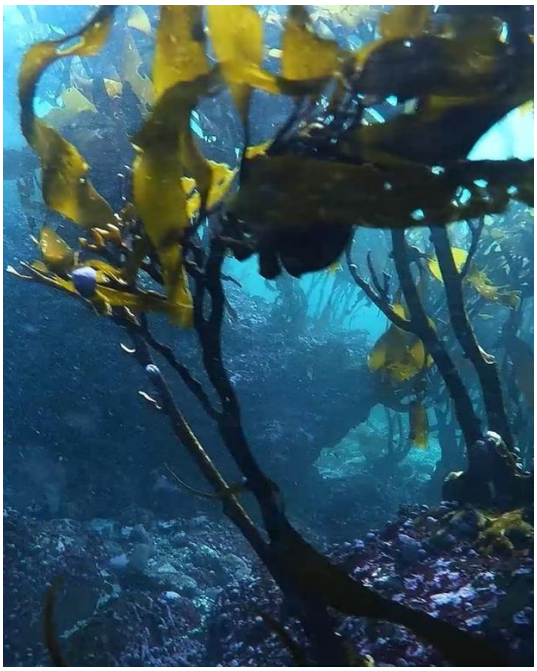
INFORME TÉCNICO 2

MONITOREO DE PRADERAS DE ALGAS PARDAS Y EFECTOS DEL EVENTO “EL NIÑO” EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ



Octubre - 2023

INFORME TÉCNICO 2

MONITOREO DE PRADERAS DE ALGAS PARDAS Y EFECTOS DEL EVENTO "EL NIÑO" EN LA REGIÓN DE TARAPACÁ

Centro de Investigación Aplicada del Mar S.A., CIAM

Director Ejecutivo: Jorge Oliva López

Autores: Milton Avilés Lazcano
Ulises Parker Pereira

RESUMEN

El Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM), comenzó en julio 2023, un programa de monitoreo en un área de praderas de algas pardas, con el fin de verificar el estado de salud de una pradera y sus comunidades bentónicas asociadas, durante el primer pulso del evento "El Niño 2023" en la Región de Tarapacá.

La zona elegida para el monitoreo fue el sector de Caleta Sarmenia ubicado al sur de Iquique (20° 28' 381" – 70° 09' 958"). Se seleccionó el sector por ser un área de acuicultura (cultivo de ostras del pacífico) donde la zona intermareal no está intervenida por recolectores (algueros y buzos mariscadores) (**Fotos 1, 2, y 3)**.

Foto 1. Cultivos Marinos Sarmenia S.A. Pérdida de la abundancia de pradera de *Macrocystis pyrifera* entre los meses de enero y julio 2023.

Foto 2. Imagen satelital del área de estudio

Foto 3. Imagen satelital del área de estudio

INTRODUCCIÓN

Las praderas de algas pardas están formadas por grandes macroalgas marinas, del orden de las laminariales. Se encuentran relacionadas principalmente con aguas frías ricas en nutrientes de zonas de afloramiento. Las praderas de macroalgas son reconocidas como sistemas de alta productividad, proveedores de hábitats para peces e invertebrados, por constituir zonas especiales de crianza y alevinaje (Madariaga et al., 2013).

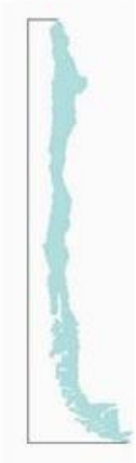
"El Niño"-Oscilación del Sur (ENOS) o popularmente conocido como "El Niño y La Niña" son anomalías extremas relacionadas con la temperatura superficial en el Océano Pacífico ecuatorial. Durante "El Niño" se produce una disminución de la productividad del plancton en los ecosistemas marinos de Chile continental resultando en condiciones desfavorables para el zooplancton, larvas, invertebrados y peces pelágicos que se alimentan del plancton. Durante "La Niña", por lo general, los efectos sobre las especies bentónicas son más bien positivos.

Otras especies perjudicadas durante "El Niño", se encuentran las macroalgas, como el huiro flotador (*Macrocystis pyrifira)* y el huiro palo (*Lessonia trabeculata)*, sufren por la falta de nutrientes. Estas macroalgas se distribuyen en profundidades que van desde unos pocos metros a los 200 metros de profundidad dependiendo de la especie, la gran mortandad de algas pardas durante los eventos "El Niño". Arntz y Fahrbach (1996) destacan durante "El Niño" el fuerte aumento de la temperatura, el mejor abastecimiento de oxígeno en los fondos, las variaciones locales de salinidad, la elevada radiación solar, la mayor exposición a las marejadas.

ANTECEDENTES

ESPECIES DE INTERÉS DEL MONITOREO

Lessonia berteorana



Nombre común
Huiro negro

Nombre científico
Lessonia berteorana / Lessonia spicata (ex Lessonia nigrescens)

Nombre comercial en inglés
Chilean kelp

[Captura]

Figura 1. Cinturones de huiro negro (*L. berteorana*) en la zona intermareal.

Descripción de la especie: Algas de color verde pardusco o casi negro, de tamaño intermedio crecen en la zona intermareal-submareal formando densos cinturones (**Fig. 1**). Es la especie más abundante en biomasa y cobertura en esta zona, crece en roquerías expuestos al oleaje. Crecen fijas al sustrato rocoso por un disco macizo del cual emergen estipes cilíndricos en la base que luego se aplanan formando las frondas divididas dicotómicamente. Estas, de forma lineal a lineal-lanceoladas de 1 a 5 cm de ancho con márgenes lisos a veces finamente dentados. Durante todo el año es posible observar en la superficie de las frondas manchas oscuras de tamaño variable que corresponden a soros esporangiales maduros. El disco de fijación sirve de hábitat y refugio a numerosas especies de invertebrados y algas. *L berteroana alcanza* tamaños de hasta 3 a 4 m de longitud, el disco basal puede tener hasta 50 cm de diámetro.

Distribución geográfica: La especie tiene amplia distribución en el hemisferio Sur. En Chile se distribuye desde Arica hasta Tierra del Fuego. En la Región de Tarapacá se observa su presencia en forma continua a lo largo del litoral rocoso en la zona intermareal, formando un cinturón de ancho variable desde 2 metros hasta aproximadamente 15 metros de ancho. Su distribución *se extiende hasta el centro de Perú (Santelices, 1989).*

Importancia comercial: El huiro negro es comercializado seco y picado para ser utilizado como materia prima para la producción de alginatos.

Lessonia trabeculata

Figura 2. Bosques de huiro palo (*L. trabeculata*) en la zona submareal.

Descripción de la especie: Algas de color café a café claro, con forma de arbusto, de hasta 2,5 m de alto. Crece en ambientes submareales y forma bosques en áreas expuestas y semi-expuestas (**Fig. 2**). Se fijan al sustrato por un disco irregular, no macizo, conformado por hapterios fusionados de hasta 20 cm de diámetro. De allí emergen estipes aplanados que se ramifican dicotómicamente conformando frondas que se continúan dividiendo igual. Las frondas muy planas de forma lanceolada, anchas, con márgenes lisos y a veces denticulados. Al igual que en la especie *L. berteorana*, es posible observar a lo largo del año soros esporangiales en las frondas, los cuales se observan como manchas oscuras prominentes de tamaño variable en la superficie.

Distribución geográfica: De acuerdo a Hoffmann y Santelices (1997), la especie se distribuye desde Antofagasta a Puerto Montt. En este manual se reporta por primera vez la presencia de la especie en las costas de la Región de Tarapacá, desde la localidad de Pisagua (23,61°S; 70,38°W) hacia el sur (M. Avila *et al*., 2010).

Importancia comercial: el huiro palo es comercializado seco y picado para ser utilizado como materia prima para la producción de alginatos.

Macrocystis pyrifera

Nombre común
Huiro flotador, canutillo o Huiro

Nombre científico
Macrocystis pyrifera

Nombre comercial en inglés
Giant kelp

[Captura]

Figura 3. Bosques submarinos de huiro flotador (*M. pyrifera*) en la zona submareal.

Descripción de la especie: Plantas erectas de gran tamaño de color pardo amarillento, crecen sobre sustratos duros, rocas y forman bosques submarinos, su tamaño puede alcanzar hasta 45 m. Se adhieren firmemente al sustrato por un disco basal de fijación macizo, de sus márgenes emergen numerosos hapterios ramificados, los cuales son parecidos a raíces. Del disco basal nacen los estipes, erectos y cilíndricos y se ramifican unilateralmente, a intervalos regulares, presentan flotadores en la base de las frondas. Las frondas son equivalentes a hojas, son largas y angostas de superficie rugosa y márgenes levemente dentados.

Distribución geográfica: Se encuentra en el hemisferio Sur, en las costas de todo Chile desde el Norte de Perú hasta la Patagonia, también se encuentra en Sudáfrica, sur de Australia y la Costa Atlántica, en el hemisferio Norte, se distribuye desde Baja California hasta Alaska. Esta especie es poco frecuente en las costas de la I Región ocurre en poblaciones discretas en localidades relativamente protegidas del oleaje, desde la localidad de Ojanasca (19,6° S) hasta Chipana (21° 20'S), durante todo el año.

La pesquería de *Macrocystis pyrifera* forma parte de la llamada pesquería de algas pardas que también incluye a los recursos *Lessonia berteorana* (huiro negro) y *Lessonia trabeculata* (huiro palo). En relación a *L. berteorana* y *L. trabeculata*, *M. pyrifera* es extraída en menor escala en la región de Tarapacá. La extracción y recolección de estas algas en la zona norte del país, es efectuada exclusivamente por pescadores artesanales y recolectores (as) de orilla.

Importancia comercial: Especie utilizada para la extracción de alginatos y como alimento para abalones en cultivo.

OBJETIVO DEL MONITOREO

Monitorear el impacto del evento oceanográfico “El Niño 2023” sobre las praderas de algas pardas y su comunidad bentónica asociada.

MATERIAL Y MÉTODOS

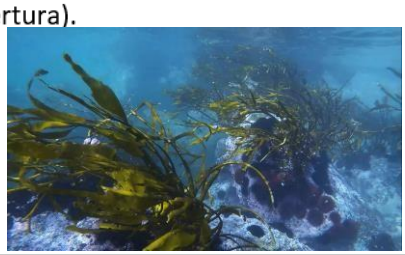
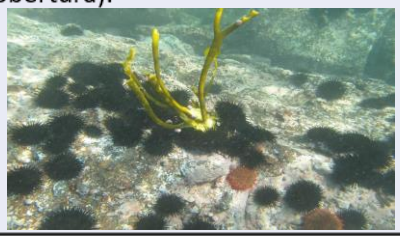
Se realizó un segundo monitoreo in situ en el sector Sarmenia el 20 y 21 de octubre de 2023.

Para la evaluación cualitativa de “*Frondosidad*” del bosque praderas de algas, se utilizó, el procedimiento de muestreo EVADIR modificado del índice de follaje de algas marinas (Pérez – Matus *et al.*, 2017) el cual consiste en una estimación visual del porcentaje de talos con láminas sanas de algas (IFOP, 2019 “*Procedimiento de muestreo de evaluación directa en áreas de manejo*”) (**Tabla 1**).

Durante el segundo monitoreo se utilizaron los mismos transectos del primero para poder comparar los cambios, éstos paralelos a la costa en 3 veriles de profundidad (2, 5 y 8 m), mediante la técnica de buceo autónomo, video y fotografía digital submarina. Se efectuó un registro de los recorridos de cada transecto.

Las imágenes fueron editadas mediante el software “Adove Premier Pro”. Los fotogramas obtenidos fueron utilizados para determinar el estado de frondosidad de la pradera y registro de su comunidad bentónica asociada. Además, se anotó la presencia de peces observados en los transectos (**Anexo I**).

Tabla 1. Lista de categorización de la frondosidad de praderas de algas pardas

CATEGORIA	EJEMPLOS
A	**ESTADO DE FRONDOSIDAD ÓPTIMO** Presencia mayoritaria de individuos con follaje frondoso (entre 70 y 100% de cobertura).
B	**ESTADO DE FRONDOSIDAD INTERMEDIO** Presencia de una mezcla de individuos con distintos tipos de follaje (entre 30 y 70 % de cobertura). 
C	**ESTADO DE FRONDOSIDAD ALTERADO** Ausencia o reducción significativa de individuos con follaje frondoso (entre 0 y 30 % de cobertura). 

Fuente: Modificado de Pérez-Matus et al. 2017 http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ecs2./ful

RESULTADOS

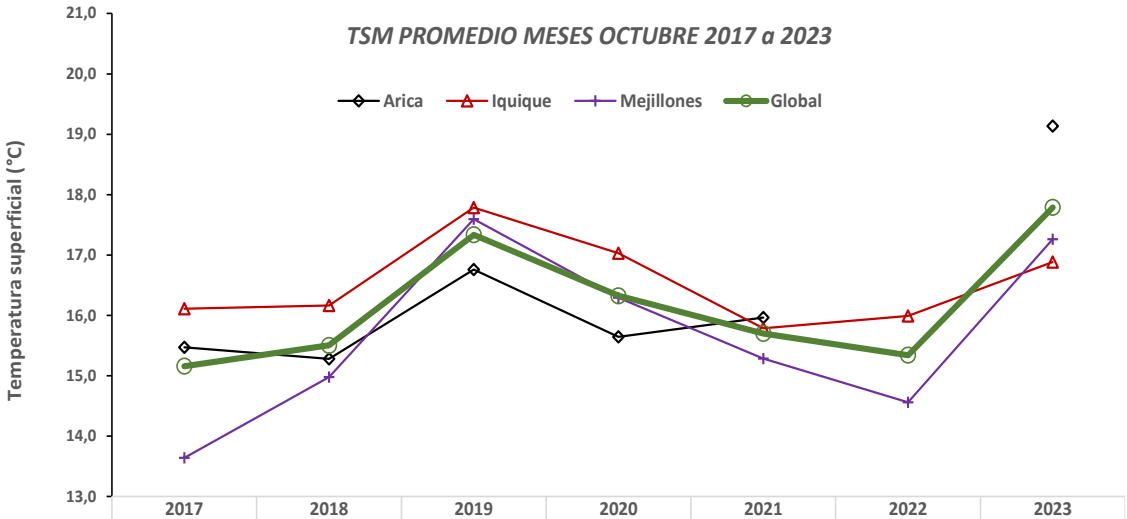
En el área de estudio, la zona presentó una pendiente no muy marcada. El sustrato de tipo rocoso, el intermareal con piedras redondeadas de unos 40 cm diámetro, el submareal con piedras y pedrones de más de un metro de diámetro. En los 3 metros de profundidad con salientes de macizo rocoso. A los 10 metros de profundidad se observó la fuerte influencia del movimiento del agua sobre el fondo y el frecuente movimiento de las algas, siendo este fondo un excelente sustrato para los rizoides de las macroalgas.

En la **foto 1**, se visualiza la zona en estudio efectuada el 23 de enero de 2023 (verano), en donde se observa una pradera sana y frondosa que ocupa una gran extensión del intermareal, alejada de la costa en 40 metros, en donde el alga parda dominante era *Macrocystis pyrifera*, seguida de *Lessonia trabeculata* y de *Lessonia bertoarana*. Durante el verano, se mantenía la presencia de "La Niña" (condición fría) con temperatura de 17° C en superficie y 15,1 °C a los 10 metros y salinidades de 34,6 psu (Fuente: CIAM).

Si se compara con la **foto 2**, de julio 2023, para la misma zona, se observa un cambio significativo, en donde la pradera de *Macrocystis pyrifera* desaparece por completo de la zona submareal, considerando que desde abril 2023 ya se notó una variación hacia anomalías positivas de temperatura superficial del mar, registrándose en julio 2023 (invierno), un aumento importante de la temperatura superficial registrándose 18,6 °C y a los 10 metros de 18,4° C, con un incremento también de la salinidad la que alcanzó 34,9 psu (Fuente: CIAM).

Si se compara la TSM global promedio, en la zona de Iquique, en octubre 2018 (16,1° C) (condición neutral), con respecto a octubre 2023 (16,8°C) (condición "El Niño"), se evidencia anomalía positiva que alcanzó en Iquique a los 0,7 °C (CIAM, 2023) y una salinidad de 34,4 ups (**Fig. 4**), registros que indican una baja en comparación a julio 2023. Se destaca, que la disminución de TSM y salinidad respecto a julio no aminora el efecto negativo a las macroalgas, debido a que continuó en octubre la perturbación de las condiciones oceanográficas en el borde costero.

Al igual a lo reportado por (Lleelfish *et al*., 2001), durante el primer semestre de 1997 en el litoral peruano, el ingreso de masas de aguas cálidas ocasionó la mortalidad masiva de los bosques submareales de *Macrocystis pyrifera* en el curso de dos meses.



	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Arica	15,472	15,280	16,760	15,644	15,966		19,136
Iquique	16,113	16,167	17,784	17,031	15,785	15,994	16,886
Mejillones	13,642	14,978	17,597	16,295	15,286	14,561	17,260
Global	15,160	15,504	17,337	16,327	15,702	15,342	17,790

Figura 4. TSM promedio meses octubre periodo 2017 a 2023 (CIAM, 2023)

Monitoreo pradera intermareal

En octubre se observó una zona intermareal (cero metros) con una baja abundancia de macroalgas. Se visualiza que la especie predominante es *Lessonnia berteorana* que en julio se encontraba en estado de frondosidad intermedio (**Fig. 4**) y en octubre pasó a un estado alterado (**Fig. 5**) lo que indica un mayor deterioro según él procedimiento EVADIR.

Foto 4. *Lessonia berteorana* en estado de frondosidad intermedio en intermareal rocoso sector área de monitoreo período julio 2023.

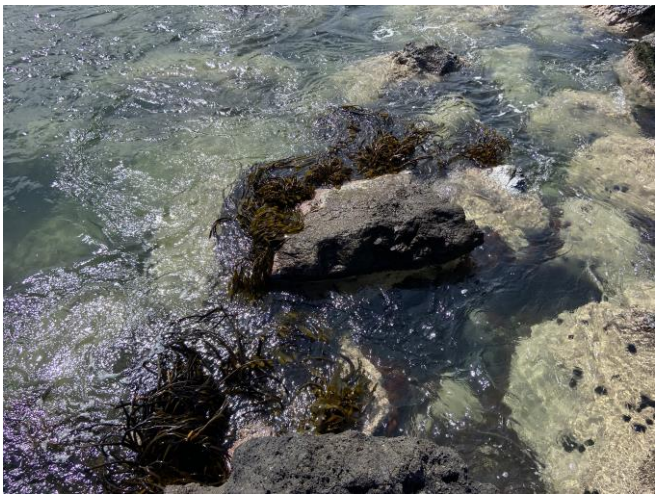


Foto 5. *Lessonia berteorana* en estado de frondosidad alterado mismo sector período octubre 2023.

En el sector que se muestra en la **foto 6**, se compara la condición de frondosidad observada en el mes de julio respecto a octubre 2023, donde la condición se mantiene alterada y con un avance del deterioro en octubre.

Foto 6. *Lessonia berteorana* en estado de frondosidad alterado en intermareal rocoso. Foto superior julio 2023 y foto inferior mismo sector octubre 2023.

Monitoreo pradera submareal

En julio la pradera submareal estuvo constituida de *Lessonia berteorana, Lessonia trabeculata y Macrocystis pyrifera* en estados de frondosidad que variaron de óptimo, intermedio-alterado (**Fig. 7**). En octubre se visualizó la condición alterada, agregando a la escala una peor condición que corresponde a una perdida completa de la abundancia de *M. pyrifera* en los verilesde 0 a 5 metros (**Foto 8**). Además, en octubre, en los transectos se observaron erizos negros *(Tetrapigus niger*) (**Fig. 9**), rojo (*Loxechinus albus*) y abundantes gastrópodos (T*egula atra* y *Tegula tridentata), los cuales*se distribuyeron en altas densidades pastoreando frondas, estipes y discos de *L. berteorana, M. pyrifera* y *L. trabeculata.* Se visualizan en menor medida representantes del género E*chinodermata* como lo son soles de mar (*Heliaster heliantus)* y estrellas de mar *(Stichasterstriatus)*.

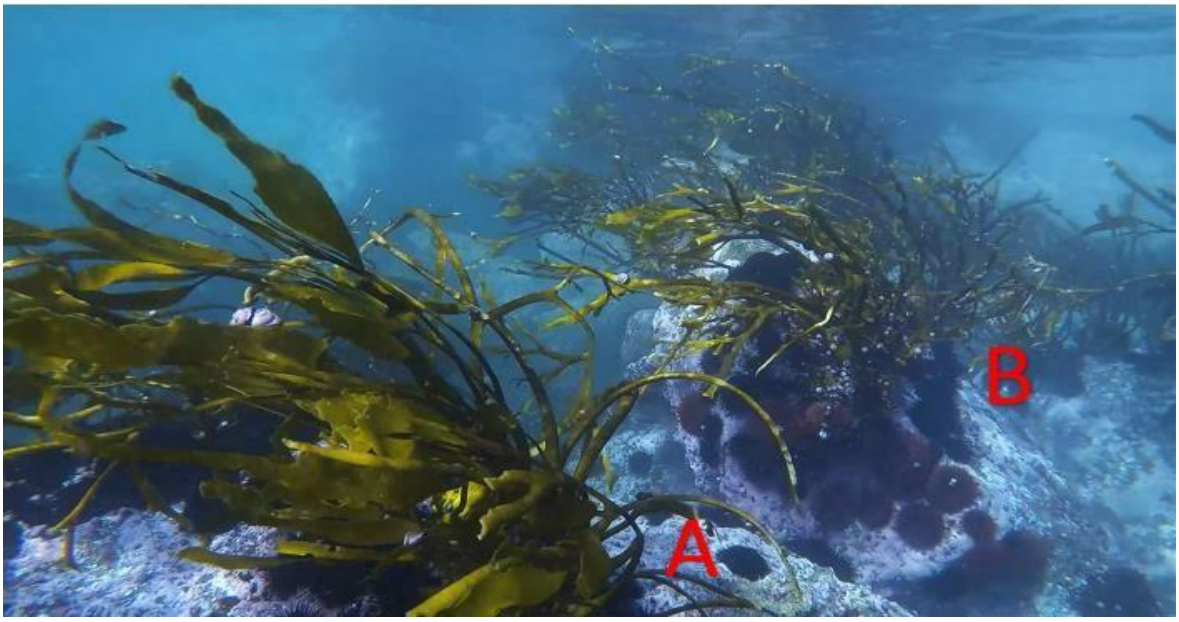


Foto 7. Pradera submareal. *Lessonia berteorana* en estado de frondosidad intermedio (A) y alterado (B) Ausencia de follaje, con blanqueamiento y desprendimiento de las frondas. Profundidad 1 m. julio 2023.

Foto 8. Pradera submareal. *Lessonia berteroana* en estado de frondosidad alterado (B) ausencia de follaje, con blanqueamiento y desprendimiento de frondas. Profundidad 1 m (octubre, 2023).

Foto 9. Desaparición de la pradera submareal *Lessonia berteorana*. Profundidad 2 metros (octubre, 2023).

En octubre, la presencia de *Lessonia berteorana* en fondos de 2 metros se encuentra en estado de frondosidad alterado (**Fotos 10 y 11**), con un intenso pastoreo sobre sus frondas, lo mismo ocurrió con *Macrosystis pyrifera*, siendo el deterioro aún mayor en donde las macroalgas han desaparecido por completo (**Foto 12**).

Foto 10. Pradera submareal. *Lessonia berteorana* en estado de frondosidad alterada (C). Profundidad 2 metros.

Foto 11. Pradera submareal rocoso. Lessonia berteorana en estado de frondosidad alterado (C). Profundidad 2 metros.

Foto 12. Submareal rocoso. *Área de perdida completa de pradera de Macrocystis pyrifera*. Profundidades de 2 a 3 m.

Se observa que, a profundidades mayores de 5 a 6 metros, existen praderas juveniles de *Lessonia trabeculata* en estado de frondosidad intermedio, al igual que ejemplares adultos, con poco blanqueamiento, mayor follaje y poco desprendimiento de frondas (**Fotos 13, 14, 15**).

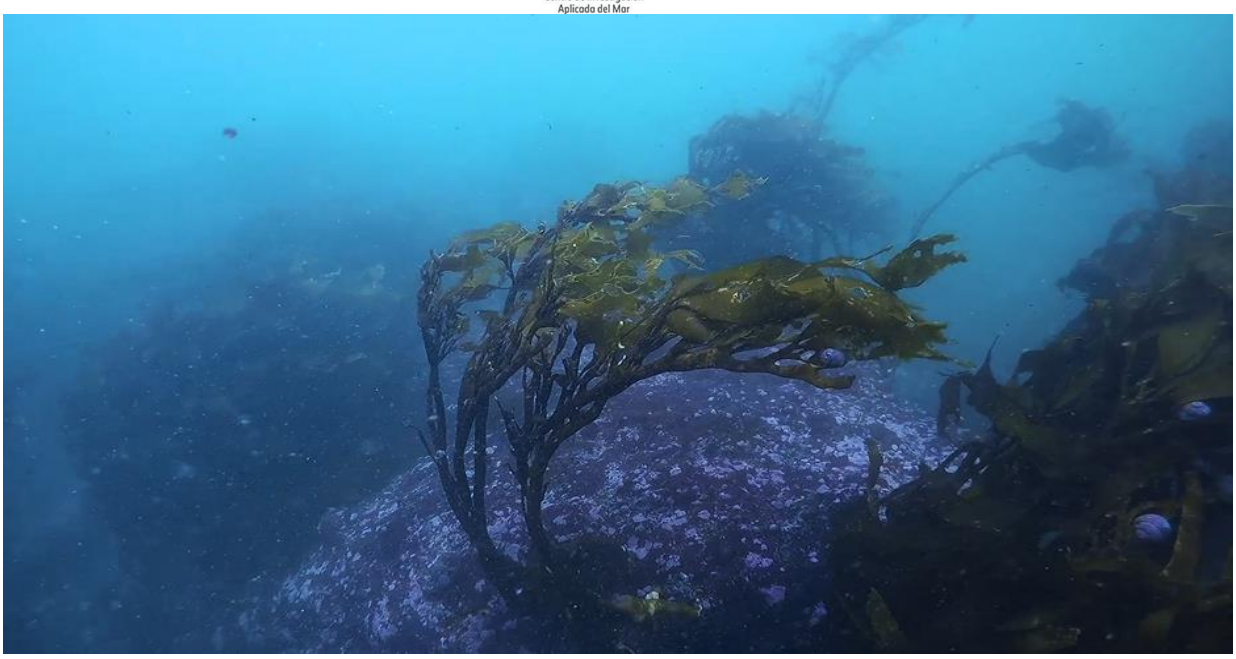


Foto 13. Pradera submareal. Juvenil de *Lessonia trabeculata* en estado de frondosidad intermedia. Profundidad 5 metros (octubre 2023).

Foto 14. Pradera submareal de *Lessonia trabeculata* en estado de frondosidad intermedia. Profundidad 5 metros (octubre 2023).

Foto 15. Pradera submareal de *Lessonia trabeculata* en estado de frondosidad intermedia. Profundidad 5-6 metros (octubre, 2023).

Las praderas de *Macrossystis pyrifera* que se encuentran a una profundidad de 5 a 6 metros, ha continuado siendo afectada por los cambios de temperatura, manteniendo aún una frondosidad intermedia (**Fotos 16 y 17**) y en profundidades mayores de 8 a 10 metros, existen ejemplares en estado de frondosidad alterado, con gran presencia de *tegula* en sus frondas pastoreando (**Fotos 18 y 19**).

Foto 16. Pradera submareal, *Macrocystis pyrifera* en estado de frondosidad intermedia. Profundidad 5 metros.

Foto 17. Pradera submareal. *Macrocystis pyrifera* en estado de frondosidad intermedia. Profundidad 6 metros.

Foto 18. Pradera submareal. *Macrocystis pyrifera* en estado de frondosidad alterada. Profundidad 6 metro.

Foto 19. Pradera submareal. *Macrocystis pyrifera* en estado de frondosidad alterado (C). Profundidad 8-10 metros.

En profundidades de 10 a 12 metros se encuentra *Lessonia trabeculata* en fondo rocoso, algunas en estado alterado y frondosidad intermedia, pero en donde la planta aún está en condición de regenerar sus tejidos sin problemas a pesar del pastoreo de *Tegula* en sus frondas y estipes (**Fotos 20 y 21**).

Foto 20. Pradera submareal de *Lessonia trabeculata* en estado de frondosidad alterado. Profundidad 8-10 metros.

Foto 21. Pradera submareal de *Lessonia trabeculata* en estado de frondosidad intermedio (B). Profundidad 8-10 metros.

Se destaca que *Lessonia trabeculata* a una profundidad de 10 a 12 metros, con un sustrato mixto rocoso-arenoso y conchuela, se encontró en un estado de frondosidad óptimo, es decir son praderas que continúan en buena condición y que no han sido aún afectadas por los cambios de temperatura (**Fotos 22 y 23**).

Foto 22. Pradera submareal. *Lessonia trabeculata* en estado de frondosidad óptima. Profundidad de 10 a 12 metros. Sustrato mixto. Julio 2023.

Foto 23. Pradera submareal. *Lessonia trabeculata* en estado de frondosidad óptima (A). Profundidad 10-12 metros. Sustrato mixto. Octubre 2023

Comunidad bentónica asociada

La comunidad bentónica asociada a la pradera de algas pardas encontrada en el segundo monitoreo (octubre 2023) está predominantemente compuesta por erizos negros y rojos (**Fotos 24 y 25**), en menor cantidad de lo registrado en julio 2023 (**Foto 26**), los cuales expresan un estado morfológico deteriorado, como también mortalidad de estos recursos (**Foto 27**). Se registra ampliación de la cobertura y altas densidades de gastrópodos, principalmente de tégulas, las que se visualizan en su mayoría pastoreando sobre la pradera de macroalgas en estado alterado (**Fotos 28 y 29**). Además, se logra registrar la presencia en baja densidad de *C. concholepas* y muy escasa ocurrencia de representantes de la familia *Fissurellidae* y estrellas de mar.

Foto 24. Pradera submareal de *L. trabeculata*. Abundancia de erizos negro y rojo. Profundidad 0 a 2 metros. Octubre 2023.

Foto 25. Pradera submareal de *L. trabeculata,* erizo negro, rojo y tegula. Profundidad 3 metros.

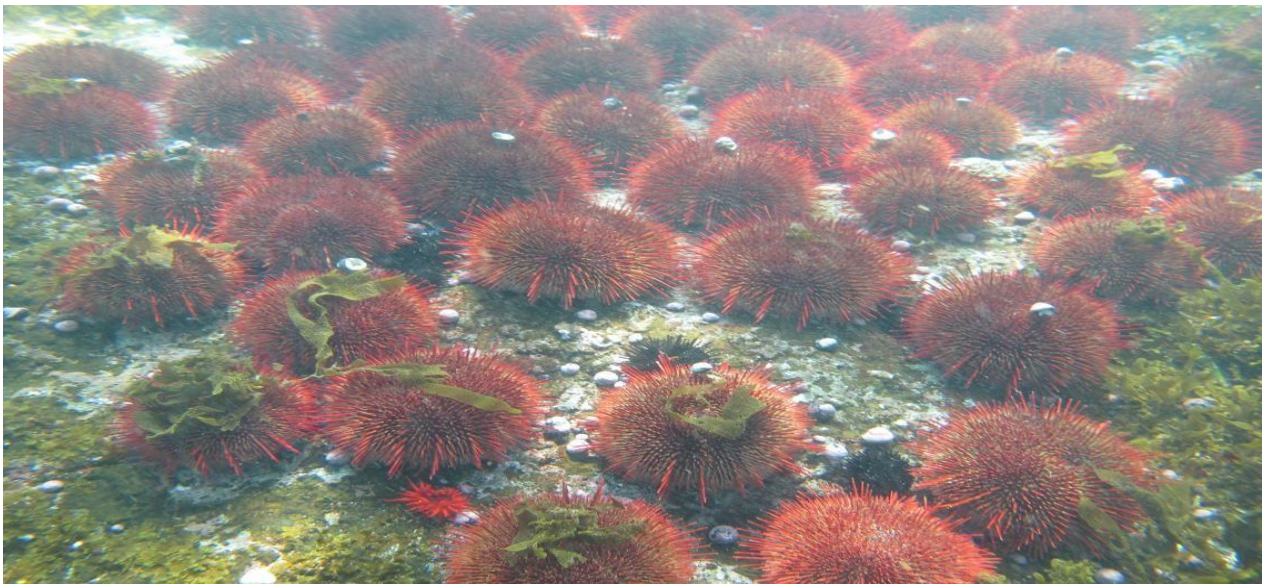


Foto 26. Erizo rojo y tegula en alta densidad. Profundidad 5 metros. Foto de julio 2023

Foto 27. Rizoide de *Lessonia trabeculata. Mortandad de erizo rojo.* Profundidad 8 a 10 metros.

Foto 28. Presencia de *Concholepas concholepas* en fondo rocoso. Profundidad 8 metros.

Foto 29. Tegulas, erizo negro y rojo asociados a *L. berteorana* con frondosidad alterada. Profundidad 3 metros.

DISCUSIÓN

Zona Intermareal

Durante el periodo de transición del evento "La Niña" (que se extendió por tres años) a "El Niño 2023", comenzaron a expresarse las primeras consecuencias en la zona intermareal, con la desaparición de la franja, en el menor rango de profundidad, de *M. pyrifera* y alteraciones en la frondosidad de *L. berteorana*. Se evidencia que la zona más afectada fue la expuesta a las mareas, en donde se registraron altos valores de temperatura superficial del mar. Este cambio en las condiciones oceanográficas podría explicar en parte la desaparición de *M. pyrifera*, cuya especie expresaba una recuperación de sus praderas desde el año 2005 a mayo 2023.

Durante el período de marea alta en el intermareal, la temperatura es relativamente constante y no hay problemas de desecación. El oxígeno y el dióxido de carbono están disponibles, la luz es reducida, permitiendo la fotosíntesis y los nutrientes son abundantes. Sin embargo, al bajar la marea las fluctuaciones de temperatura pueden ser considerables y existe el riesgo de la desecación (Rico & Fredriksen 1996). Sumado a este proceso de las mareas, un evento cálido duplica esta fase de desecación, y también los períodos de marejadas inusuales, comportamiento que también se observó durante el año 2023 en la zona norte de Chile, lo que explica el alto desprendimiento de macroalgas.

Los procesos reproductivos en muchas especies de algas dependen de las condiciones del ambiente. Factores como la desecación, el movimiento del agua, la luz y la temperatura pueden provocar en el alga liberación de esporas. Santelices (2002) ha encontrado que la salinidad puede afectar la poliespermia y la viabilidad de los gametos, o el movimiento del agua provocar su dilución.

Arntz y Fahrbach (1996), destacan que la recuperación de las poblaciones de algas pardas frente a las costas de Perú se inició a fines de 1985 y éstas tardaron años para que las praderas de algas pardas alcanzaran nuevamente su altitud y extensión, lo mismo está referido para Chile, donde la recuperación fue muy lenta, por lo que se necesitarán hasta un decenio para poder retornar a sus condiciones previas.

Zona Sublitoral

La especie predominante en el área de estudio, *L. trabeculata,* ha sido afectada en menor medida, lo que estaría asociado, con los cambios de temperatura de octubre del 2023 en la franja comprendida entre la costa y las 5 mn, en donde la temperatura superficial del mar (TSM), fluctuó entre 16,4 °C registrado a 1 mn, al sur de Iquique y 17,3 °C medido a 5 mn. Siendo 1,2 °C y 1,4 °C más frías, respecto a lo reportado al mes de septiembre. (Fuente: CIAM). Si se compara con julio de 2023, esta sería 2,3 °C y 3,1 °C, respectivamente, más frías que octubre 2023. (Fuente: CIAM)

Considerando que L. trabeculata se encuentra a los 10 metros en categoría A (estado de frondosidad óptimo) estaría asociado a la disminución de la TSM registrada en septiembre y octubre (< 2,1 °C y < 3,3 °C, respectivamente, con respecto a julio 2023. (Fuente: CIAM). Los cambios de temperatura controlan el índice del metabolismo de la planta que alternadamente determina la cantidad de fotosíntesis que puede ocurrir. La mayoría de la actividad metabólica biológica en el océano ocurre entre 0 y 27 °C. Las temperaturas óptimas para la productividad coinciden con 15° C a 20 °C, rango que permite la fotosíntesis de las macroalgas.

El movimiento del agua en profundidad tiene un efecto en el metabolismo de las algas. Littler (1979) observó en Ulva y Colpomenia que variaron su fotosíntesis de acuerdo al movimiento del agua. En general, el movimiento del agua facilita el transporte de iones desde y hacia la célula (Hurd 2000).

Venegas *et al*. (1993) indicó que las plantas al cambiar de ambiente modificaron su metabolismo y también variaron su morfología. En lugares protegidos las láminas tienden a ser más anchas y delgadas, mientras que en sectores con mayor movimiento de agua las láminas son más gruesa y angostas

La diferencia con las frondas en la zona intermareal, donde la magnitud de la anomalía térmica y las bajas concentraciones de nutrientes, podrían explicar la alteración de la función fisiológica de las praderas. Producto de lo anterior, los ejemplares pierden sus frondas y su estipe (no producen tejido nuevo). Sus discos y hapterios son pastoreados hasta desprenderse, con una consecuente muerte de la macroalga.

El segundo responsable en la muerte de las macroalgas, son los pastoreadores. Algunas especies son beneficiadas por estas altas temperaturas y adquieren una gran biomasa, teniendo que alimentarse de las macroalgas que se encuentran en un estado vulnerable por cambios del medio. La gran predación de plantas juveniles, provoca una disminución

importante del reclutamiento. Al respecto, Fernández *et al.,* 1990, observaron una gran cantidad de erizos y *Tegula sp*, especies que probablemente fueron los principales responsables del pastoreo o consumo de los tejidos en descomposición de macroalgas. A diferencia del monitoreo efectuado en julio 2023, en este segundo monitoreo (octubre 2023), existió una gran mortandad de erizo negro y erizo rojo, pero aún se mantiene una gran biomasa de *Tegula* pastoreando.

Por otra parte, Villouta y Santelices (1986), determinaron que en estado adulto *L. trabeculata* normalmente muestra unos pocos estipes ramificados, sólo en sus porciones más altas, debido a que el pastoreo reduce el número y longitud de las frondas.

Fernández *et al.,* 1999 indicaron que durante el "El Niño 1997 – 98", observaron la dominancia de *L. trabeculata* sobre otras especies de algas, situación similar se ha evidenciado cualitativamente en el presente evento El Niño 2023, en el sector Sarmenia. Además, estos autores dejan en claro que al término del período "El Niño 97-98", *L. trabeculta* no se podría recuperar al igual que las macroalgas, que se encuentran a mayor profundidad.

Se destaca que en octubre 2023 no existe una mortandad a mayor profundidad, en donde *Lessonia trabeculata* presenta un estado de frondosidad óptima, con individuos mayoritariamente con follaje frondoso entre un 70 y 100% de cobertura, lo cual probablemente se debe a la disminución de temperatura y salinidad y la activación de surgencia activa.

Se observaron diversos peces en el sector Sarmenia durante el monitoreo efectuado en octubre 2023, destacándose cardúmenes de anchoveta juvenil (**Anexo I**).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la buena disposición y colaboración entregada por don Bertram Dawson S. Gerente de "*Cultivos Marinos Sarmenia S.A.*", que permitió desarrollar el presente monitoreo científico en un área libre de extracción pesquera, condición necesaria para desarrollar el seguimiento de los efectos del evento "El Niño 2023" sobre las praderas de algas pardas y comunidad bentónica asociada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arntz, W. y Fahbach, E. 1996. El Niño: Experimento climático de la naturaleza causas físicas y efectos biológicos. Editorial: México: Fondo de Cultura Económica. 168 p.

CIAM. 2023. "Seguimiento mensual de la condición del recurso anchoveta (*Engraulis ringens*) con énfasis en la abundancia y distribución de huevos y larvas de peces. Reporte N°106.

Fernández E., Córdova C. y Tarazona J. 1999. Condiciones de la pradera submareal de *Lessonia trabeculata* en la isla Independencia durante el evento "El Niño 1997 – 1998". Rev.Peru. Bol. Volumen Extraordinario: 47-59. Facultad de Ciencias Biológica.

Hurd C. 2000. Water motion, marine macroalgal physiology, and production. Journal of Phycology 36: 453-472.

Littler MM. 1979. The effects of bottle volumen, thallus weight, oxygen saturation levels, and wáter movement on apparent photosynthetic rates in marine algae. Aquatic Botany 7: 21-34.

Lleellish, M., Fernández E. y Hooker, Y. (2001). Distribución del bosque submareal de *Macrocystis pyrifera* durante El Niño 1997-1998 en la Bahía de Pucusana. In: Alveal K & T Antezana (Eds) Sustentabilidad de la biodiversidad. Un problema actual: bases científico técnicas, teorizaciones y proyecciones: 331-350. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Rico JM & Fredriksen.1996. Effects of enviromental factor son net photosynthesis and growth of interdital species of the genus Gelidium (Gelidiaceae, Rhodophyta) in northern Spain Scientia Marina (Barcelona) 60: 265-273.

Santelices B. 2002. Recent advances in fertlization ecology of macroalgae. Journal of Phycology 38: 4-10.

Venegas M, B Matsuhiro & ME Edding. 1993. Alginate composition of Lessonia trabeculata (Phaeophyta: Laminariales) growing in exposed and sheltered hábitats. Botánica Marina 36: 47-51.

Villouta, E.& B Santelices, 1986. *Lessonia trabeculata sp*. (Laminariales, Phaephyta). a new kelpfromChile.Phycología25:81-86.

ANEXO I

Lista de peces observados en el monitoreo

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Aplodactylus punctatus	Jerguilla
Helcogrammoides chilensis	Trombollito 3 aletas
Paralabrax humeralis	Cabrilla
Labrisomus philipii	Tomoyo
Engraulis ringens	Anchoveta (juvenil)
Girela laevifrons	Baunco
Cheilodactylus variegatus	Pintacha
Paralichthys adspersus	Lenguado
Pinguipes sanguinius	Rollizo

Foto 1. Cardúmenes de anchoveta observados en sector Sarmenia, octubre 2023.