

Propuesta de renovación del área de plaga de las algas verdes filamentosas tipo *Rhizoclonium*.

1. INTRODUCCIÓN:

El cultivo del pelillo (*Agarophyton chilensis*) es una actividad económica consolidada en la región de Los Lagos, donde se concentra casi el 90% del desembarque nacional. Las principales áreas donde se practica su cultivo son la desembocadura del río Maullín y San Pedro Nolasco en la provincia de Llanquihue; la desembocadura del río Pudeto en Ancud y la Bahía de Manao en la provincia de Chiloé.

Durante los veranos 2012 a 2015, se produjeron importantes proliferaciones de algas verdes filamentosas que epifitaban sobre los cultivos de *Agarophyton chilensis*, entremezclándose con sus frondas, lo que impedía su comercialización por la pérdida de pureza y calidad del producto.

Como consecuencia de los impactos negativos de estas algas verdes filamentosas sobre los cultivos de pelillo, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en el marco del artículo 4º del Reglamento de Plagas Hidrobiológicas D.S. (MINECON) N° 345 de 2005 y sus modificaciones, mediante la Resolución Exenta N° 1346 de 2015, declaró área de plaga de *Rhizoclonium* 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.

Junto con la declaración del área de plaga en 2015, la Subsecretaría 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* y *Ulva compressa*, y, por otra parte, la reconstitución de la historia de las proliferaciones de estas algas en la desembocadura del río Pudeto (Avila 2019).

Con estos antecedentes, la declaración de área de plaga realizada en 2020, mediante la Resolución exenta n° 1166 de esta Subsecretaría, incluyó como área de plaga la desembocadura del río Pudeto, en la comuna de Ancud, y declaró plaga las diferentes especies de algas verdes filamentosas que epifitan sobre los cultivos de pelillo.



Paralelamente en 2017, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura inició el monitoreo sistemático de estas algas verdes filamentosas, en el marco de su programa de investigación permanente, 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.

El monitoreo se realiza durante el periodo de primavera - verano, en el marco del proyecto “Estudio del desempeño ambiental de la acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento”, lo que ha permitido ir identificando las especies que proliferan en los distintos sectores y periodos. La principal fuente de información para la presente declaración son los antecedentes entregados por el monitoreo permanente.

La información contenida en el presente informe fue enviada, por correo electrónico, a consulta al Comité consultivo del Reglamento de Plagas Hidrobiológicas, de acuerdo con lo establecido en su Título VI, mediante el Informe Técnico D. Ac. N°832, del 07 de octubre de 2022. Al respecto, se recibió la conformidad a lo expuesto en el documento, por parte del Dr. Máximo Frangopulus de la Universidad de Magallanes, del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) y del Ministerio de Salud (MINSAL), los demás miembros del Comité no enviaron observaciones.

2. ANTECEDENTES:

Las algas verdes son de amplia distribución mundial y generan problemas en distintas partes del mundo, debido a que generan enormes proliferaciones en la zona intermareal, por lo que se las ha denominado “mareas verdes”. Una marea verde se produce por el crecimiento excesivo de alguna macroalga verde, que se acumula en la zona intermareal o flotando por varios a cientos de kilómetros.

Las proliferaciones de macroalgas han sido asociados al exceso de nutrientes producto de actividades humanas como la ganadería, agricultura, aguas servidas, entre otros (Liu *et al* 2013). Sin embargo, además del flujo de nutrientes, las proliferaciones de macroalgas también requieren confinamiento de masas de agua, costas anchas y planas, poca profundidad, bajos niveles de turbidez y adecuada iluminación, lo que permiten un rápido calentamiento de la columna de agua (Schreyers *et al* 2021).

Las mareas verdes tiene graves consecuencias para las comunidades locales por los intensos malos olores producto de la degradación de los grandes volúmenes de algas varadas en las playas, en algunos casos se producen fenómenos de toxicidad por emisión de gases como ácido sulfhídrico (H₂S) que puede ser fatales dependiendo de la concentración y tiempo de exposición, como ha sido el caso en la costa de Bretaña en Francia, donde se han registrado intoxicaciones y casos fatales, asociados a la emisión de gases producto de la putrefacción de estas algas. Del mismo modo, se produce una importante degradación ambiental de las costas afectadas, ya que muchos de los organismos que habitan en ellas se ven igualmente afectados.

Las floraciones de algas verdes en aguas costeras son comunes en varias regiones del mundo, especialmente en Asia, Europa y América del Norte. En junio de 2008, la marea verde más grande del mundo cubrió alrededor de 600 km², ocurrió a lo largo de la costa del Mar Amarillo, región de Qingdao en China, amenazando la regata de vela de los Juegos Olímpicos de 2008, se retiraron más de un millón de toneladas de algas verdes, lo que ocasionó enorme pérdida económica para el gobierno local (Liu *et al* 2010). Se estima que los costos de respuesta de emergencia alcanzaron los 200 millones de euros y las pérdidas del sector acuícola ascendieron a 86 millones de euros (Schreyers *et al* 2021).

En general los géneros que más han estado asociado a la formación de mareas verdes a través del mundo son: *Ulva*, *Enteromorpha*, *Chaetomorpha* y *Cladophora* (Liu *et al* 2013)

En Chile, los primeros antecedentes de proliferaciones anormales de algas verdes remontan a los años 2000 en la desembocadura del río Pudeto y a partir del 2010 en el río Maullín. Sin embargo, fue durante los veranos de 2013, 2014 y 2015 que en la ribera norte del río Maullín se produjeron importantes proliferaciones de algas verdes filamentosas que epifitaban sobre el pelillo afectando su pureza y calidad. En algunos sectores produjo pérdidas superiores al 90% de la producción, lo que se vio reflejado en una disminución del porcentaje, que representa la región de Las Lagos del desembarque nacional de pelillo, que pasó de un promedio del 90% del desembarque nacional entre 2009 y 2011 a un 68% el 2013 y un 81% los años 2014 y 2015.

Si bien, durante el periodo 2017-2019, hubo una disminución en las proliferaciones de estas algas verdes filamentosas en todos los sectores, durante los otoños 2020 y especialmente 2021 hubo importantes proliferaciones, prácticamente mono específica de *Chaetomorpha linum*, las que son descritas en el presente informe.

3. CRITERIOS PARA DETERMINAR Y CATEGORIZACIÓN DE ÁREA DE PLAGA Y DE RIESGO DE PLAGA

El informe técnico D. Ac N° 2073 de 2015 que fundó la declaración de área de plaga de *Rhizoclonium* R.Ex. N°1346 de 2015, estableció el criterio de la carga total del alga epifita, consistente en la proporción de la biomasa *Rhizoclonium spp* en peso seco respecto al peso seco de *Agarophyton chilensis*.

Área de plaga: estaciones con una carga total mayor o igual al 30% de *Rhizoclonium spp.* en peso seco.

Área de riesgo de plaga: estaciones con una carga total entre 1 y 30% de *Rhizoclonium spp.* en peso seco, muestreado en al menos dos ocasiones.

Donde la carga total es calculada de acuerdo a la siguiente metodología, se deben recolectar muestras de algas utilizando como unidad muestral, un cuadrante de 0,25 m², el cual debe ser dispuesto al azar sobre la pradera de algas, mediante buceo, en cada estación de muestreo. La biomasa total de alga obtenida en cada cuadrante debe colocarse en mallas, para la determinación de su peso húmedo. Una vez obtenido el peso húmedo total, se debe separar el pelillo de "otras algas" para determinar el porcentaje de cada una. Una vez conocido el peso húmedo, las muestras deben ser depositadas en bandejas, para introducir las en una estufa de secado a 60°C hasta la obtención de peso constante, luego se dejan enfriar hasta temperatura ambiente, procediendo al peso de la muestra seca. La carga total de cada muestra, se determinada de la siguiente manera:

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

La matriz de decisión asociada era la siguiente:

Tabla 1. Matriz de decisión establecida en la Res. Ex. N°1346 de 2015 para la categorización de áreas de riesgo de plaga y de plaga.

Áreas	30% o superior de carga total	Entre 1% y menos de un 30%	Ausencia total de la especie o con carga total menor a 1%
Libre			X
Riesgo de Plaga		X	
Plaga	X		

El año 2020 en el informe técnico D. Ac N° 321 que fundó la Resolución Execta N°1166 de esta Subsecretaría, se modificó el periodo de tiempo a 5 años, quedando la matriz de decisión de la siguiente forma:

Tabla 2. Matriz de decisión establecida en la Res. Ex. N°1166 de 2020 para la categorización de áreas de riesgo de plaga y de plaga de las algas verdes filamentosas.

Áreas	No declarada	Riesgo de Plaga	Plaga
30% o superior de carga total, en peso seco, en al menos 2 ocasiones en un periodo de 5 años			X
30% o superior de carga total, en peso seco, en una ocasión en un periodo de 5 años		X	
Entre 1% y menos de un 30%, en al menos 2 ocasiones en un periodo de 5 años		X	
Entre 1% y menos de un 30%, en una ocasión en un periodo de 5 años.	X		
Ausencia total de la especie o con carga total menor a 1%	X		

En el presente análisis se utilizará la matriz de decisión establecida en la Res. Ex. N°1166 de 2020 (tabla 2).

4 METODOLOGIA:

El monitoreo de las algas verdes filamentosas se realiza a través del proyecto “Estudio del desempeño ambiental de la acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento”. Este proyecto forma parte del programa permanente de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, de acuerdo a lo establecido en el Título VII artículo N°92 de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LPGA), que en su literal d) establece que el programa de investigación deberá considerar, entre otras materias, el monitoreo o seguimiento de las especies hidrobiológicas que constituyan plaga. El monitoreo propiamente tal es ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), conforme a lo dispuesto en el mismo artículo 92 de la citada ley.

Dentro de los objetivos del estudio del desempeño ambiental está el monitoreo de las algas verdes filamentosas que epifitan el pelillo, en el cual se busca cuantificar la presencia de estas algas plaga y registrar las variables físicas y químicas del ambiente que puedan estar afectando su crecimiento en la zona.

En este contexto se realizan muestreos mensuales durante el periodo de proliferación, teóricamente de noviembre a abril del año siguiente. No obstante, esto ha variado según la duración de la proliferación.

En el informe técnico D. Ac N° 321 se describió detalladamente las proliferaciones de las temporadas 2017-18; 2018-19 y 2019-20, por lo que el presente informe se enfocará en mostrar los resultados de las 2 últimas temporadas.

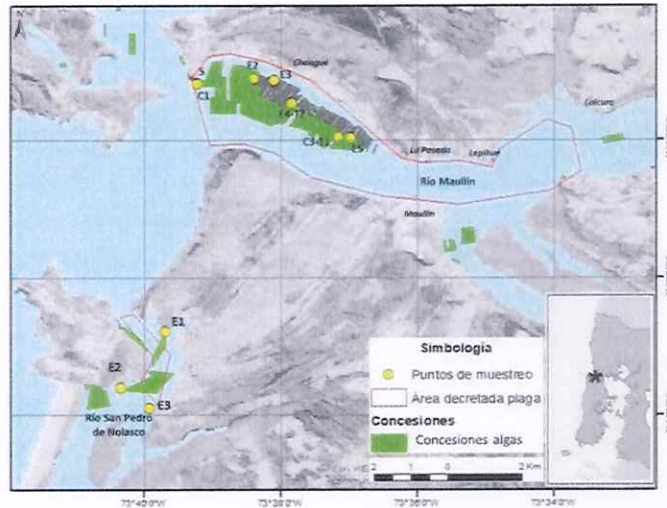


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo biológico (E), estaciones de control (C) y anclaje de registradores de temperatura (T) en las áreas de cultivo de Agarophyton chilensis en los ríos Maullín y San Pedro de Nolasco, Comuna de Maullín, Región de Los Lagos (Ifop, 2022).

Durante la temporada 2020-2021 se muestreo sólo en el río Maullín y a partir del año 2022 se incorporó el monitoreo sistemático de Río San Pedro Nolasco y de río Pudeto (figuras 1 y 2).

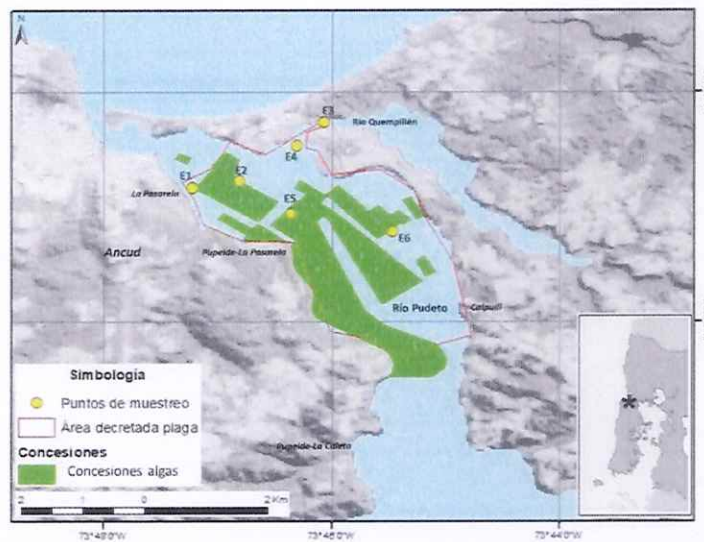


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo (E) en el área de cultivo de Agarophyton chilensis en el río Pudeto (Comuna de Ancud, Región de Los Lagos).

5 RESULTADOS

Los resultados del programa “Estudio del desempeño ambiental de la acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento” ejecutado por el IFOP, dan cuenta que durante el periodo 2017-2019, hubo una disminución en las proliferaciones de estas algas verdes filamentosas en todos los sectores y que a principios del otoño 2020 hubo una importante proliferación, prácticamente mono específica de *Chaetomorpha linum*, con varazones de algas en las playas, afectando no sólo a los cultivos de pelillo, sino a toda la comunidad por la acumulación de algas en las playas y sus consecuentes malos olores, lo cual fue descrito en el informe D.AC N° 321 de 2020.



Figura 3. Fotos de las varazones de algas verdes en el sector de Change y El faro, foto de muestra monoespecífica de la especie *Chaetomorpha linum*, encontrada en abril de 2020 en la ribera norte del Río Maullín (fotos UNAP).

Río Maullín

Durante el periodo 2020-2021 se constató nuevamente la proliferación mono específica de *Chaetomorpha linum*, los resultados muestran que durante en enero de 2021 (Figura 4) se observaba la presencia del pelillo en todas las estaciones, con una proporción promedio máxima del 100% en la E2 y con una mínima de 6% en la E5. El alga plaga estaba presente en 3 estaciones, con un valor promedio máximo de 93% en la E5. Durante marzo (Figura 5) y abril (Figura 6) se observan proporciones mayores al 80% del alga plaga en las estaciones E3, E4 y E5, con una marcada disminución en el muestreo de junio.

Sin embargo, la proliferación del otoño 2021 fue superior a todas las anteriores, y de una envergadura sin precedentes, la proliferación prácticamente mono específica de *Chaetomorpha linum*, cubrió de algas varadas varios kilómetros de playa.

Esta proliferación no sólo afectó a los cultivos de pelillo, sino a la comunidad en general con malos olores producto de la descomposición de las algas varadas, obstrucción de la circulación, ya que el borde costero es utilizado como zona frecuente de tránsito de personas y vehículos. La municipalidad de Maullín retiró más 17 mil toneladas de algas que se encontraban sobre la playa, además de las algas que retiraron con sus propios

medios los pelilleros desde sus concesiones, configurando un escenario característico de las mareas verdes descritas en otras partes del mundo.

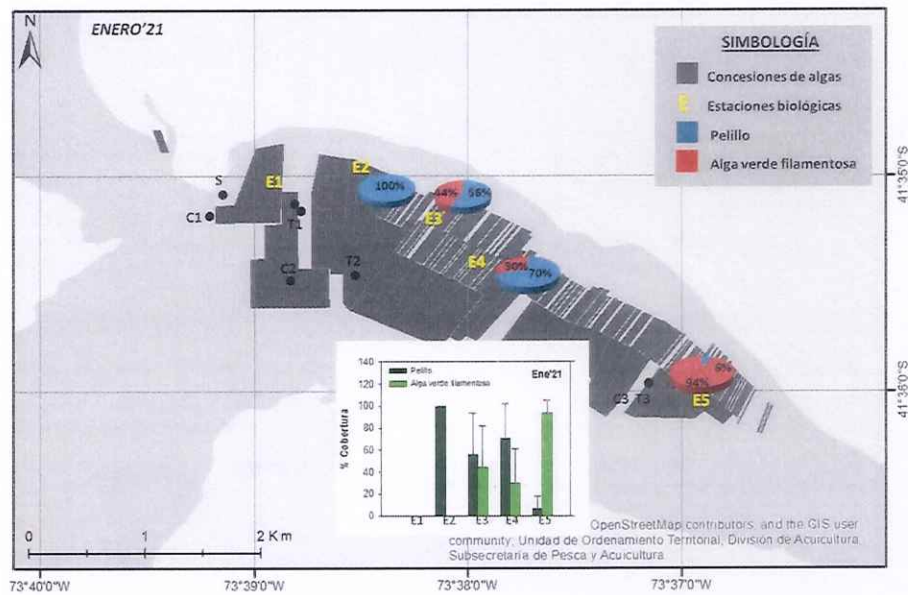


Figura 4. Imagen que muestra las proporciones (%) de alga verde filamentosa en relación al alga cultivada *Agarophyton chilense* durante el muestreo realizado en el mes de enero de 2021 (IFOP).

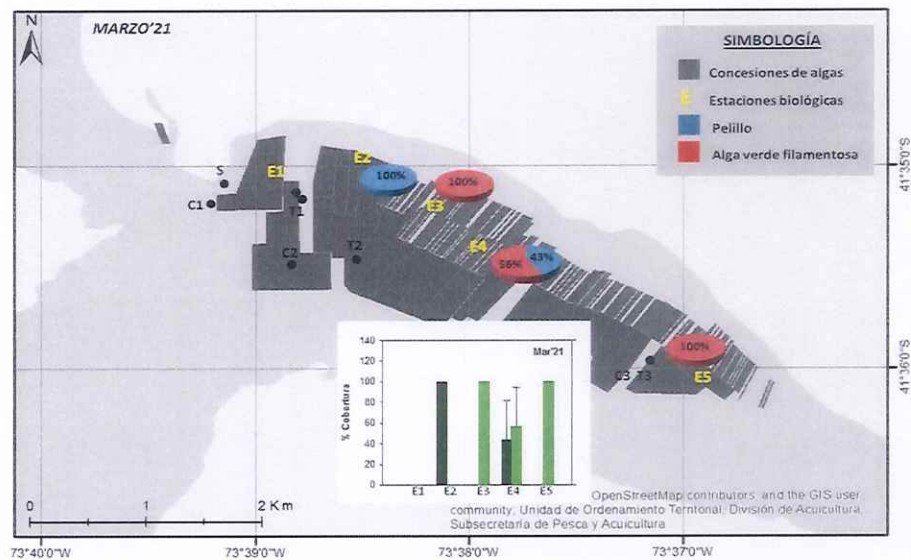


Figura 5. Imagen que muestra las proporciones (%) del alga verde filamentosa en relación al alga cultivada *Agarophyton chilense* durante el muestreo de marzo de 2021 (IFOP).

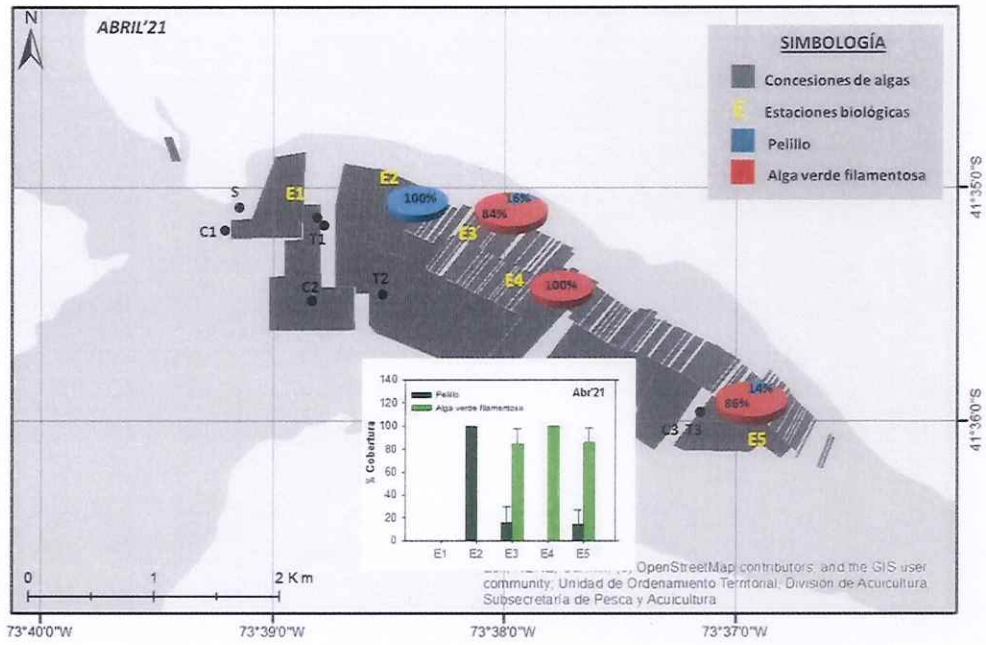


Figura 6. Imagen que muestra las proporciones (%) del alga verde filamentososa en relación al alga cultivada *Agarophyton chilense* durante abril de 2021 (IFOP).



Figura 7: Proliferación de *Chaetomorpha linum*, otoño 2021 en desembocadura del río Maullin, alga varada cubre completamente la playa, obstruye la circulación y acceso a viviendas.

Durante el periodo 2021-2020, en el río Maullín se observó igualmente la presencia del alga verde filamentososa del género *Chaetomorpha*, de acuerdo con las muestras biológicas obtenidas durante el monitoreo durante este período estuvo presente desde finales de noviembre hasta finales de abril. Se registró en 3 de las 4 estaciones biológicas (E3, E4 y E5), su biomasa fue relativamente constante a través del monitoreo, con proporciones sobre el 50% en la E4 y sobre el 90% en la E5 con respecto al pelillo (figuras 8 a 11).

Sin embargo, durante esta temporada el volumen de algas varadas en las playas en río Maullín, fue muy inferior a la temporada precedente.

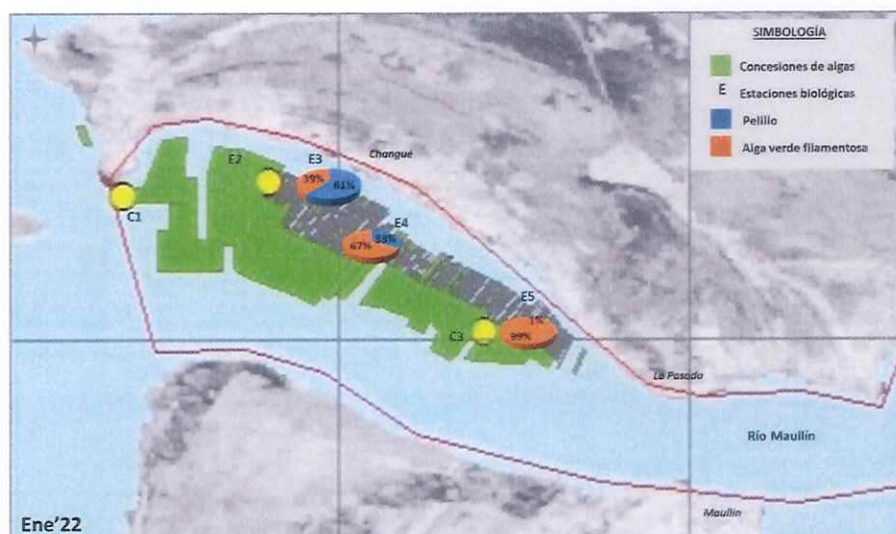


Figura 8. Río Maullín. Imagen que muestra las proporciones (%) del alga verde filamentososa en relación al alga cultivada *Agarophyton chilensis* durante el muestreo realizado en el mes de enero de 2022 (IFOP).



Figura 9. Río Maullín. Imagen que muestra las proporciones (%) del alga verde filamentososa en relación al alga cultivada *Agarophyton chilensis* durante el muestreo realizado en el mes de febrero de 2022 (IFOP).



Figura 10. Río Maullín. Imagen que muestra las proporciones (%) del alga verde filamentososa en relación al alga cultivada *Agarophyton chilensis* durante el muestreo de marzo de 2022 (IFOP).



Figura 11. Río Maullín. Imagen que muestra las proporciones (%) del alga verde filamentososa en relación al alga cultivada *Agarophyton chilensis* durante el muestreo de abril de 2022 (IFOP).

A partir de las muestras biológicas, colectadas en las estaciones de muestreo del río Maullín (Tabla 3) entre diciembre de 2019 y abril de 2022, se constata que las proporciones de algas verdes sobre el pelillo sobrepasan ampliamente el criterio del 30% de algas verdes filamentosas para ser declarado área de plaga en categoría plaga.

Tabla 3. Porcentaje de algas verdes filamentosas en relación a *Agarophyton chilensis*

río Maullín	2019-2020					2020-2021					2021-2022					Promedio		
	dic	ene	feb	mar	abr	may	nov	dic	ene	mar	abr	jun	nov	dic	ene		mar	abr
E1	0	0	0						7	0	0	0	0	0				0
E2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0				1
E3	0	0	0	76		117	4	0	179		436	1	33	12	69	324	2	84
E4	0	0	0	1223	100		0	0	70	21		57	423	316	164	295	400	205
E5	0	0	0	0	0	0	1		0		178	27	0	1714	4700	6251	1	858

Río Pudeto

En el río Pudeto, solo se muestreó en forma sistemática durante la última temporada como consecuencia de su declaración como área de plaga de algas verdes filamentosas en 2020.

Los resultados del monitoreo realizado por IFOP mostraron una gran proliferación de algas verdes filamentosas del tipo *Chaetomorpha*, observándose durante todo el período de estudio, con sus mayores biomásas durante los muestreos de noviembre y diciembre de 2021 (Figura 12). Estuvo presente en 5 de las 6 estaciones monitoreadas, siendo en las estaciones 1, 2, 4 y 5 en donde se observaron sus mayores proporciones en relación al pelillo, principalmente en el mes de diciembre de 2021, con máximas de 98% en la E1 y mínimas de 31% en la E4.

En la estación 4, cercana a la entrada del río Quempillén, los resultados mostraron, que además de *Chaetomorpha sp* se observó la presencia de otros 2 tipos de algas verdes filamentosas pertenecientes a los géneros *Rhizoclonium* y *Ulva*, pero con bajas biomásas y ubicación espacial acotada, lo anterior concuerda con lo encontrado por la Unap (2017) quienes identificaron al menos cuatro especies de algas verdes filamentosas afectando los cultivos de pelillo: *Chaetomorpha linum*, *Cladophora ruchingeri*, *Rhizoclonium* y *Ulva compressa*.



Figura 12. Río Pudeto. Imágenes registradas durante el período de estudio, relacionadas a la presencia de las algas verdes filamentosas que proliferaron en el río Pudeto. (A, B C, D y E) Imágenes de la estación de muestreo (E1) ubicada en la zona de La Pasarela. (F) Imagen de la estación E4.

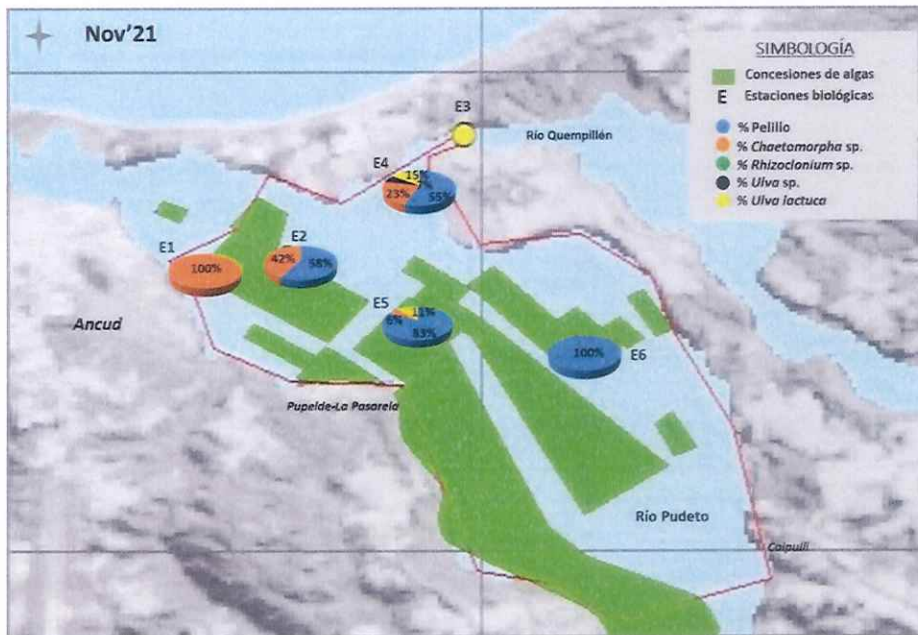


Figura 13. Río Pudeto. Imagen que muestra las proporciones (%) de las algas verdes encontradas en relación al alga cultivada *Agarophyton chilensis* durante noviembre de 2021 (IFOP).

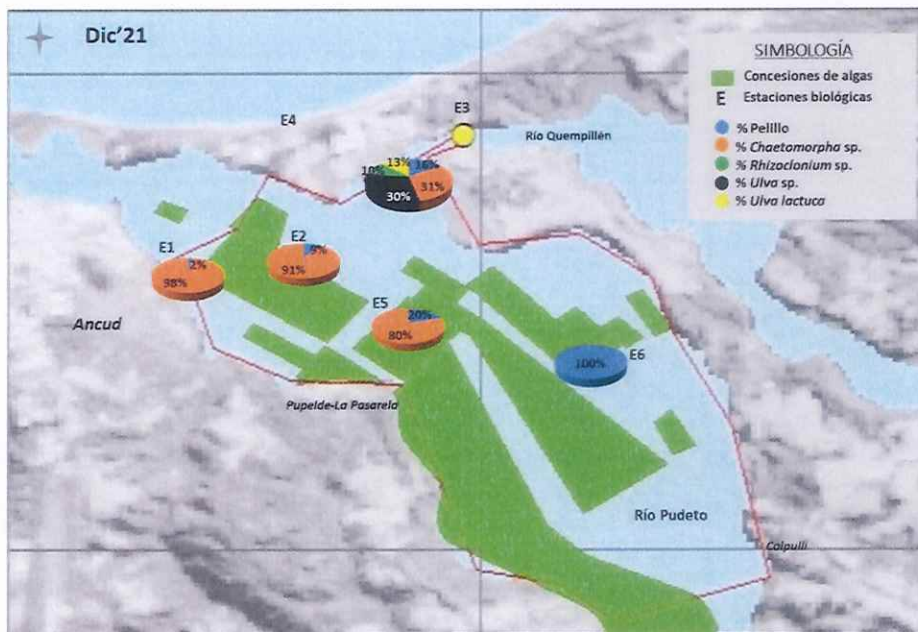


Figura 14. Río Pudeto. Imagen que muestra las proporciones (%) de las algas verdes encontradas en relación al alga cultivada *Agarophyton chilensis* durante el muestreo de diciembre de 2021 (IFOP).

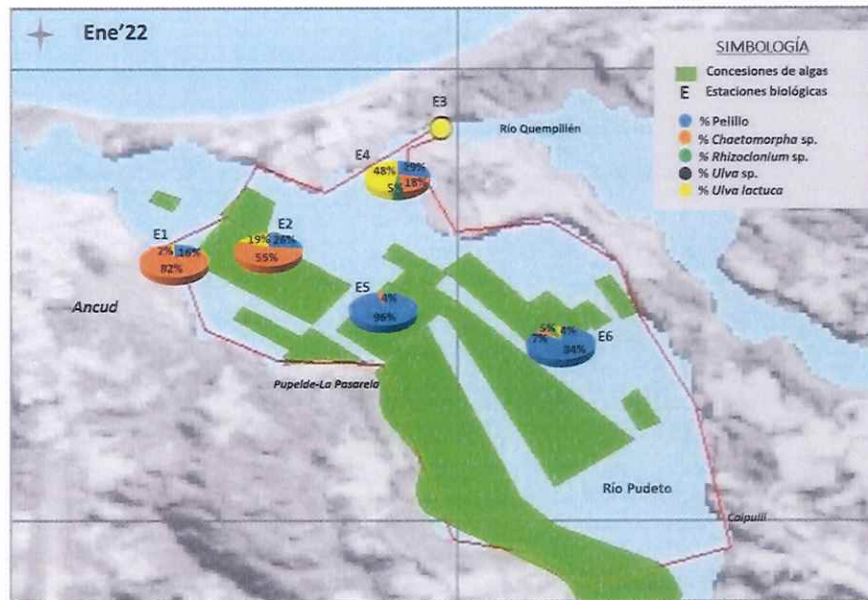


Figura 15. Río Pudeto. Imagen que muestra las proporciones (%) de las algas verdes encontradas en relación al alga cultivada *Agarophyton chilensis* durante el muestreo de enero de 2022 (IFOP).

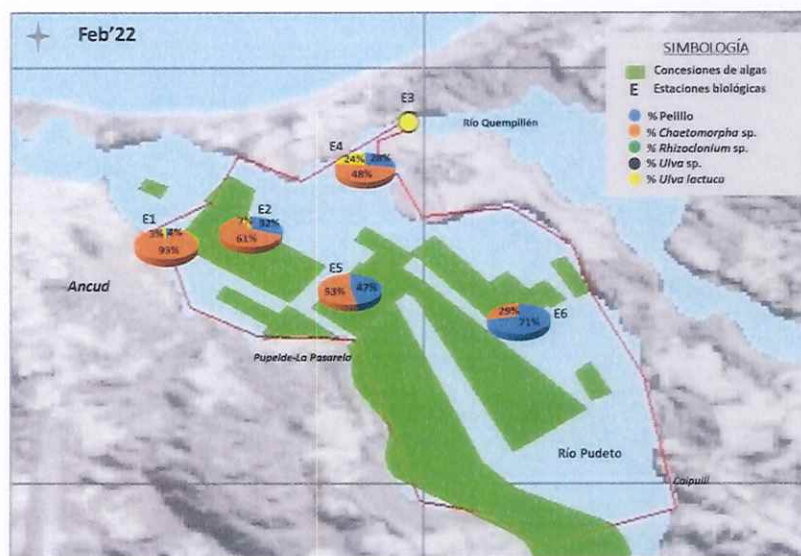


Figura 16. Río Pudeto. Imagen que muestra las proporciones (%) de las algas verdes encontradas en relación al alga cultivada *Agarophyton chilensis* durante febrero de 2022 (IFOP).

Al igual que en el sector anterior, en el río Pudeto los resultados muestran que se cumple con los criterios de área de plaga en categoría plaga, a pesar que sólo a partir de esta temporada se cuenta con muestreos sistemáticos.

Río San Pedro Nolasco:

En el río San Pedro de Nolasco, los resultados obtenidos mediante el monitoreo realizado a la zona desde noviembre de 2021 a marzo de 2022, no registraron la presencia de algas verdes filamentosas en las muestras tomadas ni en las zonas aledañas a las estaciones de monitoreo. Sin embargo y en consideración a que existen muy pocos antecedentes sobre este sector y que en años anteriores si se ha visto afectado se mantendrá su estatus de área de plaga en categoría plaga, hasta tener una serie de tiempo más larga.

6 PRINCIPALES OBSERVACIONES

- 6.1 En Río Maullín a partir de principios de marzo de 2020, y durante todo el otoño 2020, se detecta una importante proliferación de algas verdes filamentosas, con varazones de algas en las playas de la especie *Chaetomorpha linum*.
- 6.2 En río Maullín, en el otoño de 2021, se produjo una proliferación mono específica de *Chaetomorpha linum* que sobrepasó con creces todos los eventos anteriores, afectando los cultivos de pelillo y la población aledaña con malos olores y la obstrucción de la circulación a través del borde costero. En total, se debieron retirar más 17.000 toneladas de algas varadas desde las playas.
- 6.3 En río Pudeto, en la temporada 2020-2021, se detectaron proliferaciones de algas verdes filamentosas de las especies *Chaetomorpha linum*, y de los géneros *Rhizoclonium* y *Ulva*. Si bien no existía un monitoreo sistemático, esto se produjo también en la temporada anterior y los pescadores indican que esta situación es recurrente en el río.
- 6.4 En río San Pedro de Nolasco, no se registró la presencia de algas verdes filamentosas durante el muestreo realizado en la temporada 2021-2022. Sin embargo, y en consideración a que existen muy pocos antecedentes sobre este sector, considerando que en años anteriores si se ha visto afectado, se mantendrá su estatus de área de plaga en categoría plaga.

7 CONCLUSIONES.

- 7.1 Renovar la declaración de área de plaga de las “algas verdes filamentosas” que epifitan sobre el cultivo del pelillo y/o varan en grandes cantidades en las playas, en las desembocaduras del río Maullín y Río San Pedro Nolasco, en la comuna de Maullín, provincia de Llanquihue, Región de los Lagos. Las coordenadas de los correspondientes polígonos se señalan en las tablas N° 4 y N° 5.
- 7.2 Renovar la declaración de área de plaga, en categoría de plaga, en cuerpos de agua del río Pudeto, en la comuna de Ancud, Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos. Las coordenadas de los correspondientes polígonos se señalan en la tabla N° 6.
- 7.3 El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá continuar con las medidas establecidas en el Programa de vigilancia, establecido por la resolución exenta N° 1085 de 2020, de ese Servicio.

Tabla 4. Coordenadas geográficas de los vértices que delimitan el polígono declarado plaga en el río Maullín.

Vértice	Latitud	Longitud
1	41°35'05,43"	73°39'17,67"
2	41°34'46,77"	73°39'02,85"
3	41°34'44,82"	73°38'44,07"
4	41°34'51,09"	73°38'14,26"
5	41°35'00,03"	73°37'51,39"
6	41°35'07,99"	73°37'32,63"
7	41°36'15,53"	73°36'13,71"
8	41°36'19,65"	73°35'55,51"
9	41°36'17,61"	73°35'21,52"
10	41°36'23,79"	73°34'53,86"
11	41°36'07,96"	73°34'48,41"
12	41°35'41,89"	73°34'06,26"
13	41°35'49,23"	73°33'44,38"
14	41°36'27,17"	73°33'36,29"
15	41°36'43,81"	73°34'02,72"
16	41°36'55,67"	73°35'22,86"
17	41°36'48,89"	73°36'30,37"
18	41°36'32,79"	73°37'33,00"
19	41°36'11,42"	73°38'04,60"
20	41°36'03,58"	73°38'30,84"
21	41°36'04,49"	73°39'01,96"

Tabla 5. Coordenadas geográficas de los vértices que delimitan el polígono propuesto para ser declarado plaga en el río San Pedro Nolasco.

Vértice	Latitud	Longitud
1	41°39'51,8"	73°39'47,4"
2	41°38'34,0"	73°40'20,2"
3	41°39'31,8"	73°40'03,3"
4	41°39'06,5"	73°39'36,3"
5	41°38'31,5"	73°40'09,2"
6	41°39'09,6"	73°39'50,5"

Tabla 6. Coordenadas geográficas de los vértices que delimitarían el polígono declarado plaga en el río Pudeto

Vértice	Latitud	Longitud
1	S 41° 52' 47.08"	W 73° 47' 18.69"
2	S 41° 52' 39.24"	W 73° 47' 01.29"
3	S 41° 52' 25.77"	W 73° 46' 53.64"
4	S 41° 52' 32.99"	W 73° 46' 34.74"
5	S 41° 52' 15.69"	W 73° 46' 06.00"
6	S 41° 52' 18.23"	W 73° 46' 05.92"
7	S 41° 52' 21.24"	W 73° 46' 12.82"
8	S 41° 52' 29.14"	W 73° 46' 13.43"
9	S 41° 52' 30.93"	W 73° 46' 07.18"
10	S 41° 52' 43.38"	W 73° 46' 00.26"
11	S 41° 52' 40.58"	W 73° 45' 34.38"
12	S 41° 52' 51.43"	W 73° 45' 16.44"
13	S 41° 53' 06.26"	W 73° 45' 10.11"
14	S 41° 53' 28.72"	W 73° 44' 55.54"
15	S 41° 54' 07.23"	W 73° 44' 45.88"
16	S 41° 54' 18.05"	W 73° 45' 25.70"
17	S 41° 54' 08.83"	W 73° 45' 39.52"
18	S 41° 54' 05.46"	W 73° 46' 00.56"
19	S 41° 53' 18.63"	W 73° 46' 19.54"
20	S 41° 53' 17.49"	W 73° 46' 47.82"
21	S 41° 53' 09.14"	W 73° 47' 07.31"
22	S 41° 52' 56.58"	W 73° 47' 12.10"

8 REFERENCIAS.

- **Avila M . 2020.** Informe de muestreo realizado en sector La Pasada en Marzo y Abril de 2020, Laboratorio de Algas Instituto de Ciencia y Tecnología, Universidad Arturo Prat.
- **Liu, D., J. K. Keesing, Z. Dong, D. Di, Y. Shi, P. Fearn, and P. Shi (2010),** Recurrence of the world's largest green-tide in 2009 in Yellow Sea, China confirms *Porphyra yezoensis* aquaculture rafts provide nursery for macroalgal blooms, *Mar. Pollut. Bull.*, 60, 1423-1432.
- **Liu, D., et al.,2013.** The world's largest macroalgal bloom in the Yellow Sea, China: Formation and implications, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2013.05.021>
- **Ojeda j. 2020.** Reporte Presencia de un alga verde filamentosa sobre los cultivos de pelillo en el estuario del río Maullín durante el muestreo realizado el 19 de marzo del 2020, **IFOP.**
- **Ojeda j. 2022.** Reporte Presencia de algas verdes filamentosas sobre los cultivos de pelillo en los ríos Maullín, San Pedro de Nolasco y Pudeto durante el monitoreo 2021-2022 del 17 de agosto del 2022, **IFOP.**
- **Sernapesca. 2018.** Anuario Estadístico de Pesca de y Acuicultura.
- **Vidal G et al . 2020.** Estudio del desempeño ambiental de la acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento. Informe Final convenio 2019, **IFOP.**
- **Vidal G et al. 2021.** Estudio del desempeño ambiental de la acuicultura en Chile y su efecto en los ecosistemas de emplazamiento. Informe Final convenio 2020, **IFOP.**
- **Schreyers, L.; van Emmerik, T.; Biermann, L.; Le Lay, Y.-F. 2021.** Spotting Green Tides over Brittany from Space: Three Decades of Monitoring with Landsat Imagery. <https://doi.org/10.3390/rs13081408>



BENJAMIN EYZAGUIRRE DEL REAL
Jefe de División de Acuicultura


ABP/PVT/pvt