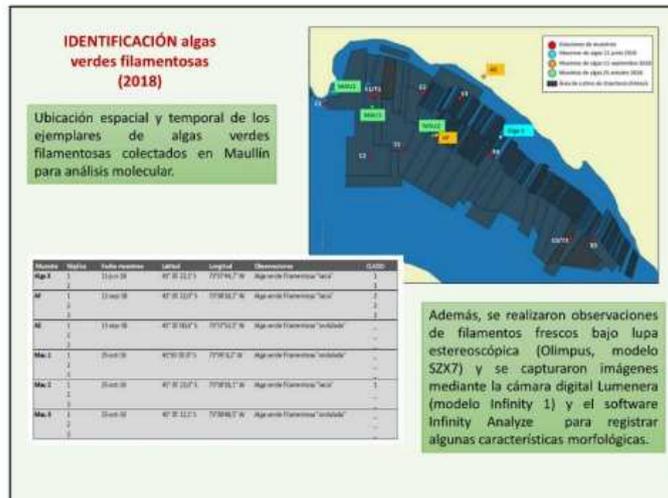
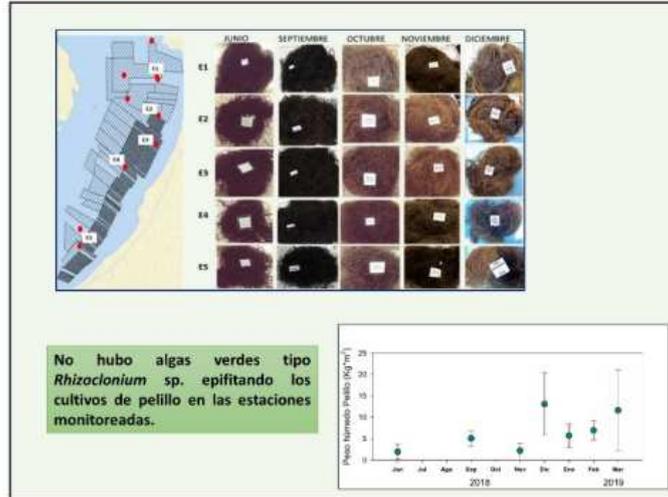


25/04/2024



6

25/04/2024



25/04/2024

2 MORFOTIPOS

Algas verdes filamentosas, caracterizadas por presentar filamentos tipo "ondulados". Lanilla.



Algas verdes filamentosas, caracterizadas por presentar filamentos tipo "lacios". Como pelo liso.

Filamentos tipo "ondulados" (AO) y filamentos de algas verdes filamentosas tipo "lacios" (AL) observados bajo lupa estereoscópica (1.6X).



Filamentos alargados y uniseriados

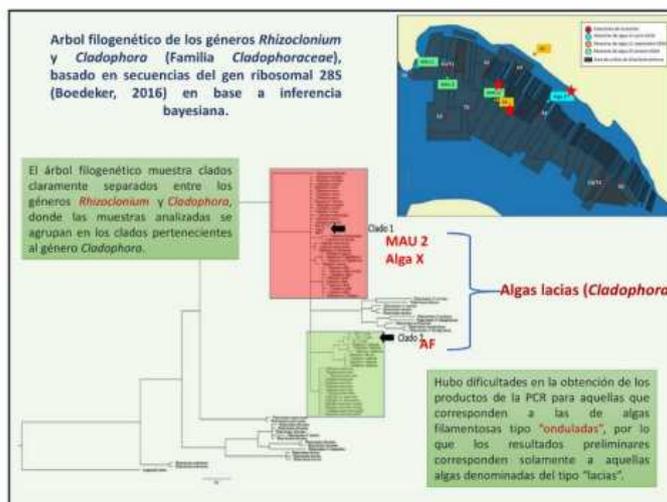
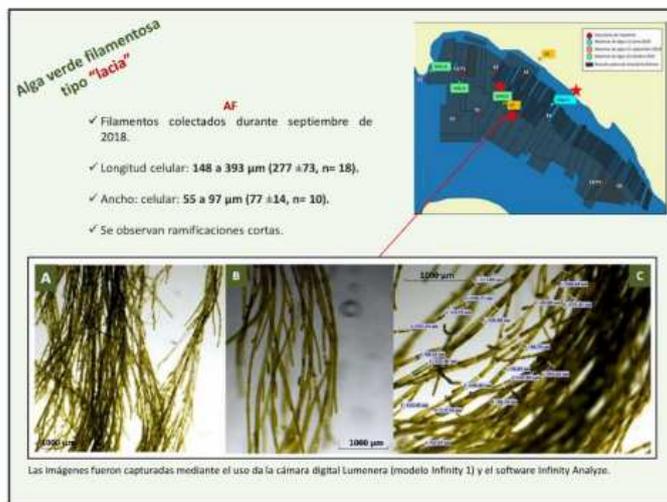
Alga verde filamentosa tipo "ondulada"

MAU 1

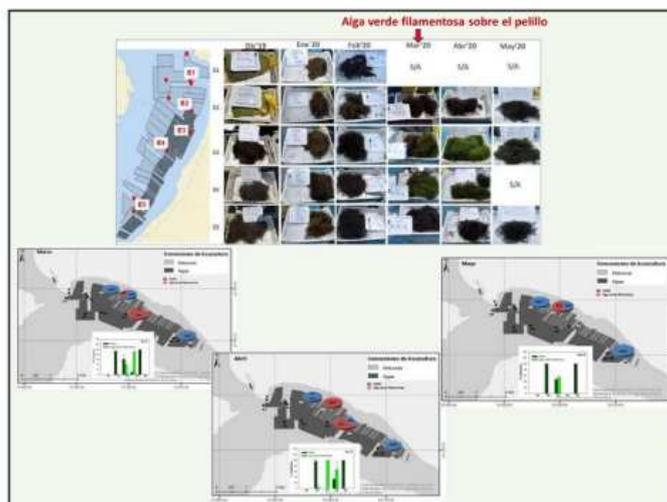
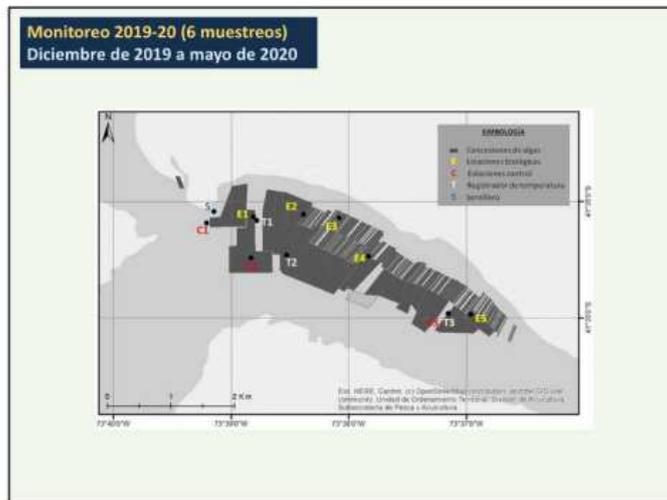
- ✓ Filamentos colectados durante septiembre de 2018.
- ✓ Longitud celular: 126 a 323 μm (219 \pm 57, n= 19).
- ✓ Ancho: celular: 44 a 87 μm (63 \pm 12, n= 16).
- ✓ No se observan ramificaciones.




Las imágenes fueron capturadas mediante el uso de la cámara digital Lumenera (modelo Infinity 1) y el software Infinity Analyze.



25/04/2024



10

25/04/2024



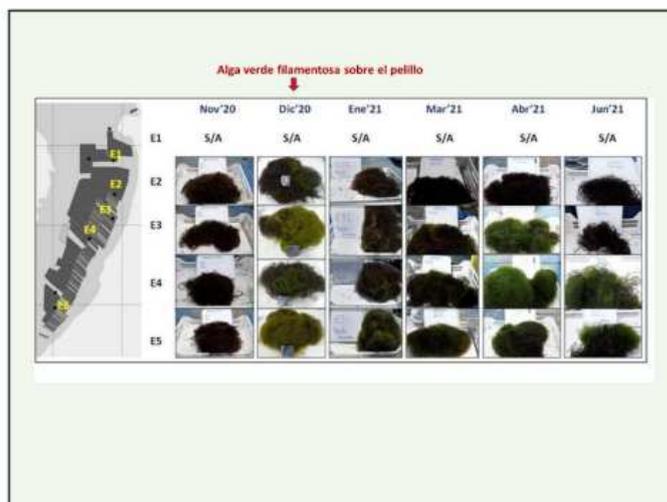
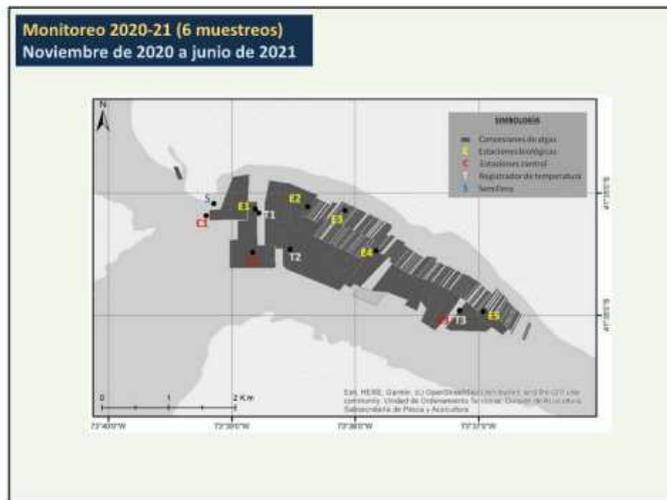
11

25/04/2024



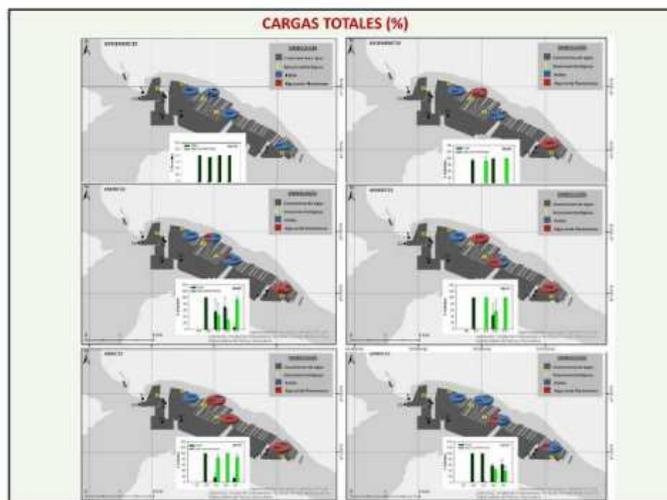
12

25/04/2024



13

25/04/2024

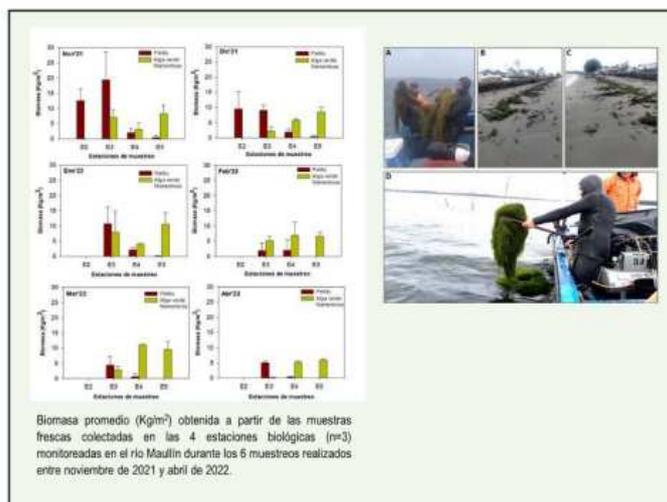
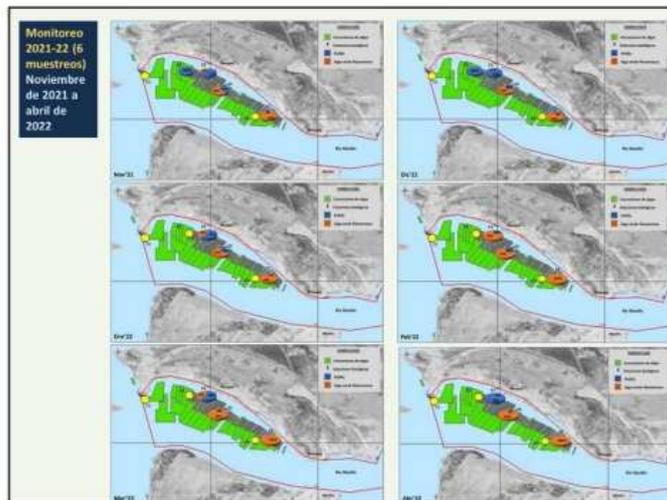


25/04/2024

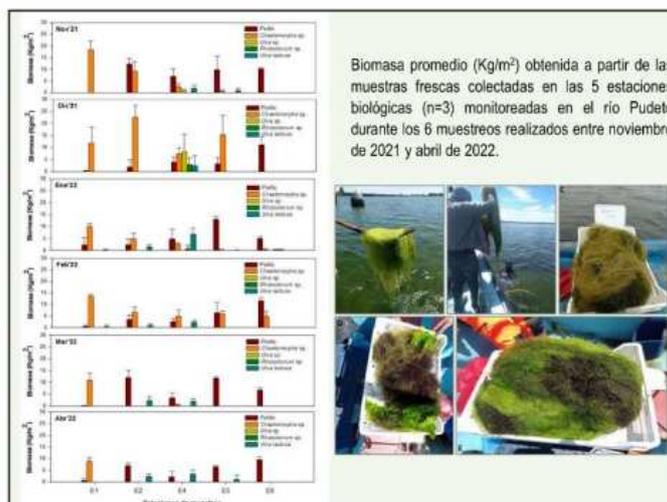
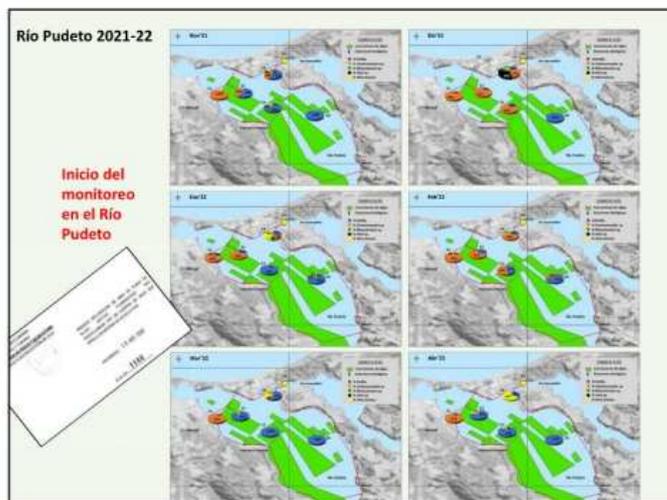


15

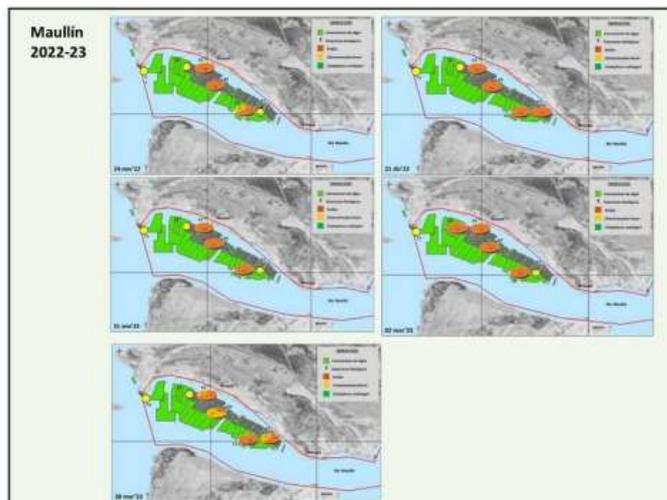
25/04/2024



25/04/2024

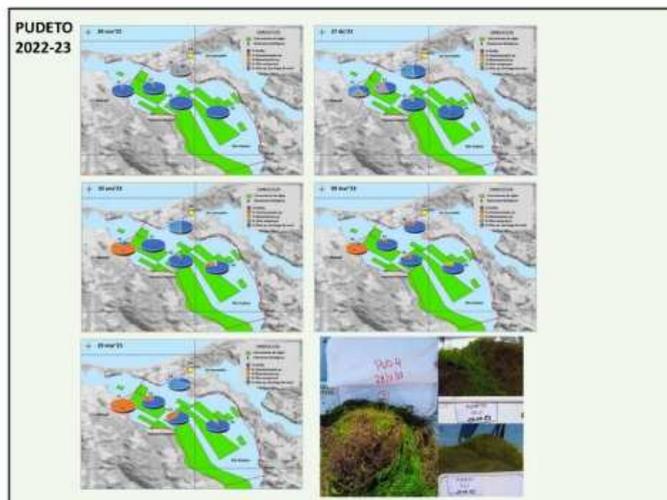
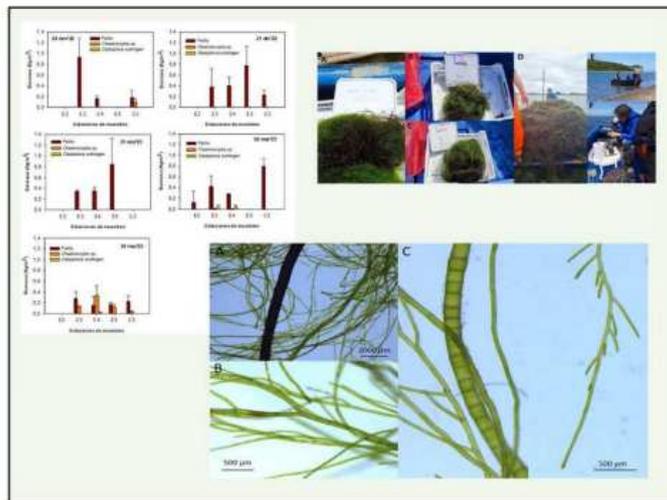


25/04/2024

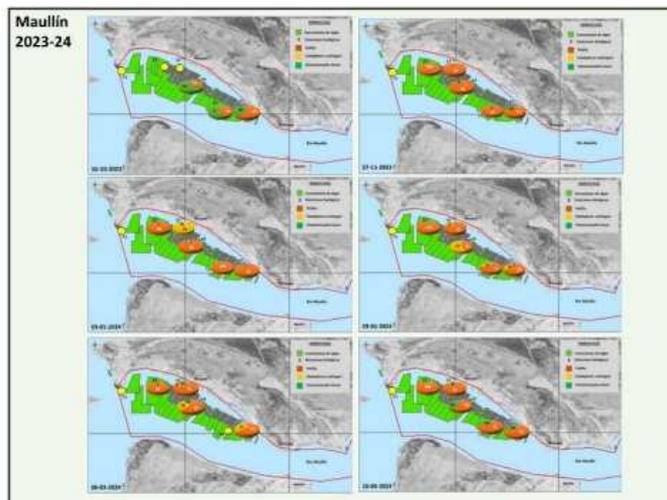
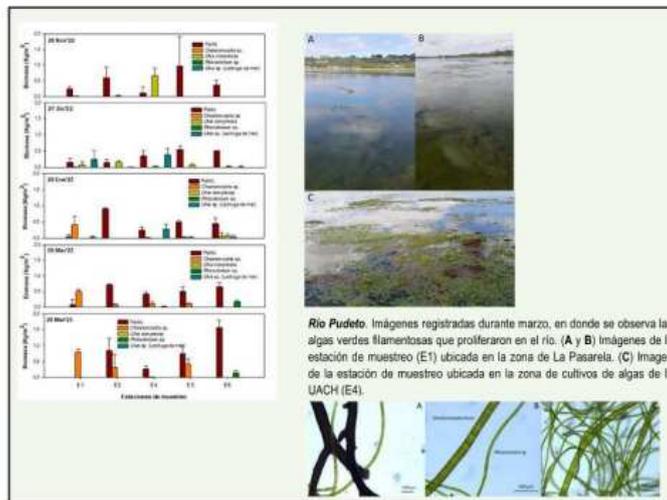


18

25/04/2024



25/04/2024

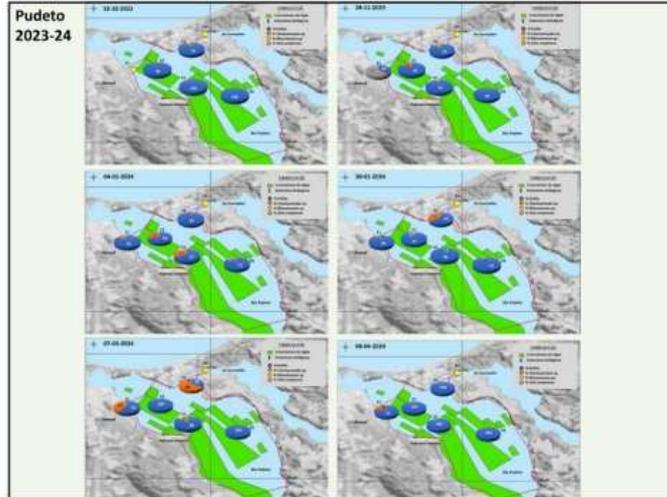


25/04/2024

Fecha	Estación	Biomasa proc total (µg/l)	± sd	Biomasa proc patita (µg/l)	± sd	Biomasa proc Cladophora sp. (µg/l)	± sd	Biomasa proc Cladophora ruchingeri (µg/l)	± sd
16/10/2023	E2	/	/	/	/	/	/	/	/
	E3	/	/	/	/	/	/	/	/
	E4	0.806	0.091	0.213	0.079	0.455	0.172	0.00	0.00
	E5	0.375	0.183	0.245	0.529	0.229	0.148	0.00	0.00
	C3	0.273	0.197	0.103	0.094	0.171	0.189	0.00	0.00
27/11/2023	E2	0.369	0.092	0.369	0.123	0.000	0.000	0.00	0.00
	E3	0.484	0.026	0.467	0.079	0.000	0.000	0.00	0.04
	E4	0.379	0.064	0.333	0.076	0.045	0.020	0.00	0.00
	E5	0.035	0.039	0.037	0.046	0.008	0.014	0.00	0.00
	C3	0.279	0.022	0.271	0.057	0.008	0.006	0.00	0.00
1/12/2024	E2	0.718	0.118	0.747	0.324	0.000	0.000	0.01	0.02
	E3	0.092	0.053	0.000	0.000	0.008	0.014	0.06	0.15
	E4	0.900	0.069	0.472	0.073	0.017	0.015	0.01	0.02
	E5	0.251	0.218	0.217	0.242	0.013	0.014	0.00	0.00
	C3	0.151	0.087	0.151	0.261	0.000	0.000	0.00	0.00
29/1/2024	E2	0.477	0.019	0.477	0.030	0.000	0.000	0.00	0.03
	E3	0.579	0.418	0.481	0.383	0.008	0.014	0.11	0.06
	E4	0.424	0.089	0.188	0.042	0.000	0.000	0.23	0.10
	E5	0.579	0.318	0.165	0.030	0.005	0.009	0.15	0.03
	C3	0.188	0.097	0.041	0.072	0.000	0.000	0.04	0.07
6/3/2024	E2	0.073	0.048	0.064	0.041	0.001	0.002	0.01	0.01
	E3	0.024	0.032	0.007	0.029	0.077	0.075	0.05	0.04
	E4	0.489	0.226	0.271	0.094	0.056	0.048	0.18	0.19
	E5	0.240	0.111	0.153	0.083	0.000	0.000	0.00	0.05
	C3	/	/	/	/	/	/	/	/
18/4/2024	E2	0.221	0.051	0.221	0.057	0.000	0.000	0.00	0.00
	E3	0.269	0.072	0.195	0.076	0.019	0.004	0.00	0.00
	E4	0.136	0.007	0.079	0.040	0.057	0.037	0.00	0.00
	E5	0.257	0.039	0.199	0.046	0.065	0.065	0.00	0.00
	C3	0.260	0.032	0.230	0.037	0.036	0.000	0.00	0.00

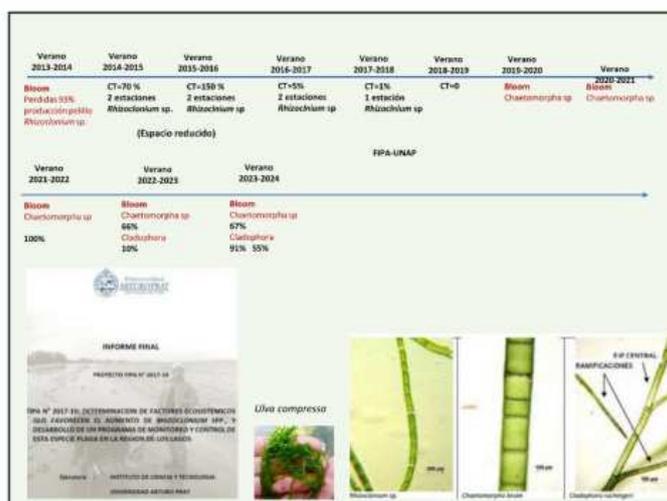


25/04/2024



Mes	Estación	Biomasa pasa Total (kg/m ²)	Z m	Biomasa pasa verde (kg/m ²)	Z m	Biomasa p.m. Chetumal (kg/m ²)	Z m	Biomasa pasa UVA comprimida (kg/m ²)	Z m	Biomasa p.m. Rhinoceros (kg/m ²)	Z m
18/03/2024	E1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	E2	0,075	0,006	0,01	0,04	0,012	0,017	0,000	0	0,000	0,000
	E4	0,009	0,204	0,700	0,240	0,000	0,000	0,000	0	0,073	0,04
	E5	0,003	0,158	0,000	0,158	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
28/03/2024	E1	0,073	0,000	0,073	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E2	0,241	0,180	0,700	0,700	0,000	0,000	0,100	0	0,000	0,000
	E4	0,073	0,203	0,000	0,170	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E5	0,776	0,115	0,000	0,100	0,100	0,000	0,000	0	0,004	0,04
4/04/2024	E1	0,000	0,133	0,000	0,104	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E2	1,025	0,100	1,204	0,100	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E4	0,000	0,220	0,072	0,040	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E5	0,000	0,200	0,000	0,200	0,200	0,100	0,000	0	0,000	0,000
30/03/2024	E1	1,343	0,440	1,276	0,419	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E2	1,012	0,200	0,000	0,400	0,400	0,204	0,000	0	0,000	0,000
	E4	0,000	0,300	0,000	0,300	0,000	0,000	0,150	0	0,000	0,000
	E5	0,000	0,270	0,140	0,250	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
7/04/2024	E1	1,209	0,000	1,203	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E2	1,045	0,200	0,700	0,400	0,340	0,100	0,000	0	0,000	0,000
	E4	1,000	0,700	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E5	0,000	0,100	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
8/04/2024	E1	0,020	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E2	1,100	0,000	1,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E4	0,010	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000
	E5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000

25/04/2024



25/04/2024



AGRADECIMIENTOS

El estudio forma parte del Programa Permanente en Pesca y Acuicultura (LGPA 20.657), el cual se realiza en virtud del convenio que se suscribe anualmente entre la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño y el Instituto de Fomento Pesquero.

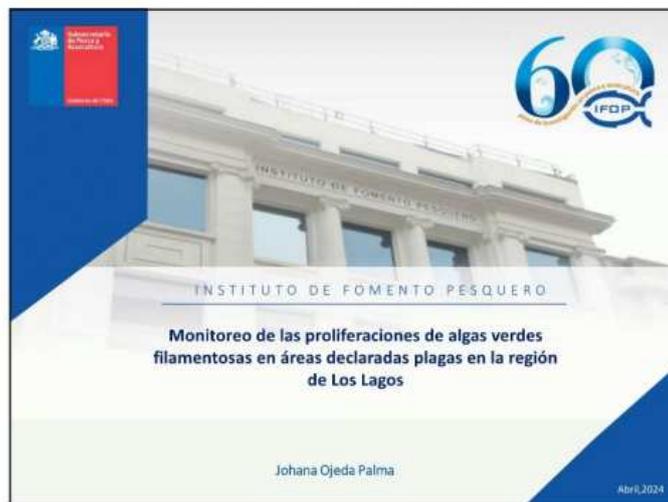
La contraparte científico técnica del Programa Permanente y de cada uno de sus estudios, es la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura a la cual se agradece su apoyo y gestión.



Muchas gracias!!!

24

25/04/2024



25

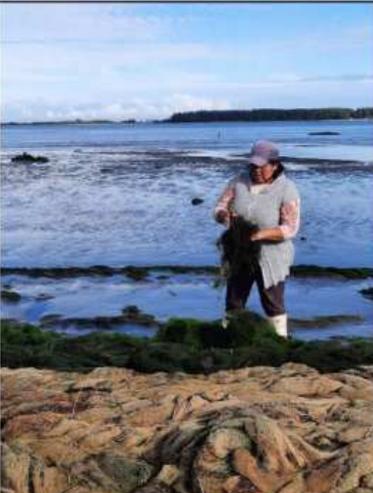


MEDIDAS DE MANEJO QUE PERMITAN DISMINUIR EL DAÑO SOBRE LOS CULTIVOS DE PELILLO

• Manejo:

En esta propuesta se pretende organizar o distribuir las propuestas de soluciones sobre la base de conceptos aplicados según el momento :

- A. **Predicción y Alerta (previo a la crisis)**
- B. **Prevención y Remediación (permanente)**
- C. **Manejo y Mitigación (durante la crisis)**





A. Predicción y Alerta (previo a la crisis)

- Predicción:** se precisa la recopilación de información clave , principalmente a aquellos factores que propician la aparición de proliferaciones y históricamente se reconocen como lugares tempranos en la aparición de las algas verdes (coordinado por organismos estatales como SUBPESCA , SERNAPESCA ,AUTORIDAD MARÍTIMA)

Propuesta de alerta temprana incorpora rangos de parámetros ambientales como temperatura, salinidad, intensidad lumínica, fotoperiodo y de nutrientes para las algas verdes declaradas plagas.

Especies	PARAMETROS AMBIENTALES				Límite Nutrientes en la Columna de Agua		
	Temperatura (°Celsius)	Salinidad (ppt)	Intensidad Lumínica (µmol fotones m ⁻² s ⁻¹)	Fotoperiodo (h)	Nitrato (NO ₃ -N) (µmol L ⁻¹)	Fosfato (PO ₄ -P) (µmol L ⁻¹)	Amonio (NH ₄ -N) (µmol L ⁻¹)
Chaetomorpha linum							
NIVEL DE ALERTA							
0	<14 °C	< 24	<80	8-16	<80	<10	<60
1	>=14 °C <16 °C	>= 24-25	>=80-100	10-14	>=80-100	>=10-15	>=60-70
2	>=16 °C <18 °C	> 25 + 26-8	>100-150	12-12	>=100	>=15-18	>=70-80
3	>= 18 °C <22 °C	>= 27	> 150-200	16-8	>=100-150	>=18-20	>=80 <120
Cladophora pachynema							
NIVEL DE ALERTA							
0	<12 °C	< 24	<80	8-16	<80	<10	<60
1	>=12 °C <14 °C	>= 24-25	>=80-100	10-14	>=80-100	>=10-15	>=60-80
2	>=14 °C <16 °C	>= 25 + 27	>=100-175	12-12	>=100-150	>=15-20	>=80-100
3	>= 16 °C <20 °C	>= 27-37	> 175-200	16-8	>=100-150	>=20-25	>=100
Alismacodium sp.							
NIVEL DE ALERTA							
0	<12 °C	< 24	<75	8-16	<75	<10	< 0
1	>=12 °C <14 °C	>= 24-25	>=70-80	10-14	>=70-80	>=10-15	>=1-2
2	>=14 °C <16 °C	>= 25 + 27	>=80-100	12-12	>=100-150	>=15-20	>=2-4
3	>= 16 °C <20 °C	>= 27-30	> 80-150	16-8	>=100-150	>=20	>= 4-80
Ulva							
NIVEL DE ALERTA							
0	< 8°C	< 24	<50	8-16	<50	<10	0
1	>= 8 °C <10 °C	>= 24-25	>=50-70	10-14	>=50-80	>=10-15	>=1-2
2	>= 10 °C <12 °C	>= 25 + 27	>=70-80	12-12	>=80-100	>=15-20	>=2-3
3	>= 12 °C <16 °C	>= 27-35	> 80-150	16-8	>=100-150	>=20-30	>= 4-80

Predicción y Alerta (previo a la crisis)

- **Alerta** . Se implementa a través de dos instancias :
- **Vigilancia Pasiva (voluntaria)** sistema de comunicación entre personas naturales y acuicultores de los sectores afectados entregan antecedente o denuncia inicial sobre la aparición incipiente o grave de algas verdes asociado a un punto geográfico, gestión de información bajo la responsabilidad de las municipalidades respectivas, a través de la oficina de pesca y acuicultura u oficina de medio ambiente
- **Vigilancia Activa** con denuncia disponible por aparición de algas verdes en cultivos de Pelillo, se deberá implementar una fiscalización y constatación formal por el Servicio Nacional de pesca y Acuicultura y/o Autoridad Marítima de cada una de las comunas y sectores afectados

Categoría	Descripción
0 Ausente	No hay macroalgas presentes en toda la columna de agua.
1 Escasa	Algunas macroalgas individualizadas dispersas en la columna de agua o en superficie o en el fondo, sin grandes grumales.
2 Baja	Algunas gruevas presentes en el fondo, en la columna del agua o en superficie. Macroalgas en su mayoría dispersas.
3 Medio	Gruevas compactas presentes. Las macroalgas pueden cubrir el fondo superficial. Dificultad para distinguir grumales. Aproximadamente la mitad hasta la columna de agua contiene macroalgas.
4 Saturado	Gruevas compactas presentes. Muy poca agua libre de algas. Se presenta alguna dificultad para nadar.
5 Severo	Agrupación a gran escala. Toda la columna de agua está llena de macroalgas. El fondo marino no se puede distinguir. Las ondas inducidas por el viento están aumentadas y la dinámica de las olas parece alterada. Alta dificultad para nadar o simplemente moverse en la columna de agua.

Nivel de impacto de proliferaciones de algas verdes en la columna de agua desde la costa intermareal hasta los 10 m de profundidad (Lyons et al., 2009).

Esquema fotográfico de referencia cualitativa para niveles de alerta temprana de algas varadas.

• **B. Prevención y Remediación (permanente)**

Prevención

Se refiere a planes de largo plazo en que se busca o sugiere incidir sobre factores que se ha establecido como causantes mas directo en la aparición de algas verdes en condición de plaga.

La propuesta se fundamenta en que los factores abióticos (temperatura, luz, viento y lluvias) son factores de carácter global y no modificables desde lo local

En esa situación el proceso de **eutrofización** de estuarios y bahías (receptores y acumuladores de nutrientes), es en teoría en el largo plazo posible de ser controlado y normalizado , pero con un plan de manejo de cuenca y de sus múltiples actividades productivas y habitacionales asociadas.

Esquema de los caminos que siguen los nutrientes en un ecosistema costero. Fuente: "The ever-lasting green tides: what can we do?", Cheng-gang Ren and Song Qin Chinese Academy of Sciences. November 25, 2022.

B. Prevención y Remedición (permanente)

Remedición

Acción de mediano y largo plazo para reducir extrayendo de los nutrientes acumulados en un estuario, especialmente el Nitrógeno.

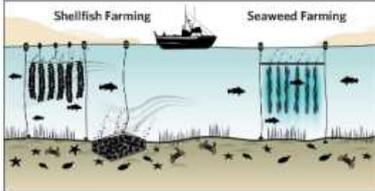
La bio-extracción es una solución más local y posible.
Soluciones basadas en la Naturaleza (**SbN**), promovidas y valoradas internacionalmente

Estudios confirman que organismos invertebrados filtradores incorporan en las estructuras de crecimiento dichos nutrientes.

Se propone evaluar un plan de remedición mediante el cultivo integrado de peillico con ostreidos, mejillones (choritos) y algas pardas, según las condiciones de salinidad presentes en la bahía o estuario

Cabe destacar que esta propuesta puede también significar un beneficio económico adicional a los acuicultores y un estímulo para participar en un plan de remedición.

Cultivo Multitrofico



A single hectare of restorative farms...

<p>REMOVES more than half a ton of nitrogen (which would cost ~US\$50K to remove through wastewater treatment)</p>	<p>INCREASES the abundance of wild fish by up to 5 tons per year</p>
<p>FILTERS up to 25M gallons of water per day (about 40 Olympic-sized swimming pools)</p>	<p>CAPTURES carbon dioxide in coastal waterways and prevents ocean acidifications</p>

<https://www.nature.org/es-us/> 

C. Manejo y Mitigación (durante la crisis)

Para un proceso de **manejo**, entendido como la extracción o limpieza de la proliferación de algas desde el cultivo de peillico, requiere estar asociado a una solución de **mitigación**, que se haga cargo del destino final, ya sea como desecho orgánico o como materia prima para un aprovechamiento económico. (calificar como recurso hidrobiológico)

Una propuesta de mitigación en este caso por ahora presenta una incerteza respecto de la disponibilidad estable en volumen en el tiempo para provisión como materia prima, condición mínima para un modelo de interés económico.

Por ejemplo cualquier manejo o limpieza de la proliferación cuando ésta está presente, necesita aplicar acciones de tipo mecánico directas, las que por lo general implican un alto costo, ya sea en equipamiento o mano de obra

Sin embargo, como ya se explicó, existen hoy alternativas de usos para las proliferaciones de algas verdes y varazones, entre las más conocidas y desarrolladas se pueden mencionar la elaboración de bio-estimulantes y el compostaje para mejorar cultivos y suelos.



• **C. Manejo y Mitigación (durante la crisis)**

Calidad Residuo orgánico comunal + programa compostaje municipal

Los municipios tienen por ley la responsabilidad del manejo de residuos o desechos que se produzcan en los espacios bajo su administración, por ejemplo parques, avenidas y playas; como también los residuos domiciliarios.

Al incorporar las varazones como parte de los residuos orgánicos comunales, se requiere también apoyar y propiciar en los municipios de Ancud y Maullín, programas de compostaje municipal, que permita la disposición final y manejo de algas de varazones, en denominadas trincheras de compostaje complementando los residuos orgánicos.

Esta propuesta de compostaje debe estar asociada a la implementación programa municipal de recolección separada de basura orgánica domiciliaria, con la participación de la comunidad informada.

Este programa de manejo y destino final para compostaje puede ser aporte a la solución del grave problemas de manejo de basura domiciliaria y saturación de vertederos que aquejan justamente hoy a los municipios de la región



Muchas gracias



FIPA
Fondo de Investigación Científica y Tecnológica
SUBPESCA

PROYECTO FIPA 2021 – 38

Caracterización de la composición bioquímica de las algas verdes filamentosas en cultivos de *Gracilaria chilensis* y varadas en las zonas costeras de las áreas plagas y usos potenciales
Paula Needham, Paola Chandia, Marcela Avila
Entidad subcontrato: Universidad Católica del Norte

Entidad asociada
Universidad Católica del Norte

UNAP
UNIVERSIDAD ARTURO PRAT
DEL ESTABLECIMIENTO LITORAL

Calendario de muestreos

Muestras submareales	RECOLECCIÓN	TIPO MUESTRA	PESO (KG)
Río Maullín	28/06/22	Chaetomorpha linum	0,814
	10 Y 21/03/2023	Chaetomorpha linum	1,87
	10 Y 21/03/2023	Cladophora rupestris	0,227
Río Pudeto	13/12/22	Ulva compressa	0,781
	03/05/22	Chaetomorpha linum	0,580
	30/06/22	Chaetomorpha linum	0,822 (seco)
San Pedro Nolasco	02/03/22	Chaetomorpha linum	0,917 (semiseco)
			2,686

PROCEGENCIA	FECHA EXTRACCIÓN	PLAGA	ZONA COSTERA
RÍO MAULLÍN	16/06/22 (INVIERNO)	MUESTRA COMPUESTA VARADA	INTERMAREAL
	29/08/22 (INVIERNO)	Chaetomorpha linum	SUBMAREAL
RÍO PUDETO	13/12/22 (VERANO)	MUESTRA COMPUESTA VARADA	INTERMAREAL
	13/12/22 (VERANO)	Ulva compressa	SUBMAREAL

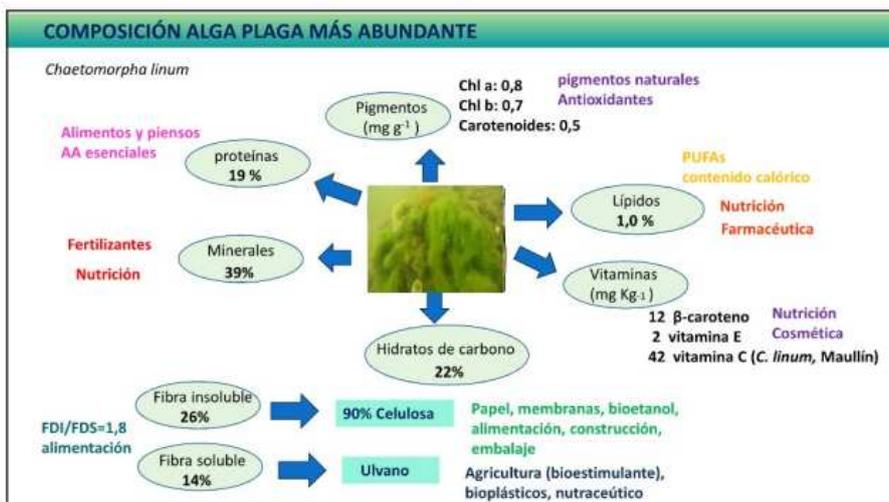
ANÁLISIS BIOQUÍMICOS

alga plaga submareal y muestra varada

- i) Contenido Proximal
Humedad, cenizas, proteínas, lípidos, fibra bruta e hidratos de carbono totales
- ii) Minerales y Metales Pesados
- iii) Fibra dietética total (soluble e insoluble)
- iv) Pigmentos (clorofila total, a y b)
- v) Fenoles totales
- vi) Capacidad Antioxidante
- vii) Vitaminas: A, E y C



Chaetomorpha linum
Ulva compressa
Cladophora ruchingeri



Suplementos alimenticios (productos veganos)

Etiquetado: producto natural de origen marino y como tal está sujeto a variaciones estacionales.

Aquamin® : Minerales marinos derivados de algas

Los productos se utilizan para agregar valor nutricional a una amplia gama de aplicaciones alimentarias y nutraceuticas. <https://aquamin.com/>



Swanson Kelp 225mg/250 Tablets Triester Ethox Grate (pack 2) \$ 42.990

Supplement Facts	
Serving Size 1 Tablet	
Amount Per Serving	% Daily Value
Swanson Kelp	225 mg 100%
Triester Ethox Grate (standardized to 25% iodine)	90 mg

*Daily Value not established.



Polvo que se utiliza para cocinar o en la preparación de batidos

También en cápsulas



Seagreens®: Ascophyllum, Pelvetia y Fucus.

Alimento directo o como ingrediente para consumo humano






<https://algamar.com/wp-content/uploads/catalogo-algamar-sep-2022.pdf>



Chocolate negro (Ulva y menta)



Roasted seaweed snack

<https://www.youtube.com/watch?v=6Ed02FYy8hI>

Gastronomía



<https://www.youtube.com/watch?v=6Ed02Fy8hl>

Alimentación animal - acuicultura

FERMENTADOS

SUPLEMENTOS
5- 15% de algas

- ✓ Aumentos en la producción de leche en vacas
- ✓ Mantención del peso en ovejas en invierno y mayor peso en corderos nacidos
- ✓ Mayor producción de lana (Holdt y Kraan 2011)
- ✓ Truchas (harina de pescado fortificada con *Gracilaria* sp 5%) aumento el contenido de yodo en pescado
- ✓ Desechos de *Undaria pinnatifida* y *Hiziki fusiformis* fermentados con *Bacillus subtilis* y *Aspergillus oryzae*: mayor peso, respuesta inmune, contenido de yodo en huevos).
- ✓ Polisacáridos sulfatados para acuicultura: antioxidantes, inmunomoduladores



<https://poochdvd.com/>

Suministros para mascotas

Arena sanitaria mascotas
<https://www.laqu.cl/>

Polvo removedor de sarro para perros

PlaqueOff Polvo Removedor de Sarro para Perros
27 Opiniones
Proden PlaqueOff® es una fórmula patentada que contiene algas naturales seleccionadas que han demostrado en ensayos clínicos efectividad para reducir la acumulación de placa, la formación de sarro y para mejorar el mal aliento de perros y gatos. La mejora se observa a partir de 3 a 5 semanas de uso.
\$21.990

Seaweed
PRODUCTO 100% BIOMÁSICO | BIODEGRADABLE | COMPOSTEABLE | ENVASE RECICLABLE
Sustratos sanitarios 100% naturales y compostables para tu mascota.
¿CONOCES LAQU?
BIOMÁSICA



Biomateriales

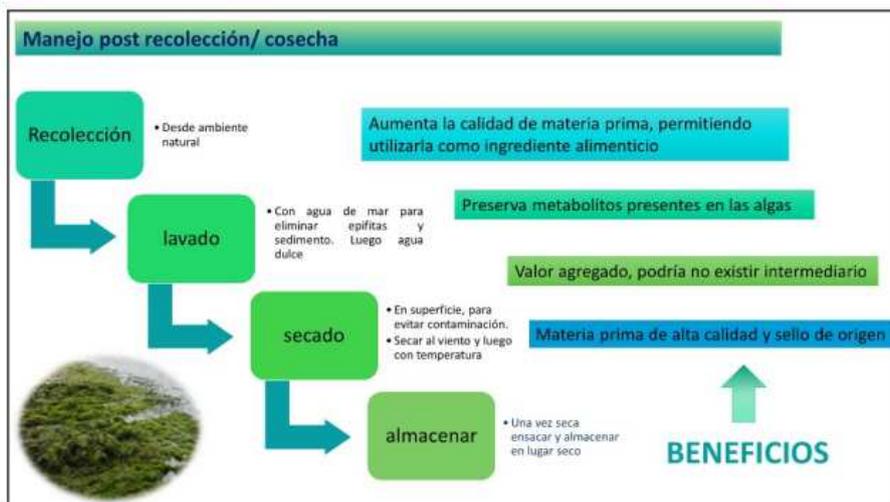
<https://tayu.cl/>

Platos de cochayuyo

<https://www.notpla.com/> start-up de packaging



Transferencia desarrollo de productos de eco-envases de macroalgas (U. Antofagasta).

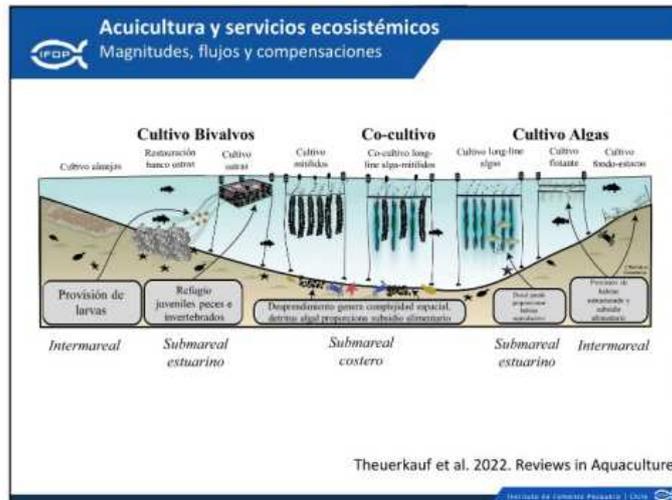


25/04/2024



Acuicultura y servicios ecosistémicos

Categoría	Bien o servicio ecosistémico	Tipo(s) de cultivo asociados
Soporte o hábitat	Provisión de hábitat	— ● ● ●
	Zonas de alimentación	— ● ● ●
	Diversidad genética	— ● ● ●
Aprovisionamiento	Provisión directa de alimento	— ● ● ●
	Provisión de productos no alimenticios	— ● ● ●
	Aumento desembarques de pesca	— ● ● ●
Regulación	Secuestro y almacenamiento de carbono	— ● ●
	Regulación de la acidificación	— ● ●
	Protección costera/atenuación del oleaje	— ● ● ●
	Biorremediación y remoción de nutrientes	— ● ●
	Mejoramiento claridad del agua	— ● ●
Cultural	Medios de vida o subsistencia	— ● ● ● ●
	Turismo y recreación	— ● ● ● ●
	Investigación científica	— ● ● ● ●
	Educación	— ● ● ● ●
	Estilo de vida y sentido del lugar	— ● ● ● ●
	Simbolismos culturales	— ● ● ● ●



25/04/2024



3

25/04/2024



4

25/04/2024

Co-Cultivo Macroalgas y Bivalvos
Laboratorio

Especies	Macroalga	Policultivo	Bivalvo
<i>M. pyrifera</i> : <i>M. chilensis</i>	1:0	< 2:1 = 1:1 = 1:2 >	0:1
<i>C. chamissoi</i> : <i>C. gigas</i>	1:0	< 2:1 = 1:1 = 1:2 >	0:1
<i>G. chilensis</i> : <i>C. gigas</i>	1:0	< 2:1 = 1:1 = 1:2 >	0:1
<i>G. chilensis</i> : <i>M. chilensis</i>	1:0	< 2:1 = 1:1 > 1:2 >	0:1
<i>C. chamissoi</i> : <i>M. chilensis</i>	1:0	< 2:1 > 1:1 = 1:2 >	0:1

- El crecimiento de ambas especies es mayor en co-cultivos comparados con mono-cultivos.
- Tendencia de proporción óptima de 2:1 (macroalga:*M. chilensis*) y 1:1 (macroalga:*C. gigas*).

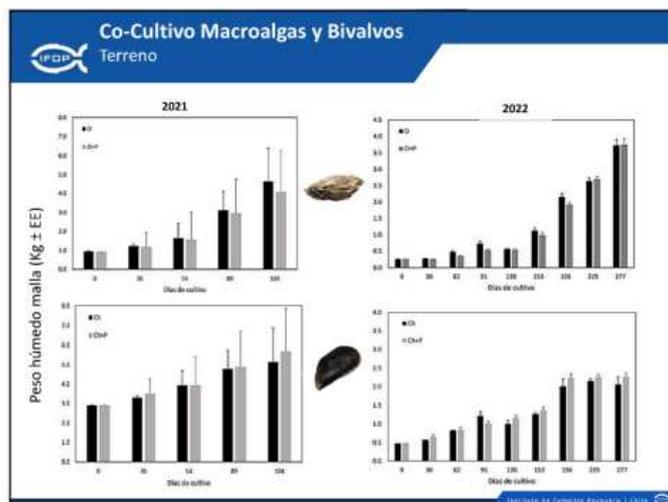
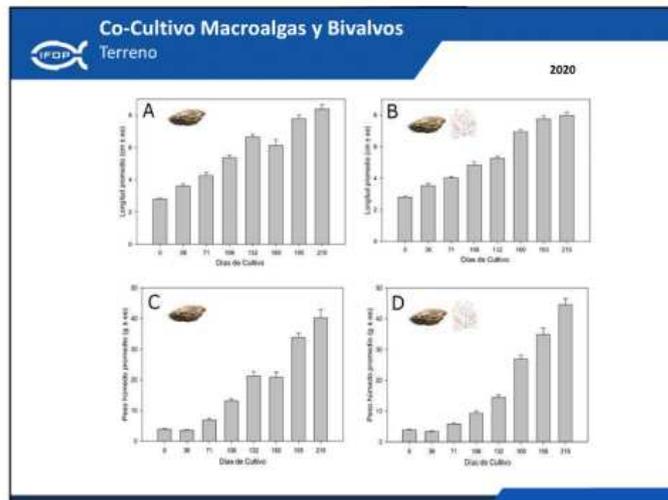
Instituto de Ciencias Acuáticas | Chile

Co-Cultivo Macroalgas y Bivalvos
Terreno - Pudeto

Instituto de Ciencias Acuáticas | Chile

5

25/04/2024



6

25/04/2024



8

Consideraciones implementación y desarrollo co-cultivos

- Semillas
- Permisos
- Mercado
- Sitio y sistemas de cultivo
- Manejo
- Efectos ambientales

Instituto de Fomento Pesquero | Chile

Agradecimientos

PROGRAMA INTEGRAL DE DESARROLLO DE ACUICULTURA PARA PESCADORES ARTESANALES Y ACUICULTORES DE PEQUEÑA ESCALA. ETAPA VII, AÑO 2023-2024

El estudio forma parte del Programa Permanente en Pesca y Acuicultura (LGPA 20.657), el cual se realiza en virtud del convenio que se suscribe anualmente entre la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño y el Instituto de Fomento Pesquero.

La contraparte científico técnica del Programa Permanente y de cada uno de sus estudios, es la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura a la cual se agradece su apoyo y gestión.



Instituto de Fomento Pesquero | Chile

25/04/2024



10

25/04/2024

SUBPESCA **Que se entiende por APE**

Característica	Actividad que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos organizada por			
	A	B	C	D
Tipo de titular	Persona natural, sociedad de responsabilidad limitada o empresa, individual de responsabilidad limitada	Organización de pescadores artesanales y comunidades indígenas	Persona natural, sociedad de responsabilidad limitada, empresa individual de responsabilidad limitada, organización de pescadores artesanales	Persona natural, sociedad de responsabilidad limitada, empresa individual de responsabilidad limitada, organización de pescadores artesanales
Ubicación centro de cultivo	Con uno o más centros de cultivo emplazados en playas de mar, porciones de agua y fondo, dentro y fuera de las caletas, y en sus rios vertidos en la LGPA.		Con uno o más centros de cultivo emplazados, en tierra o en terrenos de playa, sean de propiedad privada o fiscales.	Con uno o más permisos especiales de colita.
Superficie máxima	Superficie total sea igual o inferior a 30 há (12 há para las otorgadas a autoridades)	Superficie total sea igual o inferior a 30 há (250 há para las otorgadas a autoridades)	No aplica	Superficie total sea igual o inferior a 18 há.
Producción máxima	Producción máxima total anual sea igual o inferior a 500 toneladas	Producción máxima total anual sea igual o inferior a 2.000 toneladas	Producción máxima anual de cada centro sea igual o inferior a 100 toneladas	Conforme lo establecido en la LGPA
Limitaciones	En ningún caso podrá realizarse acuicultura sobre peces exóticos incluidos, toda las especies pertenecientes al grupo salmonídeo		No aplica	Conforme lo establecido en la LGPA

SUBPESCA

¿DÓNDE SE PUEDE REALIZAR LA APE?

1. Concesiones de acuicultura.
2. Terrenos privados.
3. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).
4. Caletas de Pescadores Artesanales.
5. Espacios Costeros Marinos para Pueblos Originarios (ECMPO).

25/04/2024

SUBPESCA

¿QUÉ PROYECTOS SON CONSIDERADOS APE?

1. Proyectos de mono y cultivos multitróficos (policultivos).
2. Proyectos de instalación de estanques en tierra.
3. Aprovechamiento de recursos hidrobiológicos
4. Mantenimiento temporal de recursos hidrobiológicos.
5. Exhibición de recursos hidrobiológicos.

SUBPESCA

Avances en la normativa APE

- Publicación del Reglamento APE (D.S. N° 45 del 09 junio de 2021)
- Resolución Subpesca que fija listado de Acuicultores/as de Pequeña Escala, conforme al Artículo 7° Transitorio del D.S. N° 45/2021 (Res N° 809/2022)
- Resolución Subpesca que Determina número de acuicultores/as de pequeña escala, conforme al artículo 8° Transitorio del D.S. N° 45/2021 (Res N° 230/2022)
- Resolución Subpesca que establece las especies que se intensificarán comprendidas en cada sistema de producción para Acuicultores/as de Pequeña Escala. (Res N° 2453/2022)
- Resolución Subpesca que establece tipos de Contingencia y listado de acciones mínimas APE. (Res N° 83/2023)
- Resolución Subpesca que Aprueba el Manual de Buenas Prácticas (Res N° 30/2023)
- Resolución que modifica la Rese N° 3632/2009 que fija las metodologías para elaborar la CPS y la INVA para ser aplicado a APE (Rese N° 1917/2023)

25/04/2024

SUBPESCA

Avances en la normativa APE

Resolución Subpesca y Sernapesca que fija a los/as APE



- Se realiza una actualización continua de los y las APE del Sernapesca.
- Los PEI son informadas y actualizadas en banner APE de la Subpesca.

SUBPESCA

Avances en la normativa APE

Resolución Subpesca que establece las especies por sistema productivo

- Cultivo de una especie (choritos) o de varias especies al mismo tiempo (choritos, algas, piure, etc.).
- La idea es avanzar hacia el concepto de "granjas marinas" otorgando mayores alternativas al acuicultor de pequeña escala.
- Contarán con varias alternativas para enfrentar situaciones en que un cultivo presenta problemas ambientales o bajas de precio.



25/04/2024

SUBPESCA

Avances en la normativa APE

Resolución Subpesca que establece condiciones CPS, EAS e INFA APE



- Se establecen 2 categorías (A y B), relacionadas con el nivel de producción y el sistema productivo.
- La variable a medir en todas las evaluaciones ambientales (CPS, EAS e INFA) es oxígeno disuelto.
- La periodicidad de entrega de la INFA se relaciona al comportamiento ambiental de los centros de cultivo (A: 4 a 5 años y B: 3 a 4 años).
- Se exceptúan las solicitudes y centros de cultivos exclusivos de macroalgas, cultivos experimentales que cumplan ciertas condiciones (máx 20 ton.), los PEC y PEI.

SUBPESCA

Resolución Sernapesca contingencias y acciones mínimas APE



Avances en la normativa APE

Resolución Sernapesca Manual de buenas prácticas de cultivo APE



25/04/2024

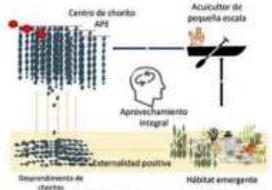
SUBPESCA

1. Resolución Subpesca que establece el mantenimiento y exhibición




2. Resolución Subpesca que establece el aprovechamiento de recursos hidrobiológicos

Resoluciones en elaboración



SUBPESCA

POSIBILIDADES DE DESARROLLO DE CO-CULTIVOS PARA APE

1. El reglamento APE incentiva el cultivo de más de una especie (co-cultivo, policultivo o cultivo multitrófico)
2. Los cultivos multitróficos son **cultivos integrados** donde se pueden incorporar al mismo tiempo en un mismo centro mitilidos, macroalgas, peces nativos u otros recursos hidrobiológicos como erizos.
3. Centro de cultivo APE podrá operar con todas las especies que se encuentran dentro del mismo sistema de producción.

Extensivo

Por ejemplo:

1. Pelillo	4. Choritos
2. Huiro	5. Ostiones
3. Luga	6. Ostras



6

25/04/2024

SUBPESCA

POSIBILIDADES DE DESARROLLO DE CO-CULTIVOS PARA APE

4. Resolución de Subpesca establece las especies por sistema productivo
5. Esto último no podrá implicar un aumento de la producción máxima autorizada en el centro, ya que en tal caso deberá tramitarse la correspondiente modificación.



25/04/2024

SUBPESCA

POSIBILIDADES DE DESARROLLO DE CO-CULTIVOS PARA APE

4. ¿Debo pagar patente si incorporo otra especie diferente al pelillo, por ejemplo: ostras, mitilidos (Choritos, choro zapato, maltón) ?
5. ¿Qué alternativas tengo?

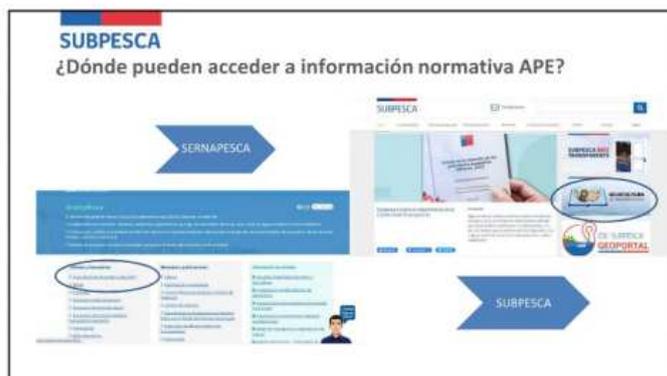
SUBPESCA

Dudas.....



8

25/04/2024



9

Actas de Taller de Difusión de Resultados

Taller FIPA plagas – Río Maullín 23 Abril 2024

Hora inicio: 16:30

Hora término: 19:30

Profesionales organizadores y participantes como expositor

Universidad Arturo Prat

- 1) Marcela Ávila
- 2) Juan Gutiérrez
- 3) Gesica Aroca
- 4) Julián Cáceres
- 5) Ricardo Riquelme
- 6) Constanza de Zarate

Instituto de Fomento Pesquero

- 1) Francisco Cárcamo
- 2) Johana Ojeda

SUBPESCA

- 1) Maureen Alcayaga
- 2) Alberto Millaquen (Director Zonal Los Lagos)
- 3) Andrea Zuñiga

Desarrollo del taller

El taller se inició con la bienvenida y agradecimiento a los asistentes y se dio inicio al taller según el programa. Se solicitó a los asistentes efectuar las preguntas y dudas durante el periodo asignado a la mesa redonda al final del taller. Se presentó a cada uno de los expositores, quienes disponían de un tiempo de 15 minutos para realizar su presentación, y se les solicitó permanecer en la reunión hasta la mesa redonda, con el fin de dar respuesta a las dudas que pudieran tener los participantes.

Mesa Redonda

Alberto Millaquén, director Zonal Subpesca

El director zonal señala que hoy día el escenario no es el mejor, el río presenta problemas y se está viendo que hacer con la plaga, como destinarlo para darle un uso por ejemplo en agricultura.

En cuanto a desarrollar un cultivo de además del pelillo incluir chorito y ostra, se ve factible en un corto plazo, en los 3 ríos que están afectados por la presencia de plagas.

El director zonal se comprometió a realizar gestiones con GORE regional y otras instituciones públicas (SERNAPESCA, MOP) para tener una reunión en la zona de Maullín, en conjunto con río Pudeto y San Pedro Nolasco y abordar temas de mejoramiento de semillas de pelillo (Hatchery), embancamiento y policultivos.

Verónica Flores. Federación Ribera Norte y STI Estrella del mar

Agradece la presencia de todos acá, que los estamos apoyando. Dice que tienen problemas con el *Rhizoclonium*, que hay bastante contaminación y tienen problemas con los cerquillos, hay sedimento que esta causando embancamiento, quiere apoyo en ver que se hará con el alga plaga y quiere saber si realmente es conveniente traer otras especies acá al río.

Señala que, como acción preventiva, no deberían traer pelillo de otros lados (que podría estar contaminado con alga plaga) y deberían trabajar con el que tienen en la zona.

Está de acuerdo en hacer policultivo con filtradores, pero con precaución, ya que pretende que no estén más pobres en el futuro.

Debe haber más fiscalización y que los que infringen la ley paguen las multas.

Roberto Molina. Federación La Pasada y STI San Pedro La Pasada

Esta comuna no tiene industria y viven del medio ambiente, de la agricultura y las actividades de cultivo de pelillo. Hay que buscar una solución a los problemas que los están ahogando. El problema del embancamiento es grande, y que hay una punta (llamada localmente como San Juan) que impide la circulación hacia el sector más amplio; y si se saca esto, circularía el río. Menciona, que hay hasta 5 capas de cerquillos uno arriba de otro.

Agrega que en el pasado había otros recursos que crecían acá, culengue, almeja, ostión y choritos. Por lo que sería factible implementar un programa de Diversificación Productiva.

Señala que están a punto de desaparecer la actividad pelillera por los problemas productivos y porque los jóvenes buscan trabajo en otras actividades.

Señala que se puede hacer una interacción con Indap para hacer compostaje y uso de este en cultivos agrícolas.

Dentro de su federación, no se permiten sindicatos que tengan malas prácticas en relación a usos de cerquillos. De hecho, destaca que el expulsó a 2 sindicatos (ahora tienen 8) por usar cerquillos y no querer sacarlos.

Victor Pinuer Diaz, parcelero

Da a conocer experimentos en usos de las algas plagas en diferentes actividades con buenos resultados, como cultivos de porotos, abonos de tierra de hoja (lombrices californianas) y uso en alimentación de aves de corral.

El opina que hay que buscar soluciones para eliminar el *Rhizoclonium*, como por ejemplo sacar los cerquillos. En relación a esto explica que esto se realizó antes y que la circulación de agua desenterró una nueva hilera que estaba más profunda.

Piensa que el cultivo de mariscos también se puede hacer en forma experimental con sindicatos en mayor profundidad, porque por el embancamiento, puede que no haya tantas zonas aptas para cultivo de esto, principalmente por la exposición en baja marea.

José Rigoberto Vera Vidal. STI Punta San Juan

Expresa que es importante el compromiso de parte de los cultivadores de pelillo para poder gestionar un apoyo real. Por ejemplo para sacar los cerquillos se necesita plata para pagar a buzos que saquen los cerquillos y se mejore todo el patrón de circulación. Se debe pedir ayuda a los alcaldes.

Fernando Ruiz. STI Sindicato Porvenir.

Describe la situación actual (2 semanas atrás), buceó y ha encontrado que en las varas hay fango en profundidades de 50 cm de profundidad. Además, alrededor de los cerquillos el alga plaga se enreda en un área de 5 m

Cuando empieza la temporada del pelillo, 50 concesiones ponen además cuerdas (8mm) y esto va en contra de la circulación natural del río y pone en riesgo los motores de las embarcaciones.

Zaida Zurita. STI Changué

Señala solución para cerquillos: la autoridad debiera dar un tiempo, y si no, se le debe caducar o sacar multa. Hay que aplicar mano dura.

Además señala que hay que sancionar también a los que venden varas en la localidad

Jorge González. STI Miramar

Señala que en Sernapesca estan haciendo una declaración jurada de sacar los cerquillos y las varas.

Marcela Avila, Directora del proyecto

Señala que tienen que ponerse de acuerdo entre todos con las autoridades y ofrece una asistencia técnica para organizar ésta mesa de trabajo.

Otra cosa, en cuanto a ver los usos o el financiamiento, se puede hacer un taller especial para priorizar las cosas. Tienen que decir que es lo que quieren, no los que nosotros los recomendamos. Apoyo a buscar financiamiento.

Francisco Cañulef. STI Mar Azul Los Coihues.

La inquietud de él es la del embancamiento, ver los recursos y como se puede hacer estos cambios. Si no se hace dragado, se va a cerrar, faltan alrededor de 5 m para que ocurra esto en la puntilla. Señala que esta preocupado por el legado a las otras generaciones.

Conclusiones y acuerdos

- 1) Los pescadores llegaron en forma puntual y escucharon las presentaciones del taller hasta el final.
- 2) Localmente los pescadores, que también conviven en el mundo agrícola; han tenido pequeñas experiencias con buenos resultados con el uso del alga como fertilizante y como alimento de animales de corral.
- 3) Frente alternativas de policultivos en las áreas de cultivo de pelillo con especies de moluscos filtradores se abrieron a la posibilidad con cautela, porque aún deben digerir la posibilidad que presenta SUBPESCA respecto al cultivo de pequeña escala.
- 4) Para ellos es importante ser escuchados por la autoridad en cuanto a problemas graves en el cultivo que tienen que ver con el embancamiento, señalan que con acciones mecánicas en algunos sectores ya identificados por ellos, incluso pueden ayudar a un mayor flujo y mayor

limpieza del alga plaga. En este mismo tema, exigen mayores sanciones (incluso con caducidad de concesión) para aquellas personas que usan cerquillos. Señalan que debiera haber financiamiento para sacar cerquillos.

5) No quieren introducción de pelillo como semilla desde otras localidades, consideran un riesgo de introducir mas plaga y prefieren trabajar con alga local.

6) Se compromete de parte del equipo de proyecto, apoyar como ente técnico en una mesa de trabajo en la localidad para poder enfocar sus necesidades y generación de proyecto relacionados con policultivos y uso del alga plaga. El director zonal de Pesca se compromete a apoyar los resultados de dicha puesta en marcha de mesa de trabajo.

Taller FIPA plagas – Río Pudeto 24 Abril 2024

Hora inicio: 16:10

Hora término: 18: 15

Profesionales organizadores y participantes como expositor

Universidad Arturo Prat

- 1) Marcela Ávila
- 2) Juan Gutiérrez
- 3) Gesica Aroca
- 4) Julián Cáceres
- 5) Ricardo Riquelme

Instituto de Fomento Pesquero

- 6) Francisco Cárcamo

SUBPESCA

- 7) Maureen Alcayaga
- 8) Alberto Millaquén (Director Zonal Los Lagos)
- 9) Andrea Zuñiga

Desarrollo del taller

El taller se inició con la bienvenida y agradecimiento a los asistentes y se dio inicio al taller según el programa. Se solicitó a los asistentes efectuar las preguntas y dudas durante el periodo asignado a la mesa redonda al final del taller. Se presentó a cada uno de los expositores, quienes disponían de un tiempo de 15 minutos para realizar su presentación, y se les solicitó permanecer en la reunión hasta la mesa redonda, con el fin de dar respuesta a las dudas que pudieran tener los participantes.

Mesa Redonda

Ana Cárcamo, Sindicato Pupelde

Señala que ella hizo cultivo en ostra y resultó mejor en fondo marino más que el cultivo suspendido. Ella piensa que es mejor porque los cultivos suspendidos son más vistosos y tienen mayores costos de vigilancia.

Frente a la presentación de Maurren Alcayaga, señala que las leyes se han construido sin considerarlos a ellos y exige que, en los conversatorios, frente a la nueva Ley de Acuicultura ellos sean considerados. Es muy amplia la región y que estos temas debieran hacerse a nivel de comuna.

Humberto Paredes, Representante del Comité de Manejo de Recursos Bentónicos de la Bahía de Ancud

Es pesimista y señala que todas las acciones que está intentando la SUBPESCA son tardías, ellos ya habían tratado de hacer cultivos multitróficos con ostra luego de la pandemia y se cansaron de pedir apoyo a la SUBPESCA; a lo que Maureen Alcayaga señala dice que las concesiones que se otorgaron desde el 2015 en adelante no pueden modificar su proyecto pero que con esta ley APE, se abren nuevas oportunidades.

Patricio Guaiquil, Sindicato de Pudeto

Señala que deberían venir a Ancud con los pescadores a trabajar en los conversatorios de SUBPESCA respecto de la Nueva Ley de Acuicultura.

Alberto Millaquén, Director zonal Subpesca

Señala que con respecto al embancamiento que ha sufrido el Río Pudeto, luego de la construcción del puente, ha traído consecuencia de pérdida de recursos (ej: almeja y ostra). El propone hacer un estudio de factibilidad técnica para determinar las especies posibles de cultivar o repoblar en el Río Pudeto.

Nelson León, Gerente de Algas Marinas

Respecto de lo que señala el Sr. Millaquén, dice que existen ya estudios de agua y fondo del Río Pudeto y que no es necesario hacer más estudios.

Señala que está muy de acuerdo con la propuesta de vigilancia y prevención del proyecto y dice que sería ideal tener un monitoreo porque ellos puedan saber cuándo cosechar antes que la plaga invada los cultivos. Al respecto señala que en 15 días puede haber un cambio drástico desde cultivos limpios a cultivos con plaga.

Marcela Avila, Directora del Proyecto

Señala que la municipalidad hizo un tremendo esfuerzo en dragar la zona conflictiva de embancamiento del Río Pudeto pero que no tuvo apoyo financiero finalmente del MOP, argumentando que los montos ya habían sido asignados y que se debía dejar para el año que seguía, lo que nunca se activó finalmente.

Son alrededor de 18 concesiones y debieran hacer repoblación para ver si existe una buena interacción en crecimiento y sobrevivencia.

Marcela señala que tienen que ponerse de acuerdo antes de primavera (octubre), que es cuando empieza por estacionalidad, la plaga.

Juan Salazar, dueño de concesión

Muy molesto señala que está cansado con los estudios que sean realizados en el Río Pudeto, el necesita poder hablar los problemas que tienen ellos para poder darle solución con las autoridades.

Cesar Llauca, pelillero

Señala que no existe ninguna esperanza por el Ministerio de Salud, pues esta no deja sacar el alga plaga para utilización agrícola. Al respecto Andrea Zuñiga de la Dirección Zonal de Pesca, señala que están en conversaciones con MINSAL para solucionar el problema.

Conclusiones del taller

- 1) Los pescadores llegaron en forma puntual y escucharon las presentaciones del taller hasta el final.
- 2) Se manifiesta la necesidad de realizar propuesta de vigilancia y prevención en el Río Pudeto para saber cuando cosechar el recurso.
- 3) Se aprecia de parte de los pescadores interés de realizar cultivo experimental con otras especies (ostra, almejas), pero que tenían mayor interés en el repoblamiento que en el cultivo.
- 4) Se necesita un ordenamiento de las ideas de los pescadores para llegar a un acuerdo, en cuanto a solicitar financiamiento para realizar otras actividades distintas al pelillo.

5) Malestar por muchos pescadores por la existencia de varios proyectos o muchos estudios o de cultivos relacionado con información sobre seguimiento de variables ambientales de las algas verdes, pero no los invitan a participar en la ejecución.



Figura 1. Exposiciones del taller plagas en Maullín, 23/04/24. A) Gesica Aroca/Julián Cáceres, UNAP. B) Johana Ojeda, IFOP. C) Marcela Ávila, UNAP. D) Juan Gutierrez, UNAP. E) Francisco Cárcamo, IFOP. F) Maureen Alcayaga, Subpesca.





Figura 2. Exposiciones del taller plagas en Ancud, 24/04/24. A) Gesica Aroca/Julián Cáceres, UNAP. B) Marcela Ávila, UNAP. C) Juan Gutiérrez, UNAP. D) Francisco Cárcamo, IFOP. E) Maureen Alcayaga, Subpesca.

Listas de Asistencia



TALLER: ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS PLAGAS TIPO Rhizoclonium QUE AFECTAN EL CULTIVO DE Gracilaria chilensis (PELLILLO) EN LA REGION DE LOS LAGOS

Proyecto FIPA 2021-38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo Rhizoclonium en las áreas plagas declaradas de acuerdo con el D. S. (MINECOM N°345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos

23 de ABRIL de 2024, SEDE FEDERACIÓN RIBERA NORTE

N°	NOMBRE	TELEFONO	INSTITUCIÓN O AGRUPACIÓN	FIRMA
1	Héctor Lovelace N°	987522428	Ex Director Fede.	<i>[Handwritten Signature]</i>
2	Verónica Tuma g.	972716517	Federación Riberana Norte	<i>[Handwritten Signature]</i>
3	Zaida Xurielo H.	959835530	Sind Chongüe	<i>[Handwritten Signature]</i>
4	Alberto Segovia		Comité PT Puro	<i>[Handwritten Signature]</i>
5	Willy Rivera D.	971185712	A. 6 los Gaites	<i>[Handwritten Signature]</i>
6	Fernando Ruiz J.	975240982	F. Sindicato Purovin	<i>[Handwritten Signature]</i>
7	Adriana Yanga	956358003		<i>[Handwritten Signature]</i>
8	Andrés P.	963220807		<i>[Handwritten Signature]</i>
9	José Nicolás	984768748	STI. Purovin	<i>[Handwritten Signature]</i>
10	Jorge González	987659804	STI. MIKAMAR	<i>[Handwritten Signature]</i>



TALLER: ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS PLAGAS TIPO Rhizoclonium QUE AFECTAN EL CULTIVO DE Gracilaria chilensis (PELLILLO) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

Proyecto FIPA 2021-38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo Rhizoclonium en las áreas plagas declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N°345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos

23 de ABRIL de 2024, SEDE FEDERACIÓN RIBERA NORTE

Nº	NOMBRE	TELÉFONO	INSTITUCIÓN O AGRUPOCIÓN	FIRMA
11	Diego Castro	9638199	Sindicato de Agricultores	[Firma]
12	Francisco Cervellón	855348543	Asociación Federación	[Firma]
13	Solange Oueda P.	9-99186089	IFOP	[Firma]
14	Ronald Inés Mujica	999481959	Industria de Alimentos	[Firma]
15	Quilbeo Zurruaraza	98224982	Sustancia	[Firma]
16	Francisco Calvo	942633130	IFOP	[Firma]
17	Alberto Pellegrini	992899936	UNAP	[Firma]
18	Juan Gutiérrez F.	982321069	UNAP	[Firma]
19	Pierson Zavelina Vera	92727889	UNAP	[Firma]
20	Marcos Neaigua	322502858	Subpesca	[Firma]



TALLER: ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS TIPO Rhizoclonium QUE AFECTAN EL CULTIVO DE Gracilaria chilensis (PELILLO) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

Proyecto FIPA 2021-38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo Rhizoclonium en las áreas plagas declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N°345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos

23 de ABRIL de 2024, SEDE FEDERACIÓN RIBERA NORTE

Nº	NOMBRE	TELEFONO	INSTITUCIÓN O AGRUPACIÓN	FIRMA
21	Julio Cocero V	98543846	UNAP	[Signature]
22	Yvira Flores González	95524604	Instituto UNAP	[Signature]
23	Marcelo Dilla	98419844	del Proyecto	[Signature]
24	Fernando Sotriver P.	98321069	UNAP	[Signature]
25				[Signature]
26				
27				
28				
29				
30				



TALLER: ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS PLAGAS TIPO Rhizoclonium QUE AFECTAN EL CULTIVO DE Gracilaria chilensis (PELLILO) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

Proyecto FIPA 2021-38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo Rhizoclonium en las áreas plagas declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N°345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos

24 de ABRIL de 2024, SALA DE CONCEJO MUNICIPAL DE ANCUD

Nº	NOMBRE	TELEFONO	INSTITUCIÓN O AGRUPACIÓN	FIRMA
1	Celia Herrera	985372367	Particular	Celia Herrera
2	Pedro Anrímm	88291357	PARTE CULTAL	Pedro Anrímm
3	Valeria Olivares	10493346-2	PARTE CULTAL	Valeria Olivares
4	Juan Salazar	985922126	Particular	Juan Salazar
5	Valen Leon Herrera	989105411	Algas marinos S.A.	Valen Leon Herrera
6	Raúl Ripollina E	982844807	Municipal	Raúl Ripollina E
7	Maicol Maldonado	988495600	Particular	Maicol Maldonado
8	Carlos Imbilica S	987937439	"	Carlos Imbilica S
9	Pablo Guzmán	97764637	SIN CATOPUTOS	Pablo Guzmán
10	Humberto Paredes	983330480	Coop. Personal	Humberto Paredes



TALLER: ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS PLAGAS TIPO Rhizoclonium QUE AFECTAN EL CULTIVO DE Gracilaria chilensis (PELILLO) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS

Proyecto FIPA 2021-38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo Rhizoclonium en las áreas plagas declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECON N°345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos

24 de ABRIL de 2024, SALA DE CONCEJO MUNICIPAL DE ANCUD

Nº	NOMBRE	TELEFONO	INSTITUCIÓN O AGRUPACIÓN	FIRMA
11	Niquel Milena Velasco	965183473	Particular	
12	Claudia Wilson Rodríguez	989233450	Coop. de Pescadores Puerto Lago	
13	Rigoberto Canales	9872277464	Particular	
14	Svan. C. Aguirre. C.	9794431758		
15	Elvira Tuvuca	994210325		
16	Magda Saterres U	983304884	Particular	
17	Sergio Romero	983304884	Particular	
18	Fernando Palma M	975733202	Particular	
19	Blanca Gómez E	977343181	Particular	
20	M. Cárdenas	977343181 983251670	Particular	



**TALLER: ESTADO ACTUAL, MEDIDAS DE MANEJO Y PROPUESTAS DE USO DE ALGAS VERDES FILAMENTOSAS TIPO Rhizoclonium EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS
EL CULTIVO DE Gracilaria chilensis (PELLILLO) EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS**

Proyecto FIPA 2021-38: Caracterización ecológica y bioquímica de las algas verdes filamentosas tipo Rhizoclonium en las áreas plagas declaradas de acuerdo con el D.S. (MINECOM N°345 del 2005) y propuestas de potenciales usos productivos

24 de ABRIL de 2024, SALA DE CONCEJO MUNICIPAL DE ANCUD

Nº	NOMBRE	TELEFONO	INSTITUCIÓN O AGRUPACIÓN	FIRMA
21	FRANCISCA ANTONIO	99653738	IFP	
22	ANDREA ZUÑIGA R.	982249152	SUBPESCA	
23	YULIA COEDAS V	96543846	UNAP	
24	MARCELA MORGAN	322502858	Subpesca	
25	ALBERTO DILLIGER	992891926	IZP	
26	JULIA FROH B.	955224604	Investador UNAP	
27	MARCELO GUILLO	084199444	depe Proyecto UNAP	
28	Fern Sotomayor P.	982321069	UNAP	
29	Ricardo Riquelme Vera	991123889	UNAP	
30				