



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAISO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y GEOGRAFÍA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR**

**PROYECTO FIPA Nº 2018-14**

---

**“DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN SANITARIA BASE DE  
MOLUSCOS BIVALVOS NATIVOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN  
CHILE”**

---

**INFORME FINAL**

**Junio 2022**



---

INFORME FINAL

**“DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN SANITARIA BASE  
DE MOLUSCOS BIVALVOS NATIVOS DE IMPORTANCIA  
COMERCIAL EN CHILE”**

UNIDAD EJECUTORA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
Facultad de Ciencias del Mar y Geografía  
Escuela de Ciencias del Mar

INVESTIGADOR RESPONSABLE

**DRA. MARIEL CAMPALANS BARNIER**

---

## Personal profesional y técnico

### Proyecto FIPA 2018-14

#### Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)

Nombre	Cargo	Institución
Mariel Campalans C.	Jefa de Proyecto	PUCV
Jacqueline Campalans C.	Investigadora	PUCV
Jaime Aguilera F.	Colaborador	PUCV
María Eugenia Gallardo L.	Técnico	PUCV
Enrique Rocha P.	Técnico	PUCV
Mariajesús Vásquez C.	Técnico	PUCV
Edith Tapia B.	Técnico	PUCV
Maite Lohaus F.	Técnico	PUCV

#### Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC)

Nombre	Cargo	Institución
Catterina Sobenes V.	Investigadora	UCSC
Christian Díaz P.	Investigador	UCSC
Francisca Sandoval	Técnico	UCSC

#### Universidad de Magallanes (UMAG)

Nombre	Cargo	Institución
Juan Iván Cañete A.	Investigador	UMAG
Tania Figueroa	Colaboradora	UMAG
Samantha Kush	Técnico	UMAG
Alvaro Medina	Técnico	UMAG

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se realiza ante la necesidad de conocer las patologías y condiciones patológicas que afectan a los moluscos bivalvos que actualmente son explotados comercialmente y de los cuales no se conoce su situación sanitaria.

Para lograr esta meta es fundamental conocer qué parásitos están presentes en 8 especies nativas de bivalvos y cuáles eventualmente podrían llegar a ser patógenos. Para este efecto se ha realizado una extensa revisión bibliográfica con énfasis en los trabajos desarrollados en relación con la condición sanitaria de cada una de las especies involucradas en este proyecto. La mayor parte de los trabajos realizados en estas especies (*Mesodesma donacium*, *Tagelus dombeii*, *Ensis macha*, *Argopecten purpuratus*, *Leukoma antiqua*, *Mulinia edulis*, *Ostrea chilensis*, *Aulacomya ater*) se refiere a tecnologías de cultivo, pero hay muy poca información relacionada a los patógenos que afectan a estos bivalvos.

Para conocer los bivalvos que se explotan en el país y su importancia en el mercado interno fue necesario elaborar una base de datos que indicara el desembarque por zona o región de cada una de las especies del estudio de los últimos 10 años, luego de ello se construyeron los gráficos de producción por región y por especie lo que permitió identificar las especies de mayor importancia en cada una de las regiones. Posteriormente, utilizando la información recopilada se identificaron las áreas de importancia productiva

A partir de la Base de Datos se realiza también la caracterización de las especies de interés que son cultivadas, por región, en los últimos 10 años. La información recopilada permitió validar la matriz de muestreo propuesta por las Bases Técnicas del proyecto en cuanto a las zonas de importancia productiva, sin embargo, para identificar el origen de las especies fue necesario recurrir a otra base de datos que informó acerca de los recursos autorizados para cada AMERB y su seguimiento para asegurar que el recurso estuviera siendo explotado actualmente. La base de datos proporcionada por IFOP (área Recursos Bentónicos) permitió identificar las AMERB en cada región del estudio asociada a cada recurso de interés para el estudio.

Con la matriz de muestreo validada se comenzó la primera campaña de muestreo de los moluscos nativos involucrados, correspondiente a la estación invierno-primavera, que fue realizada entre julio y agosto del 2019, en las regiones de estudio, es decir, Región de Coquimbo, Biobío y Los Lagos. Durante esta campaña se muestrearon 1730 ejemplares de las 8 especies de moluscos nativas. Para la región de Coquimbo se muestrearon 415 organismos provenientes de 3 AMERB, 2 centros de cultivo y un banco natural. Por otro lado, para la Región del Biobío se muestreó un total de 665 ejemplares provenientes de 3 AMERB y 2 bancos naturales y por último para la Región de los Lagos se muestrearon 650 ejemplares de moluscos provenientes de 3 AMERB, 4 centros de cultivo y 2 bancos naturales.

El segundo muestreo, correspondiente al período verano-otoño, fue realizado un año después de lo presupuestado inicialmente debido a las restricciones de movilidad generadas por la pandemia de Covid-19 en el país, pese a ello fueron muestreadas nuevamente los mismos grupos de especies y las mismas zonas. El total de individuos muestreados en la segunda campaña fue de 1730 individuos, al igual que en el primer muestreo.

Por el elevado número de muestras, la observación y análisis de los cortes histológicos fue realizada durante varios meses y los principales hallazgos encontrados se registraron en fotografías. Fue necesario apoyar la observación histológica con la información bibliográfica de parásitos en publicaciones en especies similares de otros países y también consulta a expertos, considerando que en Chile no existen casi registros histológicos para estas especies.

Los principales hallazgos fueron expuestos en el Taller de Discusión realizado el 5 de febrero de 2020 en Valparaíso, al que asistieron expertos en enfermedades de moluscos en el país, así como la experta internacional Dra. Florencia Cremonte y personal de Sernapesca y Subpesca. La información obtenida de las observaciones histológicas se ha resumido en Tablas. También se ha incluido los principales hallazgos de poliquetos perforadores encontrados en las valvas de los moluscos analizadas.

En cuanto a la situación específica para la enfermedad del Herpesvirus de la ostra, microvariante 1, se realizó el análisis por PCR de todas las muestras de ostra (*O. chilensis*) del primer

y segundo muestreo, análisis realizado por el Laboratorio de Referencia de Especies Hidrobiológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valparaíso. Los resultados fueron negativos para la totalidad de las muestras, indicando que este virus no fue encontrado en los ejemplares obtenidos en este período.

Respecto al análisis de valvas, se han encontrado cuatro especies de poliquetos perforadores en las valvas analizadas: *Dipolydora* sp, *Polydora rickettsii* y *Polydora biocipitalis*) y uno de la familia Cirratulidae (*Dodecaceria* sp). *Polydora rickettsii* fue encontrada en ostión del norte y en ostra chilena. Además, *Polydora biocipitalis* fue detectada en macha (*M. donacium*). La especie *Dipolydora* sp. fue detectada en valvas de ostra, coexistiendo con *Dodecaceria* sp y *P. rickettsii*. Cuatro de las ocho especies del estudio no presentan daño provocado por poliquetos perforadores: *Tagelus dombeii*, *Ensis macha*, *Leukoma antiqua* y *Mulinia edulis* durante la campaña muestreo invernal 2019 y estival 2020-21.

Como conclusión, se puede señalar que hasta la fecha no hay patologías de notificación obligatoria a la OIE, pero se ha encontrado algunas patologías que podrían ser consideradas importantes, las cuales se debería tener en consideración: protozoo tipo haplosporidio en almeja venus y ploma, neoplasia hemocítica en ostra y almeja, presencia de tremátodos en distintas etapas de desarrollo en almeja, macha y navajuela. Infiltración recurrente en glándula digestiva del ostión del norte en forma arremolinada de los hemocitos, lo que sería respuesta a una posible patología aún no determinada.

## EXECUTIVE SUMMARY

The present study is carried out due to the need to know the pathologies and pathological conditions that affect bivalve molluscs that are currently commercially exploited and whose health status is unknown.

To achieve this goal, it is essential to know which parasites are present in 8 native bivalve species and which ones could eventually become pathogens. For this purpose, an extensive bibliographic review has been carried out with emphasis on the work carried out in relation to the sanitary condition of each of the species involved in this project. Most of the work carried out on these species (*Mesodesma donacium*, *Tagelus dombeii*, *Ensis macha*, *Argopecten purpuratus*, *Leukoma antiqua*, *Mulinia edulis*, *Ostrea chilensis*, *Aulacomya ater*) refers to cultivation technologies, but there is very little information related to the pathogens that affect these bivalves.

To know the bivalves that are exploited in the country and their importance in the domestic market, it was necessary to develop a database that would indicate the landing by area or region of each of the species of the study in the last 10 years, after which they built production graphs by region and by species, which allowed identifying the most important species in each of the regions. Subsequently, using the information collected, the areas of productive importance were identified.

From the Database, the characterization of the species of interest that are cultivated, by region, in the last 10 years is also carried out. The information collected allowed validating the sampling matrix proposed by the Technical Bases of the project in terms of areas of productive importance, however, to identify the origin of the species it was necessary to resort to another database that reported on authorized resources. for each AMERB and its monitoring to ensure that the resource was currently being exploited. The database provided by IFOP (Benthic Resources area) allowed to identify the AMERB in each region of the study associated with each resource of interest for the study.

With the validated sampling matrix, the first sampling campaign of the native molluscs involved was started, corresponding to the winter-spring season, which was carried out between

July and August 2019, in the study regions, that is, the Coquimbo Region, Biobío and Los Lagos. During this campaign, 1730 specimens of the 8 species of native molluscs were sampled. For the Coquimbo region, 415 organisms from 3 AMERB, 2 farming centers and natural beds were sampled. On the other hand, for the Biobío Region, a total of 665 specimens from 3 AMERB and 2 natural beds were sampled, and finally, for the Los Lagos Region, 650 specimens of molluscs were sampled from 3 AMERB, 4 farming centers and 2 natural beds.

The second sampling, corresponding to the summer-autumn period, was carried out one year later than initially budgeted due to the mobility restrictions generated by the Covid-19 pandemic in the country, despite this the same groups of species were sampled again and the same áreas. The total number of individuals sampled in the second campaign was 1730 individuals, as in the first sampling.

Due to the high number of samples, the observation and analysis of the histological sections was carried out for several months and the main findings were recorded in photographs. It was necessary to support the histological observation with the bibliographic information of parasites in publications on similar species from other countries and consult experts, considering that in Chile there are almost no histological records for these species.

The main findings were presented at the Discussion Workshop held on February 5, 2020, in Valparaíso, which was attended by experts in mollusc diseases in the country, as well as the international expert Dr. Florencia Cremonte and staff from Sernapesca and Subpesca. The information obtained from the histological observations has been summarized in Tables. The main findings of perforating polychaetes found in the shells of the analyzed molluscs have also been included.

Regarding the specific situation for oyster Herpesvirus disease, microvariant 1 (OsHV-1), PCR analysis was performed on all oyster samples (*O. chilensis*) from the first and second sampling, analysis performed by the Species Reference Laboratory Hydrobiology of the Faculty of Sciences of

the University of Valparaíso. The results were negative for all the samples, indicating that this virus was not found in the specimens obtained in this period.

Regarding the valve analysis, four species of perforating polychaetes have been found in the valves analyzed: *Dipolydora* sp, *Polydora rickettsii* and *Polydora biocipitalis*) and one from the Cirratulidae family (*Dodecaceria* sp). *Polydora rickettsii* was found in northern oysters and Chilean oysters. In addition, *Polydora biocipitalis* was detected in macha (*M. donacium*). The species *Dipolydora* sp. was detected in oyster shells, coexisting with *Dodecaceria* sp and *P. rickettsii*. Four of the eight species in the study had no damage caused by boring polychaetes: *Tagelus dombeii*, *Ensis macha*, *Leukoma antiqua* and *Mulinia edulis* during the winter 2019 and summer 2020-21 sampling campaigns.

As a conclusion, it can be pointed out that to date there are no pathologies of obligatory notification to the OIE, but some pathologies have been found that could be considered important, which should be taken into consideration: protozoa like haplosporidium in Venus and lead clams, neoplasia hemocytic in oyster and clam, presence of trematodes in different stages of development in clam, macha and navajuela. Recurrent infiltration in the digestive gland of the northern scallop with a swirling form of hemocytes, which would be a response to a possible pathology not yet determined

## INDICE

1.	OBJETIVOS .....	23
1.1.	Objetivo general .....	23
1.2.	Objetivos específicos .....	23
2.	ANTECEDENTES .....	24
3.	OBJETIVO ESPECÍFICO 1. <i>Recopilar y analizar información relativa a la existencia de áreas de importancia productiva de almejas (<i>Leukoma antiqua</i>), machas (<i>Mesodesma donacium</i>), navajas (<i>Ensis macha</i>), navajuelas (<i>Tagelus dombeii</i>), ostión del norte (<i>Argopecten purpuratus</i>) y ostra chilena (<i>Ostrea chilensis</i>) en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos, considerando áreas de manejo, bancos naturales y centros de cultivo.</i> .....	28
3.1.	Desarrollo metodológico .....	28
3.1.1.	Descripción de producción de especies de moluscos bivalvos por región en estudio .....	28
3.2.	Resultados .....	29
3.2.1.	Análisis de los desembarques .....	29
3.2.1.1.	Desembarque por especie: .....	30
3.2.1.2.	Producción por origen .....	30
3.2.2.	Regresión lineal .....	35
3.2.3.	Descripción del cultivo de las especies de estudio .....	38
3.2.3.1.	Sistema de cultivo de ostión del norte ( <i>A. purpuratus</i> ) y ostra chilena ( <i>O. chilensis</i> ) .....	39
3.2.3.2.	Cultivos experimentales de navaja, navajuela, almeja, y macha. ....	40
4.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2. <i>Evaluar y complementar el diseño de muestreos propuestos y ejecutar los muestreos planificados, respecto de enfermedades de alto riesgo de moluscos para determinar el estado sanitario base de almejas (<i>Leukoma antiqua</i>), machas (<i>Mesodesma donacium</i>), navajas (<i>Ensis macha</i>), navajuelas (<i>Tagelus dombeii</i>), ostión del norte (<i>Argopecten purpuratus</i>) y ostra chilena (<i>Ostrea chilensis</i>) en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos.</i> .....	48
4.1.	Desarrollo metodológico .....	48
4.1.1.	Revisión bibliográfica .....	48
4.2.	Resultados .....	71
4.2.1.	Base de datos de patógenos relevantes .....	71
4.2.2.	Diseño del programa de muestreo .....	78
4.2.2.	Muestreo región de Coquimbo .....	88
4.2.3.	Muestreo región del Biobío .....	97
4.2.4.	Muestreo región de Los Lagos .....	112
4.2.5.	Diagnóstico de los parámetros ambientales, definidos en base a los antecedentes a medir durante los períodos de muestreo .....	119
4.2.5.1.	Análisis por registros satelitales de TSM en las regiones de muestreo .....	120
4.2.5.2.	Clorofila a satelital .....	127
4.2.5.3.	Mediciones estacionales <i>in situ</i> de las variables ambientales .....	136
5.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3 <i>Dimensionar, identificar y caracterizar sanitariamente las poblaciones evaluadas en cada área geográfica.</i> .....	196
5.1.	Desarrollo metodológico .....	196
5.2.	Resultados .....	196
5.2.1.	Observación de cortes histológicos .....	196
5.2.2.	Observación de parásitos en valvas .....	218
5.2.3.	Análisis merístico o cuantitativos efectuados para caracterizar la estructura de tamaño y peso de cada especie de bivalvo .....	219
5.2.4.	Identificación de especies de poliquetos en moluscos bivalvos chilenos de importancia comercial. ....	219

5.2.5.	Diseño de claves de categorías de daño valvar según especie de bivalvo y poliqueto .....	223
5.2.6.	Análisis de cápsulas, larvas, juveniles y adultos de <i>Polydora</i> spp Spionidae) en residuos de fijador y valvas .....	231
5.2.7.	Identificación poliquetos perforadores del género <i>Polydora</i> que interactúan con moluscos bivalvos de importancia comercial en Chile.....	234
6.	OBJETIVO ESPECÍFICO 4 <i>Proponer el diseño de un programa de vigilancia y control de enfermedades de alto riesgo en moluscos silvestres</i> .....	283
6.1.	Desarrollo metodológico .....	283
6.2.	Resultados .....	283
6.2.1.	Normativa vigente para vigilancia EAR en moluscos .....	283
6.2.2.	Vigilancia epidemiológica según OIE .....	285
6.2.3.	Patologías detectadas frente a vigilancia activa PVM.....	286
6.2.4.	Programa monitoreo preventivo .....	289
7.	DISCUSIÓN.....	292
8.	CONCLUSIONES .....	311
9.	TALLER DE DISCUSIÓN Y DIFUSION FIPA 2018-14.....	313
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	314
	ANEXOS .....	330

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1 REGISTRO DE FACTORES AMBIENTALES RELACIONADOS A LA EXPRESIÓN DE LOS PATÓGENOS DE ALTO RIESGO	27
TABLA 2. SISTEMAS DE CULTIVOS EXTENSIVOS DE MOLUSCOS BIVALVOS OSTIÓN DEL NORTE Y OSTRA CHILENA (FIPA 2015-02).	40
TABLA 3. PROYECTOS FIPA REVISADOS Y RELACIONADOS A LA TEMÁTICA DEL ESTUDIO	49
TABLA 4. PARÁSITOS ENCONTRADOS EN LAS ESPECIES EN ESTUDIO. SE INCLUYE BACTERIAS QUE HAN OCASIONADO MORTALIDADES MASIVAS.	59
TABLA 5. TESIS DE DISTINTAS UNIVERSIDADES DEL PAÍS RELACIONADAS CON ALGUNAS DE LAS ESPECIES DE MOLUSCOS BIVALVOS DEL ESTUDIO	65
TABLA 6. SECTORES PSMB EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS REPORTADOS ENTRE 2015 AL 2019	66
TABLA 7. LISTADO DE ENFERMEDADES DE ALTO RIESGO EN MOLUSCOS SEGÚN EL REGLAMENTO SANITARIO (RESA). EL LISTADO SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN LA RESOLUCIÓN N°2574 /2018.	71
TABLA 8. PATOLOGÍAS EN POBLACIONES DE MOLUSCOS DEL ESTUDIO, EN CHILE	72
TABLA 9. PATOLOGÍAS EN POBLACIONES DE ESPECIES DE MOLUSCOS SIMILARES, A NIVEL MUNDIAL	73
TABLA 10. MATRIZ DEL NÚMERO DE MUESTRAS DE CADA ESPECIE DE MOLUSCOS DEL ESTUDIO QUE SE OBTUVIERON EN CADA UNA DE LAS 3 REGIONES DEL ESTUDIO CONSIDERANDO 3 ORÍGENES (POBLACIONES NATURALES Y POBLACIONES DE CULTIVO). (BASES TÉCNICAS FIPA 2018-14)	79
TABLA 11. LISTA DE ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LOS CÓDIGOS DE MUESTREO	81
TABLA 12. INFORMACIÓN GENERAL DE ENTREVISTA POR SITIO EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO	85
TABLA 13. SÍNTESIS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A LOS DIRIGENTES DE LAS AMERB, REGIÓN DEL BIOBÍO	86
TABLA 14. SÍNTESIS DE LA ENCUESTA APLICADA EN EL BANCO NATURAL DE TUBUL	87
TABLA 15. MATRIZ DE MUESTREO REALIZADA EN LA REGIÓN DE COQUIMBO PARA LA CAMPAÑA INVIERNO-PRIMAVERA Y VERANO-OTOÑO (2019 Y 2021)	89
TABLA 16. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO EMPLEADAS PARA LA DETECCIÓN DE: PROTOZOOS, BACTERIAS, VIRUS Y PARÁSITOS.	92
TABLA 17. MATRIZ MUESTREO REGIÓN DEL BIOBÍO	102
TABLA 18. MUESTREOS REALIZADOS EN PRIMERA Y SEGUNDA CAMPAÑA SEGÚN SECTOR Y FECHAS	103
TABLA 19. MATRIZ DE MUESTREO REALIZADA EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS PARA LA CAMPAÑA INVIERNO-PRIMAVERA	112
TABLA 20. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN PUERTO ALDEA. JULIO DE 2019.	147
TABLA 21. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN TONGOY. JULIO DE 2019.	149
TABLA 22. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN CHOREADERO. JULIO DE 2019.	151
TABLA 23. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN PUNTA CHOROS, JULIO DE 2019.	153
TABLA 24. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN ISLA CHOROS. JULIO DE 2019.	155
TABLA 25. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN APOLLILLADO. JULIO DE 2019.	156
TABLA 26. VARIABLES AMBIENTALES REGISTRADAS POR SITIOS DE MUESTREO.	162
TABLA 27. VARIABLES AMBIENTALES REGISTRADAS A TRES PROFUNDIDADES POR SITIO.	163

TABLA 28. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN ISLA TENGLO (PUNTA CEMENTERIO) SEPTIEMBRE DE 2019.	175
TABLA 29. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN CANAL QUIHUA. SEPTIEMBRE DE 2019.	177
TABLA 30. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN CANAL CAULÍN. SEPTIEMBRE DE 2019.	179
TABLA 31. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN BAHÍA HUEIHUE. SEPTIEMBRE DE 2019.	182
TABLA 32. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN ISLA AULÍN. SEPTIEMBRE DE 2019.	183
TABLA 33. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN ESTERO QUETALMAHUE. SEPTIEMBRE DE 2019.	185
TABLA 34. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN PLAYA MAR BRAVA. SEPTIEMBRE DE 2019.	187
TABLA 35. ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES MONITOREADAS EN BAHÍA CUCAO. SEPTIEMBRE DE 2019.	188
TABLA 36. RESUMEN DE PARÁMETROS AMBIENTALES (PROMEDIO) POR ORIGEN Y REGIÓN DETERMINADOS DURANTE LAS CAMPAÑAS DE INVIERNO Y VERANO (2019 Y 2021 RESPECTIVAMENTE)	190
TABLA 37. PREVALENCIA DE PATOLOGÍAS, POR REGIÓN, ESPECIE Y SISTEMA DE CULTIVO. CAMPAÑA INVIERNO 2019	197
TABLA 38. PREVALENCIA DE PATOLOGÍAS, POR REGIÓN, ESPECIE Y SISTEMA DE CULTIVO. CAMPAÑA DE MUESTREO VERANO 2021.	198
TABLA 39. LISTA DE MOLUSCOS BIVALVOS CHILENOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL FAMILIA A LA QUE PERTENECE DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y HABITAT EN QUE FUERON MUESTREADAS	220
TABLA 40. ORIGEN DE LAS MUESTRAS, LOCALIDAD O LUGAR DE COLECTA, LA ESPECIE DE BIVALVO, EL TAMAÑO MUESTRAL (N) Y ANTECEDENTES MERÍSTICOS PARA CADA ESPECIE SEGÚN REGIÓN INVOLUCRADA EN ESTE ESTUDIO.	221
TABLA 41. ESCALA CUALI- Y CUANTITATIVA UTILIZADA PARA ESTIMAR EL NIVEL DE DAÑO PROVOCADO POR EL POLIQUETO <i>POLYDORA RICKETTSI</i> SOBRE LA VALVA IZQUIERDA DEL BIVALVO <i>ARGOPECTEN PURPURATUS</i> .	223
TABLA 42. ESCALA CUALI- Y CUANTITATIVA UTILIZADA PARA ESTIMAR EL NIVEL DE DAÑO PROVOCADO POR EL POLIQUETO <i>POLYDORA BIOCCIPITALIS</i> SOBRE LA VALVA IZQUIERDA DEL BIVALVO <i>MESODESMA DONACIUM</i> (MODIFICADO DE RIASCOS <i>ET AL.</i> , 2008)	225
TABLA 43. A) CARACTERES MORFOLÓGICOS DE IMPORTANCIA TAXONÓMICA PARA IDENTIFICAR ESPECIES DE <i>POLYDORA</i> Y <i>DIPOLYDORA</i> NATIVAS DE LA COSTA DE CHILE (POLYCHAETA: SPIONIDAE) QUE PERFORAN LAS VALVAS DE ALGUNOS BIVALVOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN CHILE (ROJAS & Olivares, 2006)	234
TABLA 43. B) CARACTERES MORFOLÓGICOS DE IMPORTANCIA TAXONÓMICA PARA IDENTIFICAR DOS ESPECIES DE <i>POLYDORA</i> NATIVAS DE LA COSTA DE CHILE (POLYCHAETA: SPIONIDAE) QUE PERFORAN LAS VALVAS DE ALGUNOS BIVALVOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN CHILE (MODIFICADO DE BASILIO <i>ET AL.</i> , 1995)	234
TABLA 44. BIODIVERSIDAD DE POLIQUETOS PERFORADORES Y SUS MOLUSCOS BIVALVOS HOSPEDADORES ANALIZADOS Y ABUNDANCIA DE POLIQUETOS EN DOS CAMPAÑAS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA.	238
TABLA 45 NIVEL DE INFESTACIÓN DEL POLIQUETO <i>P. RICKETTSI</i> DETECTADO EN EL OSTIÓN DEL NORTE ( <i>ARGOPECTEN PURPURATUS</i> ) PROVENIENTE DE CENTROS DE CULTIVO Y ÁREAS DE MANEJO DE BAHÍA TONGOY, COQUIMBO (PERÍODO INVERNAL 2019).	240
TABLA 46. NIVEL DE INFESTACIÓN DEL POLIQUETO <i>P. BIOCCIPITALIS</i> DETECTADO EN MACHA PROVENIENTE DE DOS LOCALIDADES DE LA REGIÓN DE COQUIMBO (PERÍODO INVERNAL 2019 – ESTIVAL 200-21).	245
TABLA 48. BIODIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE POLIQUETOS PERFORADORES RECOLECTADOS EN LAS VALVAS DE <i>O. CHILENSIS</i> EN CENTROS DE CULTIVO ANALIZADO DURANTE CONDICIONES INVERNALES 2019 EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS (ISLA DE CHILOÉ).	253

TABLA 49. PROPORCIÓN O FRECUENCIA DE CATEGORÍAS DE DAÑO VALVAR PROVOCADAS POR POLIQUETOS PERFORADORES PRESENTES EN LA MATRIZ CALCÁREA DE LA OSTRA CHILENA ( <i>O. CHILENSIS</i> ) PROVENIENTES DE CUATRO CENTROS DE CULTIVO DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS DURANTE CONDIC	254
TABLA 50. BIODIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE POLIQUETOS PERFORADORES RECOLECTADOS EN LAS VALVAS DE <i>O. CHILENSIS</i> EN CENTROS DE CULTIVO Y BANCO NATURAL PULLINQUE ANALIZADO DURANTE CONDICIONES ESTIVALES 2021 EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS.	254
TABLA 51. PROPORCIÓN O FRECUENCIA DE CATEGORÍAS DE DAÑO VALVAR PROVOCADAS POR POLIQUETOS PERFORADORES PRESENTES EN LA MATRIZ CALCÁREA DE LA OSTRA CHILENA ( <i>OSTREA CHILENSIS</i> ) PROVENIENTES DE CUATRO CENTROS DE CULTIVO Y DEL BANCO NATURAL DE PULLINQUE DE LA R	258
TABLA 52. DATOS MERÍSTICOS DE UNA POBLACIÓN DE <i>TAGELUS DOMBEII</i> RECOLECTADOS EN AGOSTO Y EN PERIODO ESTIVAL 2021. EN UN ÁREA DE MANEJO EN BAHÍA TONGOY, REGIÓN DE COQUIMBO, LARAQUETE, REGIÓN DEL BIOBÍO Y PUNTACENTERIO, REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE. ENTRE PA	262
TABLA 53. DATOS MERÍSTICOS DE <i>ENSIS MACHA</i> RECOLECTADOS EN AGOSTO 2019 EN DOS LOCALIDADES DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE. ENTRE PARÉNTESIS SE INDICA EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN.	266
TABLA 54. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS MERÍSTICAS DEL BIVALVO <i>LEUKOMA ANTIQUA</i> RECOLECTADAS EN TRES ÁREAS DE MANEJO DURANTE LA CAMPAÑA INVERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021. ENTRE PARÉNTESIS SE INDICA EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN.	270
TABLA 55. GRADO DE INFESTACIÓN COMPARATIVO ENTRE DIVERSAS ESPECIES DE MOLUSCOS BIVALVOS DE IMPORTANCIA COMERCIAL PROVENIENTES DE TRES TIPOS DE HÁBITATS Y DE TRES REGIONES DE CHILE:	280
TABLA 56. ANÁLISIS ESTADÍSTICO ENTRE LAS DISTINTAS ÁREAS DE MUESTREO (BANCO NATURAL, CENTRO DE CULTIVO Y AMERB) PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES DE BIVALVOS.	281
TABLA 57. MONITOREOS ACTIVOS PARA EAR LISTA 1 Y LISTA 3 DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA DE MOLUSCO	285
TABLA 58. PATOLOGÍAS QUE AFECTAN A LAS ESPECIES EN ESTUDIO INDICANDO EL PARÁSITO O ENFERMEDAD CAUSANTE, MÉTODO DE DIAGNÓSTICO Y PROCEDIMIENTO RECOMENDADO	289

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DESEMBARQUE TOTAL DE BIVALVOS PECTÍNIDOS, OSTREIDOS Y ENTERRADORES	29
FIGURA 2. DESEMBARQUE O PRODUCCIÓN POR ESPECIE	30
FIGURA 3. DESEMBARQUE Y PRODUCCIÓN CLASIFICADA SEGÚN SU ORIGEN AMERB, BANCO NATURAL Y CULTIVO	31
FIGURA 4. DESEMBARQUE DE MACHAS DESDE LAS AMERB	32
FIGURA 5. DESEMBARQUES DE MACHA, ALMEJA Y NAVAJA DE MAR DESDE LAS AMERB	33
FIGURA 6. DESEMBARQUE DE BIVALVOS DESDE LOS BANCOS NATURALES	33
FIGURA 7. DESEMBARQUE TOTAL DESDE BANCOS NATURALES POR ESPECIE Y REGIÓN	34
FIGURA 8 COSECHA DESDE CENTROS DE CULTIVO DE OSTIÓN DEL NORTE Y OSTRA CHILENA	35
FIGURA 9. AJUSTE LINEAL DE LA PRODUCCIÓN EN LA REGIÓN DE COQUIMBO	36
FIGURA 10. AJUSTE LINEAL DE LA PRODUCCIÓN TOTAL DE BIVALVOS EN LA REGIÓN DE BIOBÍO	37
FIGURA 11. AJUSTE LINEAL DE LA PRODUCCIÓN TOTAL DE BIVALVOS DE INTERÉS EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS	38
FIGURA 12. SISTEMA DE CULTIVO POSTLARVAL Y JUVENILES DE NAVAJA DE 2,15 MM DE LONGITUD VALVAR (20 DÍAS DE CULTIVO). <i>FUENTE: LÉPEZET. AL., 1999</i>	42
FIGURA 13. DISPOSITIVOS “BDC” Y SIEMBRA DE EJEMPLARES DE NAVAJA DE 1 CM DE LONGITUD.	43
FIGURA 15. MEDICIONES DE VENENO PARALIZANTE DE MOLUSCO (VPM) EN 54 CENTROS PARA DISTINTOS AÑOS DE MEDICIÓN.	67
FIGURA 16. MEDICIONES DE VENENO AMNÉSICO DE MOLUSCO (VAM) EN 51 CENTROS PARA DISTINTOS AÑOS DE MEDICIÓN.	68
FIGURA 17. MEDICIONES DE YESOTOXINAS (YTX) EN 48 CENTROS PARA DISTINTOS AÑOS DE MEDICIÓN.	69
FIGURA 18. MEDICIONES DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> (NMP/100 GR) EN 68 CENTROS PARA DISTINTOS AÑOS DE MEDICIÓN.	70
FIGURA 19. UBICACIÓN DE LAS 3 REGIONES DEL PAÍS DESDE DONDE SE OBTENDRÁN LAS MUESTRAS DEL ESTUDIO.	80
FIGURA 20. FILA PARA OBTENER AUTORIZACIÓN PARA ENTRAR A LA ISLA DE CHILOÉ.	82
FIGURA 21. EJEMPLO DE CARTA TIPO ENVIADA A LOS REPRESENTANTES O SOCIOS DE LAS AMERB	84
FIGURA 22. APLICACIÓN DE ENCUESTA A DIRIGENTE CRISTIAN GARRIDO DE LA AMERB PUNTA LAVAPIÉ	85
FIGURA 23. ZONAS DE MUESTREO DE LA CAMPAÑA DE INVIERNO Y VERANO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO	88
FIGURA 24. MUESTRAS OBTENIDAS DESDE AMERB TONGOY	90
FIGURA 25. MUESTRAS OBTENIDAS DESDE AMERB PUERTO ALDEA	90
FIGURA 26. MUESTRAS OBTENIDAS DESDE BANCO NATURAL PUNTA DE CHOROS	90
FIGURA 27. MUESTRAS OBTENIDAS DESDE AMERB APOLLILLADO	91
FIGURA 28. TRASLADO DE LOS EJEMPLARES DESDE LA ZONA DE MUESTREO AL LUGAR DE PROCESAMIENTO.	93
FIGURA 29 A) PREPARACIÓN DEL LUGAR DE REALIZACIÓN DEL PROCESAMIENTO PRIMARIO DE LOS EJEMPLARES MUESTREADOS, B) ROTULACIÓN DE LOS MATERIALES DEL MUESTREO.	93
FIGURA 30. FICHA DE MUESTREO DISEÑADA PARA LAS CAMPAÑAS DE MUESTREO DE INVIERNO/VERANO-	94
FIGURA 31. ACOPIO DE LOS RECURSOS MUESTREADOS EN AGUA DE MAR FILTRADA Y AIREACIÓN	95

FIGURA 32. MEDIDAS MORFOMÉTRICAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO DE MUESTRA	95
FIGURA 33. PROCESAMIENTO PARA HISTOLOGÍA	96
FIGURA 34. ESQUEMAS DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE MOLUSCOS INDICANDO LOS ÓRGANOS Y TEJIDO A OBTENER PARA EL PROCEDIMIENTO HISTOLÓGICO Y MOLECULAR	98
FIGURA 35. APUNTES OBTENIDOS POR LOS COLABORADORES DE LA UCSC DURANTE LA CAPACITACIÓN	98
FIGURA 36. CLASE PRÁCTICA CON PRESENCIA DE INVESTIGADORES Y ALUMNOS	99
FIGURA 37. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR CORTE HISTOLÓGICO EN UNA ALMEJA.	99
FIGURA 38. DIFERENTES ETAPAS DURANTE LA CLASE PRÁCTICA; PREPARACIÓN DE EQUIPOS Y ROTULACIÓN	100
FIGURA 39. PROCEDIMIENTO PARA LA LIMPIEZA Y FIJACIÓN DE VALVAS	100
FIGURA 40. VISITA DE INVESTIGADORES AL LABORATORIO DE PATOLOGÍAS DE LA PUCV	101
FIGURA 41. REVISIÓN DE PROCEDIMIENTOS Y METODOLOGÍAS DURANTE VISITA AL LABORATORIO DE PATOLOGÍAS DE LA PUCV	101
FIGURA 42. MUESTRAS DE NAVAJAS (ENSIS MACHA) LOGRADAS COLECTAR DESDE EL BANCO NATURAL TUBUL DURANTE LAS HORAS DE BUCEO EFECTUADAS	102
FIGURA 43. ZONAS DE MUESTREO DE LA CAMPAÑA DE INVIERNO-PRIMAVERA EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO	103
FIGURA 44. OBTENCIÓN DE MUESTRAS EN ÁREA DE MANEJO LARAQUETE AMERB CERRO VERDE	104
FIGURA 45. OBTENCIÓN DE MUESTRAS EN ÁREA DE MANEJO CERRO VERDE AMERB PUNTA LAVAPIÉ	104
FIGURA 46. OBTENCIÓN DE MUESTRAS EN ÁREA DE MANEJO PUNTA LAVAPIÉ	105
FIGURA 47. OBTENCIÓN DE MUESTRAS EN BANCO NATURAL DE TUBUL	105
FIGURA 48. DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA GENERAL APLICADA EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO	106
FIGURA 49. MANTENCIÓN DE LAS MUESTRAS EN ACOPIO, INSUMOS DE LABORATORIO CODIFICADOS (TUBOS EPPENDORF, PORTAOBJETOS Y CASSETTES HISTOLÓGICOS)	109
FIGURA 50. METODOLOGÍA GENERAL DEL PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO DE LA UCSC	109
FIGURA 51. FOTOGRAFÍA DE INDIVIDUOS CODIFICADOS A) ALMEJA PLOMA, B) CHOLGA, C) NAVAJUELA, D) HUEPO	110
FIGURA 52. MEDICIONES MORFOMÉTRICAS	110
FIGURA 53. PROCEDIMIENTOS DEL CORTE HISTOLÓGICO	110
FIGURA 54. PROCEDIMIENTO PARA ANÁLISIS DE PCR	111
FIGURA 55. PROCEDIMIENTO PARA ANÁLISIS CITOLÓGICO	111
FIGURA 56. PROCESAMIENTO DE VALVAS: PESO DE LAS VALVAS, FOTOGRAFÍAS DE VALVAS CODIFICADAS, Y VALVAS MANTENIDAS EN FORMALINA AL 5%	111
FIGURA 57. ZONAS DE MUESTREO DE LA CAMPAÑA DE INVIERNO-PRIMAVERA EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS	112
FIGURA 58. EJEMPLO DE ROTULADO Y FOTOGRAFÍA DE INDIVIDUOS CODIFICADOS	113
FIGURA 59. MUESTRAS OBTENIDAS DESDE EL CENTRO DE CULTIVO OSTRAS QUIHUA	114
FIGURA 60. MUESTRAS OBTENIDAS DESDE CENTRO DE CULTIVO OSTRAS CAULÍN	114
FIGURA 61. VISITA Y OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE CULTIVOS CHOLCHE	114
FIGURA 62. VISITA Y OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE CULTIVOS HUEIHUE	115

FIGURA 63. REGISTRO DE VISITA Y OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE LAS AMERB DE LA REGION DE LOS LAGOS	115
FIGURA 64. UBICACIÓN RESERVA MARINA PULLINQUE EN GOLFO DE QUETALMAHUE (FUENTE ADAPTADO TILLERÍA, 2011)	116
FIGURA 65. GOLFO DE QUETALMAHUE MOSTRANDO LA LOCALIDAD DE NAL DONDE SE UBICA LA ESTACIÓN DE PULLINQUE Y LA CALETA DE RECOLECTORES DE ALGAS NAL	117
FIGURA 66. PORTÓN DE ENTRADA A LAS DEPENDENCIAS DE LA ESTACIÓN PULLINQUE Y CASA ABANDONADA DE LA ESTACIÓN PULLINQUE	118
FIGURA 67. DETALLE DE LOS CARTELES UBICADOS AL INTERIOR DE LA ESTACIÓN PULLINQUE	118
FIGURA 68. OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS DE OSTRA CHILENA DESDE EL BANCO NATURAL (CALETA NAL)	119
FIGURA 69. TEMPERATURA SUPERFICIAL DE MAR ENTRE LA REGIÓN DE COQUIMBO Y DE LOS LAGOS, MES DE JULIO	121
FIGURA 70. TEMPERATURA SUPERFICIAL DE MAR ENTRE LA REGIÓN DE COQUIMBO Y DE LOS LAGOS, MES DE AGOSTO	121
FIGURA 71. TEMPERATURA SUPERFICIAL DE MAR ZONA DE MUESTREO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO, MES DE JULIO	122
FIGURA 72. VALORES DE TSM PARA CADA SECTOR MUESTREADO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO POR MES DEL AÑO 2019	123
FIGURA 73. TEMPERATURA SUPERFICIAL DE MAR ZONA DE MUESTREO EN LA REGIÓN DEL BÍO BÍO, MES DE AGOSTO DEL 2019	124
FIGURA 74. TSM PARA CADA UNO DE LOS SITIOS DE MUESTREO DE LA REGIÓN DEL BÍO BÍO POR MES EL AÑO 2019	125
FIGURA 75. TEMPERATURA SUPERFICIAL DE MAR ZONA DE MUESTREO EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS, MES DE AGOSTO	126
FIGURA 76. VALORES DE TSM DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS PARA CADA ZONA MUESTREADA POR MES DEL AÑO 2019	127
FIGURA 77. CLOROFILA A ENTRE LA REGIÓN DE COQUIMBO Y DE LOS LAGOS, MES DE JULIO	128
FIGURA 78. CLOROFILA A ENTRE LA REGIÓN DE COQUIMBO Y DE LOS LAGOS, MES DE AGOSTO	129
FIGURA 79. CLOROFILA A ZONA DE MUESTREO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO, MES DE JULIO	129
FIGURA 80. CLOROFILA A EN CADA UNO DE LOS SECTORES MUESTREADOS EN LA REGIÓN DE COQUIMBO	130
FIGURA 81. CONCENTRACIONES DE CLOROFILA-A EN CADA UNO DE LOS SECTORES MUESTREADOS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO	131
FIGURA 82. CLOROFILA A ZONA DE MUESTREO EN LA REGIÓN DEL BÍO BÍO, MES DE AGOSTO	132
FIGURA 83. VALORES DE CLOROFILA-A EN CADA UNO DE LOS LUGARES DE MUESTREO DE LA REGIÓN	132
FIGURA 84. CONCENTRACIONES DE CLOROFILA-A PARA CADA UNO DE LOS LUGARES DE MUESTREO DE LA REGIÓN DEL BÍO BÍO POR MES DEL AÑO 2019	133
FIGURA 85. CLOROFILA A ZONA DE MUESTREO EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS, MES DE AGOSTO	134
FIGURA 86. LUGARES DE MUESTREO DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS	135
FIGURA 87. CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA A EN LOS LUGARES DE MUESTREO DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS	136
FIGURA 88. CTDO MARCA AML MODELO PLUS-X	138
FIGURA 89. MEDICIONES AMBIENTALES <i>IN SITU</i> EN LA ZONA DE TONGOY Y PUERTO ALDEA EN LA REGIÓN DE COQUIMBO	138
FIGURA 90. MEDICIONES AMBIENTALES <i>IN SITU</i> EN LA ZONA DE PUNTA DE CHOROS Y AMERB APOLLILLADO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO	139
FIGURA 91. VISTAS GENERALES DEL SECTOR DE ESTUDIO DE PUERTO ALDEA	140
FIGURA 92. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A PUERTO ALDEA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO. JULIO DE 2019.	140

FIGURA 93. VISTAS GENERALES DEL SECTOR DE ESTUDIO DE TONGOY	141
FIGURA 94. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A TONGOY Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO. JULIO DE 2019.	141
FIGURA 95. VISTAS GENERALES DEL SECTOR DE ESTUDIO DE CHOREADERO	142
FIGURA 96. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A CHOREADERO Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO. JULIO DE 2019.	142
FIGURA 97. VISTAS GENERALES DEL SECTOR DE ESTUDIO DE PUNTA CHOROS E ISLA GAVIOTA	143
FIGURA 98. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A CHOREADERO Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DELAS ESTACIONES DE MONITOREO. JULIO DE 2019.	143
FIGURA 99. VISTAS GENERALES DEL SECTOR DE ESTUDIO AL N DE ISLA CHOROS	144
FIGURA 100. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE AL N DE ISLA CHOROS Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO. JULIO DE 2019.	145
FIGURA 101. VISTAS GENERALES DEL SECTOR DE ESTUDIO DE APOLILLADO	145
FIGURA 102. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A APOLILLADO Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO. JULIO DE 2019.	146
FIGURA 103. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 6 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA DE PUERTO ALDEA. JULIO DE 2019.	148
FIGURA 104. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 8 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA DE TONGOY. JULIO DE 2019.	150
FIGURA 105. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 7 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA DE CHOREADERO. JULIO DE 2019.	152
FIGURA 106. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 4 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA DE PUNTA CHOROS. JULIO DE 2019.	153
FIGURA 107. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 4 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA NORTE DE ISLA CHOROS. JULIO DE 2019.	155
FIGURA 108. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 5 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA DE APOLILLADO. JULIO DE 2019.	157
FIGURA 109. MEDICIONES AMBIENTALES <i>IN SITU</i> EN LAS DISTINTAS ZONAS DE MUESTREO DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO	158
FIGURA 110. PUNTA LAVAPIÉ Y CALETA DE PUNTA LAVAPIÉ	159
FIGURA 111. CALETA TUBUL Y VISTA GENERAL DEL SECTOR	160
FIGURA 112. CALETA LARAQUETE Y VISTA PANORÁMICA DE LARAQUETE	160
FIGURA 113. CALETA CERRO VERDE Y VISTA PANORÁMICA DE CERR O VERDE	161
FIGURA 114. EQUIPOS UTILIZADOS PARA EL REGISTRO DE VARIABLES AMBIENTALES	162
FIGURA 115. MEDICIONES AMBIENTALES <i>IN SITU</i> EN LAS DISTINTAS ZONAS DE MUESTREO DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS, INCLUYENDO LA RESERVA MARINA PULLINQUE	164
FIGURA 116. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE SECTORES SELECCIONADOS PARA MONITOREO OCEANOGRÁFICO. REGIÓN DE LOS LAGOS	165
FIGURA 117. CTDO AML MODELO PLUS-X	166

FIGURA 118. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A ISLA TENGLÓ Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DELAS ESTACIONES DE MONITOREO. SEPTIEMBRE DE 2019.	167
FIGURA 119. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A CANAL QUIHUA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DELAS ESTACIONES DE MONITOREO. SEPTIEMBRE DE 2019..	168
FIGURA 120. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A CANAL CAULÍN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DELAS ESTACIONES DE MONITOREO. SEPTIEMBRE DE 2019	169
FIGURA 121. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A BAHÍA HUEIHUE Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO. SEPTIEMBRE DE 2019.	170
FIGURA 122. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A LA ISLA AULÍN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DELAS ESTACIONES DE MONITOREO. SEPTIEMBRE DE 2019.	171
FIGURA 123. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A ESTERO QUETALMAHUE Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO. SEPTIEMBRE DE 2019.	172
FIGURA 124. ÁREA DE ESTUDIO CORRESPONDIENTE A PLAYA MAR BRAVA Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DELAS ESTACIONES DE MONITOREO. SEPTIEMBRE DE 2019.	173
FIGURA 125. Área de estudio correspondiente a Bahía Cucao y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Septiembre de 2019.	174
FIGURA 126. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 5 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA DE ISLA TENGLÓ (PUNTA CEMENTERIO). SEPTIEMBRE DE 2019.	176
FIGURA 127. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 8 ESTACIONES UBICADAS EN CANAL QUIHUA. SEPTIEMBRE DE 2019.P	178
FIGURA 128. ERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 6 ESTACIONES UBICADAS EN CANAL CAULÍN, SEPTIEMBRE DE 2019.	180
FIGURA 129. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 4 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA DE BAHÍA HUEIHUE. SEPTIEMBRE DE 2019.	182
FIGURA 130. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 4 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA NE DE ISLA AULIN. SEPTIEMBRE DE 2019.	184
FIGURA 131. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 7 ESTACIONES UBICADAS EN EL ESTERO QUETALMAHUE. SEPTIEMBRE DE 2019.	186
FIGURA 132. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 4 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA DE PLAYA MAR BRAVA. SEPTIEMBRE DE 2019.	187
FIGURA 133. PERFILES DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y OXÍGENO DISUELTO PARA 4 ESTACIONES UBICADAS EN LA ZONA COSTERA DE BAHÍA CUCAO. SEPTIEMBRE DE 2019.	189
FIGURA 134. PARÁMETROS AMBIENTALES REGISTRADOS EN CADA UNA DE LAS ZONAS DE MUESTREOS DE LAS REGIONES COQUIMBO, BIOBÍO Y LOS LAGOS. A) CAMPAÑA INVIERNO 2019, B) CAMPAÑA VERANO 2020	191
FIGURA 135. PARÁMETROS AMBIENTALES REGISTRADOS EN CADA UNA DE LAS ZONAS DE MUESTREOS DE LAS REGIONES COQUIMBO, BIOBÍO Y LOS LAGOS. A) CAMPAÑA INVIERNO 2019, B) CAMPAÑA VERANO 2020	199
FIGURA 136. RESUMEN DE LOS PATÓGENOS ENCONTRADOS EN AMBOS MUESTREOS (INVIERNO Y VERANO) POR CADA ESPECIE. SE CONSIDERA TODAS LAS REGIONES DE ESTUDIO.	200
FIGURA 137. MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN LAS MUESTRAS HISTOLÓGICAS DE LAS ESPECIES DE ESTUDIO EN CADA REGIÓN, SEPARADOS POR ÉPOCA DEL AÑO	201

FIGURA 138. PREVALENCIA DE CILIADOS EN CADA UNA DE LAS ESPECIES DEL ESTUDIO, SEGÚN ÉPOCA DEL AÑO.	201
FIGURA 139. DETALLE DE LA COMPOSICIÓN DE TREMATODOS EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO SEGÚN SECTOR Y ÉPOCA DEL AÑO	202
FIGURA 140. PRESENCIA DE MICROORGANISMOS POSIBLES PATÓGENOS POR ESPECIE EN LA TEMPORADA DE ESTUDIO..	202
FIGURA 141. CORTE HISTOLÓGICO DE BRANQUIAS SEÑALANDO COLONIAS BASÓFILAS DE PROCARIOTOS NO IDENTIFICADOS EN BRANQUIAS	203
FIGURA 142. A) CORTE HISTOLÓGICO MOSTRANDO EL PROTOZOO CILIADO TIPO TRICHODINAEN NAVAJUELA ( <i>TAGELUS DOMBEII</i> ) DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO (H&E). BARRA 20µM. B) CORTE HISTOLÓGICO MOSTRANDO EL PROTOZOO CILIADO TIPO HYPOCOMELLA EN LOS ESPACIOS LACUNARES DE LAS BRANQUIAS EN NAVAJUELA ( <i>TAGELUS DOMBEII</i> ).	205
FIGURA 143. OOQUISTES DE LA GREGARINA <i>NEMATOPSIS SP.</i> EN TEJIDO DIGESTIVO DE ALMEJA VENUS ( <i>LEUKOMA ANTIQUA</i> ) DE LA REGIÓN DE COQUIMBO	207
FIGURA 144. CORTE HISTOLÓGICO DE TEJIDO DIGESTIVO (IZQUIERDA) Y TEJIDO CONECTIVO DE ALMEJA VENUS ( <i>L. ANTIQUA</i> ) DE LA REGIÓN DE COQUIMBO (DERECHA), PARASITADO POR LA GREGARINA <i>NEMATOPSIS SP.</i> (BARRA 50 µM)	207
FIGURA 145. CORTES HISTOLÓGICOS MOSTRANDO MACROGAMONTES DE COCCIDIOS EN EL LÚMEN DE TEJIDO RENAL DE NAVAJUELA ( <i>TAGELUS DOMBEII</i> ) DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO	208
FIGURA 146. CORTES HISTOLÓGICOS MOSTRANDO PRESENCIA DE COCCIDIOS	208
FIGURA 147. CORTE HISTOLÓGICO MOSTRANDO ESPOROQUISTES DE TREMATODOS EN DISTINTOS GRADOS DE DESARROLLO	210
FIGURA 148. CORTE HISTOLÓGICO DE A) MACHA ( <i>MESODESMA DONACIUM</i> ) MOSTRANDO TREMATODO DIGÉNEO ENCAPSULADO. FLECHA INDICA VENTOSA APICAL. B) DIGÉNEO EN NAVAJUELA. AMBOS ORGANISMOS DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS. BARRA 20µM	210
FIGURA 149. CORTE HISTOLÓGICO MOSTRANDO ESPOROCISTOS DE TREMATODOS PARASITANDO: A) NAVAJUELA DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO B) ALMEJA VENUS DE BANCO NATURAL, DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS.	211
FIGURA 150. CORTE HISTOLÓGICO DE ALMEJA PLOMA ( <i>MULINIA EDULIS</i> ) DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO MOSTRANDO TREMATODOS EN FORMA DE METACERCARIAS EN BRANQUIAS.	212
FIGURA 151. CORTE HISTOLÓGICO EN EL QUE SE OBSERVA UN TURBELARIO EN TEJIDO DE OSTRA ( <i>OSTREA CHILENSIS</i> ) DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS	212
FIGURA 152. CORTE HISTOLÓGICO DE ÓRGANOS DE INDIVIDUOS QUE PRESENTAN EVIDENCIA DE NEOPLASIA EN: A) TEJIDO BRANQUIAL, B) GLÁNDULA DIGESTIVA C) MANTO DE OSTRA (BARRA 100µM) D) ALMEJA VENUS, <i>L. ANTIQUA</i> BARRA 20µM.	214
FIGURA 153. ATROFIA DE GLÁNDULA DIGESTIVA DE NAVAJA/HUEPO, <i>ENSIS MACHA</i> DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO. BARRA 50µM.	215
FIGURA 154. INFILTRACIÓN HEMOCÍTICA DE GLÁNDULA DIGESTIVA DE OSTIÓN <i>ARGOPECTENPURPURATUS</i> EN FORMA DE REMOLINOS. BARRA 20µM.	215
FIGURA 155: DETALLE DEL TEJIDO DIGESTIVO AFECTADA POR UN PROTOZOO TIPO HAPLOSPORIDIO.	216
FIGURA 156. IMÁGENES DE TEJIDO DE ALMEJA <i>LEUKOMA ANTIQUA</i> Y <i>MULIMIA EDULIS</i> , AFECTADOS POR UN TIPO DE HAPLOSPORIDIO	217
FIGURA 157. CATEGORÍAS DE DAÑO VALVAR EN <i>ARGOPECTEN PURPURATUS</i> .	224
FIGURA 158. GRADOS DE DAÑO VALVAR PROVOCADOS POR EL POLIQUETO <i>POLYDORA BIOCCIPITALIS</i> EN EL BIVALVO <i>MESODESMA DONACIUM</i> EN LA REGIÓN DE COQUIMBO.	226
FIGURA 159. CATEGORÍAS DE DAÑO VALVAR PROVOCADO POR POLIQUETOS PERFORADORES PRESENTES EN LA MATRIZ CALCÁREA DE LA OSTRA CHILENA ( <i>OSTREA CHILENSIS</i> ).	226

FIGURA 160 . VALVAS DE NAVAJUELA <i>TAGELUS DOMBEII</i> , QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES. EJEMPLARES RECOLECTADOS EN EL PERIODO ESTIVAL 2021 EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS, AMERB PUNTA CEMENTERIO	227
FIGURA 161. VALVAS DE HUEPO <i>ENSIS MACHA</i> , QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES.	228
FIGURA 162. VALVAS DE ALMEJA VENUS <i>L. ANTIQUA</i> , QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES. EJEMPLARES RECOLECTADOS EN EL PERIODO ESTIVAL 2021 EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS BANCO NATURAL ISLA AULIN.	228
FIGURA 163. VALVAS DE ALMEJA PLOMA <i>M. EDULIS</i> , QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES. EJEMPLARES RECOLECTADOS EN EL PERIODO ESTIVAL 2021 EN LA REGIÓN DEL BÍOBÍO AMERB PUNTA LAVAPIÉ.	229
FIGURA 164. VALVAS DE CHOLGA <i>A. ATER</i> , QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES	230
FIGURA 165. VALVAS DE CHOLGA <i>A. ATER</i> , CON TUBOS CONSTRUIDOS POR EL POLIQUETO CIRRTLIDAE <i>DODECACERIA</i> SP.	230
FIGURA 166. DETALLE DE LA LESIÓN VALVAR EN <i>A. ATER</i> AFECTADA POR EL POLIQUETO PERFORADOR <i>DIPOLYDORA HUELMA</i> .	230
FIGURA 167. CÁPSULAS OVÍGERAS DEL POLIQUETO <i>P. BIOCCIPITALIS</i> , EXTRAÍDAS DE AMPOLLAS EN LA VALVA. SE OBSERVAN MÁS DE 100 EMBRIONES/CÁPSULA.	232
FIGURA 168 A) DETALLE DE LA MORFOLOGÍA CORPORAL DE UN EJEMPLAR JUVENIL DEL POLIQUETO <i>P. BIOCCIPITALIS</i> . B) DE <i>DIPOLYDORA</i> SOCIALES Y C) <i>D. GIARDI</i>	232
FIGURA 169. ESQUEMA DEL CICLO DE VIDA BENTO-PELÁGICO DE UN REPRESENTANTE DEL GÉNERO <i>POLYDORA</i> ( <i>SPIONIDAE</i> ) FORMADORA DE TUBOS O AMPOLLAS EN VALVAS DE MOLUSCOS.	233
FIGURA 170. ALGUNOS GRADOS DE INFESTACIÓN PROVOCADOS POR EL POLIQUETO <i>P. RICKETSII</i> EN VALVAS DE <i>A. PURPURATUS</i>	241
FIGURA 171. GRADOS DE INFESTACIÓN PROVOCADOS POR EL POLIQUETO <i>P. RICKETSII</i> EN VALVAS DE <i>A. PURPURATUS</i> PROVENIENTES DE AMERB PUERTO ALDEA, CENTRO DE CULTIVO 2 Y CENTRO CULTIVO 1, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE (MUESTREO ESTIVAL 2021).	242
FIGURA 172. VALVAS DE <i>A. PURPURATUS</i> DEL CENTRO DE CULTIVO 1, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE, AFECTADAS POR UN CIRRIPIEDIO EPIBIONTE (MUESTREO ESTIVAL 2021).	243
FIGURA 173. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE <i>A. PURPURATUS</i> EN UNA AMERB (PUERTOALDEA) Y DOS CENTROS DE CULTIVO CENTRO 1 Y CENTRO 2): BAHÍA TONGOY, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE, DURANTE LA CAMPAÑA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA INVERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	244
FIGURA 174. DIVERSOS GRADOS DE INFESTACIÓN PROVOCADOS POR EL POLIQUETO <i>P. BIOCCIPITALIS</i> EN VALVAS DE <i>MESODESMA DONACIUM</i>	246
FIGURA 175. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE CADA VALVA DEL BIVALVO <i>M. DONACIUM</i> DE UN BANCO NATURAL DE PUNTA DE CHOROS, REGIÓN DE COQUIMBO, DURANTE LA CAMPAÑA INVERNAL 2019 (N=175).	247
FIGURA 176. RELACIÓN LONGITUD TOTAL DE VALVAS DE <i>M. DONACIUM</i> VERSUS TAMAÑO AMPOLLA CONSTRUIDAS POR EL POLIQUETO PERFORADOR <i>P. BIOCCIPITALIS</i>	247
FIGURA 177 A) DISPOSICIÓN DE <i>P. BIOCCIPITALIS</i> EN EL TUBOS CONSTRUIDOS EN LAS VALVAS DE <i>M. DONACIUM</i> , B) AMPOLLA CON UNA CÁMARA Y UN CANAL, AMPOLLA CON 5 CÁMARAS, D,E,F) CÁPSULAS OVÍGERAS, ESTADIO JUVENIL Y ADULTO DE <i>P. BIOCCIPITALIS</i> . BANCO NATURAL DE PUNTA DE CHOROS, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE (MUESTREO ESTIVAL 2021).	249
FIGURA 178. RELACIÓN LONGITUD/PESO EN <i>M. DONACIUM</i> DE UNA AMERB DE TONGOY Y BANCO NATURAL DE PUNTA DE CHOROS: REGIÓN DE COQUIMBO, DURANTE LA CAMPAÑA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA INVERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	250
FIGURA 179. RELACIÓN LONGITUD/PESO EN <i>M. DONACIUM</i> DE DOS AMERB (MAR BRAVA Y CUCAO NORTE)	251

FIGURA 180. VISTA EXTERNA DE AMBAS VALVAS DEL BIVALVO <i>O. CHILENSIS</i> PARA DENOTAR LOS TUBOS CONSTRUIDOS POR POLIQUETOS POLIDÓRIDOS ( <i>D. SPP</i> Y <i>P. RICKETTSII</i> ) Y EL CIRRATÚLIDO <i>DODECACERIA SP</i>	252
FIGURA 181 CATEGORÍAS DE DAÑO VALVAR PROVOCADO POR POLIQUETOS PERFORADORES PRESENTES EN LA MATRIZ CALCÁREA DE LA OSTRAS CHILENA ( <i>O. CHILENSIS</i> )	253
FIGURA 182 VISTA DE LOS TUBOS EPPENDORF CONTENIENDO LOS EJEMPLARES DE CIRRATULIDAE <i>DODECACERIA SP</i> EXTRAÍDOS DESDE LAS VALVAS DEL BIVALVO <i>O. CHILENSIS</i> (CENTROS DE CULTIVO, REGIÓN DE LOS LAGOS, CAMPAÑA ESTIVAL 2021). LAS CANTIDADES MAYORES VARIARON ENTRE 80 A 160 EJEMPLARES POR OSTRAS.	255
FIGURA 183. VISTA EXTERNA DE AMBAS VALVAS DEL BIVALVO <i>O. CHILENSIS</i> PARA DENOTAR EL DAÑO PROVOCADO POR EL POLIQUETO CIRRATULIDAE <i>DODECACERIA SP</i> .	255
FIGURA 184. A Y B) VISTA EXTERNA E INTERNA RESPECTIVAMENTE DE AMBAS VALVAS DEL BIVALVO <i>O. CHILENSIS</i> PARA DENOTAR EL ESCASO DAÑO OCURRIDO EN EL BANCO NATURAL.	256
FIGURA 185. CATEGORÍAS DE DAÑO VALVAR PROVOCADO POR POLIQUETOS PERFORADORES PRESENTES EN LA MATRIZ CALCÁREA DE LA OSTRAS CHILENA ( <i>O. CHILENSIS</i> )	257
FIGURA 186. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE <i>O. CHILENSIS</i> EN EL BANCO NATURAL (PULLINQUE) Y DOS CENTROS DE CULTIVO: REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE, DURANTE LA CAMPAÑA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA INVIERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	259
FIGURA 187. VALVAS DE CHOLGA <i>A. ATER</i> , QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES.	260
FIGURA 188. VALVAS DE CHOLGA <i>A. ATER</i> AFECTADAS POR EL POLIQUETO CIRRATULIDAE <i>DODECACERIA SP</i> .	260
FIGURA 189. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE <i>A. ATER</i> EN UNA AMERB (PUNTA LAVAPIÉ), REGIÓN DE BIOBÍO, CHILE, DURANTE LA CAMPAÑA INVIERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	261
FIGURA 190. ASPECTO DE LA PARTE INTERNA DE LAS VALVAS DE <i>TAGELUS DOMBEII</i> DENOTANDO LA AUSENCIA DE TUBO Y AMPOLLAS FORMADAS POR POLIQUETOS PERFORADORES.	262
FIGURA 191. ASPECTO DE LA PARTE INTERNA DE LAS VALVAS DE <i>T. DOMBEII</i> DENOTANDO LA AUSENCIA DE TUBO Y AMPOLLAS FORMADAS POR POLIQUETOS PERFORADORES.	263
FIGURA 192. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE <i>T. DOMBEII</i> EN UNA AMERB DE TONGOY, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE, DURANTE LA CAMPAÑA INVIERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	263
FIGURA 193. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE <i>T. DOMBEII</i> EN TRES AMERB (CERRO VERDE, LARAQUETE) Y UN BANCO NATURAL DE TUBUL, REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE, DURANTE LA CAMPAÑA INVIERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	264
FIGURA 194. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE <i>T. DOMBEII</i> EN UNA AMERB (PUNTA CEMENTERIO), REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE, DURANTE LA CAMPAÑA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA INVIERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	265
FIGURA 195. DETALLE DE LA SECCIÓN INTERNA DE LAS VALVAS DE 4 EJEMPLARES DE HUEPO ( <i>ENSIS MACHA</i> )	267
FIGURA 196. VALVAS DE HUEPO <i>E. MACHA</i> , QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES. EJEMPLARES RECOLECTADOS EN EL PERIODO ESTIVAL 2021 EN LA REGIÓN DEL BÍO BÍO AMERB LARAQUETE.	267
FIGURA 197. DETALLE DE LA SECCIÓN INTERNA DE LAS VALVAS DE 3 EJEMPLARES DE HUEPO ( <i>E. MACHA</i> )	268
FIGURA 198. RELACIÓN LONGITUD/PESO EN <i>E. MACHA</i> EN UNA AMERB (LARAQUETE), REGIÓN DE BIOBÍO, CHILE, DURANTE LA CAMPAÑA INVIERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	269
FIGURA 199. ASPECTO DE LA PARTE INTERNA DE LAS VALVAS DE <i>LEUKOMA ANTIQUA</i> DENOTANDO LA AUSENCIA DE TUBO Y AMPOLLAS FORMADAS POR POLIQUETOS PERFORADORES.	269
FIGURA 200. A) PRESENCIA DE FALSOS POSITIVOS EN <i>L. ANTIQUA</i> EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS (ISLA AULIN)	271
FIGURA 201. VALVAS DE ALMEJA VENUS <i>L. ANTIQUA</i> , QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES.	271

FIGURA 202. VALVAS DE ALMEJA VENUS L. ANTIQUA, QUE DENOTAN LA PRESENCIA DE PETEQUIAS EN EL INTERIOR DE LAS VALVAS EN AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES.	272
FIGURA 203. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE L. ANTIQUA EN UNA AMERB (APOLLADO)	273
FIGURA 204. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE L. ANTIQUA EN DOS AMERB (CERRO VERDE Y LARAQUETE)	274
FIGURA 205. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE L. ANTIQUA EN UNA AMERB (PUNTA CEMENTERIO) Y UN BANCO NATURAL ISLA AULIN REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE, DURANTE LA CAMPAÑA INVERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	275
FIGURA 206. PRESENCIA DE FALSOS POSITIVOS EN EL BIVALVO MULINIA EDULIS EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO (CERRO VERDE A, PUNTA LAVAPIÉ Y TUBUL) RECOLECTADOS DURANTE LA CAMPAÑA INVERNAL 2019 Y QUE ASEMEJAN LA FORMACIÓN DE UNA AMPOLLA POR PARTE DE UN POLIQUETO PERFORADOR (FLECHA NEGRA).	276
FIGURA 207. VALVAS DE ALMEJA PLOMA M. EDULIS, QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES. EJEMPLARES RECOLECTADOS EN EL PERIODO ESTIVAL 2021 EN LA REGIÓN DEL BÍOBÍO AMERB PUNTA LAVAPIÉ .	277
FIGURA 208. VALVAS DE ALMEJA PLOMA M. EDULIS, QUE DENOTAN LA AUSENCIA DE ATAQUE DE POLIQUETOS PERFORADORES, PERO EN QUE APARECEN “SANDY BLACK SPOTS”. EJEMPLARES RECOLECTADO EN EL PERIODO ESTIVAL 2021 EN LA REGIÓN DEL BÍOBÍO AMERB PUNTA LAVAPIÉ .	277
FIGURA 209. RELACIÓN LONGITUD/PESO DE M. EDULIS EN DOS AMERB (CERRO VERDE Y PUNTA LAVAPIÉ) Y UN BANCO NATURAL DE TUBUL, REGIÓN DE BIOBÍO, CHILE, DURANTE LA CAMPAÑA INVERNAL 2019 Y ESTIVAL 2021.	278
FIGURA 210. DIFERENTES PROCEDIMIENTOS PARA DECLARAR AUSENCIA DE ENFERMEDAD (OIE, 2021)	287

# 1. OBJETIVOS

## 1.1. Objetivo General

Determinar la situación sanitaria basal de moluscos nativos de importancia económica en centros de cultivo, áreas de manejo y bancos naturales en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos.

## 1.2. Objetivos Específicos

- *Recopilar y analizar información relativa a la existencia de áreas de importancia productiva de almejas (*Leukoma antiqua*), machas (*Mesodesma donacium*), navajas (*Ensis macha*), navajuelas (*Tagelus dombeii*), ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) y ostra chilena (*Ostrea chilensis*) en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos, considerando áreas de manejo, bancos naturales y centros de cultivo.*
- *Evaluar y complementar el diseño de muestreos propuestos y ejecutar los muestreos planificados, respecto de enfermedades de Alto Riesgo de moluscos para determinar el estado sanitario base de almejas (*Leukoma antiqua*), machas (*Mesodesma donacium*), navajas (*Ensis macha*), navajuelas (*Tagelus dombeii*), ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) y ostra chilena (*Ostrea chilensis*) en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos.*
- *Dimensionar, identificar y caracterizar sanitariamente las poblaciones evaluadas en cada área geográfica.*
- *Proponer el diseño de un programa de vigilancia y control de enfermedades de alto riesgo en moluscos silvestres.*

## 2. ANTECEDENTES

Chile ha tenido un gran desarrollo de cultivo de moluscos, el que se ha ido incrementando y agregando nuevas especies, para las que se está desarrollando la tecnología adecuada. Sin embargo, estos esfuerzos pueden verse amenazados por la posibilidad de una enfermedad, con el agravante, que los moluscos bivalvos no presentan signos externos cuando se encuentran afectados por un patógeno, sólo se sabe que están enfermos cuando se comienzan a morir. La histopatología es la técnica de elección para realizar estos estudios, ya que aporta una gran cantidad de información sobre el estado sanitario de los organismos. Permite ver todos los tejidos de un organismo en una sola placa histológica, y detectar tanto simbioses o parásitos, como otras condiciones patológicas, con excepción de los virus (aun cuando es posible visualizar, en varias enfermedades virales, los daños provocados en los tejidos, sin embargo, se debe confirmar por microscopía electrónica o métodos moleculares).

Es fundamental conocer qué patógenos están presentes en los moluscos aparentemente sanos, y cuáles eventualmente podrían llegar a ser patogénicos, ya sea por pertenecer a phyla que son patógenos de bivalvos, o por poder ser influidos por cambios medio ambientales, de temperatura, salinidad y pH, debido al cambio climático, etc. Sabiendo cuáles son los patógenos y las lesiones patológicas habituales para los organismos, habría una base de comparación con la situación en organismos moribundos si ocurre un evento de mortalidad.

La OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal), se encarga de listar las Enfermedades de Alto Riesgo (EAR) (basado fundamentalmente en un criterio de pérdidas económicas en caso de una enfermedad) para los animales tanto terrestres como acuáticos. Chile, como país miembro de la OIE, tiene la obligación de notificar cualquier brote o sospecha de aparición de cualquiera de los agentes infecciosos listados por la OIE. El Estado, a través de proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA), ha efectuado importantes esfuerzos para conocer las enfermedades y situación sanitaria de moluscos en cultivo. Sin embargo, se sabe muy poco de las enfermedades de especies nativas, ya que los parásitos de una especie exótica de cultivo pueden pasar a alguna especie nativa o viceversa, y pueden actuar como reservorios de posibles patógenos.

Parece prioritario ocuparse de aquellas especies que tienen importancia comercial y social, ya sea que se cultiven o las manejen los pescadores en sus áreas de manejo o acuicultura de pequeña escala. Esto es particularmente importante para organismos en cultivo, ya que el aumento de densidad del cultivo aumenta también las posibilidades de desarrollo de patógenos, sea por el estrés de hacinamiento, menor disponibilidad de alimento y/o oxígeno, lo que permite que, por la mayor cercanía entre los individuos, se facilite la transmisión directa de patógenos.

## **2.1. Efecto de los factores ambientales sobre patógenos causantes de enfermedades en Moluscos**

La expresión o no-expresión de un patógeno determinado en un hospedero va a depender de la susceptibilidad de éste y de su capacidad de resistencia. Se define especie susceptible como la especie hidrobiológica en la que la infección ha sido demostrada por casos naturales o por una exposición experimental al agente patógeno (Res.2638/2008). Resistencia es la respuesta de un hospedador frente a la invasión por parte de un patógeno. Esta respuesta puede ser de dos tipos, humoral o celular, siendo esta última llevada a cabo por los hemocitos (Sindermann, 1990, Allan & Raftos 2015). Las respuestas defensivas de los hemocitos consisten en procesos como quimiotaxis, fagolisosómico, apoptosis, encapsulación, fagocitosis, inflamación, inducción de estados antivirales y reparación de lesiones. Se conoce que las variaciones naturales del ambiente tienen un rol importante en la defensa de muchos animales, y esto es más cierto aún para los moluscos marinos o estuarinos, cuya temperatura y salinidad interna, es muy parecida a las del medio ambiente, por lo tanto, se encuentran sujetos a las fluctuaciones diurnas, con el ciclo de mareas y estacionales (Fisher, 1988).

La expresión inmune de los bivalvos reviste un especial interés dado la eficiencia del sistema a pesar de no tener memoria inmunológica, esto se debe a su repertorio de células inmunes y péptidos antimicrobianos, los que pueden ser especialmente susceptibles a las condiciones ambientales. Sus características estructurales y antimicrobianas también son de gran utilidad para el sector de la biotecnología como plantillas antimicrobianas para combatir la creciente resistencia a los antibióticos (Zanella *et al.* 2017).

En otros estudios se correlacionan parámetros ambientales con la patogenicidad de los patógenos, especialmente de aquellos que se han estado estudiando por mayor número de años. Uno de los primeros casos registrados en la literatura fue la alta mortalidad de *Crassostrea virginica*. Al evaluar los efectos de efluentes de agua de una planta termoeléctrica a temperaturas elevadas, 28-30°C, se detectó una mayor mortalidad de las ostras. Farley *et al.* (1972) describió un virus Herpes en estas ostras, el que luego se encontró también en ostras a temperaturas normales (18 - 20°C), sin causar mortalidades.

El efecto de altas temperaturas en la expresión de virus en larvas de moluscos también ha sido reportado para la ostra del Pacífico (LeDeuff *et al.* 1996). Se sugiere que infecciones latentes podrían ser convertidas en infecciones patentes bajo el efecto de la temperatura, u otros factores ambientales (Sindermann, 1990). También se ha observado el efecto directo de factores ambientales en el desarrollo de *Perkinsus marinus*, un importante parásito de la ostra *C. virginica* a lo largo de la costa este de Estados Unidos. Existen numerosos estudios sobre este patógeno, en que se ha encontrado que su desarrollo y patogenicidad son mayores a temperaturas y salinidades altas (Burreson & Ragone-Calvo, 1996; Ford, 1996; Ragone-Calvo & Burreson, 1994).

Otros estudios señalan que la temperatura es el principal factor que afecta la patogenicidad de *Haploporidium nelsoni* sobre *C. virginica*. En estudios *in vitro* realizados en abalón rojo, se comprobó el efecto estimulante de temperaturas elevadas sobre el agente rickettsial que ocasiona el síndrome del marchitamiento del pie (Moore *et al.*, 2000; Vilchis *et al.*, 2002).

Para el caso de la infección por *Bonamia* en el hemisferio sur, se ha podido conocer sus características epizootológicas a través de los trabajos realizados por Hine. La investigación realizada por Hine en 1996, entrega una importante teoría al estudiar las mortalidades asociadas a *Bonamia* a lo largo de la historia de una zona de cultivo de Nueva Zelanda; él concluyó que la población de ostras experimentaría grandes mortalidades cada 20 ó 30 años, las cuales pueden ser atribuidas a la *Bonamia*, y que, al término de estos amplios ciclos, la patogenicidad de *Bonamia* disminuiría, atribuyendo este fenómeno a la cinética del parásito. En este sentido, la dinámica de la población y la selección de hospederos resistentes (sobrevivientes) al parásito y la cinética de transmisión del protozoo, podría explicar la naturaleza cíclica de las mortalidades a gran escala.

Por este motivo, es importante implementar altos niveles de bioseguridad en los lugares de producción de bivalvos para restringir movimientos de stock. Evitar factores estresantes, como la exposición a temperaturas intensas, altas o bajas, nivel de salinidad, manipulación, confección sustancial con otros patógenos, así como la disminución de la densidad, debería ayudar a reducir el impacto de las enfermedades (Zanella *et al.* 2017). La Tabla 1 resume información bibliográfica sobre los factores ambientales relacionados con las enfermedades de moluscos.

**Tabla 1.** Registro de factores ambientales relacionados a la expresión de los patógenos de alto riesgo

Agente	Hospedero	Factor Ambiental	Autor
<i>B. ostreae</i>	<i>O. edulis</i> <i>O. conchaphila</i> <i>T. puelchana</i> <i>T. angasi</i> <i>T. chilensis</i>	Aguas templadas 12°C - 20°C (verano) Aguas hipersalinas (34-40%) o hiposalina (15%)	OIE, 2019 Elston, 1994
<i>B. exitiosa</i>	<i>O. angasi</i> <i>O. densellamimelosa</i> <i>T. chilensis</i>		
<i>P. marinus</i>	<i>Crassostrea virginica</i>	Salinidades menores a 15-21‰.	OIE, 2019
<i>P. olseni</i>	<i>Haliotis ruber</i> <i>H. cyclobates</i> <i>H. scaralis</i> <i>H. laevigata</i>	No se presentan mortalidades serias. Temperaturas de 18 a 30°C Sobre 20% en aguas tropicales	Elston, 1994 Villalba <i>et al.</i> , 2005
<i>M. refringens</i>	<i>O. edulis</i>	Temperaturas mayores a 17°C Altas salinidades limitan su manifestación clínica	OIE, 2019
Herpesvirus de la ostra OsHV-1u	<i>C. gigas</i> <i>C. angulata</i>	Temperaturas de 25 a 30°C	OIE, 2019 Arzul <i>et al.</i> 2013
<i>Terabrasabella heterouncinata</i>	<i>H. refuscens</i> <i>H. fulgens</i> <i>H. corrugada</i> <i>H. midae</i>	Temperaturas entre 12 y 21°C	OIE, 2019
<i>Xenohaliotis californiensis</i>	<i>H. cracherodii</i> <i>H. rufescens</i>	Alta temperatura, 18 a 20°C aceleran su desarrollo	Friedman, 2000
Herpesvirus del abalón	<i>Haliotis diversicolor</i> <i>Haliotis laevigata</i> <i>Haliotis rubra</i>	Temperaturas entre 16 y 19°C	OIE, 2019

**3. OBJETIVO ESPECÍFICO 1.** *Recopilar y analizar información relativa a la existencia de áreas de importancia productiva de almejas (*Leukoma antiqua*), machas (*Mesodesma donacium*), navajas (*Ensis macha*), navajuelas (*Tagelus dombeii*), ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) y ostra chilena (*Ostrea chilensis*) en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos, considerando áreas de manejo, bancos naturales y centros de cultivo.*

### **3.1. Desarrollo Metodológico**

#### **3.1.1. Descripción de producción de especies de moluscos bivalvos por región en estudio**

Para caracterizar los desembarques históricos desde bancos naturales, Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), y cosecha de centros de cultivo en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos, para las especies almeja (*L. antiqua*), macha (*M. donacium*), navaja (*E. macha*), navajuela (*T. dombeii*), ostión del Norte (*A. purpuratus*) y ostra chilena (*O. chilensis*), se recurrió a fuentes oficiales de datos, disponibles desde la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) y del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

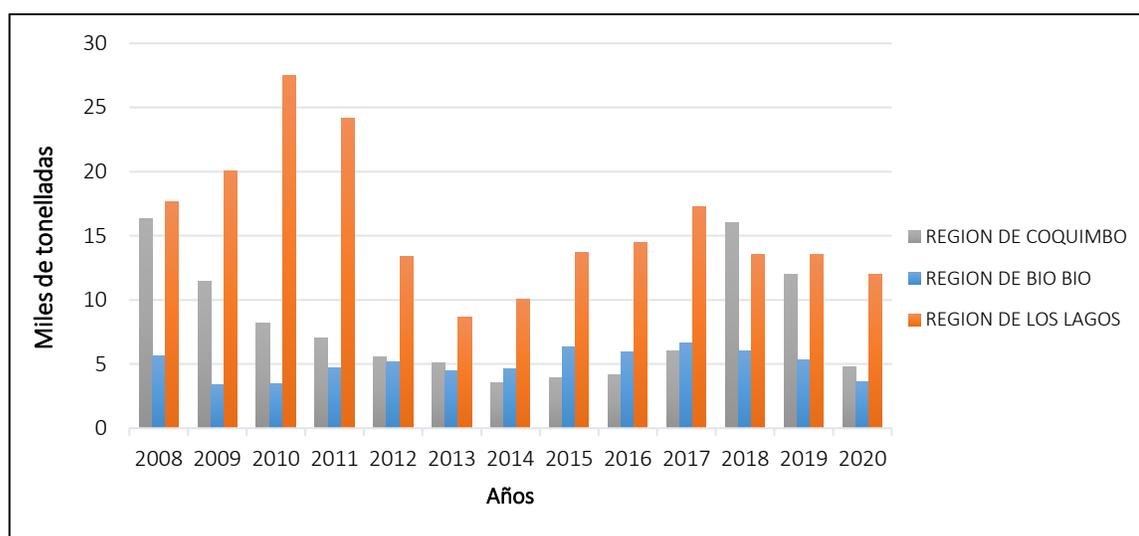
La data se analizó de la siguiente manera:

- Datos desde el año 2008 al 2020, de manera de identificar fluctuaciones en los desembarques desde bancos naturales, cultivo y AMERB. Se presentan mediante gráficos a través de los años por: región, especie en estudio, cultivo por especie según origen (AMERB, bancos naturales o centro de cultivo).
- Para identificar tendencia en los volúmenes por especie y región se realiza, mediante ajustes de regresión (lineal, exponencial, logística según el mejor grado de ajuste) de manera de evaluar las tasas de crecimiento y tendencia.
- Para los análisis de desembarque, se toman en cuenta las épocas de veda extractiva decretadas u otro evento importante (como por ejemplo tsunami del año 2010 en el borde costero) especialmente de la Región de Biobío.

### 3.2. Resultados

#### 3.2.1. Análisis de los desembarques

Se consultó la información disponible en los sitios web de Sernapesca, como las estadísticas de desembarques y cosecha publicados anualmente, obteniendo una Base de Datos que entregó información global de la producción a lo largo de los últimos 13 años (Figura 1).



**Figura 1.** Desembarque total de bivalvos pectínidos, ostreidos y enterradores por región

De los resultados se observa que la Región de Los Lagos mantiene una mayor producción de las especies en estudio, considerando los 3 orígenes, salvo en el año 2018 en que fue superada por la Región de Coquimbo. La mayor disminución de la producción se observa en la Región de Coquimbo. Al respecto se debe recordar que el periodo de mayor producción de la industria pectinicultora se alcanzó el año 2008, comenzando un descenso que fue incrementándose hasta el año 2015 cuando su producción fue menor a las 3.000 toneladas. Esta baja provocó la desaparición de gran parte de la industria. Se atribuye esta baja a la fuerte entrada de la industria peruana en el mercado internacional. Desde el 2015 a 2017 se observa un leve aumento en la producción de pectínidos, culminando con un aumento considerable en el año 2018, volviendo a bajar la producción bruscamente en el año 2020.

### 3.2.1.1. Desembarque por especie:

Al observar la producción por especie se puede ver que la mayor fluctuación se debe a la caída de la producción de la almeja, que es la especie que tiene mayor incidencia en el desembarque total, en el periodo estudiado. El ostión del norte presenta mayor influencia en el desembarque total durante el periodo 2008-2011 y luego no presenta grandes fluctuaciones hasta el año 2018 y 2019 en que aumenta su producción, volviendo a bajar en el 2020. Por otro lado, la influencia de la producción de ostra chilena en el total de la producción es marginal. A excepción de la producción de machas, el resto de las especies tienden a mantener su producción (Figura 2).

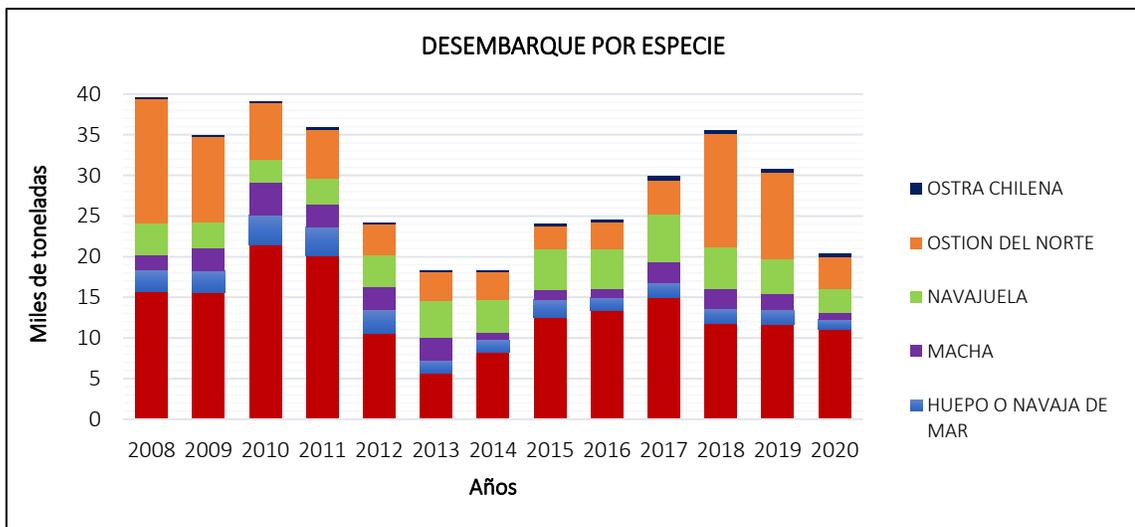
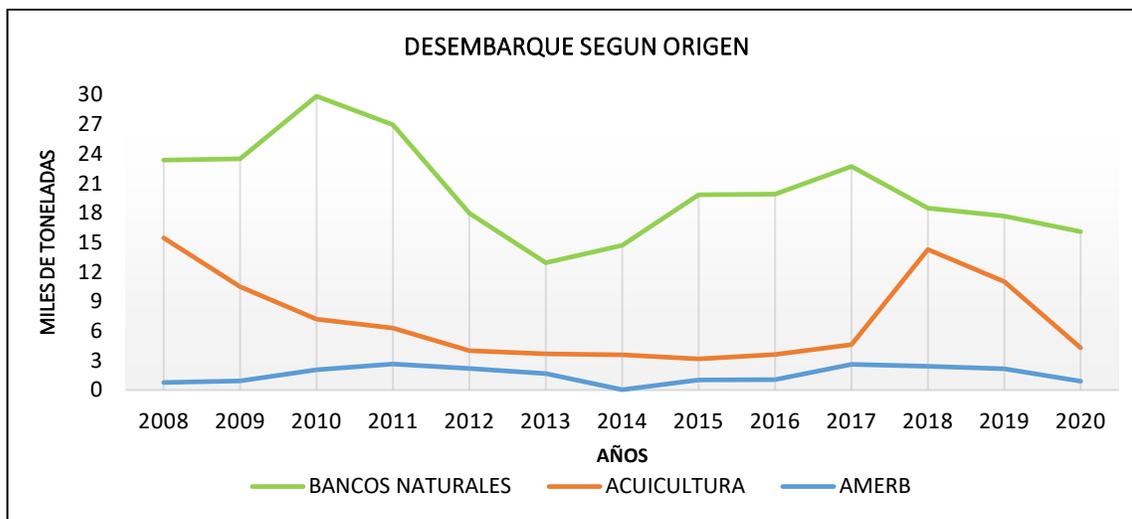


Figura 2. Desembarque o producción por especie

### 3.2.1.2. Producción por Origen

Para los análisis de los desembarques, se clasifica el origen de la producción en AMERB, cultivo y bancos naturales y se presentan en la Figura 3.



**Figura 3.** Desembarque y producción clasificada según su origen AMERB, Banco Natural y Cultivo

Se observa que el mayor aporte proviene de la extracción de los moluscos desde los bancos naturales, en tanto la producción desde cultivo muestra una disminución pronunciada ocasionada por la caída de la industria pectinicultora hasta el año 2017, teniendo un gran aumento en el año 2018 para volver a bajar sus niveles de producción en el año 2020, mientras que la producción desde las AMERB muestra una baja el año 2014, pero la tendencia final es al aumento hacia el año 2019, teniendo una leve disminución para el año 2020.

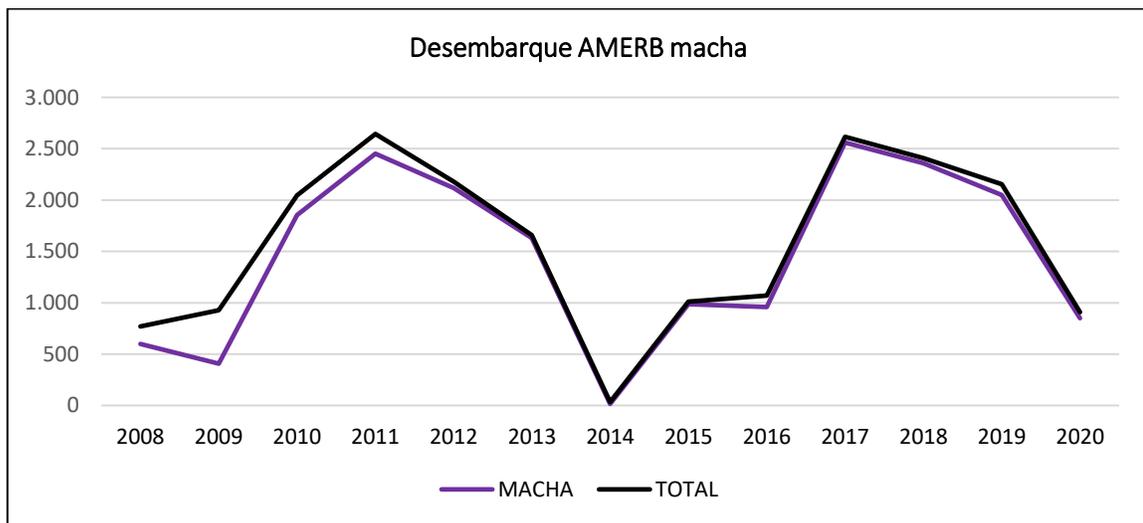
### Desembarque AMERB

Las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) son concesiones de mar y playa que se le otorgan a organizaciones de pescadores artesanales, legalmente constituidas, para el manejo y explotación de algunos recursos bentónicos previa aprobación de un plan de manejo basado en la sustentabilidad de los recursos en el sector.

De los bivalvos que se comercializan desde las AMERB, la macha aporta el mayor porcentaje alcanzando un 98,3% de los desembarques realizados con 1.630 toneladas el año 2013, sin embargo, el año 2014 disminuye drásticamente a 15 toneladas anuales correspondiente sólo a la Región de Coquimbo. Se puede observar que desde que se alcanzó la mayor producción el año 2011 no vuelve a alcanzar los volúmenes de ese año, cayendo en forma constante hasta alcanzar las 15 toneladas.

Al analizar el año 2014, se descarta que el evento de tsunami haya afectado al recurso, sin embargo, ese mismo año se declara veda extractiva para la Región de Los Lagos, y recién el año 2016 para la Región de Coquimbo (Figura 4). Según Aburto (2012), desde el año 1997 la macha ha sufrido un abrupto descenso en los desembarques registrando un colapso de la mayoría de los bancos del país.

Desde el año 2015 el recurso aumenta nuevamente su volumen de desembarque llegando al 97,8% el año 2018. Para el año 2020, volvió a tener un abrupto descenso en los desembarques.



**Figura 4.** Desembarque de machas desde las AMERB

Los otros bivalvos que se manejan en las AMERB, es decir, almeja y navaja de mar, contribuyen en forma escasa al volumen total de producción en comparación con la contribución de las machas, solamente la navaja de mar mantiene una producción estable comparada con las fluctuaciones de los desembarques de la almeja (Figura 5).

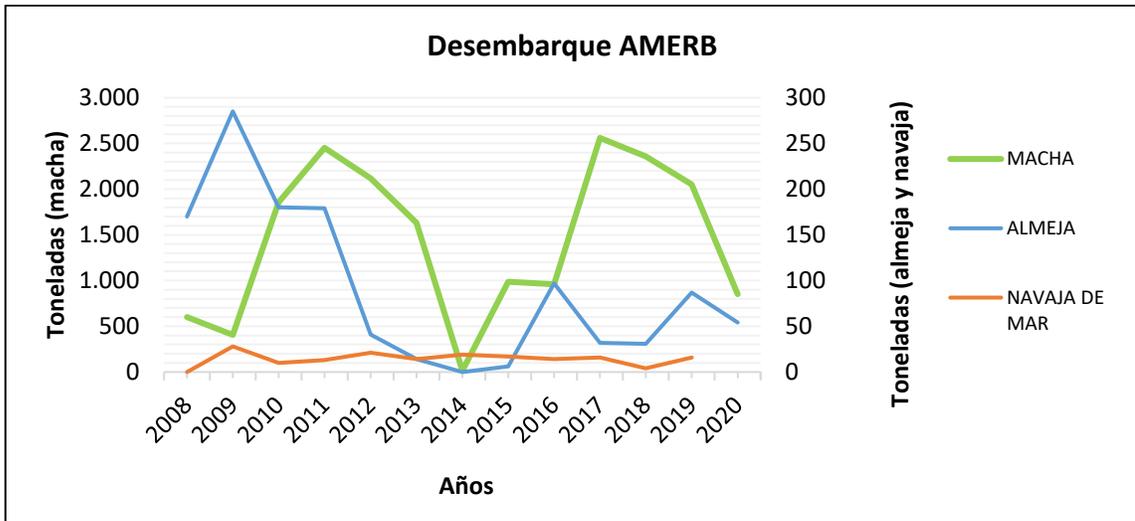


Figura 5. Desembarques de macha, almeja y navaja de mar desde las AMERB.

### Bancos Naturales

Las pesquerías de los bivalvos históricamente se han basado en la extracción desde los bancos naturales. Actualmente los bancos de ostiones se encuentran en muy baja densidad por lo que no están siendo explotados (Figura 6).

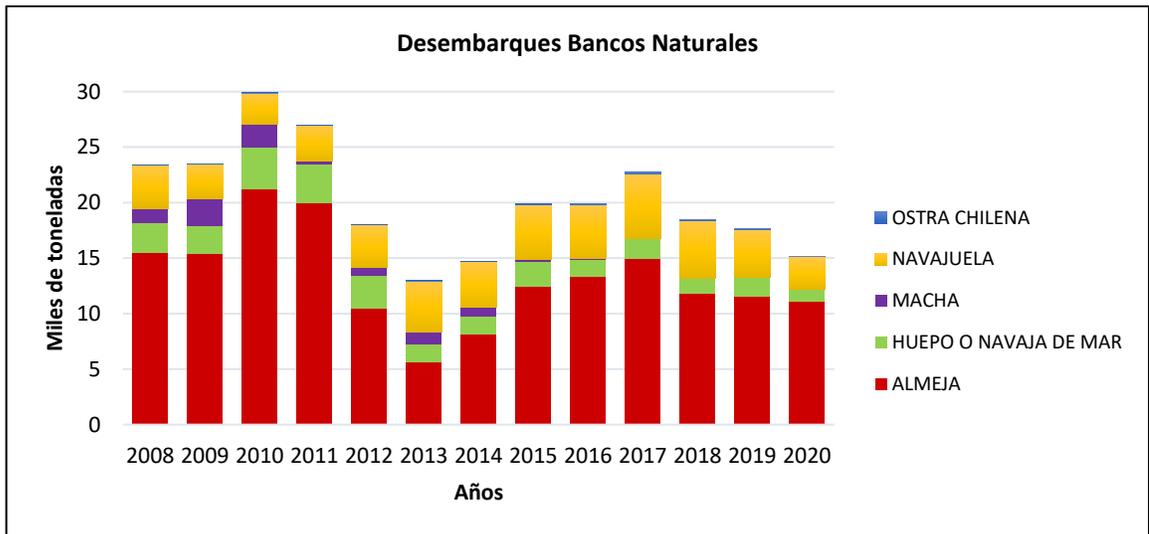


Figura 6. Desembarque de bivalvos desde los Bancos Naturales

Por el alto aporte de los bancos naturales al total de la producción, se observa que las tendencias se mantienen en el desembarque global. Con una alta influencia de la almeja y una muy baja de la ostra chilena. Se destaca la casi desaparición de la macha en los últimos 5 años, donde en los últimos dos años la producción fue nula.

Al analizar los desembarques por región, se observa que la almeja es extraída principalmente en la Región de Los Lagos y que en la Región del Biobío la principal pesquería de los bivalvos de interés para este estudio está constituida por el huepo y la navajuela. En la Región de Coquimbo, la principal extracción se refiere a la macha, aunque muy por debajo de los volúmenes de almeja, navajuela y huepo de las otras dos regiones (Figura 7).

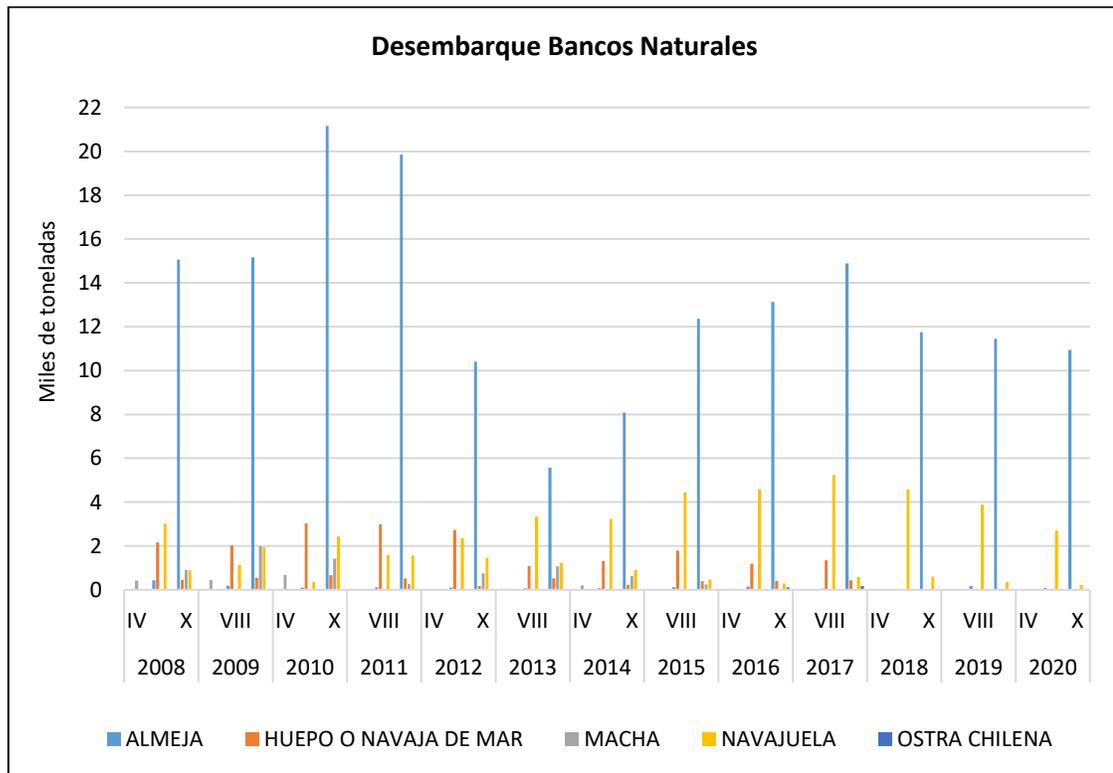
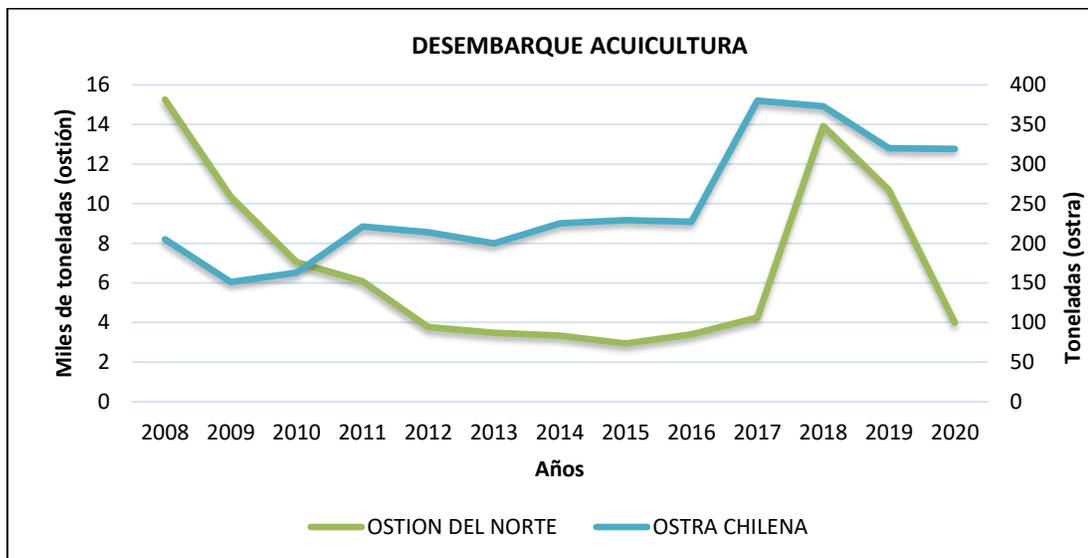


Figura 7. Desembarque total desde bancos naturales por especie y región

## Cosecha Centros de Cultivo

El cultivo de los pectínidos y ostreidos nativos, se sostiene en la ostra chilena y el ostión del norte, siendo la ostra chilena un recurso cultivado en una menor proporción, principalmente porque está destinada al mercado interno, alcanzando el 10% de la producción de ostiones (Figura 8).



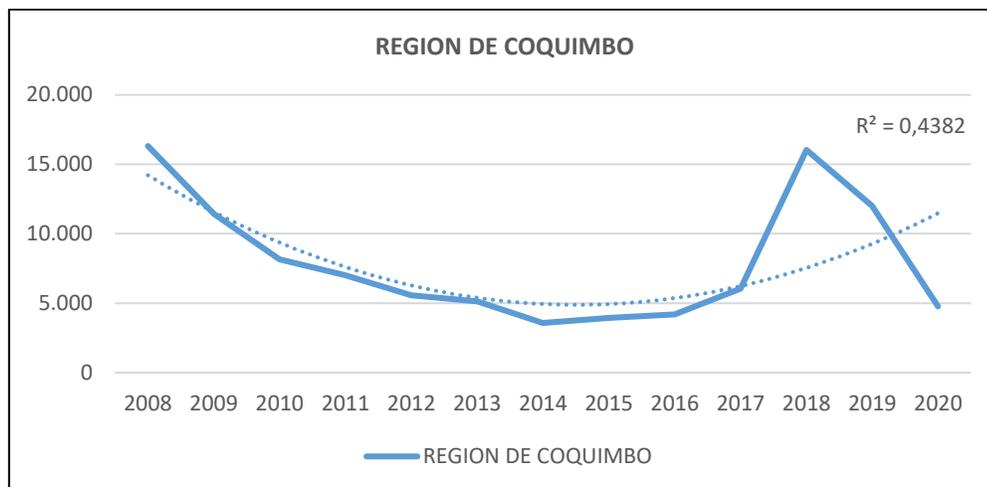
**Figura 8.** Cosecha desde centros de cultivo de ostión del norte y ostra chilena

De la Figura 8 se puede señalar que el cultivo de la ostra chilena tiende a aumentar a partir del año 2016, sobrepasando las 300 toneladas que marca la tendencia previa. En cambio, la producción del ostión del norte tiende a disminuir desde las 16 mil toneladas el año 2008 a las actuales 4 mil toneladas que se alcanzó el año 2012 y que se mantuvieron más o menos estables, repuntando levemente en el año 2017, teniendo nuevamente una baja para el año 2020.

### 3.2.2. Regresión lineal

#### *Producción total por Región*

La relación de la producción en la Región de Coquimbo a través del tiempo, indica una correlación positiva fuerte entre estas dos variables (Figura 9).



**Figura 9.** Ajuste lineal de la producción en la región de Coquimbo

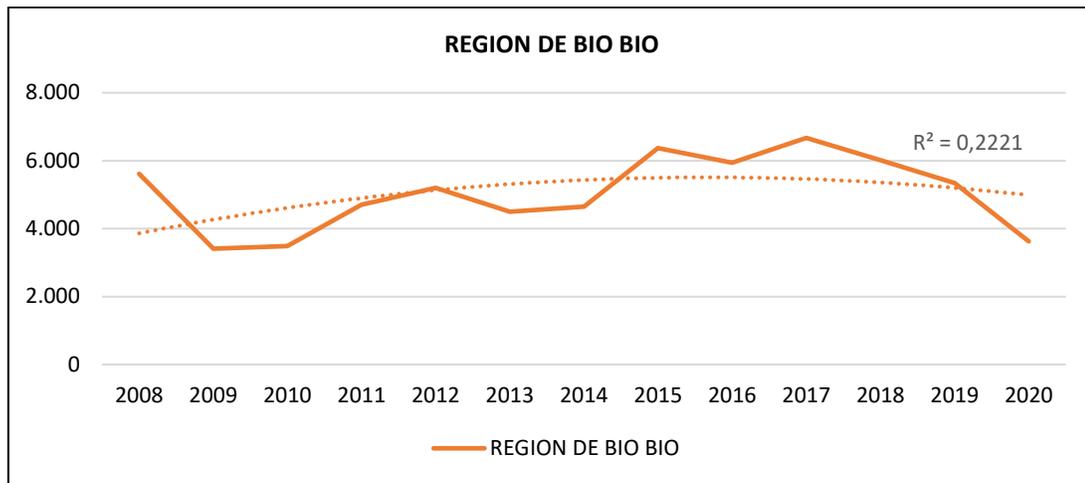
Se observa, sin embargo, que existe una disminución constante de los volúmenes de producción en esta región hasta el año 2017, si bien el índice de correlación señala un ajuste a través del tiempo. Algunos investigadores han señalado clara influencia económicas y ambientales (Aburto, 2012), las verdaderas razones de la disminución de la producción están explicadas por el colapso de la industria pectinicultora a partir del año 2008 por causas económicas, como fue la entrada de Perú al mercado europeo.

El mayor productor de ostión del norte, entre los años 2002–2009 fue Perú, donde la producción total (acuicultura y captura) fue ligeramente mayor que la de Chile, pero a partir del año 2009 esta diferencia incrementó hasta 5 veces. Así mismo, a partir del año 2010 la producción total de Perú alcanzó 120 mil toneladas, momento en que se refleja una amplia diferencia con la producción total de Chile (Sánchez, 2017; FAO, 2012).

En el año 2018 la producción de Ostión del norte se incrementó abruptamente, invirtiendo la tendencia que venía teniendo en los años anteriores, posteriormente en el año 2020 vuelve a tener una fuerte caída.

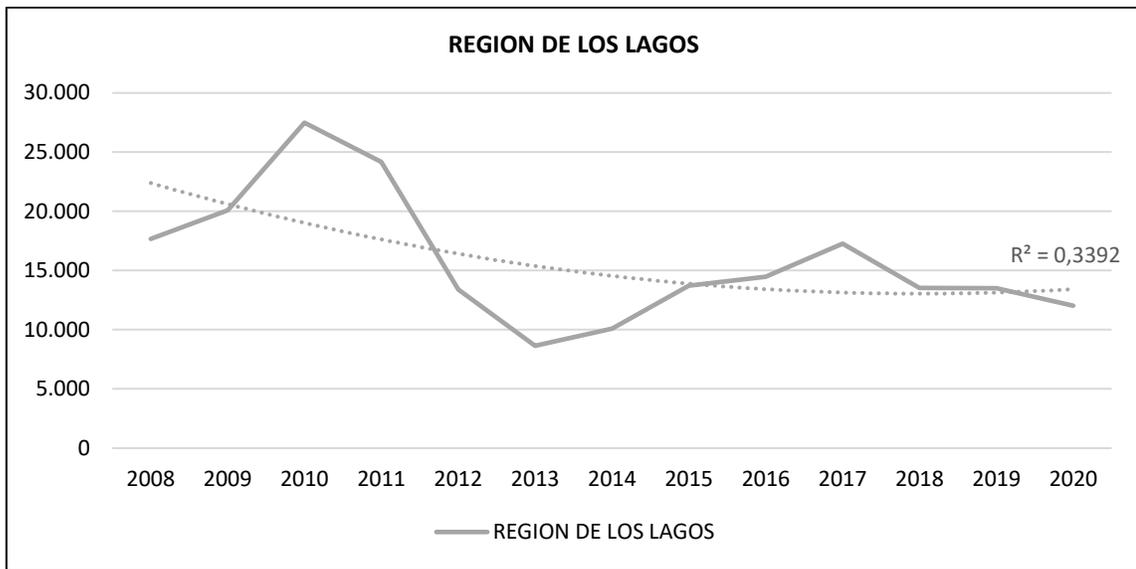
En la Región del Biobío, se detecta un coeficiente de correlación menor entre la producción total a través del tiempo, donde la tendencia de la producción no puede ser bien explicada (Figura 10). Los análisis en esta región indican que las pesquerías de las especies de interés muestran una

baja en la producción desde el año 2008 cayendo fuertemente el año 2010, posiblemente por efecto del terremoto del 27 de febrero de ese año. Se observa (2010) que la almeja y la navajuela alcanzaron volúmenes de 94 y 358 toneladas, respectivamente. Posteriormente, la extracción de la navajuela se incrementa a partir del año 2011, volviendo a tener una caída en el año 2020. No obstante, la almeja se mantiene en bajos volúmenes durante el resto del periodo de estudio, con un incremento en el año 2019.



**Figura 10.** Ajuste lineal de la producción total de bivalvos en la región de Biobío

En la Región de los Lagos el coeficiente de correlación indica que existe una correlación positiva débil en la producción de los bivalvos de interés a través del tiempo. La fluctuación que se observa es explicada casi enteramente por la fluctuación en los desembarques de la almeja y en menor proporción de la navajuela, donde el año 2010 se caracteriza por la alta extracción que hubo de almejas y navajuelas (~ 21.000 y 1.500 ton respectivamente), cayendo ambas a menos del 50% en los años 2012 a 2013. La almeja comienza a recuperarse y se estabiliza el año 2015 (15.000 ton) en cambio la navajuela se mantiene en niveles bajos de producción (< 500 ton). La macha alcanza su máximo desembarque el año 2009 (~2.000 ton) pero después de ese año el descenso en la producción es constante, alcanzando su menor aporte el año 2016 con 2 toneladas (Figura 11).



**Figura 11.** Ajuste lineal de la producción total de bivalvos de interés en la región de Los Lagos

### 3.2.3. Descripción del cultivo de las especies del estudio

Este estudio abarca ocho especies de moluscos, de los cuales sólo ostión del norte y la ostra chilena provienen de cultivo a nivel comercial. El resto de las especies; almejas, navaja, navajuela y macha no son cultivados y la extracción para la venta y comercialización del recurso se realiza directamente desde los bancos naturales o AMERB. Diferente es el caso de la cholga que, aunque se cultiva, para este estudio se obtuvo desde una AMERB.

Producto de la escasez de estas especies, traducida en los bajos niveles de desembarques de los últimos años a causa de la extracción, desde hace unos 10 años se ha iniciado un proceso de cultivos experimentales a cargo de instituciones estatales y de centros de estudios superiores, apoyado por fondos estatales y particulares. A la fecha se han obtenido buenos resultados en lograr producir semillas en condiciones controladas y engorde en sistemas de cultivo experimentales, buscando la mejor tecnología de cultivo.

### 3.2.3.1. Sistema de cultivo de Ostión del Norte (*A. purpuratus*) y Ostra chilena (*O. chilensis*)

El cultivo de ostión del norte se realiza en ecosistemas marinos protegidos y el sistema de cultivo utilizado es de tipo extensivo. La tecnología de cultivo considera 3 fases: captación de semillas o producción de ésta, engorda y cosecha. Se utilizan linternas y pearl nets y a medida que avanza el periodo de crecimiento y los moluscos van creciendo, se realizan desdobles programados, hasta llegar a una densidad de 30 individuos por piso de linterna. Luego de 8 a 10 meses de cultivo se realiza la cosecha con la ayuda de embarcaciones. Las linternas son sacadas y su contenido es extraído (FIPA 2015-02).

El ciclo reproductivo de la ostra, (que presenta cambios de sexualidad en los que alternan estados de macho y hembra), alcanza su primera madurez sexual como macho, para posteriormente comportarse como hembra. Los gametos masculinos son liberados al cuerpo de agua, mientras que los gametos femeninos u óvulos son mantenidos en la cavidad paleal de la hembra y allí se produce la fecundación, mediante el ingreso de los espermios a la cavidad paleal a través de las corrientes de agua producto de la filtración de la hembra. La liberación de las larvas al medio se produce entre 20 a 60 días después de la fecundación (FAO, 2006; Toro y Chaparro, 1990 y Morriconi & Salvo, 1980 citados por Morales, 2011).

Las larvas se desarrollan dentro de la cavidad paleal, hasta el momento de salir al medio. La larva que eclosiona desde la cavidad paleal de la hembra es muy desarrollada, en comparación con las larvas de otras especies de bivalvos, y tiene una corta vida planctónica que va desde algunos minutos a pocas horas, posteriores a las cuales se fija a un sustrato duro (Walne, 1963).

Para la obtención de semillas de ostras se utilizan colectores, que están fabricados con valvas de moluscos (especialmente cholga), placas de polietileno (PVC) o bolsas. La engorda de las ostras, se realiza en sistemas de superficie, tales como: *long-lines* de linternas, bandejas, conos y bolsitas de 10 niveles o pisos cada uno, o en sistemas de fondo mediante estacas y bandejas (FIPA 2013-24).

Al cabo de 10 a 18 meses de cultivo se obtiene la cosecha que es comercializada en forma local o internacional (FIPA 2013-24). La Tabla 2 resume las artes y técnicas que se emplean en el cultivo de estos bivalvos nativos.

**Tabla 2.** Sistemas de cultivos extensivos de moluscos bivalvos ostión del Norte y ostra chilena (FIPA 2015-02).

Etapa	Artes y Técnicas	
	Ostra chilena	Ostión del Norte
Captación semillas	Colectores en Bancos naturales	Producción en Hatchery
	Uso de bandejas con reproductores y estacas con colectores	
Engorde semillas	Cuelgas en zona de captación	Pearl-nets de 2, 4, 6, y 9 mm de abertura de malla.
Engorda juveniles	Pearl-nets linternas, bandejas, y bolsas suspendidas en long-line	linternas de diferentes medidas de apertura de malla (L0, L1, L2, y L3) en long-line suspendido, con líneas madres dobles,
Cosecha	Después de 10 a 18 meses de cultivo se obtiene la cosecha	Después de 8 a 10 meses se cosecha con ayuda de embarcaciones.

### 3.2.3.2. Cultivos experimentales de navaja, navajuela, almeja, y macha.

Los bivalvos enterradores, como almejas, machas, navajuelas y navajas constituyen recursos que forman parte de las pesquerías artesanales y que han adquirido un gran interés comercial debido a su buen precio en los mercados externos. Esto ha llevado a la sobreexplotación de los bancos naturales y por consiguiente al interés por desarrollar sus cultivos.

En la búsqueda de nuevas alternativas de producción acuícola de carácter comercial, desde hace un tiempo se han ido desarrollando distintos proyectos (con fondos estatales y particulares) tendientes a lograr establecer el conocimiento biológico de recursos que se encuentran en peligro producto de la indiscriminada extracción y que sustentan una pesquería a nivel nacional. Los proyectos realizados en distintos estudios han permitido conocer y obtener la etapa de semilla de las especies en cuestión y se ha avanzado en encontrar la tecnología adecuada para el engorde de éstas.

### **Cultivo experimental de navaja (*Ensis macha*)**

El cultivo de la navaja (*E. macha*) comienza en el año 1997, producto del interés de los empresarios elaboradores y exportadores de conservas de este recurso, lo que motivó la ejecución de diversos proyectos de investigación. Producto de los Proyectos, se pudo conocer aspectos de la biología, ecología y fisiología de la especie, que llevó a desarrollar la tecnología para la producción de semilla en ambiente controlado y la de su cultivo de engorde (Lépez *et. al.*, 2005).

Fundación Chile, en el marco del proyecto FONDEF “Una opción económico-productiva para las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB): producción y cultivo de fondo de moluscos enterradores de importancia comercial”, generó una tecnología de producción masiva de semillas de navaja de un milímetro, con el fin de estimular el desarrollo de cultivos comerciales, principalmente en las áreas de manejo de los pescadores artesanales del norte chico.

La primera etapa en el cultivo de la navaja comienza con la selección y acondicionamiento de reproductores extraídos de bancos naturales, se seleccionan los ejemplares de un tamaño superior a 10 cm, con valvas sanas y libres de epibiontes, con pie activo y movimiento valvar, manto turgente y sifones sin daños. El acondicionamiento se realiza en estanques con sistemas de recirculación de agua y utilizando un sustrato de arena. Se aporta una alimentación periódica de microalgas (300.000 cél/ml) y se mantienen con condiciones estables de temperatura (17°C), salinidad (33-35‰) y oxígeno disuelto (5-6 mg/L) por un período máximo de 90 días (Lépez, *et. al.*, 2005).

Luego del acondicionamiento, se induce el desove de los gametos, que se realiza mediante cambios sucesivos de la temperatura del agua de mar. La inducción se inicia a una temperatura de 11°C y se aumenta en 6 o 7°C, durante 2 a 3 ciclos y por periodos de aproximadamente 30 minutos en cada temperatura. Concluida la rutina de los cambios de temperatura y al cabo de 2 a 4 horas de mantención de los reproductores en estanques con agua de mar filtrada y esterilizada, comienza la evacuación de gametos, produciéndose la fertilización masiva en el mismo estanque lo que inicia el cultivo larval que se realiza en condiciones ambientales controladas durante aproximadamente 20 días y el cultivo se realiza en estanques cónicos de 2000 l, con agua de mar filtrada a 1  $\mu$  y tratada

con RUV, con un cambio de agua diario y aireación permanente. La alimentación es en base a microalgas *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros muelleri* a una concentración de 20.000 a 50.000 cel/ml según los días de cultivo (López *et. al.*, 2005).

Las postlarvas obtenidas se cultivan en sistemas que contienen arena durante 50 días, al cabo de los cuales los ejemplares alcanzan 1 cm de longitud valvar (Figura 12).



**Figura 12.** Sistema de cultivo postlarval y juveniles de navaja de 2,15 mm de longitud valvar (20 días de cultivo). Fuente: López *et. al.*, 1999

Se han probado diversos sistemas de cultivo de engorde (suspendido, piletas y corrales), siendo el más exitoso, el cultivo suspendido en dispositivos llamados BDC (Figura 13). Durante el engorde en el cultivo suspendido “BDC”, que son dispositivos que poseen 2 niveles o unidades de cultivo, que están provistas de orificios que permiten la circulación del agua, contienen una columna de arena de 12 cm y deben cubrirse con malla plástica para impedir el escape de los individuos. Los “BDC” sembrados con juveniles de 1 cm de longitud valvar se suspenden de una línea o *long-line* flotante. Se realizan 4 desdobles hasta que al cabo de 24 meses se obtienen individuos de 7 cm de longitud promedio.



**Figura 13.** Dispositivos “BDC” y siembra de ejemplares de navaja de 1 cm de longitud. Fuente: López *et. al.*, 2005.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados y del tiempo transcurrido, aún no se cuenta con una tecnología acabada que permita la producción industrial de la navaja en Chile (López *et. al.*, 2005). Existen, sin embargo, pruebas piloto que se han realizado con la colaboración de Asociaciones de pescadores artesanales los que han ido avanzando cada día más en el conocimiento para lograr determinar el mejor método para el cultivo de esta especie.

#### **Cultivo experimental de navajuela (*T. dombeii*)**

Los únicos antecedentes que se tienen del cultivo de navajuela en Chile, provienen de los resultados de proyectos de investigación realizados por investigadores de distintas Universidades chilenas, quienes han realizado a nivel experimental, inducción al desove, fertilización, cultivo larvario (troc fora, larva D alimentadora, larva umbonada), metamorfosis y cultivo de juveniles de la especie.

Siendo que la pesquería de este recurso est  en declinación y que existe un conocimiento básico que puede ser utilizado en el cultivo del recurso, el año 2002 del Proyecto FONDEF D0211160

“Desarrollo de la tecnología de cultivo de la navajuela *T. dombeii*, en la zona centro sur de Chile”, tuvo como principal objetivo desarrollar la tecnología de cultivo para esta especie.

También, la Universidad de Concepción e IFOP, junto a entidades gubernamentales, realizaron un proyecto que permitió conocer la situación real que afectaba a la pesquería de este recurso. Posteriormente, el Proyecto FONDEF D96I1095, generó el conocimiento biológico y experimental necesario para sentar las bases de la tecnología de la producción de semilla y del cultivo de engorda de esta especie (Santos *et. al.*, 1999).

La Universidad Católica del Norte a través del Proyecto Fonfef DO2I 1160 entregó las bases para desarrollar la tecnología de cultivo de la navajuela en la zona centro sur de Chile. En el proyecto se evaluaron 4 bancos: 2 en la Región de los Lagos y 2 en la Región de Coquimbo.

El cultivo larvario fue iniciado a partir del desove de 400 reproductores, las larvas así obtenidas fueron mantenidas en sistema controlado, con agua de mar y alimentadas con microalgas. Los juveniles obtenidos a los 22 días fueron trasladados a sistemas de cultivo intermedio (bajo condiciones controladas) para su crecimiento, consistentes en camillas con arena grado medio. Posteriormente se trasladaron al mar para su engorde en sistemas de fondo, ubicados en la Región de Coquimbo y Los Lagos. Los resultados de este proyecto estarían señalando que es posible la producción de semillas de navajuelas en sistema controlado.

El engorde de la semilla en el mar es posible realizarlo tanto en sistema de fondo como en sistemas suspendido, pero desde el punto de vista económico para evitar los costos de mantención en hatchery, la engorda debiera realizarse por siembra directa de semillas al fondo a partir de los 3 mm de longitud máxima. Los resultados de engorde en mar indican que en 6 meses de cultivo de fondo se obtienen moluscos de talla 5 cm (Guisado, 2006).

Por otro lado, en la Zona sur (Región de Los Lagos), la Universidad de Concepción junto a IFOP produjo semilla de navajuela en su *hatchery* de Dichato y IFOP en su *hatchery* de Putemún con tamaño de semillas de 2 a 5 mm (a nivel piloto y en sistema controlado), las que fueron entregadas a pescadores para aumentar la biomasa de los bancos de las Áreas de manejo.

Como resultados de estos proyectos, se obtuvo un aumento de la disponibilidad de materia prima que permitió un abastecimiento constante y oportuno para la industria procesadora. Un mayor desarrollo de la actividad acuícola en la Región del Biobío, al disponer de semilla y técnicas de cultivo de engorda para este recurso y la diversificación de los cultivos acuícolas en la Región de Los Lagos, al incorporar un nuevo recurso para esta actividad.

### **Cultivo experimental de almeja (*L. antiqua*)**

En Chile existen varias especies de almejas que se extraen y comercializan en fresco o se destinan para conservas en el país y el extranjero. El conocimiento del cultivo de almejas no es muy extenso y sólo a partir de los últimos años comienza el interés por cultivarlas, producto de la fuerte extracción a la que son sometidas.

La especie *L. antiqua* es una de las menos estudiadas en lo relacionado a su cultivo, no así las almejas *Taguera gayi*, *M. edulis* y *Protothaca thaca*, las que mediante diversos proyectos estatales han logrado un conocimiento más acabado de su ciclo de vida y cultivo.

El año 2013 comienzan los primeros pasos para lograr cultivar la almeja *L. antiqua*, cuando Fundación Chile con Fondos de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional de Los Lagos inicia un proyecto con el objetivo de producir larvas y generar un repoblamiento de almejas. Este objetivo cambia al comprobar la fragilidad de las larvas en el medio marino y se termina con semillas producidas en *Hatchery* las que son entregadas al Sindicato de Pescadores de Caleta Anahuac y el Sindicato de Isla Tenglo, ambos de Puerto Montt para ser sembradas. Se realizaron dos siembras –por más de 1 millón cada una, de individuos de 15 mm– tanto en Tenglo como en la Isla Capera, siendo las mayores siembras de almejas producidas en *hatchery* a nivel nacional.

Se continúa la investigación con un nuevo Proyecto FIC el año 2016, con el objetivo de expandir las capacidades del *hatchery* para la generación de semillas de almejas, intentando mantener una producción más constante, más grande y con mayor calidad, reduciendo las mortalidades. Además, profundizar en la siembra de las semillas en el mar en sistemas suspendidos

similares a los utilizados en la producción de ostión (Aqua, 2017). Como resultado se logró el objetivo de producir 9 millones de semillas en *hatchery*, y realizar la preengorda y la engorda en un centro de mitílidos. Como resultado se logra una engorda más eficiente que años anteriores, pero aún queda optimizar el crecimiento y reducir los costos para lograr llevar el cultivo a etapas comerciales.

Lograr obtener la semilla toma alrededor de 4 meses en *hatchery* y en mar entre 24 y 30 meses para lograr la talla comercial. Una ventaja de la almeja *L. antiqua* es que es una desovante anual, por lo cual es posible producir semillas en cualquier época (Aqua, 2017).

Si bien se ha logrado cultivar almejas en sistemas de cultivo utilizado para mitílidos, se trabaja y espera lograr una tecnología específica para *L. antiqua*.

#### **Cultivo experimental de macha (*M. donacium*)**

Los estudios que se han realizado en torno a este recurso se han centrado principalmente en conocer el estado de los bancos naturales existentes en las distintas regiones del país.

La Universidad Católica del Norte a través del Proyecto FONDEF D021 1131 Acuicultura para la recuperación del recurso macha, *M. donacium* en áreas de manejo de comunidades artesanales (2002-2003) generó un gran aporte de información base y clave para la producción de ejemplares juveniles de *M. donacium* en ambiente controlado, y entregar una técnica para la producción masiva de semillas de macha en *Hatchery*. Además, incluyó un Sistema de cultivo para implantación de semillas en ambiente natural, con estructura de bajo costo y fácil manejo que permitirá desarrollar cultivo intermedio en playas

El estado del cultivo de la macha en su etapa inicial de larvas y semillas en sistema controlado es conocido y no es muy diferente de las otras especies de moluscos enterradores. El mayor desafío se presenta al momento de la pre-engorda y engorda.

La tecnología desarrollada para el cultivo de engorde de navaja y otras especies de moluscos enterradores puede ser aplicada a la macha también. Los cultivos de engorde experimentales en estas especies han utilizado principalmente sistemas de fondo, limitados por la escasez de áreas protegidas con sustrato adecuado. Sin embargo, el crecimiento en sistemas flotantes, independizándolo del fondo marino se presenta como una buena alternativa ya que permite aumentar las tasas de crecimiento y sobrevivencia, la calidad del producto final y facilitar el manejo del cultivo y de la cosecha (Lépez, 2004).

**4. OBJETIVO ESPECÍFICO 2.** *Evaluar y complementar el diseño de muestreos propuestos y ejecutar los muestreos planificados, respecto de enfermedades de Alto Riesgo de moluscos para determinar el estado sanitario base de almejas (*Leukoma antiqua*), machas (*Mesodesma donacium*), navajas (*Ensis macha*), navajuelas (*Tagelus dombeii*), ostión del norte (*Argopecten purpuratus*) y ostra chilena (*Ostrea chilensis*) en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos.*

---

#### **4.1. Desarrollo Metodológico**

##### **4.1.1. Revisión Bibliográfica**

En primer lugar, se procedió a la revisión bibliográfica destinada a actualizar el conocimiento de las patologías y parásitos que afectan a las especies: almejas (*L. antiqua*), machas (*M. donacium*), navajas (*E. macha*), navajuelas (*T. dombeii*), ostión del norte (*A. purpuratus*) y ostra chilena (*O. chilensis*) y de las variables ambientales que puedan influir en la expresión de dichos patógenos.

Considerando que los estudios epidemiológicos que se han realizado en el territorio nacional son escasos para algunas de las especies del estudio, la búsqueda de información toma en cuenta a otras especies similares que cuenten con información de patologías o estudios epidemiológicos. A continuación, se presentan los informes, publicaciones y documentos que han sido revisados:

- **Proyectos FIPA:**

En el país son escasos los estudios referidos al tema y, además, existen pocos especialistas. La información recopilada a partir de numerosos proyectos FIPA relacionados con las especies del estudio, o sea, las especies de bivalvos comercializadas en el país entregan extensa información acerca de las características o parámetros biológicos de cada una de las especies en estudio, aspectos útiles para tomar decisiones de explotación, como vedas, control de flota etc.

Se revisaron los informes de los Proyectos FIPA relacionados con las especies objeto de este estudio. La Tabla 3 contiene los proyectos FIPA realizados en las especies objetivo y un pequeño resumen de los principales resultados de estos.

**Tabla 3.** Proyectos FIPA revisados y relacionados a la temática del estudio

ALMEJA		
CÓDIGO	Título	Resumen
1993-14	Monitoreo de la pesquería del recurso almeja en la X región	Se monitorea las dos especies de almeja presentes, <i>V. antiqua</i> y <i>Protothaca thaca</i> en los principales lugares de desembarque (Carelmapu, Ancud, Pudeto y Quellón). Se determina la composición de tallas y ciclo reproductivo
1994-30	Evaluación indirecta del recurso almeja X Región	Se aplicó modelo de análisis de cohorte calibrado. Se presenta un modelo para conceptualizar el esfuerzo efectivo de pesca por buceo. Se estimó la mortalidad natural y la biomasa de almeja para los siete bancos naturales más importantes. La tasa de explotación estimada fue del 29%. Los volúmenes de desembarque han estado disminuyendo los últimos 5 años
1996-46	Estudio biológico pesquero de los recursos almeja navajuela y huepo en la VIII y X región	Se determinó el reclutamiento, mortalidad y talla crítica para las tres especies del estudio. La abundancia de reclutas fue estimada tomando muestras de sedimento. La almeja presenta un crecimiento más rápido en comparación con navajuela y es más resistente a la manipulación y al estrés
1997-32	Estudio de crecimiento y reproducción del recurso almeja en la IV y V regiones	El estudio busca información del ciclo de vida y dinámica poblacional y reproductiva. Las almejas corresponden al menos a ocho especies. La especie más importante en la IV región fue <i>M. edulis</i> en Peñuelas y Puerto Aldea. <i>Protothaca thaca</i> en Punta de choros. La edad para alcanzar la talla mínima es de 6 años
2001-27	Bases biológicas para el ordenamiento de las pesquerías de almejas de la X y XI regiones	Se buscó caracterizar el crecimiento, reclutamiento y reproducción del recurso almeja en la zona sur para adecuar la normativa. Se identificaron las principales zonas de extracción y las especies principales en cada una de ellas siendo <i>Venus antiqua</i> (almeja) predominante en Isla Laitec, Canal Yelcho y Bahía Ancud. <i>Gari solida</i> (culengue) en Punta Chocoi, Punta Leuqui y Los Corrales
2006-46	Estudio reproductivo del recurso almeja en la IV región	El objetivo del estudio es actualizar la información de la pesquería de almeja en la IV región para mejorar la normativa determinando la composición de especies, en este caso se compone de taquilla ( <i>M. edulis</i> ) cuya talla mínima para su extracción debería ser reducida. Estos bancos presentan un ciclo casi continuo de reproducción, con máximos en otoño y primavera. <b>El 100% se encuentra infectado por tremátodo digeneo que se ubica preferentemente en las branquias y en las gónadas produciendo castración (20,1%)</b>
2008-49	Parámetros reproductivos y de crecimiento de los recursos almeja y culengue en el norte	Al menos 10 especies de moluscos enterradores reciben el nombre de almejas. El acceso es libre sólo limitado por el tamaño mínimo de captura. La captura se ha mantenido estable en las regiones de este estudio. <i>P. thaca</i> está reproductiva todo el año, <i>Gari solida</i> está reproductiva todo el año con máximos entre

	grande de Chile (regiones XV, I y II)	agosto y noviembre. <b>La parasitación intestinal por céstodos tiene baja prevalencia (<i>P. thaca</i> 0,36%, <i>G. solida</i> 1,09%) La parasitación gonadal por tremátodos afecta <i>P. thaca</i> 1,07% en la XV y II región y 2,5% en la I, En <i>G. solida</i> la castración alcanzó 0,7% en XV y I. 100% de <i>P. thaca</i> están parasitados en el manto por tremátodos de la familia Gymnophallidae</b>
2018-32	Estrategia de manejo de la pesquería de almeja <i>Venus antiqua</i> en la región de Los Lagos y la región de Aysén	Se describe las pesquerías de almeja en Chiloé y zona norte de Aysén entre 2000 y 2016. Se analizan parámetros de crecimiento y rasgos biológicos. Se determinó el índice gonadosomático, identificando el periodo de máxima actividad reproductiva (entre julio y agosto) y la talla de primera madurez en cada zona. Además, se aplicó un modelo operativo a partir de un modelo edad- estructura, proyectado a diez años, para evaluar reglas de decisión (ej. Esfuerzo constante, captura constante, etc.). Se realizó un análisis FODA en que se demuestra que la almeja es considerada un recurso que permite mantener una actividad extractiva durante todo el año.
<b>MACHAS</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>Título</b>	<b>Resumen</b>
1993-10	Monitoreo de la pesquería del recurso macha en la IV y V regiones	Se recolectó y procesó la información de la pesquería de macha en la IV y V región analizando rendimiento, estructura de tallas, peso del desembarque entre otras. En el ciclo reproductivo se determinó la talla de primera madurez y talla crítica. El periodo de máxima madurez gonádica ocurre entre agosto y noviembre. Se realiza extracción manual mediante buzos (desde embarcación) y orilleros (buceo a resuello).
1994-31	Evaluación indirecta del recurso macha en la IV y V regiones	Se analizó una evaluación del stock de los bancos de Peñuelas y Ritoque (VI y V región) a partir de la base de datos del proyecto anterior. Los resultados indican que los stocks se encuentran en dos niveles diferentes, siendo Peñuelas mucho mayor. Existe un alto nivel extractivo del recurso.
1995-24	Caracterización bioeconómica de la pesquería del recurso macha en la zona norte y centro sur	Se realizó un seguimiento de la actividad extractiva del recurso macha en Arica, Huasco, Coquimbo, Ventanas, Putú y Quidico de las regiones I, III, IV, V, VII y VIII respectivamente. Se monitoreó costos, precios en playa e intermediación. Además de los parámetros biológico pesquero de crecimiento, mortalidad natural y total, la tasa de explotación y un análisis de riesgo basado en rendimiento por recluta. Hay evidencia de sobreexplotación en Arica y Coquimbo. Gran parte de la captura tiene destino la X región.
1997-33	Estudio biológico pesquero del recurso macha en la región I y III	Se modificaron los términos originales del proyecto para las playas "Las machas" de Arica y "Los choros" de Coquimbo por colapso de los bancos originales de la propuesta técnica. Se determinó la talla de primera madurez, la talla crítica, crecimiento, relación talla edad y tasas de mortalidad natural. La época de reclutamiento es el otoño
2000-17	Estudio biológico pesquero del recurso macha en la X región	Se estudió la distribución de edades en los bancos Cucao y Quinlanlar indican dos modas bien marcadas (0+ y 6+) las edades intermedias se encuentran poco representadas. El estudio reproductivo presenta un ciclo reproductivo sincrónico para

		ambos sexos, con madurez progresiva en junio, llegando al máximo en octubre, desove en noviembre a enero, reposo de marzo a junio. El período de desove coincide con otras zonas del país (sept a abril) con intensidad en noviembre, diciembre, enero y febrero. Los reclutas se encuentran preferentemente en intermareal y los tamaños mayores en la zona más profunda.
2001-24	Repoblamiento de los bancos de machas en playa "Las machas" de Arica, I Región	Se desarrollaron protocolos de trabajo para establecer condiciones para realizar repoblamiento de organismos bentónicos, incluyendo <b>análisis de riesgo de propagar plagas, enfermedades y parásitos</b> . Se sugirió repoblar con individuos sexualmente maduros para maximizar la probabilidad de larvas en el medio. Otra estrategia fue usar larvas producidas masivamente en ambiente controlado. Se hace una síntesis de los conocimientos de enfermedades en moluscos bentónicos.
2003-17	Ordenamiento de la pesquería de machas en la VIII región	Sólo se desenvuelve en la playa de Quidico. La pesquería se desarrolla desde botes, buceo y taloneo en dos áreas de manejo (Cura y Río Paicaví). Existen dos organizaciones que explotan el recurso: el sindicato de Quidico con 246 socios y 46 embarcaciones y la Interlocalidad integrada principalmente por mapuches que se organizan por cuadrillas de 10 a 20 taloneros por camioneta (370 socios y 31 camionetas) Además hay aproximadamente 400 personas que no está agrupados en alguna organización y extraen por taloneo
2005-27	Impacto de la extracción de la macha por buceo hooka y taloneo, en el banco de machas ubicado desde Punta Morduilla hasta Caleta Quidico, VIII región	El objetivo general fue evaluar el impacto de la extracción de la macha por buceo y taloneo y su efecto en la mortalidad de semillas. Los resultados indican que el banco de machas presenta las menores biomazas históricas, situación difícil de revertir en el mediano plazo. La biomasa no permite sustentar la actividad extractiva, disminuyendo progresivamente los rendimientos. Al parecer el taloneo y las camionetas no afectaría a las semillas. Del buceo no se pudo extraer una muestra suficiente para determinar efecto de ese tipo de cosecha. Continúa existiendo un clima conflictivo entre buzos de Quidico y taloneros Lafquenches
2006-26	Bases biológicas para la administración del recurso macha, X región	Después del colapso de las pesquerías de machas en el norte (IV y V región) se explota en el sur. Más del 35% desde 4 bancos en la zona de Maullín y Ancud. La pesquería en estos bancos presenta cambios en el número de usuarios, métodos de extracción (buzos y orilleros) esfuerzo y captura temporal y espacial dependiendo del precio del recurso, la comercialización y de la tenencia del PSMB. En Maullín los máximos desembarques ocurren en invierno (68%) por orilleros, en Mar Brava son en verano-otoño capturados por buzos.
2006-27	Bases biológicas para la administración de los bancos de macha de la I y II regiones	Se revisaron las playas de arena para detectar presencia de machas por 1) conversaciones con pescadores y lugareños 2) Recorridos en cada playa en intermareal y submareal somero, 3) Búsqueda de conchas en franjas de varazón 4) Búsqueda de conchales en el entorno. Se caracterizó biológica y morfodinámica las playas con evidencia de machas. Donde se encontraron machas vivas se inició seguimiento mensual para

		detectar juveniles y larvas (Playas Chinchorro, Ike Ike y Hornitos) En Ike Ike las muestras presentan abundancia de <i>Emerita análoga</i> y poliquetos
2007-43	Estudio de la dinámica poblacional del recurso macha entre el río Maule y el río Mataquito, VII región	En la zona, el recurso se encuentra en baja abundancia y sin reclutas de reemplazo. Posibles razones es el tipo de sustrato (grava) y competencia con <i>Emerita análoga</i> (pulga de mar) Las organizaciones están bajo régimen de AMERB y sólo se permite extracción por taloneo. Actividad reproductiva anual y sincrónica de ambos sexos. El ciclo reproductivo se inicia en agosto hasta octubre, madurez máxima entre noviembre a marzo. Desove entre septiembre y julio
<b>HUEPO y NAVAJUELA</b>		
<b>CÓDIGO</b>	<b>Título</b>	<b>Resumen</b>
1995-20A	Caracterización bioeconómica de las pesquerías de Huepo ( <i>Ensis macha</i> ) y Navajuela ( <i>Tagelus dombeii</i> ) en la VIII región	Se analizan los principales indicadores socioeconómicos, de la actividad extractiva y biológicos que marcaron la actividad productiva de huepo y navajuela durante el año 1996 en los principales puertos de desembarque de la VIII región (Tubul, Lirquén y Llico). Se registró el esfuerzo (n°embarcaciones y horas de buceo) como indicador de la intensidad de pesca, asociado con la captura se estimó el rendimiento.
1995-20B	Caracterización bioeconómica de las pesquerías de Huepo ( <i>Ensis macha</i> ) y Navajuela ( <i>Tagelus dombeii</i> ) en la X región	Se caracterizó la pesquería de Huepo y navajuela desde el punto de vista bioeconómico, monitoreo de la actividad extractiva y la situación biológica del recurso. Estas pesquerías representan escasa participación en la industria bentónica (9,6%) a nivel nacional, con bajas rentas y flota sin operar. Los puntos de desembarque son Ancud, Carelmapu, Dalcahue y Niebla. Estudio reproductivo indica máxima madurez gonadal entre septiembre y febrero para Huepo y entre septiembre y diciembre para Navajuela.
1996-46	Estudio biológico pesquero de los recursos almeja, navajuela y huepo en la VIII y X regiones	Se determinó el reclutamiento, mortalidad y talla crítica para las tres especies del estudio. La abundancia de reclutas fue estimada tomando muestras de sedimento. El crecimiento se midió a intervalos de cuatro meses en especímenes marcados en periostraco. Las áreas de recolección fueron Tubul (VIII), Corral y Ancud (X región). La almeja presenta un crecimiento más rápido en comparación con navajuela y es más resistente a la manipulación y al estrés
2000-20	Estudio de edad y crecimiento de los recursos de Huepo y navajuela en la VIII región	El desembarque de ambas especies se concentra casi exclusivamente en la VIII región (79% Huepo y 69% navajuela). Se efectuaron muestreos mensuales de ambas especies en el área de Tubul por buceo semiautónomo. Las muestras fueron medidas, pesadas y las valvas fueron usadas para lectura de anillos y estimación de la edad. El crecimiento se estimó trimestralmente.
2002-26	Ordenamiento de la pesquería de Huepo y navajuela	Se caracteriza la pesquería con metodologías para identificar los principales conflictos de la pesquería de Huepo y Navajuela y la selección de los indicadores adecuados para la evaluación bioeconómica de las estrategias de manejo. El registro de los pescadores en la VIII región es de 1250 y 272 embarcaciones, con incerteza de esfuerzo de pesca porque hay muchos no

		registrados. Huevo evidencia agotamiento, navajuela tiene disminución en la talla promedio.
2006-44	Situación actual de la pesquería de huevo en la VII región	Se hicieron evaluaciones directas de bancos de Huevo en la VII región, se identificaron 3 bancos. Se dan las dimensiones estimadas y estimaciones de abundancia y biomasa. La pesquería se sustenta por rotación entre los bancos. La fuerza de trabajo entre 2000 y 2006 fue de 98 buzos y 42 embarcaciones, los buzos mayoritariamente provienen de la VIII región. Se elaboró una propuesta de explotación en función de puntos de referencia y estimación de cuotas anuales, calculando una tasa de explotación de 24% para que fuera sustentable.
2008-50	Evaluación biológica pesquera de los principales bancos de huevo en las provincias de Magallanes y Última Esperanza, XII región y proposición de un plan de administración del recurso	Se identificaron ocho bancos naturales de Huevo en la XII región, siendo dos en Tierra del fuego y seis en Magallanes. Estos bancos poseen individuos con tallas medias entre 89,1 y 137,2 LV y densidades entre 5,8 y 445,4 ind/m <sup>2</sup> . El sector de Banco Otway grande tiene las mayores abundancias y biomásas de todas las zonas evaluadas pero el 90% de los individuos son ejemplares bajo la talla mínima legal, lo que proyecta a este banco como una potencial zona de explotación futura. La actividad extractiva es por buceo semiautónomo y embarcaciones de mayor tamaño (casilla, cubierta y motor centrado) y embarcaciones menores. La costumbre es usar "ranchos" en tierra porque las zonas de explotación están a 8 horas de navegación de Punta Arenas.
OSTIÓN DEL NORTE		
CÓDIGO	Título	Resumen
1994-14	Evaluación directa del ostión del norte de la III y IV regiones	Históricamente el ostión tenía bajos niveles de desembarco hasta el fenómeno del niño en 1982. El objetivo de este estudio fue localizar y evaluar los principales bancos de ostión del norte en la III y IV región. Se examinó Bahía Inglesa, Bahía Tongoy, Bahía Guanaqueros, Caleta Flamenco, Bahía Salado y Bahía Coquimbo. No se encontraron ostiones utilizando buzos. Con cámaras submarinas se encontró densidades de 0,3 ind/m <sup>2</sup> en Bahía Barnes. Las densidades están de acuerdo a otras estimaciones efectuadas la última década. Se proponen hipótesis para explicar el fenómeno.
2006-37	Establecimiento de un protocolo de seguimiento ambiental para la determinación de la capacidad de carga para el cultivo del ostión del norte	Se desarrolla un modelo que resume las dinámicas de las bahías seleccionadas (Bahía Inglesa, Tongoy y Guanaqueros) para determinar la capacidad de carga de cada una de ellas. Se presenta un modelo predictivo considerando los aspectos: producción sostenible, cambios ambientales y aceptación de la comunidad. El modelo desarrollado refleja la dinámica de la zona de estudio, dominado por la surgencia costera. En las bahías Tongoy-Guanaqueros la dinámica permite que el ciclo larval del ostión se puede completar en el interior de la bahía, en cambio en la Bahía Inglesa el tiempo de permanencia es mínimo, con una baja probabilidad de captar larvas. Considerando los modelos de circulación más la disponibilidad de alimento fitoplanctónico se evidencia la heterogeneidad de las bahías, con sectores donde la capacidad de carga puede ser elevado y otros sectores con bajo

		potencial.
2008-61	Estudio epidemiológico del ostión del norte silvestre y en cultivo en la III y IV regiones	El objetivo era diagnosticar y caracterizar la ocurrencia de patologías en ostión del Norte desde bancos naturales como de centro de cultivo en la III y IV regiones. Se definieron las zonas de muestreo considerando las zonas con mayor concentración de centros de cultivo y AMERB de interés usando el SIG IDRISI32. Se seleccionaron una zona de muestreo en la III y dos en la IV región. Se actualizaron los descubrimientos en torno a las patologías de ostión en el mundo y de las variables ambientales que pueden influir en la expresión de dichos patógenos. Los resultados indican que no hay patógenos asociados a grandes mortalidades, sólo patógenos oportunistas y algunas condiciones patológicas relativamente benignas.
2017-12	Análisis de desarrollo histórico y colapso de la industria del cultivo del ostión del norte como herramienta para el reimpulso de la actividad en la III y IV regiones	Se analizan las condiciones y factores que permitieron el éxito y colapso del cultivo del ostión del norte y se proponen acciones correctivas tecnológicas, comerciales y ambientales para el cultivo del ostión.
OSTRAS		
CÓDIGO	Título	Resumen
1995-32	Desarrollo de un programa de detección y tratamiento de enfermedades en moluscos cultivados en Chile	El conocimiento de enfermedades de moluscos hasta ese momento se limita principalmente a la identificación de parásitos Helminthos. El conocimiento de otros tipos de agentes patógenos se ve limitado por la ausencia de líneas celulares disponibles, limitándose el diagnóstico al empleo de microscopía electrónica para su detección. El resto de las patologías es diagnosticado por medio de histología, procedimiento de diagnóstico relativamente lento y laborioso.
2001-09	Técnicas de diagnóstico de enfermedades de salmónidos, mitílidos, pectínidos y ostreidos	Se hace un análisis de las técnicas disponibles en el país para el diagnóstico de enfermedades de organismos acuáticos, las que van desde técnicas tradicionales hasta las más avanzadas y de alta sensibilidad recomendadas a nivel internacional. Para disponer de información actualizada sobre las enfermedades de organismos acuáticos cultivados en Chile, de interés en este estudio, se diseñó una encuesta en dos versiones, una a los laboratorios de diagnóstico que prestan servicio a la empresa acuicultora y otra a los laboratorios de investigación en el área. Respecto a los moluscos, no hay laboratorios de servicio para diagnosticar enfermedades de moluscos.
2003-27	Estatus sanitario de los moluscos de cultivo en relación a las enfermedades de alto riesgo	Se detectó una variedad de condiciones patológicas, la mayoría sin mayor importancia (ej. Parásitos metazoarios en glándula digestiva de ostra chilena y <i>Tricodinas</i> en ostión del norte) Se encontraron también, algunas condiciones más graves, como Neoplasia Hemocítica en ostras, asociada a daños en los tejidos. Además, se encontró dos condiciones patológicas relacionadas con enfermedades de alto riesgo definidas por la OIE y la Normativa nacional: i) Síndrome del marchitamiento del pie del abalón, en abalón rojo y ii) <i>Bonamia</i> sp. en ostra chilena, ambas

	condiciones en la décima región.
--	----------------------------------

En general, estos estudios no han sido relevantes en el aspecto de indicar posibles mortalidades asociadas a patógenos, ni patógenos en general, excepto el proyecto “Desarrollo de un programa de detección y tratamiento de enfermedades en moluscos cultivados en Chile” (FIP 1995-32), realizado por esta unidad ejecutora, el cual fue el primer proyecto impulsado por el Estado en el tema. De ese estudio resultó la detección de siete condiciones patológicas en seis especies analizadas (*O. chilensis*, *Mytilus edulis*, *Choromytilus chorus*, *A. purpuratus*, *Crassostrea gigas* y *A. ater*) en las regiones de Coquimbo y Los Lagos. Las condiciones reveladas en ese estudio fueron:

- i) Síndrome de retracción del manto, el que fue detectado en el 80% de los ostiones del norte cultivados en la zona sur
- ii) *Bonamia* sp. Detectado en ostra chilena
- iii) Neoplasia hemocítica en chorito y ostra.

También ha sido relevante el estudio FIPA 2003-27 “Estatus sanitario de los moluscos de cultivo en relación con las enfermedades de alto riesgo” en el cual se detectó dos condiciones consideradas de alto riesgo: i) Síndrome del marchitamiento del pie del abalón, en abalón rojo y ii) *Bonamia* sp. en ostra chilena.

En cuanto a los antecedentes de cada especie determinados en los estudios FIPA revisados, se pueden resumir en lo siguiente:

Almeja: Es altamente resistente al estrés y la manipulación. Su ciclo reproductivo es amplio, iniciándose en marzo y alcanzando la madurez sexual en los meses de septiembre-octubre con crecimiento en primavera, verano, otoño. En la región de los Lagos se observa una disminución en los desembarques. En la Zona Norte (Región de Arica Parinacota, Región de Antofagasta) y Región de Los Ríos, su abundancia se encuentra estable, su extracción con acceso abierto y sólo restricción por tamaño, que se alcanza entre los 6 a 8 años. Se estima que el término *almeja* es dado a diez especies diferentes. En la región de Coquimbo la especie mayormente explotada es *Mulinia edulis* (Taquilla) la que se encuentra infestada en 100% con el tremátodo digeneo que se ubica preferentemente en las branquias en estado de metacercaria.

Se debe prestar atención que, a lo largo del país, existe una serie de especies bajo el término “almeja”, por lo que es importante asociar los hallazgos a la especie que corresponda.

Machas: En el caso de la macha (*M. donacium*) se trata de un organismo con grandes fluctuaciones en la abundancia, bastante vulnerable a los cambios climáticos, su densidad se ha visto mermada no solamente por la pesquería sino también por los eventos del Niño, por los que aumenta el crecimiento en determinados momentos y en otros ha llegado a desaparecer.

Hay una alta presión extractiva sobre el recurso, el que es desenterrado mediante buceo desde embarcaciones o por orilleros. La máxima madurez es entre agosto y noviembre. El periodo de desove es de septiembre a abril.

Huepo: Junto con navajuela, son pesquerías con escasa incidencia en el total de desembarque de productos bentónicos y alcanzan bajas rentas. El período de máxima madurez gonadal va de septiembre a febrero.

Navajuela: Tiene mayor crecimiento en período primavera-verano, es más sensible a la manipulación que otros moluscos. El período de máxima madurez gonadal va de septiembre a diciembre.

Ostión del norte: La densidad de los ostiones en las bahías de las regiones de Coquimbo y Atacama es bastante baja (0,3 ind/m<sup>2</sup>) lo que se ve confirmado por bajos niveles de desembarque históricos. En esta especie se estudiaron las patologías que lo afectaban, encontrándose en un buen estado sanitario general al no presentarse patógenos asociados a mortalidades, sólo patógenos oportunistas y algunas condiciones patológicas relativamente benignas, como son los organismos tipo rickettsiales (RLOs) y Tricodinas presentes en poblaciones naturales y de cultivo en la Bahía de Tongoy.

Ostras: La ostra chilena es el recurso que presentó una situación más preocupante en cuanto a su estado sanitario debido a la detección de dos condiciones patológicas importantes, Neoplasia

hemocítica y el parásito del género *Bonamia*, grupo al cual pertenecen algunas especies (*Bonamia ostreae*, *Bonamia exitiosa*) que han causado grandes pérdidas en los cultivos de Europa y Australia, entre otros, por lo cual el parásito se encuentra clasificado como de Alto riesgo por la OIE.

- **Publicaciones Científicas:** Se indagaron en aquellas publicaciones de circulación internacional disponibles a través de buscadores especializados en internet y los buscadores proporcionados por el Servicio de Biblioteca de la P. Universidad Católica de Valparaíso. La revisión se desarrolló desde dos puntos de vista:

- ✓ Para recopilar la información relativa a las especies que abarca el estudio. Para ello se utilizan palabras tales como: Almejas (*L. antiqua*), Machas (*M. donacium*), Navajuelas (*T. dombeii*), Ostión del Norte (*A. purpuratus*), parásitos, tremátodos, polydora, simbioses, parasitosis, ciliados, epidemiología, patologías, mortalidad, anormalidades en poblaciones de estas especies, nódulos, céstodos, gránulos, otros.

- ✓ Para recopilar información relativa a patologías de moluscos de interés en el estudio a nivel internacional: Se utilizaron palabras claves como: razor clam, oyster, Scallops, pathologies, parasitosis, Marteilliosis, Perkinsosis, haplosporidiosis, polidioriosis, oyster virus, scallops larvae pathology, scallop abnormalities, oyster abnormalities, clams abnormalities, etc.

El consumo de moluscos filtradores puede llevar ciertos riesgos para el ser humano ya que es conocida la capacidad de concentrar toxinas y eventualmente virus (hepatitis, polio) y bacterias (*Salmonella*, *Vibrio*) que podrían afectar la salud humana, temas que están bien documentados en la literatura. Respecto a las patologías que pueden afectar la salud del molusco, los trabajos son escasos.

El sistema inmunitario de los moluscos, el cual es un sistema sin memoria inmunitaria, pero con sofisticados sistemas de inmunidad innata, revela ser un sistema eficiente en el combate de las infecciones dado los pocos patógenos que saltan esas barreras (He *et al.*, 2015; Ben-Horin, *et al.*,

2015). Fundamentalmente los agentes patógenos que afectan a los moluscos son protozoarios, esto significa que, estos organismos parásitos de los bivalvos, a pesar de ser desafiados con sistemas eficientes de digestión mecánica y química y sistemas altamente desarrollados de inmunidad innata, han desarrollado estrategias que permiten superar estos sistemas inmunitarios, logrando establecerse en el hospedero.

La OIE (2019) reporta escasas patologías de declaración obligatoria en estos organismos, lo que indica que son pocas las patologías que revisten de la gravedad suficiente para tomar cuidado en el comercio internacional de estas especies, ellas son las siguientes:

- Infección por *Bonamia exitiosa*
- Infección por *Bonamia ostreae*
- Infección por el herpes virus del abalón
- Infección por *Marteilia refringens*
- Infección por *Perkinsus marinus*
- Infección por *Perkinsus olseni*
- Infección por *Xenohaliotis californiensis*

Todas estas patologías han sido identificadas después de la disminución de las cosechas o directamente después de la mortalidad en los cultivos. Sin embargo, hay múltiples parásitos que pueden deteriorar el estado sanitario de los moluscos de explotación comercial.

Un resumen de los hallazgos encontrados en la bibliografía revisada de los moluscos de interés en este estudio, los podemos resumir en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Parásitos encontrados en las especies en estudio. Se incluye bacterias que han ocasionado mortalidades masivas.

PARÁSITOS	REFERENCIA
<b><i>Argopecten purpuratus</i> (Ostión del norte)</b>	
En Perú, con frecuencia se encuentran metacestodos libres y enquistados en gónadas de ostión, con prevalencia sobre el 80%. El estudio histopatológico mostró que son plerocercoides y redujeron el espacio gonadal donde se desarrollan los óvulos. La caracterización molecular y el análisis filogenético revelaron que los	Castro, T. Mateo D.R.; Greenwood, S.J. & E.C. Mateo. 2019. First report of the metacestode <i>Caulobothrium</i> sp. in the Peruvian scallop <i>Argopecten purpuratus</i> from Sechura Bay, Piura,

metacestodos pertenecen al género <i>Caulobothrium</i> que tiene una alta similitud de secuencia con <i>Caulobothrium opisthorchis</i> .	Peru. Parasitol Res. Aug 118 (8):2369-2376
Se describe a <i>Vibrio europaeus</i> , patógeno emergente, fuera de Europa afectando larvas de <i>Argopecten purpuratus</i> en Chile y en la costa oeste de EE.UU y se demuestra por primera vez la patogenicidad de <i>V. europaeus</i> hacia los ostiones, la segunda especie más importante para la maricultura chilena.	Rojas R., A. Blanco-Hortas, H. Kehler-Delgado, SA. Lema, C. Miranda, J. Romero, P. Martínez, J. Barja, J. Dubert. Journal of Invertebrate Pathology. Volume 180, March 2021, 10754
Se aisló la cepa VPAP30 de <i>Vibrio bivalvicida</i> como la bacteria predominante de un episodio de mortalidad larval masiva que ocurrió en un cultivo comercial <i>Argopecten purpuratus</i> . Los objetivos principales de este estudio fueron caracterizar e identificar la cepa patógena utilizando métodos bioquímicos y moleculares, demostrar su actividad patogénica en las larvas de ostión, caracterizar sus propiedades patogénicas y describir la cronología de la patología. Estos resultados apoyan el potencial patogénico de <i>V. bivalvicida</i> para matar las larvas de una amplia gama de especies de bivalvos cultivados en criaderos ubicados en las costas del Atlántico y el Pacífico.	Rojas R., Miranda C.D., Romero J., Barja J.L. & J. Dubert. 2019. Isolation and Pathogenic Characterization of <i>Vibrio bivalvicida</i> associated with a massive larval mortality event in a commercial hatchery of scallop <i>Argopecten purpuratus</i> in Chile. Front Microbiol. May 10;10:855
Se aislaron tres cepas (VPAP16, VPAP18 y VPAP23) como los organismos predominantes de 3 episodios diferentes de mortalidad masiva de cultivos larvarios del ostión <i>A. purpuratus</i> ocurridos en diferentes criaderos comerciales ubicados en el norte de Chile. Todas las cepas patógenas se identificaron como <i>Vibrio splendidus</i> . Los principales signos clínicos observados en las larvas desafiadas durante 24 h fueron enjambres bacterianos en los márgenes de las larvas, extensión e interrupción del velo, desprendimiento de las células de los cilios y necrosis del tejido digestivo.	Rojas R., Miranda C.D., Opazo R., Romero J. 2015. Characterization and pathogenicity of <i>Vibrio splendidus</i> strains associated with massive mortalities of commercial hatchery-reared larvae of scallop <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819). J Invertebr Pathol 124:61–69.
Mortalidades masivas en los cultivos de larvas de <i>A. purpuratus</i> han ocurrido repetidamente en el norte de Chile, caracterizadas por la aglutinación y acumulación de larvas en el fondo de los tanques de cría. Se aisló la cepa CAM2 productora de limo exopolisacárido (EPS) como el organismo primario del brote patogénico que ocurrió en un criadero comercial de larvas ubicado en Bahía Inglesa, Chile. La cepa CAM2 mostró una alta capacidad para adherir y separar las células del velo de las larvas mediante el uso de su EPS "viscoso", produciendo aglutinación, pérdida de motilidad y un hundimiento posterior de las larvas de ostión. Este es el primer informe de una actividad patogénica de las especies de Halomonas en las larvas de ostión, y plantea la necesidad de una evaluación de las bacterias productoras de biopelículas en los criaderos de ostiones.	Rojas R., Miranda C.D. & A.M. Amaro. 2009. Pathogenicity of a highly exopolysaccharide producing Halomonas strain causing epizootics in larval cultures of the Chilean scallop <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819). Microb Ecol. Jan;57(1):129-39
Se realizó un estudio bacteriológico en una planta de incubación de larvas de <i>A. purpuratus</i> afectada por mortalidad grave. La caracterización fenotípica reveló que <i>Vibrio alginolyticus</i> era la especie predominante. Sin embargo, la población bacteriana de larvas moribundas estaba compuesta solo por cepas de <i>Aeromonas hydrophila</i> que demostraron ser resistentes a la mayoría de los agentes quimioterapéuticos probados.	Riquelme C., Toranzo A.E., Barja J.L., Vergara N. & R. Araya. 1996. Association of <i>Aeromonas hydrophila</i> and <i>Vibrio alginolyticus</i> with Larval Mortalities of Scallop ( <i>Argopecten purpuratus</i> ). J Invertebr Pathol. May; 67(3):213-8.
<b>Mesodesma donacium (Macha)</b>	
El estudio revisa críticamente la evidencia que respalda la hipótesis	Riascos J.M., Guzmán N., Laudien J.,

<p>de la reciente introducción de <i>P. biocipitalis</i> en la costa chilena-peruana. Los autores indican que sus hallazgos apuntan a una asociación a largo plazo, al menos durante varios cientos de miles de años, entre <i>M. donacium</i> y <i>P. biocipitalis</i>.</p>	<p>Oliva M.E., Heilmayer O.&amp; L. Ortliev.2009. Long-term parasitic association between the boring polychaete <i>Polydora biocipitalis</i> and <i>Mesodesma donacium</i>. Dis Aquat Organ_2009 Jul 23; 85(3):209-15.</p>
<p>Para comprender los factores reguladores y la estructura de la población del parásito <i>P. biocipitalis</i> en macha, se evaluó (1) la correlación ambiental de la prevalencia y la intensidad media de la infestación, (2) la relación entre el número de cápsulas de huevo y parásitos juveniles y adultos y el tiempo transcurrido desde la infestación, y (3) los patrones espaciales de juveniles y adultos dentro del hospedero.</p>	<p>Riascos, J.M.; Cuturrufo, M.; Pacheco, A.S. &amp; M.E. Oliva. 2011. Regulatory Factors and Structure of a Component Population of the Spionid <i>Polydora biocipitalis</i> Infesting the Surf Clam <i>Mesodesma donacium</i>. Journal of Aquatic Animal Health 23:125–133</p>
<p>Se relaciona el estrés y la infestación por <i>P. biocipitalis</i> en la dinámica poblacional de machas. La infestación se restringió a machas adultas. Las machas juveniles sufrieron una alta mortalidad porque habitan en la zona intermareal, donde la acción de las olas es fuerte. Las machas más grandes también mostraron una alta mortalidad, que parecía explicarse mejor por un efecto sinérgico de la carga parasitaria y el estrés ambiental. Esta mortalidad de las machas más grandes tuvo un fuerte impacto en la producción e implicó una pérdida dramática de fecundidad (82%), lo que puede afectar significativamente la capacidad de la especie para recuperar su abundancia y distribución anterior.</p>	<p>Riascos, J. M. Heilmayer, O. Oliva, M.; L. Juergen. 2011 Environmental stress and parasitism as drivers of population dynamics of <i>Mesodesma donacium</i> at its northern biogeographic range. Ices Journal of Marine Science, Vol 68 (5): 823-833</p>
<p>Se registraron siete especies simbióticas de metazoos. Las especies más abundantes fueron <i>Paranthesius mesodesmatis</i>, <i>Monorchidae</i> gen. sp., y <i>Paravortex</i> sp. El copépodo <i>P. mesodesmatis</i> y metacercaria <i>Monorchidae</i> gen. sp. mostró una alta prevalencia en todas las localidades, pero su intensidad de infección varió entre localidades. El turbellario <i>Paravortex</i> sp. se asoció con mayor frecuencia con Ancud y Cucao. El digeneo Sanguinicolidae gen. sp. se registró solo en Carelmapu, y el poliqueto Spionidae gen. sp. se registró sólo en Mehuin.</p>	<p>López, Z.; Cárdenas L. y M.T. González 2014. "Metazoan Symbionts of the Yellow Clam, <i>Mesodesma donacium</i> (Bivalvia), in Southern Chile: Geographical Variations, "Journal of Parasitology 100(6), 797-804</p>
<b><i>Ensis macha</i> (Huevo, Navaja)</b>	
<p>Se analizaron los parásitos y las patologías que afectan a <i>E. macha</i> en seis poblaciones a lo largo de la costa patagónica argentina y una de Chile. Se encontraron inclusiones basófilas, ciliados, coccidios, protozoos y turbellarios. Reportamos un <i>Aporocotylidae digeneo</i> e infiltraciones de hemocitos. Ninguno de los parásitos es notificable a la OIE. La intensidad máxima de los parásitos se relacionó con las estaciones frías, y también con la etapa gonadal de <i>E. macha</i></p>	<p>Vásquez, N.; Bruno E.P.; Márquez, F.; Van der Molen S.; Gilardoni C. &amp; F. Cremonte. 2013. A histopathological survey of the razor clam <i>Ensis macha</i> (Pharidae) along the Patagonian Argentina coast. Invertebr Pathol.Mar; 112(3):253-9.</p>
<p>Se realizó una evaluación histopatológica de 128 ejemplares adultos. Los resultados mostraron la presencia de organismos similares a rickettsiales (RLO) en el epitelio de la glándula digestiva, ciliado y coccidio no identificados en las branquias. Los parásitos con mayor prevalencia fueron los coccidios con 73% en septiembre. La infiltración hemocítica tuvo una alta prevalencia en todos los meses de muestreo, oscilando entre 78% y 100%. No se observaron daños graves en los hospederos debido a los parásitos identificados,</p>	<p>Orellana, E. &amp; K. Lohrmann. 2015. Histopathological assessment of broodstock of the razor clam <i>Ensis macha</i> (Pharidae) from the Tongoy Bay, Chile. Journal of shellfish Research 34(2): 367-372</p>

<p>a excepción del coccidio, que interrumpió parte de los puentes interlamelares, y los esporoquistes de tremátodos en la gónada de las navajas, que causaron una castración casi completa del tejido gonadal.</p>	
<p><b><i>Tagelus dombeii (navajuela)</i></b></p>	
<p>Aunque existen trabajos sobre esta especie, están dirigidos a otras temáticas tales como el índice de condición, capacidad de depuración de FAN entre otros, pero no hay estudios publicados sobre sus patógenos.</p>	
<p><b><i>Leukoma antiqua (almeja venus)</i></b></p>	
<p>Se realizó un estudio de las condiciones patológicas que afectan los bancos naturales de las especies de bivalvos más importantes desde el punto de vista económico en Argentina. Los bivalvos estudiados fueron <i>Aequipecten tehuelchus</i> (Pectinidae), <i>Mytilus edulis</i>, <i>A. atra</i> (Mytilidae), <i>Protothaca</i> (= <i>Venus antiqua</i> (Veneridae), <i>Ostrea puelchana</i> (Ostreidae) y <i>Pododesmus rudis</i> (Anomiidae) Los organismos similares a la rickettsia (RLOs) fueron los parásitos más comunes encontrados, seguidos por los ciliados, las esporas similares a la nematopsis, los esporoquistes y las metacercarias de Trematoda, larvas de Cestoda, Turbellaria y dos crustáceos (un isópodo y un cangrejo de guisante) Los bivalvos comercialmente explotados aquí estudiados parecen carecer de patógenos graves. Ninguno de los parásitos parece ser un problema para la acuicultura futura debido a los bajos niveles de infestación o al bajo efecto patológico. Además, ninguno de estos parásitos es de notificación a la OIE.</p>	<p>Cremonte, F.; Figueras, A. &amp; E.M. Burreson. 2005. A histopathological survey of some commercially exploited bivalve molluscs in northern Patagonia Argentina. <i>Aquaculture</i>, Vol 249(1-4): 23-33.</p>
<p><b><i>Ostrea chilensis (Ostra chilena)</i></b></p>	
<p>Se evaluó la sensibilidad diagnóstica (DSe) y la especificidad (DSp) de las pruebas diagnósticas de frotis de corazón, histología y qPCR individualmente o en combinación. La histología fue la mejor prueba individual. La histología combinada con qPCR y la definición de un resultado positivo de cualquiera de las pruebas como un caso infectado maximizó el rendimiento de la prueba. Comprender el rendimiento de la prueba es importante para diseñar la vigilancia e interpretar los resultados del diagnóstico. La prevalencia fue mayor en dos granjas de alta densidad que en una granja que cultiva ostras de menor densidad.</p>	<p>Buss, J.J.; Wiltshire, K.H.; Prowse, T. A. A.; Harris, J.O. &amp; M.R. Deveney. 2019. <i>Bonamia</i> in <i>Ostrea angassi</i>: Diagnostic performance, field prevalence and intensity. <i>Journal of Fish Diseases</i>, vol 42 (1): 63-74</p>
<p>Hasta la fecha, se han descrito 4 especies de <i>Bonamia</i> (<i>B. ostreae</i>, <i>B. exitiosa</i>, <i>B. perspora</i> y <i>B. roughleyi</i>), aunque el estado de <i>B. roughleyi</i> es controvertido. Esta revisión se centra en los avances recientes en la investigación sobre las relaciones genéticas entre los aislados de <i>Bonamia</i>, la distribución geográfica, las especies hospedantes susceptibles, el diagnóstico, la epizootiología, las interacciones hospedero-parásito y la resistencia y el control de enfermedades de este género de patógenos de ostras de importancia mundial.</p>	<p>Engelsma, M.Y. Culloty, S.C. Lynch, S.A.; Arzul, I. &amp; R.B. Carnegie. 2014. <i>Bonamia</i> parasites: a rapidly changing perspective on a genus of important mollusc pathogens. <i>Dis Aquat Organ</i>. Jul 24;110(1-2):5-23</p>
<p>Se describe una prueba de PCR para detectar el parásito apicomplejo-X (APX) de <i>O. chilensis</i>. La prueba no amplificó las secuencias del gen 18S rRNA de otras especies de apicomplexa. De 73 ostras infectadas con APX en diferentes grados, identificadas por</p>	<p>Suong, N.T.; Banks, J.C.; Webb, S.C.; Jeffs, A.; Wakeman, K.C. &amp; F., Andrew. 2018. PCR test to specifically detect the apicomplexan 'X'(APX) parasite</p>

<p>histología, 69 (95%) dieron positivo a la PCR. La alta sensibilidad analítica, la especificidad y la velocidad de la prueba de PCR deberían convertirla en una herramienta útil para detectar APX.</p>	<p>found in flat oysters <i>Ostrea chilensis</i> in New Zealand. Dis Aquat Organ. Ago; 129(3):199-205.</p>
<p>El objetivo de este estudio fue examinar la variación del estado fisiológico de la ostra <i>O. stentina</i> según la estación y la presencia del parásito <i>Marteilia refringens</i>. La prevalencia de bonamiosis y marteiliosis se estableció por PCR. <i>Bonamia exitiosa</i> se detectó en el 2.91% de las ostras, mientras que la prevalencia de <i>M. refringens</i> fue del 100% en febrero y del 93.93% en marzo, con una tasa de mortalidad del 42-87% durante el período de estudio. Los recursos energéticos de la ostra <i>O. stentina</i>, en la que gran parte de la energía se dedicó a la reproducción, parecen afectar el sistema de defensa.</p>	<p>Elgharsalli, R.; Segueineau, C.; Arzul, I.; Aloui-Bejaoui, N.; Quere, C. &amp; J. Moal. 2018. Effect of infection by the protistan parasite <i>Marteilia refringens</i> on the enzyme activity and energy reserves of oyster <i>Ostrea stentina</i> (Payraudeau, 1826) in Tunisia. Journal of the marine biological Association of the United Kingdom vol 98 (1): 161-170</p>
<p>Se tomaron muestras de <i>O. chilensis</i> de Nueva Zelanda de 12 sitios para (1) determinar la distribución y prevalencia de los parásitos haplosporidiano <i>B. exitiosa</i> y <i>B. ostreae</i>, y (2) analizar patrones congruentes de la estructura genética del hospedero y el parásito. La falta de detección de parásitos de <i>Bonamia</i> entre poblaciones de <i>O. chilensis</i> genéticamente conectadas sugiere que es improbable la co-dispersión natural a larga distancia de los parásitos de <i>Bonamia</i> en <i>O. chilensis</i>. En cambio, la dispersión de los parásitos de <i>Bonamia</i> probablemente está influenciada por factores antropogénicos.</p>	<p>Lane, H.S., Jones, B. &amp; Poulin, R. 2018. Comparative population genetic study of an important marine parasite from New Zealand flat oysters. Mar Biol 165: 9</p>
<p><i>Bonamia ostreae</i> se reporta por primera vez en Nueva Zelanda infectando la ostra plana <i>O. chilensis</i>. La PCR genérica de <i>Bonamia</i> de varias ostras seguida de secuenciación de ADN de una porción de 300 pb del gen 18S rDNA produjo una coincidencia del 100% con <i>B. ostreae</i>. Las infecciones concurrentes de ambas especies de <i>Bonamia</i> (<i>B. ostreae</i> y <i>B. exitiosa</i>), identificadas por PCR, exhibieron ambos tipos de microcélulas núcleos excéntricos y concéntricos)</p>	<p>Lane, H.S.; Webb, S.C. &amp; J. Duncan. 2016. <i>Bonamia ostreae</i> in the New Zealand oyster <i>Ostrea chilensis</i> a new host and geografic record for this haplosporidian parasite. D.A.O. vol 118 (1) 55-63</p>
<p>El patógeno <i>Bonamia exitiosa</i>, tiene una amplia distribución geográfica y se ha encontrado que infecta a varias especies de ostras. Se construyó una genealogía genética utilizando datos de secuenciación de ADN ribosómico de la región ITS de todo el rango de especies hospederos. El análisis reveló la estructura de la población en forma de 4 grupos de secuencias bien definidos: 3 correspondientes a regiones geográficas (aguas templadas del Atlántico y el Pacífico del hemisferio sur, California y el Atlántico occidental a lo largo de la costa de las Américas) y el cuarto geográficamente cosmopolita</p>	<p>Hill-Spanik, K.; McDowell, J.R.; Stokes, N.A.; Reece, K.S.; Burrenson, E.M. &amp; R.B. Carnegie. 2015. Phylogeographic perspective on the distribution and dispersal of a marine pathogen, the oyster parasite <i>Bonamia exitiosa</i>. Marine Ecology Progress Series vol 536: 65-76</p>

Se puede apreciar que la mayoría de los patógenos mencionados, en todas las especies del estudio, son parásitos que causan daño en diverso grado, pudiendo llegar a ser altamente perjudiciales al organismo. En el caso de *A. purpuratus*, los mayores daños registrados en la literatura han sido causados por bacterias que afectan en la etapa larval de los cultivos. En *M.*

*donacium* los problemas mayores son causados por gusanos perforadores, principalmente poliquetos polidóricos.

Ninguno de estos patógenos detectados en los bivalvos de explotación comercial en Chile representa una amenaza tal que sea de notificación obligatoria a la OIE. La excepción solamente está dada por el caso de *Bonamia* en ostra. *Bonamia* sp fue detectada en ostras (*O. chilensis*) en Chile en 1973 por Kern, nuevamente encontrada por Campalans *et al.* (2000), aunque no se ha verificado mortalidad en las ostras del país, por ese patógeno

Justamente porque la infección causada por *Bonamia ostreae* y *Bonamia exitiosa* son patologías de notificación obligatoria a la OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal) es que se ha dispuesto mucha investigación encima de estos parásitos intracelulares del género *Bonamia*. En esta revisión se han considerado los trabajos más recientes y pertinentes en el tema.

Otro de los patógenos que ha logrado saltar esas defensas inmunológicas en los moluscos bivalvos, además de los antes mencionados, es el herpes virus de los moluscos. Mortalidades en moluscos de cultivo asociados a infecciones virales han sido informadas desde hace algunas décadas, las primeras noticias al respecto se remontan a los años 40 desde Japón, país en el cual la ostra del Pacífico, *C. gigas* es endémica (Kowanezawa, 1974). Según este autor, los brotes se han ido produciendo en la medida que los cultivos a gran escala se han estado multiplicando.

Las infecciones originadas por herpes virus de las ostras (OsHv-1), han producido grandes mortalidades en la ostra del Pacífico en Europa y Estados Unidos, especialmente en los primeros estados de vida. Los eventos de mortalidad eran graves y breves. En *O. chilensis* no se ha encontrado evidencia de la presencia de este virus.

Francia, otro país afectado por esta patología, ha presentado mortalidades periódicas en el período de verano desde hace más de 20 años (Sauvage *et al.*, 2009) en la misma especie, ostra del Pacífico. Este síndrome se ha presentado en la mayoría de los países productores de ostra del Pacífico como Japón, USA y Australia.

Factores de riesgo han sido las altas temperaturas, escasez de alimento, bajo contenido de oxígeno, entre otros (Kantzow *et al.* 2017) cada uno de estos factores no explica el desarrollo de los brotes, siendo un tema multifactorial.

- **Literatura gris de circulación restringida en Universidades**

Se realizó una investigación en las publicaciones de las Universidades del país, relacionadas a Tesis o Proyectos de Titulación que tuvieran como especie de estudio a alguna de las ocho especies objetivo del Proyecto. Se pudo constatar que no existen muchas Tesis asociadas a investigaciones de patología de los moluscos bivalvos, sin embargo, se optó por incluir toda la información encontrada en las Tesis o Proyectos de Titulación que tienen asociada a cualquiera de las ocho especies del proyecto en su objetivo y que pueden ser un aporte para entender el tema de las enfermedades y parasitosis en estos moluscos (Tabla 5).

**Tabla 5.** Tesis de distintas Universidades del país relacionadas con algunas de las especies de moluscos bivalvos del estudio

Universidad	Título	Autor	Año
Universidad Austral de Chile	Estudio de la captación natural del recurso ostra chilena, <i>O. chilensis</i> (Philippi, 1845), en la reserva marina de Pullinque, utilizando dos tipos de colectores.	Tillería, J.	2011
Universidad Austral de Chile	“Búsqueda de estadíos larvales de Digeneo en Bivalvos Marinos Comestibles comercializados en la feria fluvial de la ciudad de Valdivia, Chile”	García, L.	2008
Universidad Austral de Chile	“Ciclo gonadal de <i>Mulinia edulis</i> (King & Broderip, 1832) (Bivalvia: Mactridae) de la Bahía de Yaldad, Quellón, Chiloé.	Dorner, P.	2005
Universidad Católica del Norte	Desarrollo larval y crecimiento de juveniles post-metamórficos de <i>Tagelus dombeii</i> (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Tellinacea: Solecurtidae) en Sistema controlado.	Rojas, H.	2004
Universidad Austral de Chile	“Capacidad de alimentación y análisis endoscópico en Bivalvos filtradores de la infauna y epifauna de la Bahía de Yaldad, Chiloé, Chile”	González, L.	2003
Universidad Austral de Chile	Descripción y efecto de la prevalencia de un digeneo sobre tejido somático y gonadal de <i>Tagelus dombeii</i> (Lamarck, 1818).	Yáñez, C. J. P.	1998
Universidad Católica del Norte	Aspectos reproductivos de <i>Tagelus dombeii</i> (Bivalvia: Tellinacea: Solecurtidae) en Bahía la Herradura de Guayacán, Coquimbo - Chile.	Acuña, E.	1995
Universidad Austral de Chile	Variación estacional en la población bacteriana de la planicie máreal de Yaldad, Quellón-Chiloé y su significado para la almeja <i>Venus antiqua</i> .	Herrera, C.	1992
Universidad Católica del Norte	Desarrollo y morfología externa comparada de larvas y post larvas de <i>Mesodesma donacium</i> y <i>Mulina</i> sp. (Bivalvia, Mactracea) cultivadas en laboratorio	Fuentes, I.	1988
Universidad de Concepción	Contribución al conocimiento de la fisiología respiratoria y comportamiento de <i>Tagelus (Tagelus) dombeii</i> (Lamarck, 1818) Tallinacea, Solecurtidae).	Troncoso, H.	1982
Universidad de Concepción	Estimación de los períodos de desove de <i>Tagelus dombeii</i> (Lamarck, 1818) en Caleta Leandro, Bahía de Concepción.	Fierro, J.	1981

- **Información Sanitaria generada por los programas de Sernapesca**

Respecto al criterio para clasificar áreas de importancia relativa a través del Programa Sanitario de Moluscos Bivalvos (PSMB) el cual verifica el estado del ambiente donde se cultivan los

moluscos para asegurar inocuidad alimentaria, se puede indicar que el PSMB controlado por Sernapesca cuenta con 121 áreas PSMB clasificadas: 3 en la Región de Coquimbo, 1 en Biobío, 1 en Los Ríos y 116 en los Lagos, cuenta además con 159 estaciones de monitoreo de toxinas marinas y fitoplancton. En el área de cultivo de moluscos, se establecen estaciones para parámetros microbiológicos, químicos (metales pesados y pesticidas) y oceanográficos (pH, O<sub>2</sub> disuelto y salinidad).

Para analizar los registros del PSMB, se contó con una base de datos de Sernapesca. Sernapesca remitió los PSMB para 20 sectores con un total de 105 centros que reportaron información, en la base de datos entregada se encontraban principalmente centros de acuicultura que producen mitílidos (Tabla 6). La base de datos reportaba variables microbiológicas, toxicológicas, metales pesados, variables oceanográficas y pesticidas con un total de 476.955 datos (Sernapesca, 2019). Cabe mencionar que existen áreas autorizadas para extraer que no cuentan con un programa PSMB donde se pueden encontrar algunas AMERB del estudio y Bancos Naturales (Figura 14).

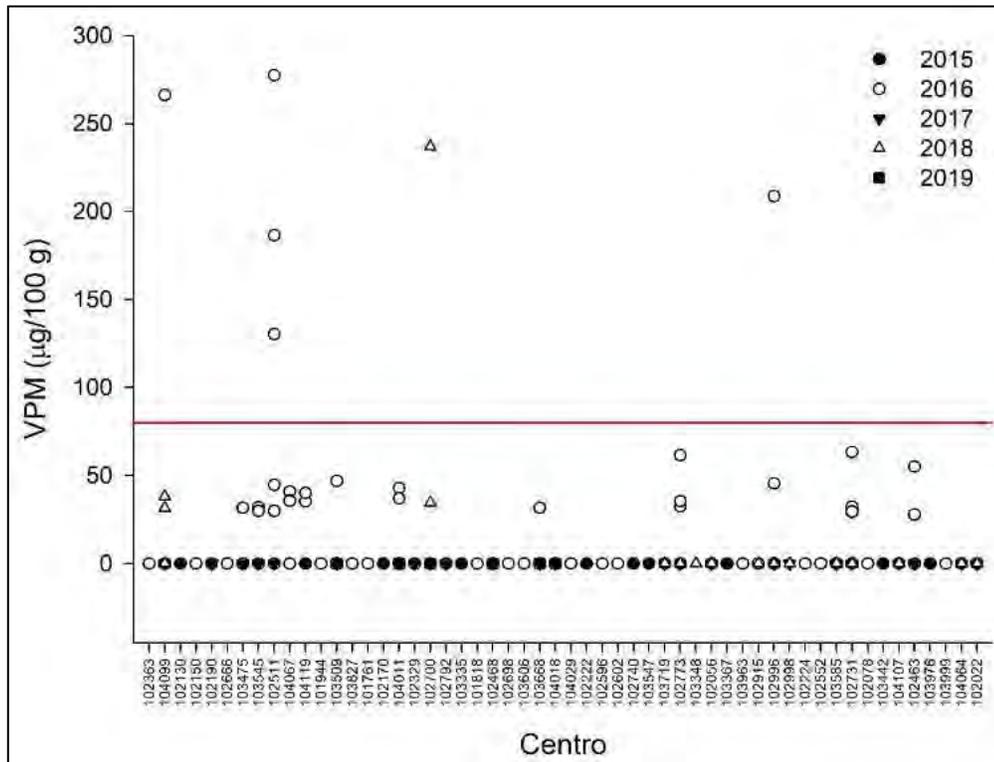
**Tabla 6.** Sectores PSMB en la Región de Los Lagos reportados entre 2015 al 2019

Sector	Centros	Sector	Centros
Bahía Huellonquen	4	Estero Yaldad	6
Bahía Yal Sector I	5	Huyar	3
Canal Caicaén	10	Punta Colaco	1
Canal Chilguapi	4	Punta Meimen	4
Canal Yal	1	Quechu	7
Estero Chope Sector li	5	Quetalco	16
Estero Huito El Rosario	5	Teupa	6
Estero Lingue	4	Vilupulli	4
Estero Pilolcura	8	Yaldad	3
Estero Rulo	5	Yelcho	4
<b>Total</b>			<b>105</b>

Luego de realizar un análisis a las variables que sobrepasaron las condiciones exigidas por el Manual de inocuidad y certificación (Sernapesca, 2019), las variables consideradas a analizar fueron en *toxicológicas* veneno paralizante de moluscos (VPM), Veneno Amnésico de los Moluscos (VAM), Yesotoxinas (YTX), y en microbiológicas *Escherichia coli* (*E. coli*).

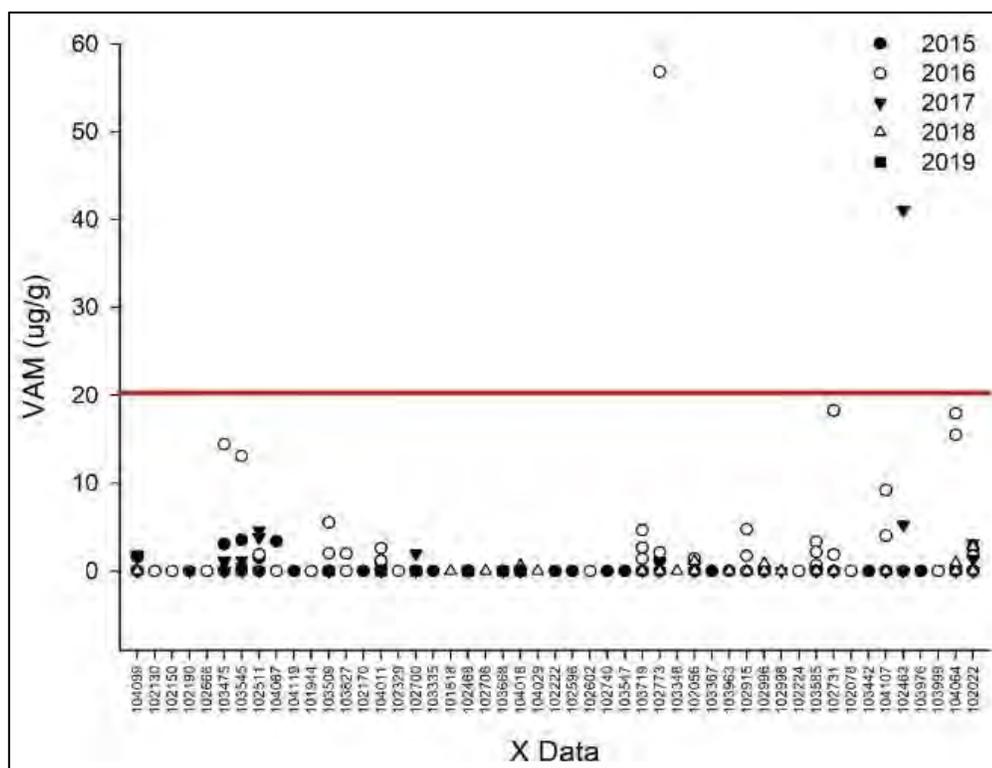
a) Toxicológicas:

Un total de 54 centros reportaron mediciones de VPM durante 2015 al 2019, cuyo valor límite para cosecha es de 80  $\mu\text{g}/100\text{ gr}$  de carne de molusco (línea roja en Figura 15). Se observa que, en el año 2016, dos centros sobrepasaron el valor límite en el año, y 1 dos veces en el año, y un centro 1 mes en el 2018, pero que durante los siguientes años bajaron sus niveles.



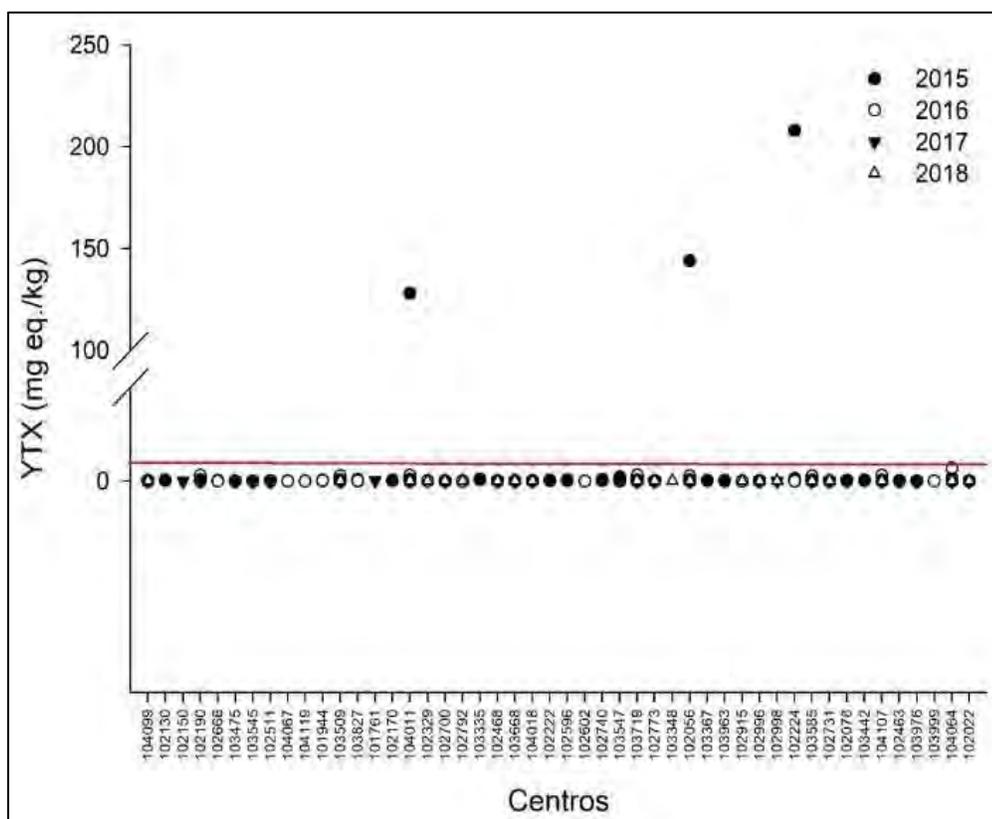
**Figura 15.** Mediciones de veneno paralizante de molusco (VPM) en 54 centros para distintos años de medición. (Nota: la línea corresponde al valor máximo permitido según Sernapesca (2019) de 80  $\mu\text{g}/100\text{ gr}$  de carne).

Para VAM se disponía de 51 centros con reporte de esta variable durante el periodo 2015 – 2019, cuyo valor límite para cosecha es de 20  $\mu\text{g}/\text{g}$  de carne (línea roja en Figura 16). Se observa un único evento en el año 2016 en un centro.



**Figura 16.** Mediciones de veneno amnésico de molusco (VAM) en 51 centros para distintos años de medición. (Nota: la línea corresponde al valor máximo permitido según Sernapesca (2019) de 20 ug/ gr de carne).

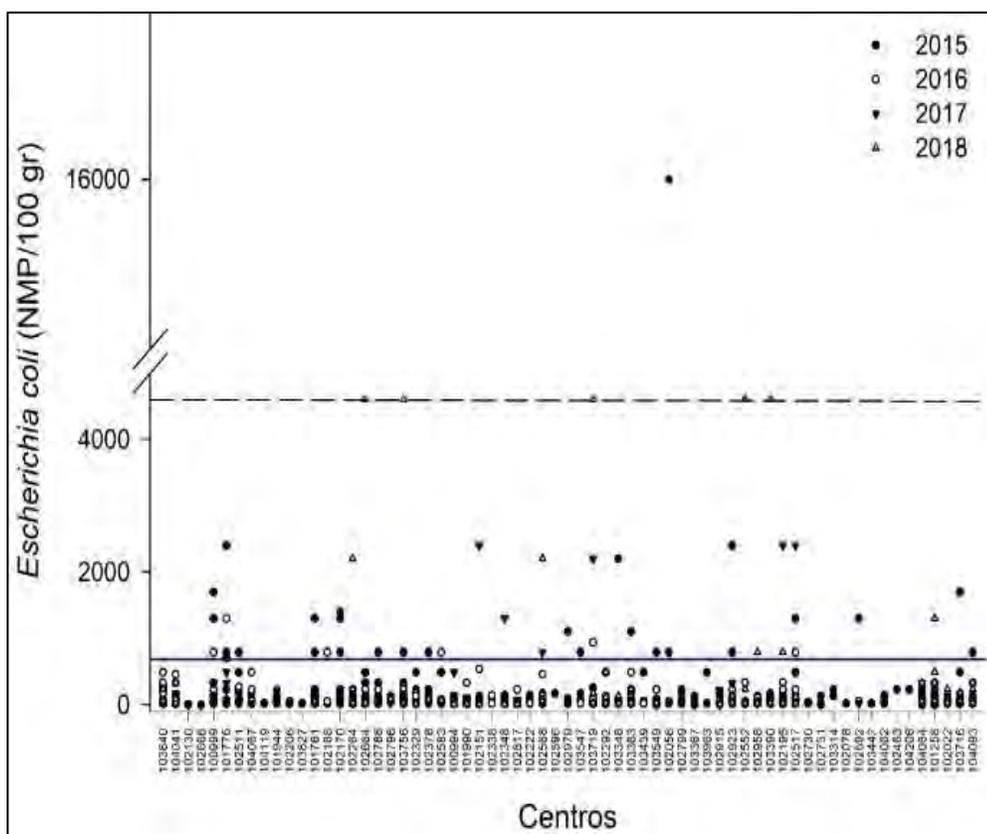
Para YTX se disponía de 48 centros con reporte de esta variable durante el periodo 2015 – 2018, cuyo valor límite para cosecha es de 3,75 mg de equivalente de YTX/kg (línea roja en Figura 17). Se observa un único año 2015 en tres centros con valores de reporte mayor al permitido, siendo en los años siguientes menores al límite.



**Figura 17.** Mediciones de yesotoxinas (YTX) en 48 centros para distintos años de medición. (Nota: la línea corresponde al valor máximo permitido según Sernapesca (2019) de 3,75 mg de equivalente de YTX/kg).

b) Microbiológica:

Un total de 68 centros con reporte de *E. coli* se registraron durante el periodo 2015–2018, cuyo valor de restricción de muestreos sin requisitos posteriores de cosecha es de 230 NMP/100 g en carne y líquido intervalvar (línea azul en Figura 18) de depuración, reinstalación o cocido bajo un proceso térmico aprobado de la cosecha si  $\geq 4.600$  NMP de *E. coli* por 100g en carne y líquido intervalvar, y de prohibición de extracción si es  $>46.000$  NMP de *E. coli* por 100 gr de carne y líquido intervalvar (Sernapesca, 2019). En el año 2015 se identifica un mes con evento de presencia de valores altos en *E. coli* en un centro, el que no vuelve a repetirse en los años posteriores.



**Figura 18.** Mediciones de *Escherichia coli* (NMP/100 gr) en 68 centros para distintos años de medición. (Nota: la línea azul corresponde al valor máximo permitido para no aumentar muestreos de 230 NMP/100 g en carne y líquido intervalvar, y límite que exige proceso adicional a la cosecha si  $\geq 4.600$  NMP (Sernapesca, 2019).

Se puede observar que en general no se detectan eventos ambientales masivos ni constantes en el tiempo o recurrentes. El único gran evento que se destaca por la alta concentración detectada en la carne de moluscos fue VPM el año 2016, situación que no se repite en los años posteriores. La floración del año 2016 fue un fenómeno que afectó a una amplia zona, no siendo asociado a algún sector específico de la producción de moluscos. En segundo lugar, se observa que en el año 2015 hubo alta concentración de la bacteria *E. coli*, en varios centros de cultivo, con una medición sobre la norma, pero esa situación no se repite en los siguientes años y los niveles se mantienen bajo la línea máxima permitida para exportar. Según se puede observar por este criterio se podría señalar que a nivel país la zona de mayor relevancia es la Región de Los Lagos, por la cantidad de información disponible y la mayor concentración de la actividad de cultivo y extracción de moluscos.

## 4.2. Resultados

### 4.2.1 Base de datos de patógenos relevantes

A través de la metodología propuesta en los puntos anteriores, se recopilan antecedentes disponibles, tanto a nivel nacional como internacional, que permiten actualizar la información sobre las patologías que afectan a los moluscos bivalvos de las poblaciones en estudio o similares en especial aquellas enfermedades consideradas peligrosas por la OIE y aquellas que hubiesen sido detectadas en nuestro país (Tabla 7).

**Tabla 7.** Listado de enfermedades de Alto Riesgo en Moluscos según el reglamento sanitario (RESA). El listado se encuentra disponible en la Resolución N°2574/2018. Fuente: Subpesca, 2018.

Lista 1 de Moluscos	
Enfermedad	Agente etiológico
Infección por microvariante del herpesvirus-1 de los ostreidos	Herpesvirus de los ostreidos 1
Infección por <i>Bonamia ostreae</i>	<i>Bonamia ostreae</i>
Infección por <i>Bonamia exitiosa</i>	<i>Bonamia exitiosa</i>
Infección por <i>Marteilia refringens</i>	<i>Marteilia refringens</i>
Infección por <i>Perkinsus marinus</i>	<i>Perkinsus marinus</i>
Infección por <i>Perkinsus olseni</i>	<i>Perkinsus olseni</i>
Ganglioneuritis viral del abalón	Herpesvirus del abalón
Lista 3 de Moluscos	
Infección por <i>Xenohaliotis californiensis</i>	<i>Candidatus Xenohaliotis californiensis</i>
Infección por <i>Terebrasabella heteroucinata</i>	<i>Terebrasabella heteroucinata</i>

Debido a que algunas de las especies del estudio no se encuentran dentro de las especies susceptibles de contraer enfermedades del listado de la OIE y definidas como de alto riesgo en nuestro país, se procedió a identificar en bibliografía todos aquellos agentes infectivos cuyo género se encuentre en el listado de la OIE para detectar agentes como *Marteilia*, *Perkinsus*, *Sabélidos* y otros a definir, de tal manera de detectar infecciones que hayan causado estos géneros en poblaciones de similares a las especies del estudio, a nivel internacional y nacional (Tabla 8). Con la información recopilada, se procedió a crear una base de datos, en la cual se colocará en primer término el tema de la información (bacterias, virus, protozoos, helmintos, etc.), los parámetros ambientales que pueden influir en la incidencia de aparición de los patógenos definidos, un breve resumen que señale: zona, año y principales resultados del estudio, y finalmente, se indicará la fuente de la información (autor o investigador principal revista o tipo de proyecto o página de Internet).

**Tabla 8.** Patologías en poblaciones de moluscos del estudio, en Chile

Especie	Título	Año	Autor/es	Referencia	Lugar
<i>V. antiqua</i> y <i>Mulinia</i> sp.	Copépodos Harpacticóideos de las comunidades de <i>Venus antiqua</i> y <i>Mulinia</i> sp. en la planicie máreal de Yaldad, Quellón, Chiloé, Chile	1993	Asencio, G., E. Clasing, C. Herrera, R. Stead y J. Navarro	Revista Chilena de Historia Natural 66: 455-465, 1993	Quellón, Chiloé
<i>Garisolidia</i> y <i>Semele solida</i>	A new species of scale-worm, <i>Harmothoe commensalis</i> (Polychaeta: polynoidae), from mantle cavities of two Chilean clams.	1993	Rozbaczylo, N. y J.I. Cañete	Proc. Biol. Soc. Wash. 106(4), 1993, pp. 666-672	Bahía La Herradura, Coquimbo
<i>M. donacium</i>	Patología en Acuicultura. Parasitismo por tremátodos en macha ( <i>Mesodesma donacium</i> ) extraídos de la Isla de Chiloé, región de Los Lagos, Chile	2017	Godoy, M.	<a href="https://goo.gl/OFI5AH">https://goo.gl/OFI5AH</a> .	Chiloé
<i>M. donacium</i>	Metazoan Symbionts of the Yellow Clam, <i>Mesodesma donacium</i> (Bivalvia), in Southern Chile: Geographical Variations.	2014	López, Z., Cárdenas, L., & González, M. T.	J Parasitol. 2014 Dec; 100(6):797-804. doi: 10.1645/13-301.1.	Mehuín, Carelmapu, Ancud, Cúcao, Quellón
<i>M. donacium</i>	Karyotype study in the surf-clam <i>Mesodesma donacium</i> Lamarck, 1818 (Bivalvia: Veneroidea: Mesodesmatidae). Estudio cariotípico en la macha <i>Mesodesma donacium</i> Lamarck, 1818 (Bivalvia: Veneroidea: Mesodesmatidae)	2008	Amar, G.; C. Palma Rojas, E. von Brand & P. Jara-Seguel	Gayana 72(1): 18-22	Tongoy y Bahía Coquimbo
<i>T. dombeii</i> y <i>V. antiqua</i>	Effects of environmental variables on burial depth of two infaunal bivalves inhabiting a tidal flat in southern Chile.	2001	Lardies, M., E. Clasing, J. Navarro y R. Stead	Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 81: 809-816.	Sur de Chile
<i>A. purpuratus</i>	Comparison of the parasites and pathogens present in a cultivated and in a wild population of scallops ( <i>Argopecten purpuratus</i> Lamarck, 1819) in Tongoy Bay, Chile.	2002	Lohrmann, K.B., Brand, A.R. y Feist, S. W	J. Shellfish Res., (21): 557-561.	Bahía Tongoy
	Assessment of Broodstock	2015	Orellana E.	Journal of Shellfish	Bahía Tongoy

<i>E. macha</i>	of the Razor Clam <i>Ensis macha</i> (Pharidae) from the Tongoy Bay, Chile		y K. Lohrmann	Research 34(2):367-372. DOI: 10.2983/035.034.0219	
<i>A. purpuratus</i>	How healthy are cultivated scallops ( <i>Argopecten purpuratus</i> ) from Chile? A histopathological survey.	2009	Lohrmann K. B	Revista de Biología Marina y Oceanografía 44: 35-47	Caldera, Guanaqueros y Tongoy.
<i>Haliotis discus hannai</i> , <i>H. rufescens</i> , <i>Crassostrea gigas</i> y <i>O. chilensis</i>	Histological survey of four species of cultivated molluscs in Chile susceptible to OIE notifiable diseases.	2009	Campalans, M. y K. Lohrmann	Rev. biol. mar. oceanogr. [online]. 2009, vol.44, n.3, pp.561-569.	Caldera, Guanaqueros, Tongoy, Los Molles, Calbuco, Ancud, Dalcahue, Chonchi
<i>Tiostrea chilensis</i>	Haemocytic parasitosis in the farmed oyster <i>Tiostrea chilensis</i> .	2000	Campalans, M., P. Rojas & M. González	Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 20(1): 31-33.	Chiloé

Se ha realizado una recopilación de antecedentes disponibles de patógenos en publicaciones científicas a nivel internacional que han afectado a alguna de las ocho especies asociadas al proyecto o especies similares. Ya que las especies del estudio no todas se encuentran dentro de las especies susceptibles de contraer enfermedades del Listado de la OIE y definidas como alto riesgo en nuestro país, se procedió a identificar en la revisión bibliográfica a aquellos agentes infecciosos del listado de la OIE como son: *Martelia*, *Perkinsus*, Sabélidos y otros existentes, de tal manera de detectar infecciones que hayan causado en poblaciones similares del estudio (Tabla 9).

**Tabla 9. Patologías en poblaciones de especies de moluscos similares, a nivel mundial**

Especie	Título	Año	Autor/es	Referencia	País
<i>Ensis arcuatus</i> y <i>Ensis siliqua</i>	Patologías asociadas a los solénidos: <i>Ensis arcuatus</i> (Navaja) y <i>Ensis siliqua</i> (Longueirón) en Galicia.	2002	Conchas, R.F.; Alonso, B. Montes, J.	<a href="http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/pesca/acuicultura/de-scargas/Patologia/25_patologias_solenidos_galicia.pdf">http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/pesca/acuicultura/de-scargas/Patologia/25_patologias_solenidos_galicia.pdf</a>	España
<i>Cerastoderma edule</i>	Fine structure of the apicomplexa oocyst of <i>Nematopsis</i> sp. of two marine bivalve molluscs	1992	Azevedo, C. y R. Cachola	Vol. 14: 69-73, 1992. Dis. aquat. Org. Vol. 14: 69-73, 1992	Portugal
<i>Ruditapes</i>	Fine structure of	1989	Azevedo, C.	J. Parasitol. 75: 627-635	Portugal

<i>decussatus</i>	<i>Perkinsus atlanticus</i> n. sp. (Apicomplexa. Perkinsea) parasite of the clam <i>Ruditapes decussatus</i> from Portugal.				
<i>C. gigas, Mytilus galloprovincialis, Crassostrea virginica, A. purpuratus, Mytilus chilensis</i>	La patología en moluscos bivalvos: principales problemas y desafíos para la producción de bivalvos en América Latina.	2008	Cáceres-Martínez, J. y Vásquez-Yeomans, R	En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO. Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 327–337.	México
<i>Mesodesma mactroides</i>	Parasites as possible cause of mass mortalities of the critically endangered clam <i>Mesodesma mactroides</i> on the Atlantic coast of Argentina.	2004	Cremonete, F. y Figueras, A.	Parasites Bull. Eur. Ass. Fish. Pathol. (24): 166–171.	Argentina
<i>Tagelus plebeius</i>	<i>Perkinsus chesapeaki</i> in stout razor clams <i>Tagelus plebeius</i> from Delaware Bay	2008	D. Bushek, B. Landau and E. Scarpa	Dis. of aquat org. Vol 78:243-247	Mexico
<i>Donax peruvians</i>	Nota sobre una larva de cestodo parásito en la almeja peruana <i>Donax peruvianus</i> .	1983	Carvajal, J. & h. Escalante	Parasitología al Día 7: 89-90	Perú
<i>Pitar rostrata</i>	Occurrence of <i>Perkinsus olseni</i> (Protozoo: Apicomplexa) and other parasites in the venerid commercial clam	2005	Cremonete, F., Balseiro, P. y Figueras. A.	Dis. Aquat. Org., (64): 85–90.	Uruguay

	<i>Pitar rostrata</i> from Uruguay (Southwest Atlantic coast).				
<i>C. gigas</i>	Prevalencia del protozoario <i>Perkinsus</i> sp. en un cultivo de ostión japonés <i>Crassostrea gigas</i> en Sinaloa, México	2013	L. Villanueva-Fonseca & C. Escobedo-Bonilla	Lat. Am. J. Aquat. Res., 41(5): 996-1002, 2013 DOI: 103856/vol41-issue5-fulltext-19	México
<i>Ruditapes philippinarum</i> and <i>R. decussatus</i>	One <i>Perkinsus</i> species may hide another: characterization of <i>Perkinsus</i> species present in clam production areas of France	2012	I. Arzul, B. Chollet, J. Michel, M. Robert, C. Garcia, J.-P. Joly, C. François, and L. Miossec	Parasitology November 2012, Volume 139 (13), Pages 1757-1771 <a href="http://dx.doi.org/10.1017/S0031182012001047">http://dx.doi.org/10.1017/S0031182012001047</a>	Francia
<i>A. purpuratus</i> ; <i>Aequipecten tehuelchus</i> , <i>Mytilus platensis</i> , <i>A. atra</i> , <i>Ostrea puelchana</i> , <i>Pododesmus rudis</i> , <i>Panopea abbreviata</i> ; <i>E. macha</i> ; <i>Pitar rostratus</i> ; <i>L. antiqua</i> ; <i>Tagelus plebeius</i>	Review of Parasites and Pathologies of the Main Bivalve Species of Commercial Interest of Argentina and Uruguay, Southwestern Atlantic Coast	2017	N. Vázquez and F. Cremonte	ArchParasitol 2017, 1:2	Argentina y Uruguay
<i>Aequipecten tehuelchus</i> , <i>Mytilus edulis</i> , <i>A. atra</i> , <i>Protothaca (=Venus) antiqua</i> , <i>Ostrea puelchana</i> and <i>Pododesmus rudis</i>	A histopathological survey of some commercially exploited bivalve molluscs in northern Patagonia, Argentina	2005	Cremonte, F., Figueras, A. y Burreson, E.M.	Aquaculture., (249): 23–33.	Argentina
<i>Ostrea edulis</i>	Histopathology and a realtime PCR assay for detection of <i>Bonamia ostreae</i> in <i>Ostrea edulis</i> cultured in western	2006	Marty, G.D., Bower, S.M., Clarke, K.R., Meyer, G., Lowe, G., Osborn, A.L.,	Aquaculture, (261): 33–42	Canadá

	Canada.		Chow, E.P., Hannah, H., Byrne, S., Sojonky, K. y Robinson, J.H.		
<i>Tagelus plebeius</i>	2006. Parasites of the scoutrazor clam <i>Tagelus plebeius</i> (Psammobiidae) on the Argentinean coast, Southwest Atlantic Ocean	2006	Vázquez, N.N., Ituarte, C., Navone, G.T. y Cremonte, F.	J. Shellfish Res., (25): 877–886.	Argentina
<i>Crassostrea virginica</i> ,	Range extension by the oyster parasite <i>Perkinsus marinus</i> into the northeastern United States: Response to climate change?	1996	Ford, S.E.	Journal of Shellfish Research, vol. 15, no. 1, pp. 45-56, 1996.	Estados Unidos
<i>Tapes philippinarum</i>	<i>Polydora cicliata</i> Shell infestation in <i>Tapes philippinarum</i> , Manila clam held out of the substrate in the Adriatic Sea, Italy.	2002	Boscolo, R. y O. Giovanardi. 2002.	Journal of invertebrate Pathology 79: 197-198	Italia
<i>Ostrea edulis</i>	First detection of the protozoan parasite <i>Bonamia exitiosa</i> (Haplosporidia) infecting flat oyster <i>Ostrea edulis</i> grown in European waters.	2008	Abollo, E.; A. Ramilo; S.M. Casas; P. Comesaña; A. Cao; M.J. Carballal & A. Villalba.	Aquaculture 274: 201-2007.	Europa
ostra, berberecho grabado, ( <i>Mimachlamys varia</i> ), pie de cabrito, chirla, nacra y limas	"Parásitos de moluscos bivalvos en las Islas Baleares: detección de <i>Marteilia refringens</i> y <i>Perkinsus mediterraneus</i> mediante técnicas moleculares". Tesis	2016	Valencia Cruz, J.M.	<a href="https://diari.uib.es/arxiu/Los-parasitos-de-los-moluscos-bivalvos.cid423716">https://diari.uib.es/arxiu/Los-parasitos-de-los-moluscos-bivalvos.cid423716</a>	Islas Baleares
almeja japonesa y berberecho <i>Cerastoderma</i>	Diagnóstico molecular y epidemiología de	2015	Ramilo Álvarez, A.	<a href="http://www.redalyc.org/pdf/494/49451416002.pdf">http://www.redalyc.org/pdf/494/49451416002.pdf</a>	Galicia, España

<i>edule</i>	enfermedades relevantes de moluscos bivalvos. Tesis				
<i>Cerastoderma edule</i>	Cockle <i>Cerastoderma edule</i> fishery collapse in the Ría de Arousa (Galicia, NW Spain) associated with the protistan parasite <i>Marteilia cochillia</i> . Tesis	2014	Villalba, A., Iglesias, D., Ramilo, A., Darriba, S., Parada, J. M., No, E., Abollo, E., Molaes, J., Carballal, M. J.	Diseases of Aquatic Organisms 109, 55-80.	Galicia, España
<i>Ruditapes philippinarum</i>	Infection of Manila clams <i>Ruditapes philippinarum</i> from Galicia (NW Spain) with a <i>Mikrocytos</i> -like parasite.	2014	Ramilo, A., Iglesias, D., Abollo, E., González, M., Darriba, S., Villalba, A.	Disease sof Aquatic Organisms 110, 71-79	Galicia, España
Clams	<i>Perkinsus olseni</i> and <i>P. chesapeaki</i> detected in a survey of perkinsosis of various clam species in Galicia (NW Spain) using PCR-DGGE as a screening tool.	2016	Ramilo, A., Pintado, J., Villalba, A., Abollo, E.	Journal of Invertebrate Pathology 133, 50-58. <a href="https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/14782">https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/14782</a>	Galicia, España
<i>Pecten maximus</i>	French scallops: a new host for ostreid herpes virus-1	2001	Arzul, I.; J.L. Nicolas; A.J. Daviso y T. Renault	Virology. 290(2):342-9	Francia

#### **4.2.2 Diseño del programa de muestreo**

Para definir el marco de muestreo de los centros de cultivo en producción, de las poblaciones naturales de las regiones en estudio y de las áreas AMERB, se cuenta con los resultados obtenidos en el objetivo 1 referentes a:

1. Ubicación y descripción de los bancos naturales y áreas de manejo de las especies del estudio en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos.
2. Ubicación y cuantificación de los centros de cultivo e identificación y descripción de las especies que se cultivan en las tres regiones del estudio.
3. Áreas de importancia productiva y áreas de importancia relativa.

Se obtiene así las zonas donde se emplazan los centros de cultivo, bancos naturales y AMERB en cada región del estudio y se seleccionan los centros y AMERB que se consideran dentro de la zona de interés productiva. Para esta selección se sigue la sugerencia mencionada en las Bases Técnicas de Referencia (TBR) y se valida en la segunda reunión de coordinación con la contraparte técnica. La matriz de muestreo se detalla en la Tabla 10.

- **Tamaño de la muestra**

El tamaño de las muestras para las distintas áreas de extracción está dado en las Bases Técnicas de este proyecto, y corresponden a las siguientes:

Para el caso de las poblaciones de machas en el Banco Natural de Punta de Choros en la Región de Coquimbo, las poblaciones de navajas y navajuelas del Banco Tubul en la Región del Biobío y las poblaciones de almejas y ostras chilenas de los Bancos de Isla Aulín y Pullinque en la Región de Los Lagos, el número de muestras será de 175 individuos en cada muestreo estacional.

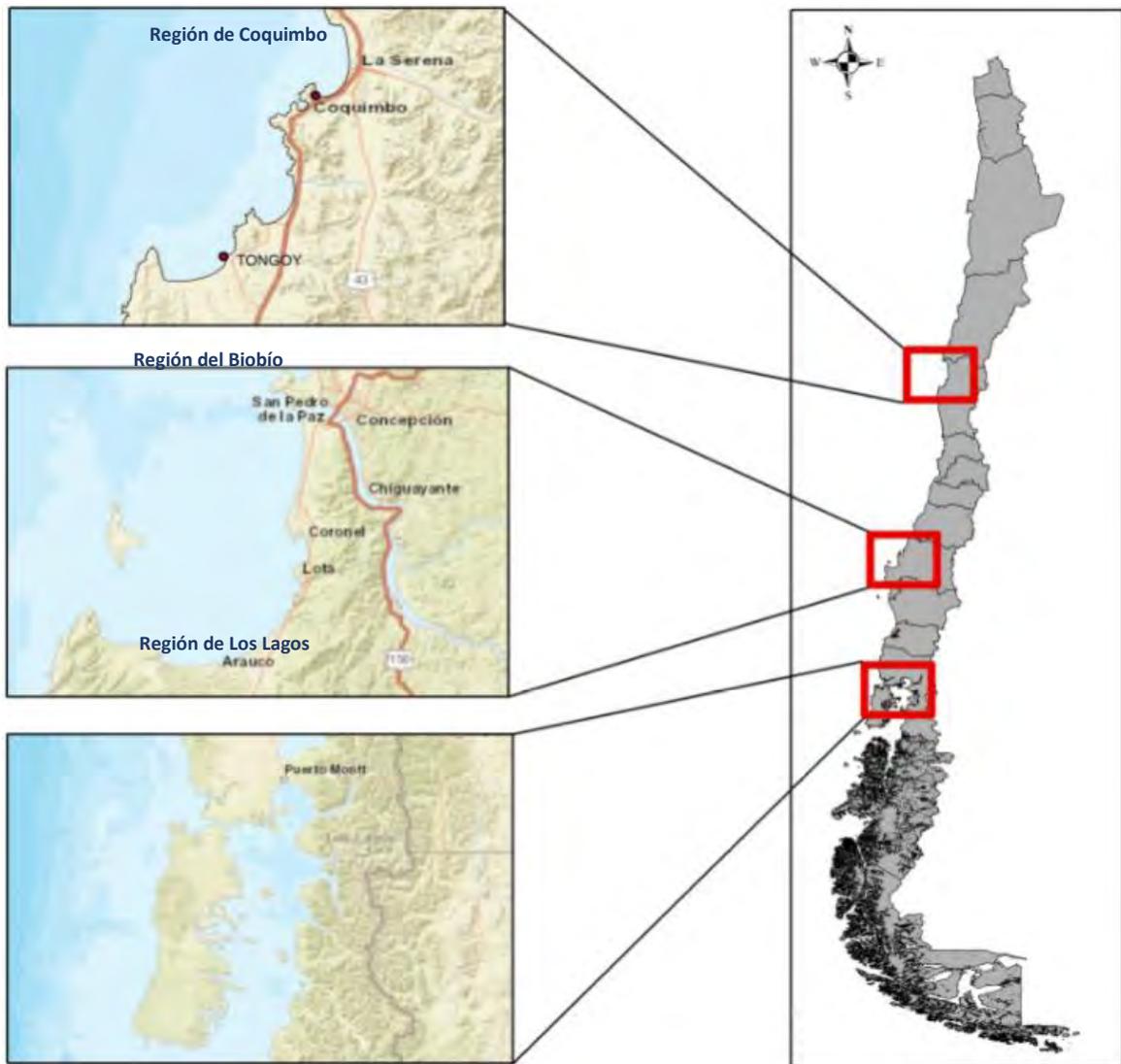
El número de muestras para las poblaciones de cultivo se estima utilizando la recomendación de muestreo del Programa Sanitario Específico de Vigilancia Activa para enfermedades de Alto Riesgo (EAR) en Moluscos (PVM) R. Ex 1809/2003, donde se asume una prevalencia del patógeno del 10% y por lo tanto el número de individuos a muestrear es de 30

especímenes por campaña de muestreo. Para el caso de las AMERB el número de muestras corresponde a 45 individuos de cada especie según lo señalado por las bases Técnicas del proyecto (Tabla 10).

**Tabla 10.** Matriz del número de muestras de cada especie de moluscos del estudio que se obtuvieron en cada una de las 3 regiones del estudio considerando 3 orígenes (poblaciones naturales y de cultivo). (Bases técnicas FIPA 2018-14).

Región	Área de muestreo	Centro de cultivo, AMERB o Banco natural	Recurso a muestrear	N° muestras por campaña
Coquimbo	Bahía de Tongoy	AMERB Tongoy	Navajuela	45
			Macha	45
		C. Cultivo 1 C. Cultivo 2	Ostión del norte	30
				30
	AMERB Puerto Aldea	Ostión del norte	45	
	Otra AMERB	AMERB Apolillado	Almeja	45
Banco Natural	Punta de choros	Macha	175	
Biobío	AMERB	Cerro Verde Sector A	Navaja	45
			Almeja	45
			Navajuela	45
	AMERB	Laraquete	Navaja	45
			Almeja	45
			Navajuela	45
	Otra AMERB	Punta Lavapié	Cholga	45
	Banco Natural	Tubul	Almeja	175
			Navajuela	175
Los Lagos	AMERB	Punta Cementerio	Almeja	45
			Navajuela	45
		Cucao Norte	Macha	45
	Otra AMERB	Mar Brava	Macha	45
	Centros de cultivo	Centro 1 Centro 2 Centro 3 Centro 4	Ostra chilena	30
				30
				30
				30
Banco Natural	Isla Aulín	Almeja	175	
Banco Natural	Pullinque	Ostra chilena	175	

Esta matriz, que abarca las 3 regiones en estudio (Figura 19), es considerada como base para el plan de muestreo y fue validada en la segunda reunión de coordinación realizada el 03 de julio de 2019, sin embargo, en dicha reunión se dejó la posibilidad de complementar esta matriz, de acuerdo con la disponibilidad real de los recursos en la zona de estudio.



**Figura 19.** Ubicación de las 3 regiones del país desde donde se obtendrán las muestras del estudio.

- **Muestreos**

De acuerdo con lo establecido en los Términos Básicos de Referencia, se procederá a extraer muestras en 2 oportunidades: invierno-primavera y verano-otoño, desde 3 regiones del país y de 3 orígenes distintos. Por lo tanto, las muestras provendrán de 2 campañas de muestreo, en donde en cada una de ellas se obtendrán un total de 1.730 ejemplares de 8 especies distintas.

Para evitar cualquier confusión entre campaña, lugar de muestreo y especies, lo primero que se realiza son las abreviaturas para los códigos de muestreo (Tabla 11) que identificarán e individualizarán a cada uno de los 3.450 ejemplares que serán estudiados en este proyecto.

**Tabla 11.** Lista de abreviaturas utilizadas en los códigos de muestreo

Nombre ítem	Código
CAMPAÑA INVIERNO	<b>W</b>
CAMPAÑA VERANO	<b>S</b>
REGIÓN DE COQUIMBO	<b>4</b>
REGIÓN DEL BIOBÍO	<b>8</b>
REGIÓN DE LOS LAGOS	<b>10</b>
ORIGEN MUESTRA AMERB	<b>A</b>
ORIGEN MUESTRA CENTRO DE CULTIVO	<b>C</b>
ORIGEN MUESTRA BANCO NATURAL	<b>B</b>
almeja venus	<b>av</b>
almeja mulinia	<b>ap</b>
macha	<b>ma</b>
navaja	<b>na</b>
navajuela	<b>nj</b>
ostión del norte	<b>on</b>
ostra chilena	<b>oc</b>
cholga	<b>ch</b>

- **Permisos y autorizaciones primer y segundo muestreo**

Previo al inicio del proyecto y antes de la primera campaña de muestreo, se hizo necesario la solicitud de los permisos y autorizaciones correspondientes para la realización de este, considerando que el estudio abarcaba tres regiones del país (Región de Coquimbo, Región del BioBío y Región de Los Lagos) y tres procedencias distintas de los moluscos (AMERB, cultivo y Banco natural).

Para el caso de las poblaciones naturales (Bancos y AMERB), y tomando en cuenta los recursos que se encontraban en veda fue necesario solicitar autorización a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura para ejecutar una “Pesca de Investigación” en las AMERB seleccionadas y en bancos naturales, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el D.S. (MINECOM) N° 461/95. Esta solicitud fue realizada el 11 de junio del 2019 a SUBPESCA ([ANEXO 1](#)), la cual fue autorizada el 21 de agosto 2019. (Resolución Exenta N° 2899).

Para la realización de la Segunda Campaña de Muestreo, inicialmente programada para el periodo verano - otoño del año 2020, debió postergarse hasta el verano del año 2021 por el cierre de las salidas y entradas a las ciudades de muestreo, aislamiento estricto y prohibiciones de contacto producto del Covid-19. Fue así como a pesar de que aún no se levantaban las medidas restrictivas se logró el desplazamiento del equipo hacía los sitios de muestreo cumpliendo con las medidas exigidas por cada región y ciudad involucrada en el estudio. Para algunos lugares, específicamente la Isla de Chiloé, fue necesario obtener permiso especial para el ingreso (Figura 20).



**Figura 20.** Fila para obtener autorización para entrar a la Isla de Chiloé.

- **Periodo de sensibilización**

Para facilitar el acceso a la información relacionada con los centros de cultivo, bancos naturales y las AMERB, para el primer muestreo, se procede a realizar un periodo de sensibilización a los productores y entidades involucradas en la actividad a estudiar. De esta forma, se envía una carta en la que se les informa los objetivos e importancia del presente estudio. Luego de esto, se contactan telefónicamente y se procede a solicitar reuniones con los representantes de las diferentes organizaciones de asociaciones de cultivadores, AMERB y pescadores para entregarles detalles del proyecto y se solicita su cooperación, explicándoles además la importancia que para ellos pudiera significar conocer el estado sanitario de sus poblaciones.

Para la segunda Campaña de muestreo, se utilizaron los contactos obtenidos en la Campaña de Invierno y en otros casos se programaron reuniones con los nuevos encargados de los centros y AMERB. En el caso de un centro de cultivo cuyo propietario falleció durante la pandemia tuvo que ser reemplazado por un nuevo centro de la misma especie ubicado en las cercanías.

En la Figura 20 se muestra un ejemplo de la carta tipo enviada a los correspondientes socios de las AMERB, presidentes de las caletas de pescadores y titulares de los centros de cultivo que fueron contactados para la realización del primer muestreo en la Región de Coquimbo y de Los Lagos, en el caso de la Región del Biobío, el proceso de muestreo lo realiza el equipo de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (CIBAS). En ANEXO 2 se presentan las cartas enviadas para el muestreo de esta región.



**Figura 21.** Ejemplo de carta tipo enviada a los representantes o socios de las AMERB

- **Formularios de las entrevistas**

Se diseñan los formularios para las entrevistas que se aplican en la primera campaña de muestreo. En ANEXO 3 se presentan los formularios diseñados por tipo de origen de obtención de las muestras (AMERB, Centro de cultivo, banco natural), y ejemplos de encuestas que fueron realizadas.

Al realizar la primera campaña en terreno de cada sector, y junto o posterior a la recolección de las muestras, se procede a aplicar las encuestas a cada dirigente y/o pescador.

Se presenta a continuación de manera general, un análisis de las encuestas realizadas a las personas en la Región del Biobío, en las distintas áreas de muestreo (Tabla 12, Figura 22).

**Tabla 12.** Información general de entrevista por sitio en la Región del Biobío

Sitio	Nombre	Fecha
AMERB Cerro verde	José Miguel Ponce	12-08-2019
AMERB Punta Lavapié	Cristian Garrido	31-07-2019
AMERB Laraquete	Tránsito Leal	09-08-2019
Banco Natural Tubul	Alder Carrillo	06-08-2019



**Figura 22.** Aplicación de encuesta a dirigente Cristian Garrido de la AMERB Punta Lavapié

Se identificó una baja participación de mujeres asociadas a las AMERBs. Además, se observó que, presentan más de tres especies que se desarrollan en el área, y sólo la de Laraquete presenta un mayor porcentaje de área para la producción, alcanzando un 30% del área. Presentan fondo blando principalmente de arena y las cosechas se desarrollan en el segundo semestre del año. Sólo en Laraquete se han desarrollado actividades de repoblamiento para el erizo (*Loxechinus albus*) y posee líneas de cultivo. Respecto a los servicios sanitarios, sólo Punta Lavapié no los presenta. Las actividades cercanas de las AMERB son principalmente el desarrollo del turismo y gastronomía.

Dentro de los factores ambientales que identifican que han afectado a la producción de las áreas se encuentran las condiciones climáticas, el aumento de la temperatura del agua y el maremoto del año 2010. Sólo la AMERB Cerro Verde ha sido afectada por contaminante relacionado al derrame de la empresa sanitaria Essbio. Dentro de los cambios detectados en los ciclos de las especies, se observa que la concha de los locos es más frágil y ha disminuido su abundancia en los últimos años, al igual que algas y moluscos principales de Cerro Verde.

Se presentan en las siguientes tablas una síntesis de las encuestas aplicadas en las AMERB (Tabla 13) y en el Banco Natural de Tubul (Tabla 14).

**Tabla 13.** Síntesis de las encuestas aplicadas a los dirigentes de las AMERB, Región del Biobío

AMERB	Laraquete	Punta Lavapié	Cerro Verde
Fecha	09-08-19	31-07-19	12-08-19
Especies objetivo	Huepo y almeja	cholgas y navajuelas	navajuelas, almeja y cholga
Socios de la AMERB	32	26	37
Mujeres asociadas a la AMERB	8	5	0
Nº de asociados activos	18	14	12
Especies que se desarrollan en la AMERB	lapa, erizo, jaiba peluda, jaiba limón	locos, cochayuyo, luga, cholga y piure	loco, piure y chorito
Extensión del área destinada a producción (%)	30	3	3
Profundidad que se encuentra la especie objetivo (m)	8 a 12	14	3
Sustrato del fondo	fondo blando de grava y arena	fondo blando de arena y roca	fondo blando de arena y limo
Cosechas de especies objetivo	agosto a diciembre	agosto y septiembre	julio a octubre
Han realizado repoblamiento de la especie objetivo	No, sólo de erizo	no	No
meses del año que se realiza siembra	enero, febrero y marzo	no	No
Cosechas al mes/año de la especie objetivo	2 cosechas	3 meses cochayuyo, 2 meses loco y cholga permanente en el año	1 al mes al año
Producción en mar	líneas de cultivo	no	No

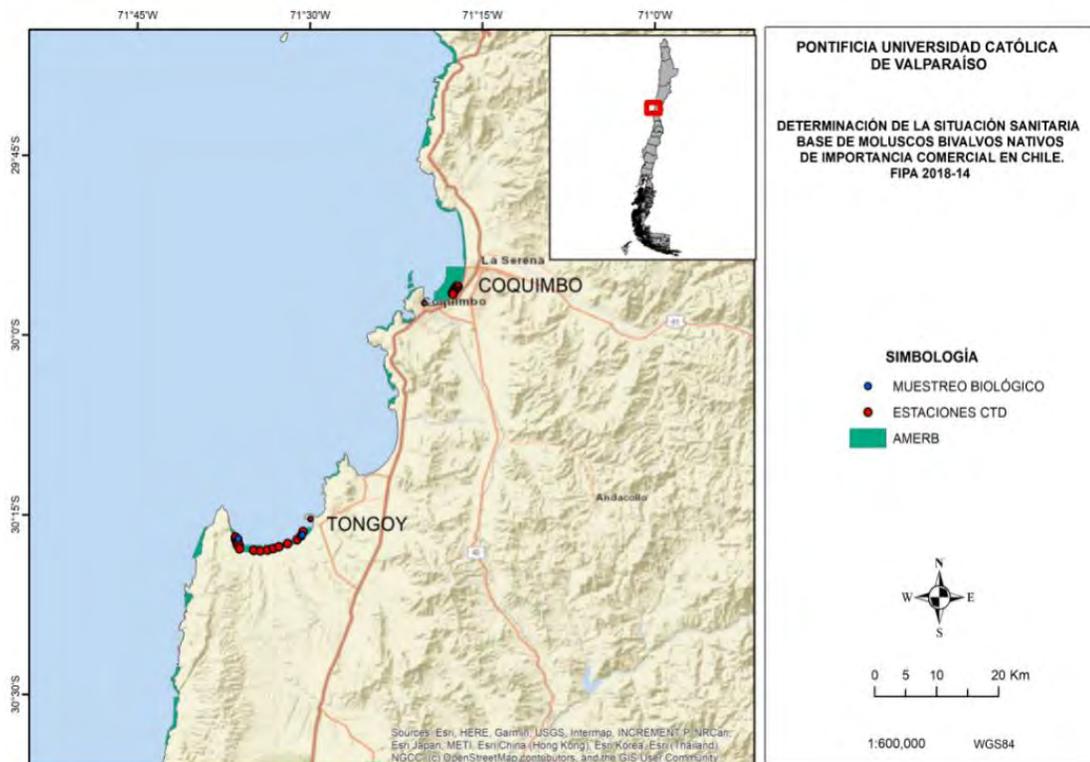
Embarcadero	si	si	Si
Galpón	si	no	planta de proceso
Equipo de buceo	si	si	No
Hatchery	no	no	No
Pescante (grúa)	no	no	Tecele
Otro	no	winche de arrastre	Cámara y túnel de frío
Planta procesadora de aguas servidas	PTR domiciliario de Laraquete	no	planta Essbio
Planta procesadora de peces y/o moluscos	no	no	Planta propia
Desembocadura de río	estero Laraquete	no	Andalién
Otro	emisario de celulosa Arauco y proyecto del 2do emisario	no	Cosab, Penco, Pto. Lirquén, Lirquén
Factores ambientales que afectan a la producción	condiciones climáticas, aumento de temperatura del agua	condiciones climáticas y maremoto 2010	Maremoto 2010
AMERB ha sido afectada por contaminante	no	no	Derrame de Essbio 2010
Actividades cercanas	actividades deportivas y turismo	cultivo de moluscos y turismo	Turismo y gastronomía, dos puertos
Cambios en los ciclos de las especies	si el loco con concha blanda se quiebra	loco ha disminuido su abundancia	últimos 10 años desapareció el alga y moluscos principales
Cambios en aspecto físico de la concha	sí, en el loco mayor fragilidad	no se observan	no se observan
Del total de producción se observan conchas vacías (%)	no se observan	2	últimos años en cholgas se observa mortalidad en conchas vacías

**Tabla 14.** Síntesis de la encuesta aplicada en el Banco natural de Tubul

Banco Natural	Tubul
Fecha	06-08-19
Especie objetivo	navajuela y almeja ploma
Organizaciones autorizadas a extraer	área de libre acceso a pescadores y buzos mariscadores con RPA vigente en la VIII Región
Otras especies que se desarrollan en el banco natural	jaiba reina y jaiba peluda
Profundidad (m) de especie objetivo	7 a 12
Tipo de sustrato del fondo	fondo blando de grava y arena
Fuente de agua cercana	desembocadura Río Tubul
Evento ambiental que haya afectado al banco	se desconoce
Contaminación que haya afectado al banco natural	No
Actividades cercanas	cultivos de moluscos y turismo

### 4.2.3 Muestreo Región de Coquimbo

El inicio de la primera campaña de muestreo correspondió al periodo invierno-primavera, y se realizó la tercera semana de Julio 2019 en la Región de Coquimbo (Figura 23) y consistió en una primera instancia, en visitar los lugares de toma de las muestras, es decir las localidades de Tongoy, Puerto Aldea y Punta de Choros, con el fin de reunirse con las personas (y/o organizaciones) que colaborarían en la obtención de los recursos.



**Figura 23.** Zonas de muestreo de la campaña de invierno y verano en la Región de Coquimbo

La segunda campaña de muestreo correspondiente al periodo verano-otoño, se realizó la tercera semana de enero 2021 en la Región de Coquimbo y consistió en una primera instancia, en visitar los lugares de toma de las muestras, es decir las localidades de Tongoy, Puerto Aldea y Punta de Choros, con el fin de reunirse con las personas (y/o organizaciones) que colaboran en la obtención de los recursos.

- **Obtención de los ejemplares**

- **Campaña Invierno-primavera**

Una vez contactadas y confirmadas las personas que participarán en la obtención de los recursos (encargados de los centros de cultivos, dirigentes de las AMERB y buzos de la zona), se inicia el muestreo (Figura 24) en el orden que se muestra en la Tabla 15. Las primeras muestras se obtienen desde los centros de cultivo de ostiones en la bahía de Tongoy y de su Área de Manejo (machas y navajuelas). Las siguientes muestras de ostión del norte se obtienen de la AMERB de Puerto Aldea. Posteriormente, muestras de machas se sacaron del banco natural de Punta de Choros (Figura 24, 25 y 26).

**Tabla 15.** Matriz de muestreo realizada en la Región de Coquimbo para la Campaña Invierno-Primavera y Verano-Otoño (2019 y 2021)

Región	Origen muestra	AMERB/centro de cultivo/banco natural	Recurso a muestrear	Número de muestra	Fecha Campaña 1 y 2
COQUIMBO	Centro de cultivo	Centro 1	Ostión del norte	30	16-07-19 23-02-21
		Centro 2	Ostión del norte	30	16-07-19 16-03-21
	AMERB	Tongoy	Macha	45	17-07-19
			Navajuela	45	17-03-21
		Puerto Aldea	Ostión del norte	45	24-07-19 23-03-21
	Banco Natural	Punta de Choros	Macha	175	18-07-19 21-01-21
	AMERB	AMERB Apolillado	Almeja	45	26-07-19 20-01-21

Dado el período de mal clima y marejadas ocurrido durante los meses de julio y agosto en la zona, se debió interrumpir el muestreo quedando para un segundo viaje la obtención de las muestras (almejas) desde la AMERB Apolillado, las cuales posteriormente fueron muestreadas sin mayores problemas (Figura 27).



**Figura 24.** Muestras obtenidas desde AMERB Tongoy



**Figura 25.** Muestras obtenidas desde AMERB Puerto Aldea



**Figura 26.** Muestras obtenidas desde Banco Natural Punta de Choros



**Figura 27.** Muestras obtenidas desde AMERB Apollillado

#### - **Campaña Verano-Otoño**

La campaña de verano-otoño en terreno fue realizada entre los meses de enero y marzo del año 2021. Previo a iniciar la Campaña fue necesario realizar las gestiones sanitarias (medidas frente pandemia COVID-19) y coordinación con los dirigentes para las visitas a los Centros de cultivo, AMERB y Banco Natural, todo esto junto a la coordinación del traslado del personal a la región.

En cada sitio de muestreo, que son los mismos de la Primera Campaña, y juntamente con la toma de muestras de moluscos, se registraron las variables ambientales *in situ* de cada lugar, a tres profundidades (superficie, media y fondo) y fueron: oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura, sólidos totales disueltos (TDS), salinidad y clorofila (Ch-a), las que se describen más adelante.

#### • **Procesamiento de los ejemplares**

Este proceso permite aplicar adecuadamente las diversas técnicas de detección de parásitos señaladas por el Manual OIE para animales acuáticos específicamente moluscos susceptibles. Las técnicas que se emplean para la detección de los parásitos se resumen en la Tabla 16. Estas técnicas permiten detectar la mayor parte de los patógenos descritos, incluyendo los estados larvales de céstodos y nemátodos en tejidos que son detectables por histología.

**Tabla 16.** Técnicas de diagnóstico empleadas para la detección de: protozoos, bacterias, virus y parásitos.

Tipo organismo	Técnicas de diagnóstico	Detalle
Protozoo en tejido	<b>Histología.</b>	Permite detectar, protozoos intracelulares y en tejido, también la detección de signos patognomónicos
Protozoos en branquias	<b>Histología - Citología:</b>	Detección de ciliados tipo Trichodinas, Euplotes, Ancistromidae y otros
Bacterias en tejido	<b>Histología</b>	Presencia de inclusiones basofílicas en citoplasma de células digestiva, en nefridio branquia u otro órgano. Permite la detección de bacterias asociadas en colonias.
Virus en tejido	<b>Histología</b> <b>RT-PCR</b> <b>Microscopía Electrónica de Transmisión (MET)</b>	Signos tales como presencia de inclusiones intracelulares, daño en tejido conectivo, muscular o gonadal, asociado a infiltración hemocítica sin evidencias de patógenos será el criterio para realizar MET Para detección del herpes virus de la ostra microvariante 1, se realizan a todas las muestras de ostras del estudio Descripción ultraestructura de anomalía o inclusión intracelular y de partículas virales, técnica descriptiva
Parásitos en valvas	<b>Observación a simple vista y microscópica</b>	Descripción y cuantificación de las perforaciones. Recuento e identificación de poliquetos y otros habitantes de valva

Una vez obtenido los especímenes de las distintas especies y en las diferentes zonas de muestreo, se realizan los siguientes procedimientos que a continuación se describen:

- **Procesamiento primario**

En cada punto de muestreo, con el fin de mantener baja la temperatura, los individuos muestreados se colocan en cajas térmicas o *cooler* con hielo (Figura 28), previamente rotuladas con la información de procedencia y fecha de muestreo, si la logística de terreno lo permite (como fue el caso del muestreo en esta región), en la zona de muestreo se realiza el procesamiento primario de las muestras consistente en la obtención de parámetros biométricos de los individuos y la fijación de tejidos blandos, ya sea para histología o para PCR (Figura 29).



**Figura 28.** Traslado de los ejemplares desde la zona de muestreo al lugar de procesamiento.



**Figura 29.** a) Preparación del lugar de realización del procesamiento primario de los ejemplares muestreados, b) rotulación de los materiales del muestreo.

- ***Rotulado de las muestras***

Para el rotulado de las muestras se diseñaron códigos de muestreo de modo de identificarlas por campaña, región, origen de la muestra y número Matriz de códigos de muestreo campaña invierno -primavera y verano - otoño Región de Coquimbo. Con este código se rotuló cada uno de los cassettes para histología, tubos eppendorf, porta objeto, bolsas para análisis de valvas.

- ***Ficha de muestreo***

Se diseña y completa una ficha de muestreo por especie en la que se consigna la talla individual, peso, observaciones de anomalía, tipo de incrustaciones y otros detalles (Figura 30). En ANEXO 4 se muestran ejemplos de fichas de muestreo completadas.

Ficha de Muestreo Proyecto FIPA 2018-14

Código

CAMPAÑA INVIERNO 2019

Región  Fecha del Muestreo    N° Unidades

Indique: Banco Natural  Amerb  Centro Cultivo

Nombre

Especie  Acopio  si  no Código

N°	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Peso Total (gr)	Peso valvas (gr)	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

**Figura 30.** Ficha de muestreo diseñada para las Campañas de muestreo de invierno/verano

- **Traslado de las muestras**

Cuando no es posible realizar el procesamiento primario en terreno (caso de la AMERB Apollillado) se trasladan las muestras, procurando mantener la humedad, al laboratorio de Patologías Marinas de la PUCV donde se acopiaron en acuarios preparados adecuadamente (agua de mar filtrada y aireación constante) para la recepción de los organismos (Figura 31). El tiempo transcurrido desde la toma de las muestras hasta la llegada al Laboratorio de Patologías, no supera las 5 horas.



**Figura 31.** Acopio de los recursos muestreados en agua de mar filtrada y aireación

- ***Medidas morfométricas***

Con un pie de metro se midió la longitud (mm), ancho (mm) y altura (mm) de cada individuo. Adicionalmente, se utilizó una balanza digital ( $\pm 0,001g$ ) para registrar el peso total (g) del organismo. Se decidió registrar posteriormente el peso (g) de las valvas. A continuación del registro de estos datos se procedió a fotografiar a cada individuo codificado, de manera de identificar a simple vista si se observan incrustaciones de otros organismos y/o anomalías (Figura 32). Todos estos datos fueron anotados en la ficha de muestreo (Figura 30).



**Figura 32.** Medidas morfométricas y registro fotográfico de muestra

- **Procesamiento para histología**

Esta técnica es descrita como la técnica básica para el diagnóstico de agentes causales de enfermedades en tejido blando de moluscos, y permite detectar una amplia variedad de agentes y anomalías. Para su aplicación, se procede según la siguiente metodología (Manual OIE, 2012):

- Los moluscos son abiertos cuidadosamente para no dañar los tejidos blandos y se observan a simple vista para detección de anomalías o lesiones del tejido (Figura 33a). Las observaciones son anotadas en la ficha descrita en el punto anterior (Figura 30).
- Se realiza un corte transversal posterior al umbo, de tal manera de incluir en el corte tejido de glándula digestiva, palpos, branquias, y manto.
- El trozo de tejido obtenido se coloca en un cassette o caja histológica, rotulada con el código que identifique al individuo, su origen y la fecha de procesamiento (Figura 32b).
- El cassette con la muestra de tejido se coloca en recipientes herméticos con solución de Davidson's la que es reemplazada a las 24 horas por alcohol de 70° (Figura 32c).
- Los recipientes herméticos con los cassettes en alcohol de 70° se envían al laboratorio de histología para la realización de los cortes correspondientes en secciones de tejido de 2 a 3  $\mu\text{m}$  los que son teñidos con hematoxilina-eosina.



**Figura 33.** Procesamiento para histología

- ***Traslado de las valvas***

Las valvas provenientes de los individuos muestreados son colocadas en bolsas selladas, rotuladas (origen, fecha, número individuo), y de manera adicional se hacen etiquetas de papel diamante que se colocan al interior de las bolsas plásticas para individualizar las valvas de los moluscos. Estas bolsas selladas y conservadas en formalina al 5% se depositan en cajas térmicas y se envían al laboratorio de Patologías Recursos Hidrobiológicos Subantárticos (LPRHS-UMAG), dependiente del Laboratorio de Oceanografía Biológica Austral (LOBA), Facultad Ciencias, Universidad de Magallanes, Punta Arenas.

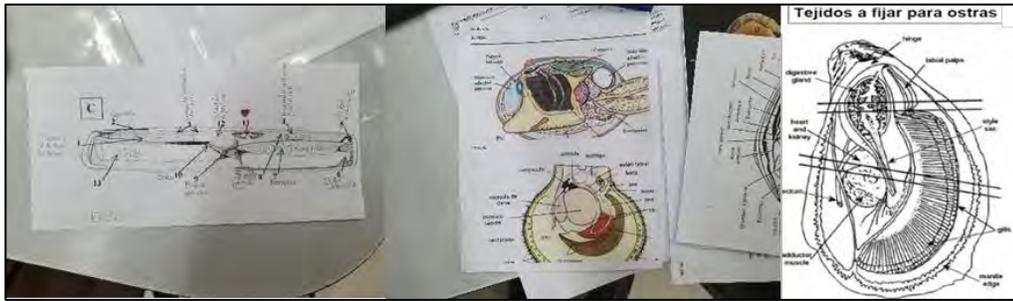
#### **4.2.4 Muestreo Región del Biobío**

Para estandarizar la toma de muestras y el procesamiento primario de éstas se realizó una capacitación a cargo de la Jefa de Proyecto, Dra. Mariel Campalans, tanto al equipo de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) como al de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC) en las respectivas casas de estudios. Para el caso de la UCSC se capacitó tanto a investigadores como ayudantes en dos oportunidades. A continuación, se describen dichas actividades:

- **Primera capacitación en dependencias del laboratorio CEBAS Universidad Católica de la Santísima Concepción en la Ciudad de Concepción.**

##### Clase teórica

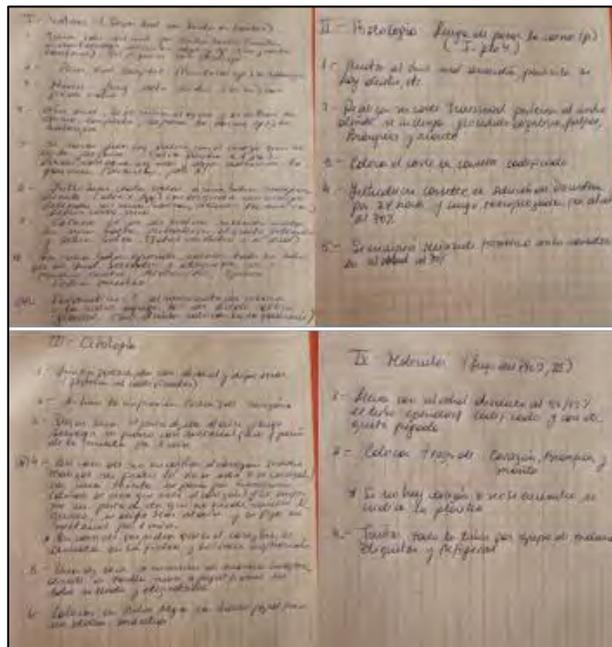
La clase teórica consistió en presentar un powerpoint con las imágenes de las distintas especies, exponer la metodología del corte de los tejidos en cada una de las especies y donde se ubican los órganos de interés, al final de la clase se distribuyó una hoja con las imágenes de las especies. La Figura 34 muestra los esquemas de cada especie que se entregaron al finalizar la capacitación.



**Figura 34.** Esquemas de las diferentes especies de moluscos indicando los órganos y tejido a obtener para el procedimiento histológico y molecular

Se explicaron las directrices básicas y especiales para evitar la contaminación cruzada con énfasis en la limpieza y cuidado con las herramientas de trabajo cuando se realizan los cortes, especialmente al cambiar de especie u origen. Se estandarizaron procedimientos de fijación y soluciones a emplear, se mostraron las fichas que se deben completar para consignar los datos de cada muestreo, se estableció la metodología para obtener los datos biométricos y finalmente se entregaron recomendaciones para el envío y traslado de las muestras.

La Figura 35 muestra las hojas de apunte de los ayudantes colaboradores tomadas durante la capacitación.



**Figura 35.** Apuntes obtenidos por los colaboradores de la UCSC durante la capacitación

## Clase práctica

Para la parte práctica de la capacitación (Figura 36), los investigadores de la UCSC obtuvieron en terreno un grupo de bivalvos de las diferentes especies correspondientes a la Región que se emplearon para las demostraciones respectivas. Antes de abrir el molusco se explicaron los procedimientos para completar la ficha con la información de origen, datos biométricos y fotografías que se deben tomar.



**Figura 36.** Clase práctica con presencia de investigadores y alumnos

Al abrir cada especie se entregaron algunas recomendaciones para evitar el daño a los tejidos blandos y se mostraron *in vivo* la ubicación de los órganos de interés. Parte importante de la capacitación fue la enseñanza de la preparación de los portaobjetos para la toma de muestras y el procedimiento para realizar las impresiones o frotis de los tejidos (Figura 37 y 38).



**Figura 37.** Procedimiento para realizar corte histológico en una almeja.



**Figura 38.** Diferentes etapas durante la clase práctica; preparación de equipos y rotulación

Como el estudio comprende también la investigación de los parásitos en las valvas, una parte de la capacitación fue el procedimiento para limpiar, pesar, fijar y embalar las valvas manteniendo la trazabilidad (Figura 39).



**Figura 39.** Procedimiento para la limpieza y fijación de valvas

- **Segunda capacitación en dependencias del Laboratorio de Patologías PUCV**

En la segunda parte de la capacitación los investigadores de la UCSC visitaron el laboratorio de Patologías de la PUCV, se revisaron los procedimientos y metodologías, se preparó soluciones fijadoras y se realizaron modificaciones a la ficha original para recolección de datos (Figura 40 y 41).



**Figura 40.** Visita de investigadores al laboratorio de Patologías de la PUCV



**Figura 41.** Revisión de procedimientos y metodologías durante visita al laboratorio de Patologías de la PUCV

- **Muestreo y Procesamiento Primario**

Los moluscos para muestrear, así como las AMERBs a seleccionar, fueron definidas entre el equipo consultor y la contraparte. Considerando que para la región del Biobío la especie navaja (*T. dombeii*) no fue encontrada en las AMERB en los días en que se realizó el muestreo, fue necesario realizar un ajuste para su reemplazo, el cual fue expuesto en la segunda reunión de coordinación con la contraparte técnica de Subpesca. Por ejemplo, para Tubul durante 3 horas de buceo, sólo se logró recolectar un total de 25 unidades de navaja (*E. macha*), número muy inferior a las 175 unidades requeridas para el Banco Natural (Figura 42). Así mismo, y favorablemente, en Cerro Verde, aunque se esperaba coleccionar almeja *Mulinia* sp., fue posible coleccionar la almeja *V. antiqua*, que era la especie inicial esperada en la AMERB Lirquén.



**Figura 42.** Muestras de navajas (*E. macha*) logradas colectar desde el Banco Natural Tubul durante las tres horas de buceo efectuadas

Para la temporada estival 2021 se replicó el muestreo de moluscos según lo efectuado en la época de invierno con un total de 665 moluscos bivalvos, quedando la matriz de muestreo como se presenta en la Tabla 17.

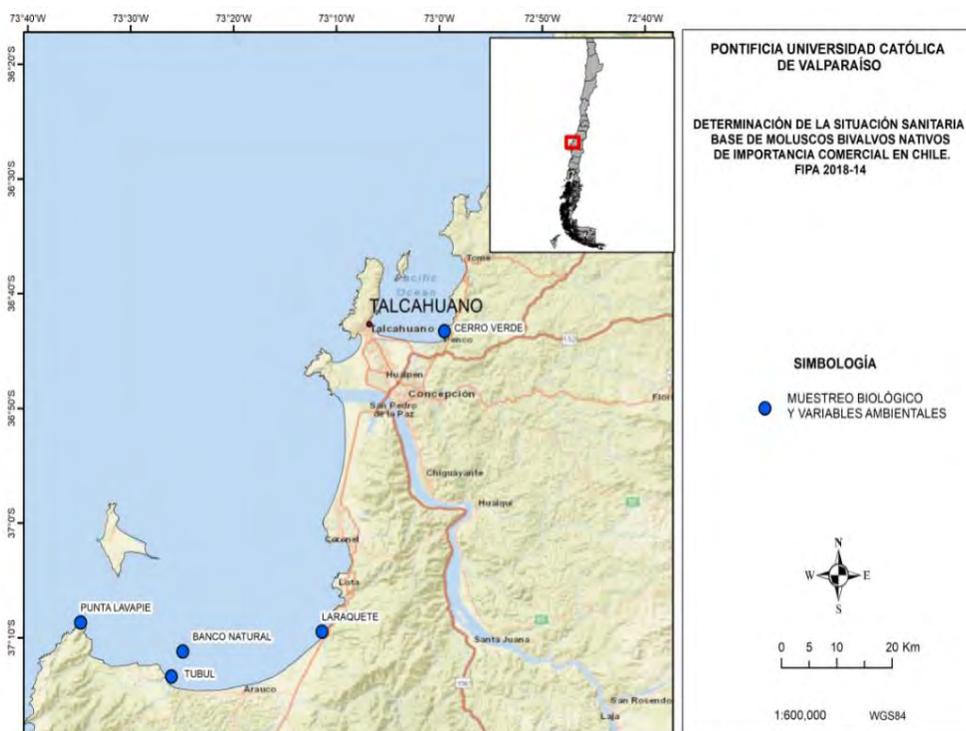
**Tabla 17.** Matriz de muestreo para ambas campañas en Región del Biobío

Área de Muestreo	Sector	Recursos a muestrear	N
AMERB	Laraquete	Navajas ( <i>E. macha</i> )	45
		Almejas ( <i>V. antiqua</i> )	45
		Navajuelas ( <i>T. dombeii</i> )	45
AMERB	Cerro verde	Navajuelas ( <i>T. dombeii</i> )	45
		Almejas ( <i>L. antiqua</i> )	45
AMERB	Punta Lavapié	Cholgas ( <i>A. ater</i> )	45
		Almejas ( <i>M. edulis</i> )	45
Banco natural	Tubul	Navajuelas ( <i>T. dombeii</i> )	175
		Almeja ( <i>M. edulis</i> )	175

- **Obtención de los ejemplares**

Las campañas de terreno fueron realizadas entre el 31 de julio y 12 de agosto del año 2019, en la temporada invernal y entre el 21 y el 29 de enero del año 2021 en la temporada estival (previa gestiones sanitarias frente a COVID-19) en coordinación con los dirigentes de las Asociaciones de pescadores.

En cada sitio de muestreo se registraron las siguientes variables ambientales *in situ* a tres profundidades (superficie, media y fondo) de: oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura, sólidos totales disueltos (TDS), salinidad y clorofila (Ch-a) (Figura 43). En la Tabla 18 se presentan la fecha, especies y número de individuos recolectados por cada sitio en cada campaña de muestreo, las que se describen más adelante. En las figuras 44, 45, 46 y 47 se muestra un registro visual de la obtención de las muestras en los distintos lugares, mientras que en Tabla 18 se presentan la fecha, especies y número de individuos recolectados por cada sitio.



**Figura 43.** Zonas de muestreo de ambas campañas de muestreo en la Región del Biobío

**Tabla 18.** Muestreos realizados en primera y segunda campaña según sector y fechas

Sector	Recursos muestreados	Fecha muestreo	Georreferenciación	N° ejemplares
AMERB Laraquete	Navajas ( <i>E. macha</i> )	09-08-2019	37°09'45,08" S	45
	Almejas ( <i>V. antiqua</i> )	28-01-2021	73°11'32,40" O	45
	Navajuelas ( <i>T. dombeii</i> )			45
AMERB Cerro Verde	Navajuelas ( <i>T. dombeii</i> )	12-08-2019	36°43'45,40" O	45
	Almejas ( <i>Venus antiqua</i> )	29-01-2021	72°59'48,09" O	45
AMERB Punta Lavapié	Cholgas ( <i>Aulacomya ater</i> )	31-07-2019	37°08'48,62" S	45
	Almejas ( <i>M. sp.</i> )	23-01-2021	73°34'44,23" O	45
Banco Natural Tubul	Navajuelas ( <i>T. dombeii</i> )	06-08-2019	37°11'13,01" S	175
	Almejas ( <i>Mulini sp.</i> )	22-01-2021	73° 24'56,63" O	175

- Registro de la obtención de las muestras en la Región del Biobío

- *AMERB Laraquete*



Figura 44. Obtención de muestras en Área de Manejo Laraquete

- *AMERB Cerro Verde*

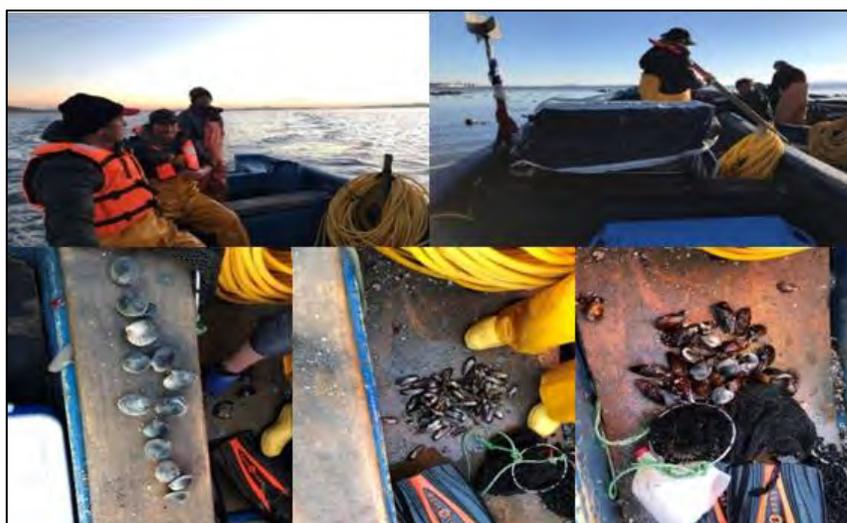


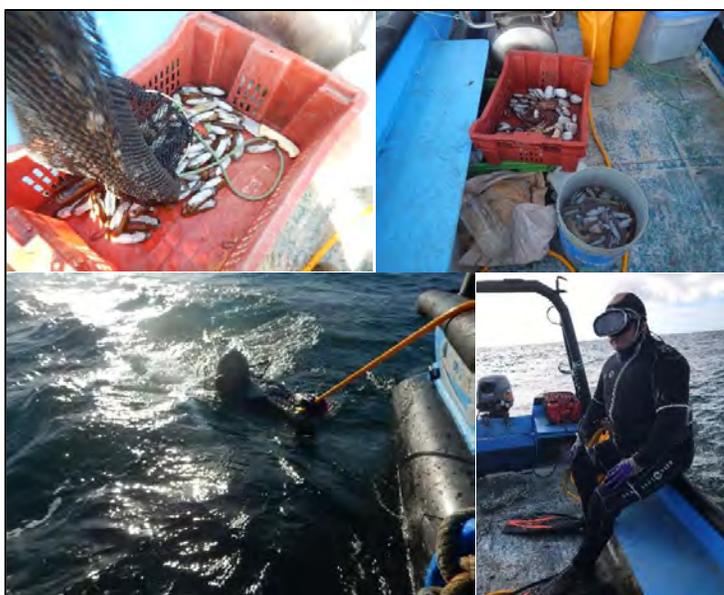
Figura 45. Obtención de muestras en Área de Manejo Cerro Verde

- **AMERB Punta Lavapié**



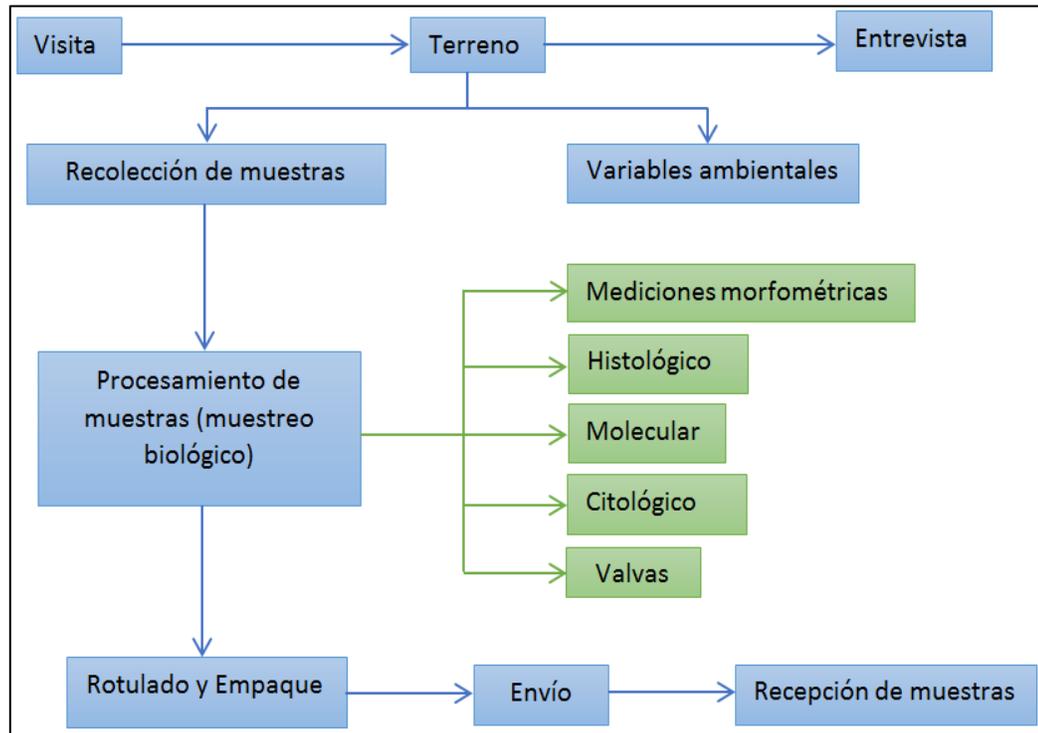
**Figura 46.** Obtención de muestras en Área de Manejo Punta Lavapié

- **Banco Natural Tubul**



**Figura 47.** Obtención de muestras en Banco Natural de Tubul

Como la metodología ya ha sido explicada en la sección anterior, en la Figura 48 se presenta un diagrama que indica dicho proceso de modo general, desde la visita al sitio, procesamiento de las muestras, hasta la recepción de éstas en el destino.



**Figura 48.** Diagrama de la metodología general aplicada en la Región del Biobío  
A continuación, se describe cada etapa presentada en el diagrama anterior (Figura 48):

1. Visita: Se realiza 15 días antes de la campaña en terreno de cada sitio, dónde se da a conocer el proyecto a los dirigentes y pescadores artesanales, explicando las especies y cantidad de individuos que deben ser recolectadas según el sitio, como también aplicar encuesta al dirigente. Se toma conocimiento de que la especie navaja no hay, por lo cual se contacta a la contraparte de Subpesca y se solicita el cambio de navaja por almeja ploma (reunión coordinación 2).
2. Terreno: corresponde a la campaña en terreno realizada en Punta Lavapié, Laraquete, Cerro Verde y Tubul, con la previa coordinación con los Dirigentes.
3. Recolección de muestras: se realiza la recolección de las especies y cantidades definidas por sitio.

4. Variables ambientales: Se registran las variables ambientales de la columna de agua a tres profundidades (superficial, media y fondo), correspondientes a oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura, sólidos totales disueltos (TDS), salinidad y clorofila (Ch-a).
5. Procesamiento de las muestras: Una vez trasladados los moluscos al laboratorio de la UCSC se dejan en acuarios con agua de mar y aireación constante. Se inicia el procesamiento con el registro de las medidas morfométricas, para luego realizar los cortes requeridos para las muestras histológicas, moleculares y citológicas, y por otro lado las valvas son almacenadas en formalina al 5%.
6. Rotulado y Empaque: Luego de finalizar el muestreo biológico, se rotulan las bolsas plásticas que contienen las muestras por sitio, fecha y código de los individuos por cada tipo de análisis (histológico, molecular, citológico y valvas) y se sellan, para posteriormente empacarlas en cajas plásticas y sellarlas con cinta adhesiva de embalaje.
7. Envío: Una vez embaladas las muestras, se procede a realizar el envío a través de una empresa de transporte a la PUCV para el caso de las muestras histológico, molecular y citológico; y para las valvas se realiza el envío a la Universidad de Magallanes.
8. Recepción de muestras: Mediante el código de seguimiento del envío se puede obtener el estado de envío de las muestras, y se confirma su llegada a los destinos correspondientes mediante un mail de confirmación por parte de los destinatarios.

A su vez, para la temporada estival se siguieron las etapas que se describen a continuación:

1. Contacto telefónico con dirigentes: durante el mes de diciembre, antes de la campaña en terreno de cada sitio, se contactó a los dirigentes para recordarles que se haría el muestreo de verano del proyecto, considerando que en el año 2019 tomaron conocimiento del proyecto y sus objetivos.

2. Terreno: correspondió a la campaña en terreno realizada en Punta Lavapié, Laraquete, Cerro Verde y Tubul, con la previa coordinación con los Dirigentes.
3. Recolección de muestras: se realizó la recolección de las especies y cantidades definidas por sitio.
4. Variables ambientales: Se registraron las variables ambientales de la columna de agua a tres profundidades (superficial, media y fondo), correspondientes a oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura, sólidos totales disueltos (TDS), salinidad y clorofila (Ch-a).
5. Procesamiento de las muestras: Una vez trasladados los moluscos al laboratorio de la UCSC se dejaron en acuarios con agua de mar y aireación constante. Se inició el procesamiento con el registro de las medidas morfométricas, para luego realizar los cortes requeridos para las muestras histológicas y moleculares, almacenando las valvas rotuladas en formalina al 5%.
6. Rotulado y Empaque: Luego de finalizar el muestro biológico, se rotulan las bolsas plásticas que contienen las muestras por sitio, fecha y código de los individuos por cada tipo de análisis (histológico, molecular y valvas) y se sellaron, para posteriormente embalarlas en cajas plásticas y sellarlas con cinta embalaje.
7. Envío: Una vez embaladas las muestras, se procedió a realizar el envío a través de una empresa de transporte a la PUCV para el caso de las muestras histológicas y moleculares; y para las valvas se realizó el envío a la Universidad de Magallanes.

- **Registro del Procesamiento de las muestras en la Región del Biobío**

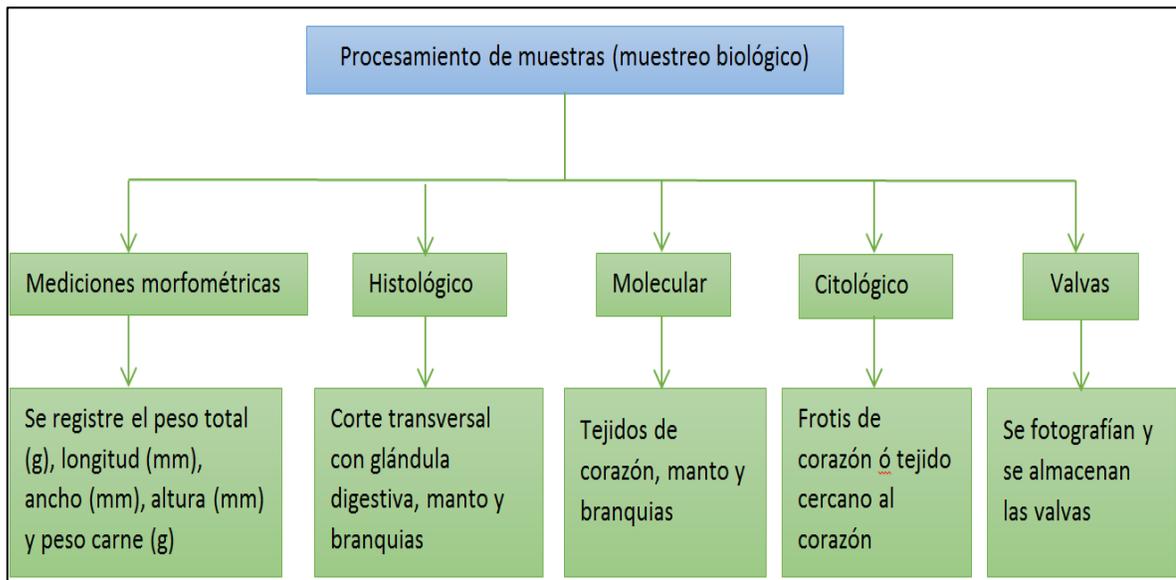
Antes de comenzar el procesamiento se codificaron todas las muestras por campaña, región, área (AMERB o banco natural), especie y número de individuo.

Siguiendo el protocolo de muestreo, las especies fueron debidamente mantenidas en agua de mar filtrada con aireación, todos los portaobjetos, cassettes histológicos, y tubos eppendorf son rotulados (Figura 49) y se siguen los pasos indicados en el esquema de la Figura 50.



**Figura 49.** Mantenimiento de las muestras en acopio, insumos de laboratorio codificados (tubos Eppendorf, portaobjetos y cassettes histológicos)

Se presenta en la Figura 50 un diagrama de la metodología general del procesamiento de las muestras por tipo de análisis.



**Figura 50.** Metodología general del procesamiento de las muestras en el Laboratorio de la UCSC

Al iniciar el proceso de las muestras, se fotografía cada individuo codificado como se presenta en la Figura 51 y se miden (Figura 52). Posteriormente se procede a tomar las muestras para cada uno de los análisis correspondientes (Figuras 53, 54, 55 y 56).



**Figura 51.** Fotografía de individuos codificados a) almeja ploma, b) cholga, c) navajuela, d) huego

- *Mediciones morfométricas*



**Figura 52.** Mediciones morfométricas

- *Histológico*



**Figura 53.** Procedimientos del corte histológico

- **Molecular**



**Figura 54.** Procedimiento para análisis de PCR

- **Citológico**



**Figura 55.** Procedimiento para análisis citológico

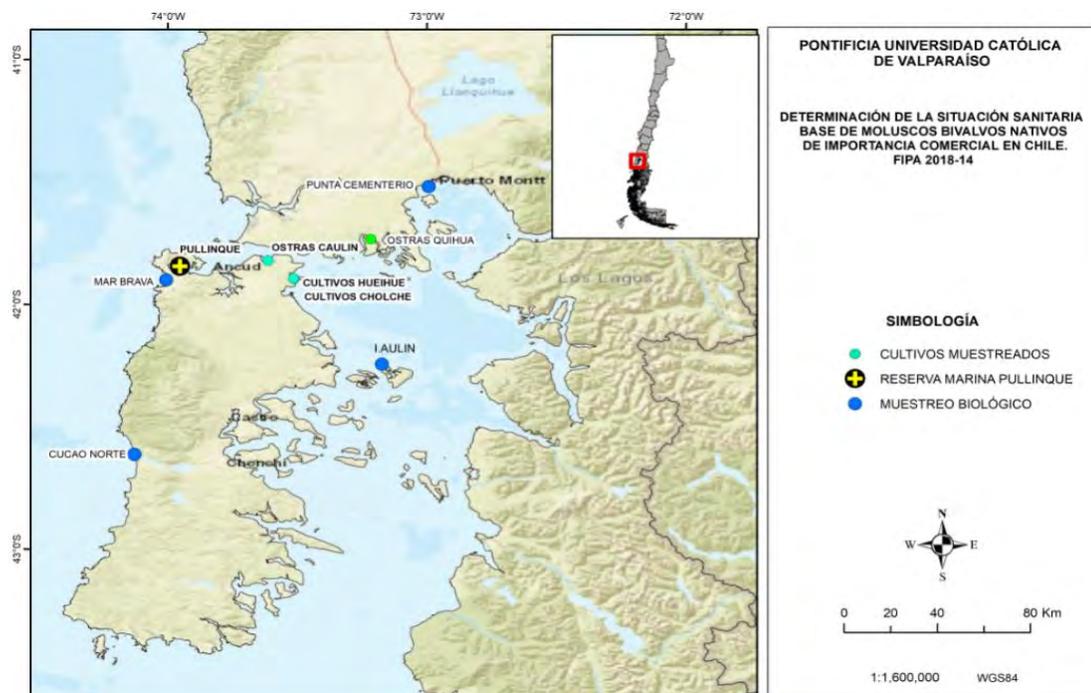
- **Valvas**



**Figura 56.** Procesamiento de valvas: peso de las valvas, fotografías de valvas codificadas, y valvas mantenidas en formalina al 5%.

#### 4.2.5 Muestreo Región de Los Lagos

El inicio de la campaña de muestreo se realizó la cuarta semana de agosto 2019 en la Región de Los Lagos (Figura 75) y consistió en obtener en primer lugar las muestras desde los centros de cultivo en el orden que se muestra en la Tabla 19.



**Figura 57.** Zonas de muestreo de la campaña de invierno-primavera en la Región de Los Lagos

**Tabla 19.** Matriz de muestreo realizada en la Región de Los Lagos para la campaña Invierno-primavera

Región	Origen muestra	AMERB/centro de cultivo/banco natural	Fecha de muestreo	Recurso a muestrear	Número de muestra
LOS LAGOS	CENTRO DE CULTIVO	Centro 1	27-08-2019	Ostra chilena	30
		Centro 2	28-08-2019		
		Centro 3			
		Centro 4			
	AMERB	Cucao Norte	30-08-2019	Macha	45
	BANCO NATURAL	Pullinque Reserva Marina	31-08-2019	Ostra chilena	175
	AMERB	Mar Brava	31-08-2019	Macha	45
	BANCO NATURAL	Isla Aulin	02-09-2019	Almeja	175
AMERB	Punta Cementerio		03-09-2019	Navajuela	45
				Almeja	45

- **Registro del Procesamiento de las muestras en la Región de Los Lagos**

Antes de comenzar el procesamiento y como se ha indicado en los puntos anteriores, se codifican todas las muestras por campaña, región, área (AMERB o banco natural), especie y número de individuo.

Siguiendo el protocolo de muestreo descrito para la Región de Coquimbo y del Biobío, todos los portaobjetos, cassettes histológicos, y tubos eppendorf son rotulados y se inicia el procesamiento primario fotografiando cada individuo codificado (Figura 58) para luego tomar las medidas morfométricas (peso total, alto, largo, ancho). Se abren las muestras y se realiza el proceso de obtención del material para los análisis de histología, molecular (PCR), citológico y de valvas (Figura 58).



**Figura 58.** Ejemplo de rotulado y fotografía de individuos codificados

- **Registro de la obtención de los ejemplares en las distintas zonas de muestreo correspondiente a la Región de Los Lagos.**

Las figuras 59 a 62 muestran cada uno de los 4 centros de cultivo de ostras chilena que fueron visitados durante ambas campañas de muestreo, las fotografías corresponden al período de invierno del año 2019, cabe destacar que la gran mayoría de los centros de cultivo de ostra chilena se encuentran en la zona de Ancud en los alrededores del Banco Natural ubicado el Golfo de Quetalmahue.

- **Centro de Cultivo: Ostras Quihua**



**Figura 59.** Muestras obtenidas desde el centro de cultivo Ostras Quihua

- **Centro de Cultivo: Ostras Caulín**



**Figura 60.** Muestras obtenidas desde centro de cultivo Ostras Caulín

- **Centro de Cultivo: Cultivos Cholche**



**Figura 61.** Visita y obtención de muestras de cultivos Cholche

- **Centro de Cultivo: Cultivos Hueihue**



**Figura 62.** Visita y obtención de muestras desde Cutivos Hueihue

- **ÁREAS DE MANEJO:**

**AMERB Cucao Norte, AMERB Mar Brava, AMERB Punta Cementerio, Banco Natural Aulín**

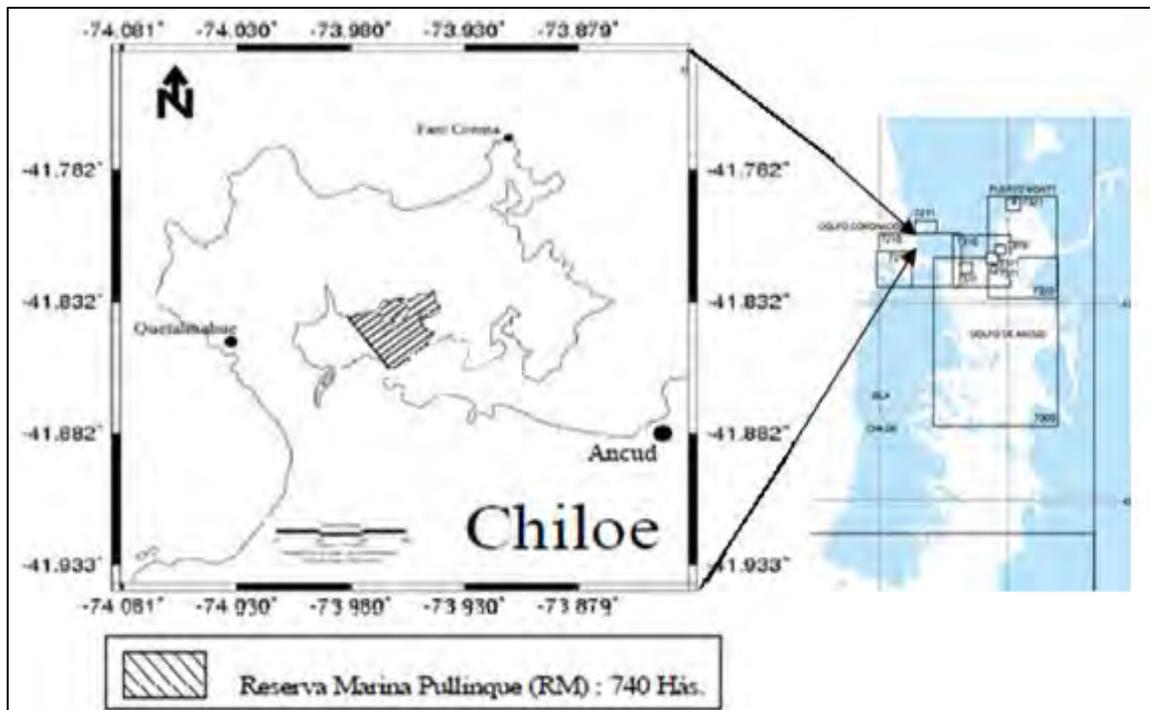


**Figura 63.** Registro de visita y obtención de muestras en las AMERB de la Región de Los Lagos

- **Banco Natural Pullinque**

Caso especial resulta la obtención de muestras desde el Banco Natural de ostras de Pullinque, debido a que es una Reserva Marina (Reserva genética de ostra chilena). A continuación, se explica la visita a este banco natural.

La ubicación de la zona de la Reserva Marina tiene como límites el fondo de saco de Ensenada de Cuimio y Estero Quetalmahue, comprendido entre la costa y las líneas rectas imaginarias que unen Punta Aucán ( $41^{\circ}50'45,50''$  LS y  $73^{\circ}56'08,50''$  LW), con Punta Quetalmahue ( $41^{\circ}51'20,50''$  LS y  $73^{\circ}57'12,00''$  LW), y Punta Quetalmahue con un punto ubicado en la ribera opuesta en sentido noroeste situado en las coordenadas geográficas ( $41^{\circ}50'05,00''$  LS y  $73^{\circ}38'11,50''$  LW), carta SHOA N° 7210 (Canal de Chacao) (Figura 64).

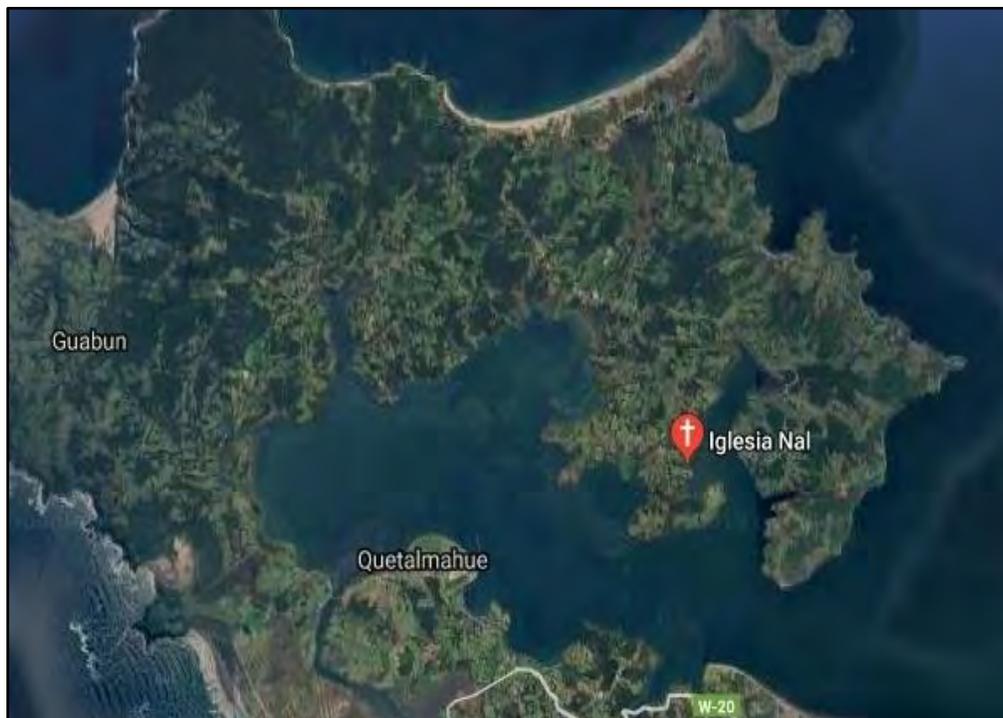


**Figura 64.** Ubicación Reserva Marina Pullinque en Golfo de Quetalmahue (fuente adaptado Tillería, 2011).

En los inicios de la explotación de la ostra chilena en el siglo XIX fue manejada en viveros por particulares, gracias al otorgamiento en 1856 de un privilegio exclusivo por parte del gobierno para establecer criaderos artificiales de ostras (Basulto, 2003), posteriormente, en la primera mitad del siglo XX (1943), se hace cargo el Estado chileno, de la estación semillero (banco natural) de Pullinque en el sector de Nal de la comuna de Ancud (Rogel, 2010) (Figura 65).

Según don Ramón Robles (habitante de Caleta Nal) la estación Pullinque estuvo abandonada por los últimos 10 años y recientemente (2019), Sernapesca se encuentra realizando una reactivación de la reserva y ya se han realizado decomisos que ha significado la devolución de al menos 4.500 unidades de ostras que se encontraban apozadas en el golfo de Quetalmahue.

Actualmente, como parte de las labores de terreno para este estudio, se pudo constatar que la estación se encuentra activa como una Reserva de la Biodiversidad (Figura 66 y 67), manteniendo en su interior aves nativas, las personas encargadas al momento de la visita al interior del Recinto declaran desconocer todo lo relacionado con la ostra chilena en la Reserva Marina.



**Figura 65.** Golfo de Quetalmahue mostrando la localidad de Nal donde se ubica la estación de Pullinque y la caleta de recolectores de algas NAL.

Según bibliografía desde el año 2013, mediante un Convenio de Cooperación de Sernapesca con la ONG Chiloé Silvestre, opera en torno a la Reserva un espacio para labores de rescate y rehabilitación de fauna marina protegida, por lo que resulta comprensible que el espacio terrestre esté ocupado por la ONG, aunque llama la atención el desconocimiento acerca de la reserva marina de ostras.



**Figura 66.** Portón de entrada a las dependencias de la estación Pullinque y casa abandonada de la Estación Pullinque



**Figura 67.** Detalle de los carteles ubicados al interior de la estación Pullinque

No obstante, lo anterior, se obtuvieron las muestras de ostra chilena de este banco natural a través de la caleta de pescadores de Nal, ubicada en la rivera de la Reserva Marina (Figura 68).



**Figura 68.** Obtención de las muestras de ostra chilena desde el banco natural (Caleta Nal)

#### **4.2.6 Diagnóstico de los parámetros ambientales, definidos en base a los antecedentes a medir durante los períodos de muestreo**

Para dar cumplimiento a esta actividad y tomando en cuenta los parámetros que inciden en la aparición de patologías según los antecedentes evaluados, se analizarán los siguientes parámetros ambientales:

- Análisis por registros satelitales de TMS en las regiones del muestreo
- Registros satelitales de Clorofila (Cloa)
- Mediciones *in situ* de temperatura de columna de agua, Salinidad y Oxígeno durante campañas de muestreo

#### **4.2.6.1 Análisis por registros satelitales de TSM en las regiones de muestreo**

La temperatura superficial del mar (TSM), es una variable que informa sobre la cantidad de energía disponible en la capa superior del océano que está en contacto con la atmósfera. A través de esta variable es posible inferir sobre otros procesos físicos, químicos y biológicos debido a que influye en el comportamiento de gran parte de ellos. Hay por ejemplo una relación muy estrecha entre la temperatura de la superficie del mar, la salinidad y densidad del agua superficial; también entre la temperatura superficial del mar (TSM) y la actividad biológica. A través de la temperatura superficial del mar (TSM) es posible hacer seguimiento a procesos de interacción con la atmósfera como la evaporación y el flujo de energía que intervienen en el clima. Se mide en Celsius o Kelvin.

Para la obtención de información se procesaron imágenes satelitales de color del océano y temperatura superficial del mar. La información fue procesada en el software de código abierto SEADAS y posteriormente la cartografía se llevó a cabo en ambiente QGIS.

Mediante el procesamiento de más de 30 imágenes mensuales de Temperatura Superficial del MAR (TSM), fue posible obtener la caracterización mensual de la variable para la zona de estudio, así, se generaron imágenes para los meses de julio y agosto respectivamente, meses en las cuales se llevaron a cabo los muestreos.

En las siguientes Figuras se muestra los resultados obtenidos. En primer término, se presenta el comportamiento de TSM que incluye las regiones o zona bajo estudio (Figura 69 y 70).

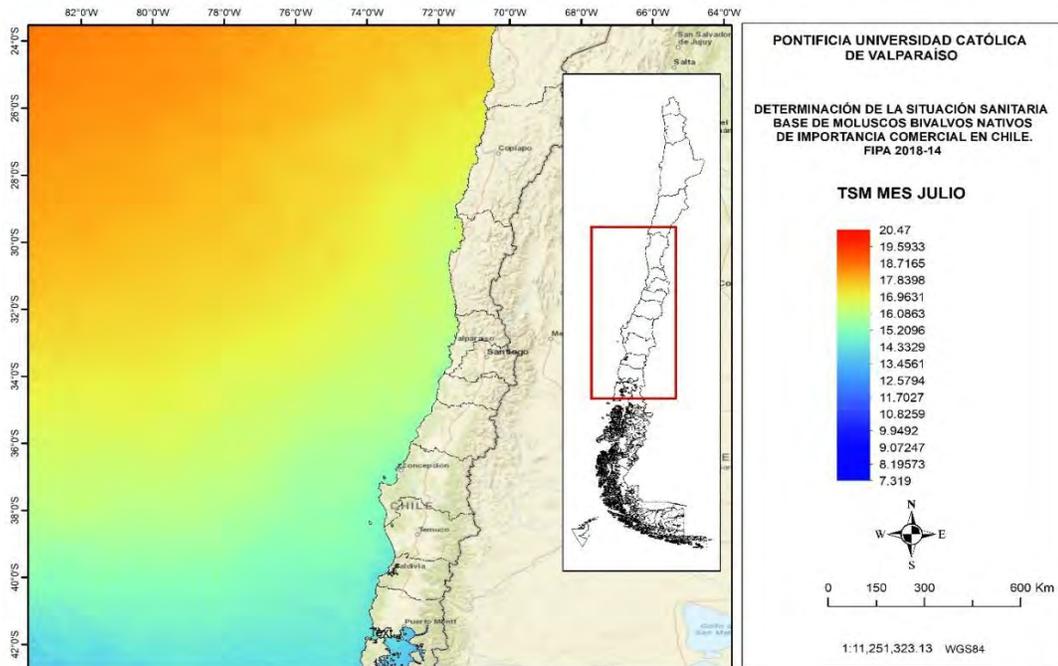


Figura 69. Temperatura Superficial de Mar entre la región de Coquimbo y de Los Lagos, mes de julio

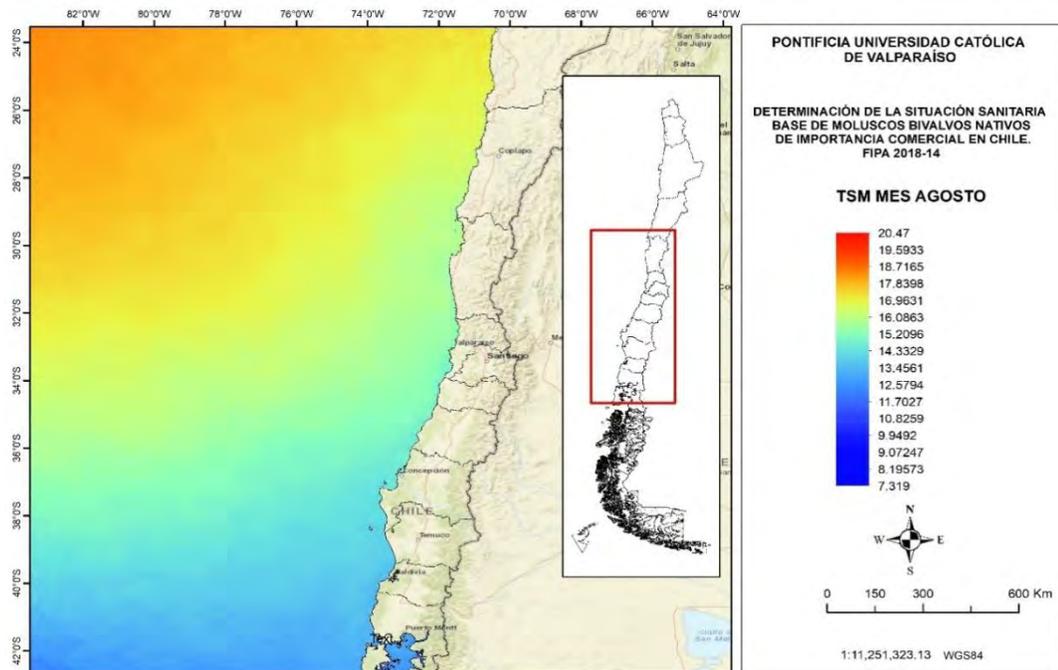
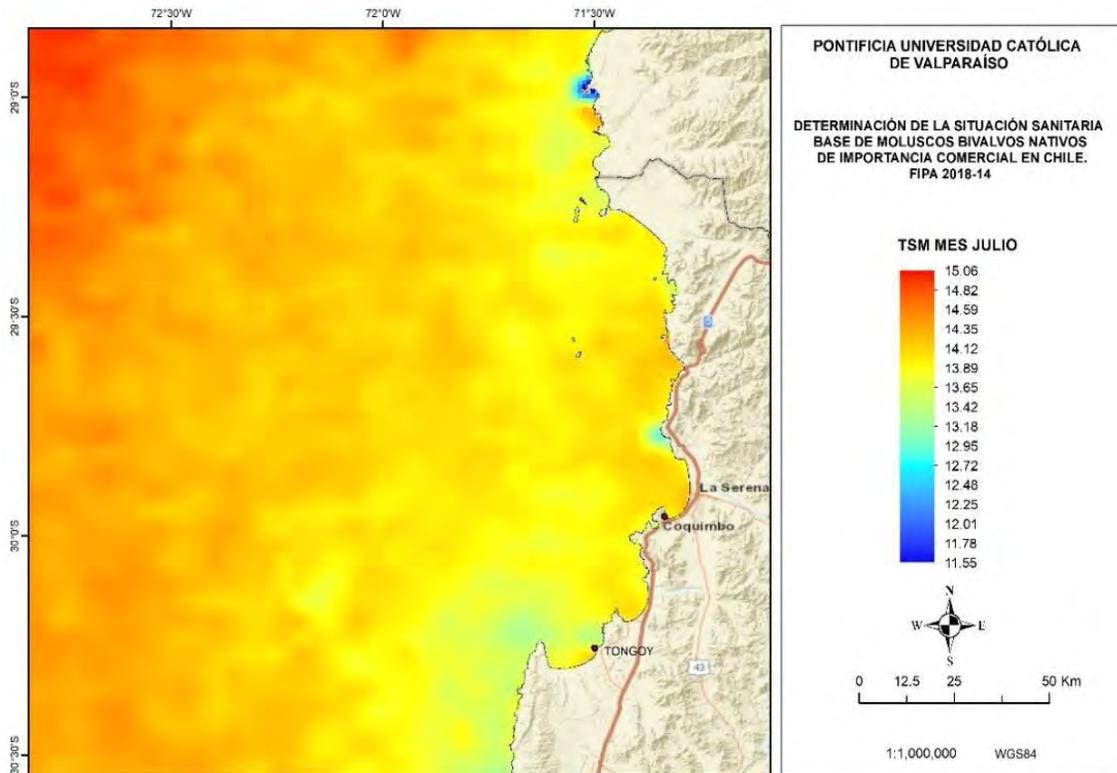


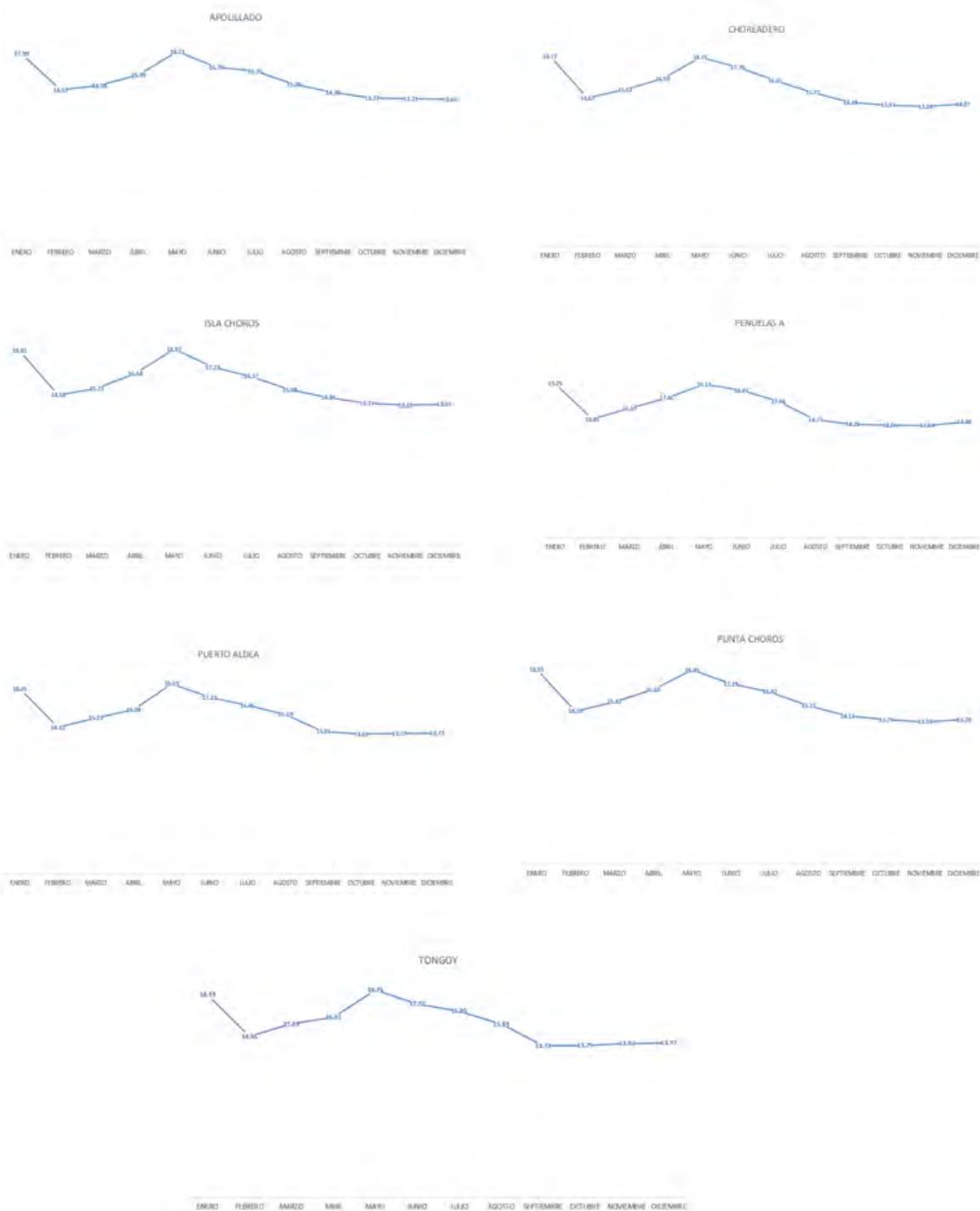
Figura 70. Temperatura Superficial de Mar entre la región de Coquimbo y de Los Lagos, mes de agosto

Posteriormente se procedió a extraer los valores específicos para cada zona de muestreo, así, para la Región de Coquimbo, a partir del mes de marzo y hacia primavera, los valores de TSM disminuyen gradualmente por debajo de los 14°C, obteniéndose un promedio de 13.83°C en los sitios donde se recolectaron muestras biológicas y registro de variables ambientales (Figura 71).



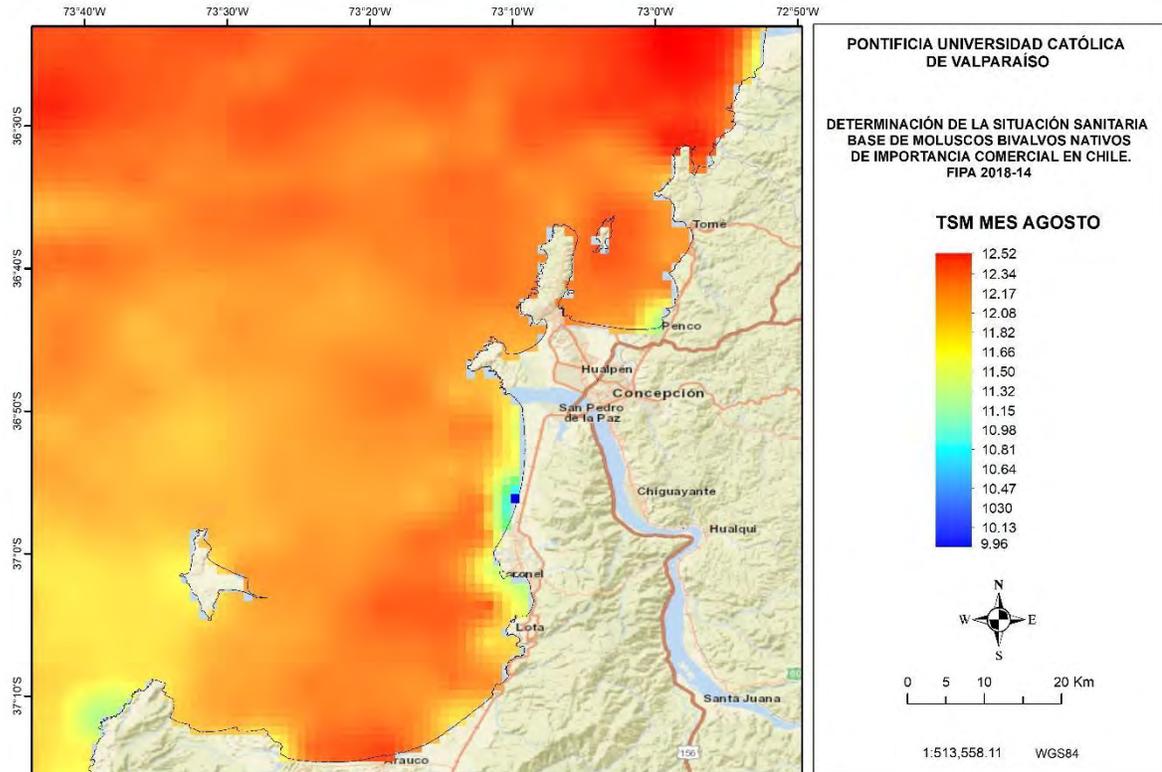
**Figura 71.** Temperatura Superficial de Mar zona de muestreo en la región de Coquimbo, mes de julio

La Figura 72 muestra las variaciones de temperatura superficial del mar (TSM) mensual, en cada uno de los sectores de muestreo, se puede observar que existen pequeñas variaciones en los valores, pero la tendencia general de la TSM es similar en todos los sectores de muestreo en la Región de Coquimbo.



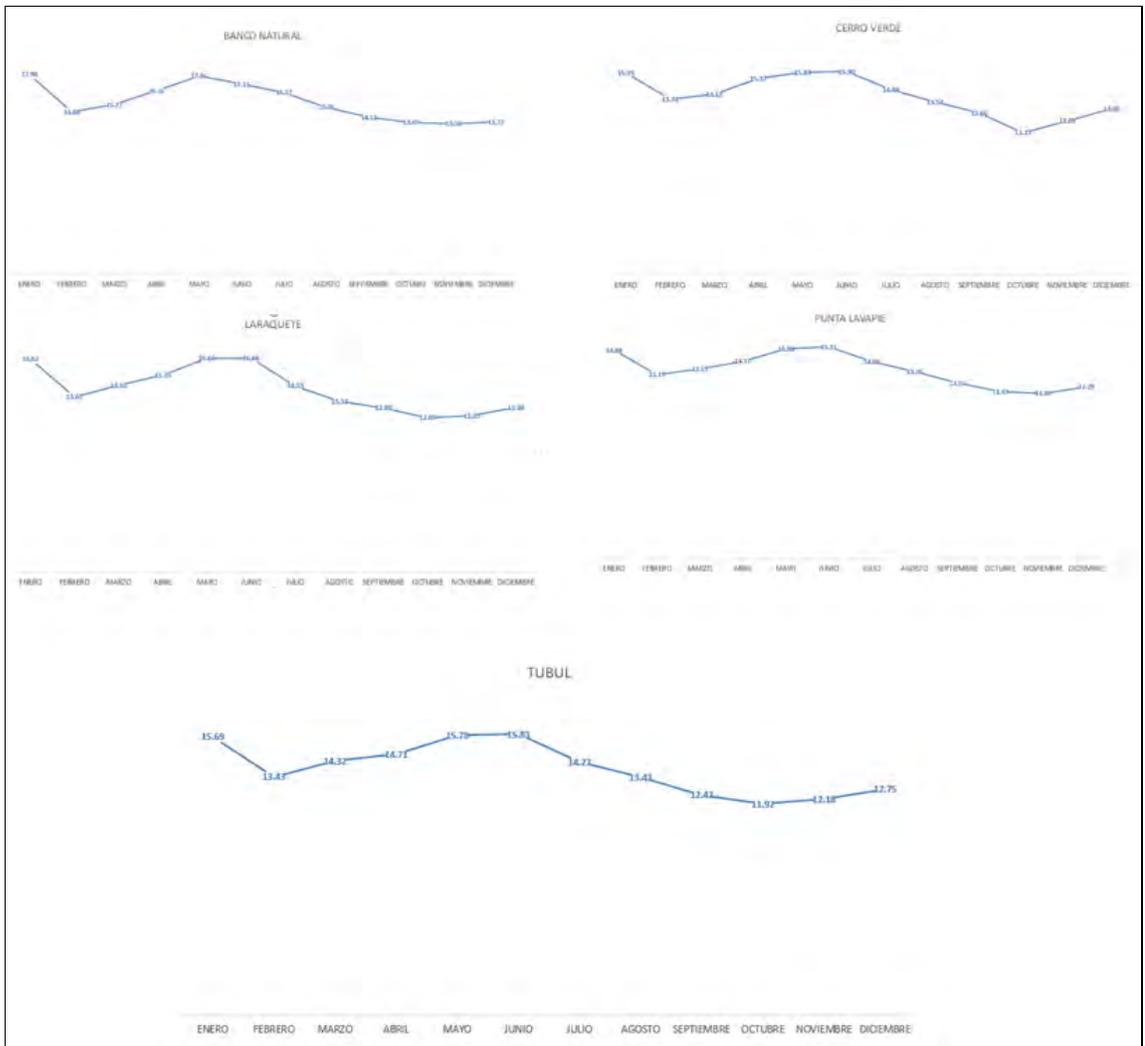
**Figura 72.** Valores de TSM para cada sector muestreado en la Región de Coquimbo por mes del año 2019

Para la Región del Bío Bío registró un promedio de 12.06°C en los sitios donde se recolectaron muestras biológicas y registro de variables ambientales. Esta zona de muestreo fue prospectada en el mes de agosto del 2019.



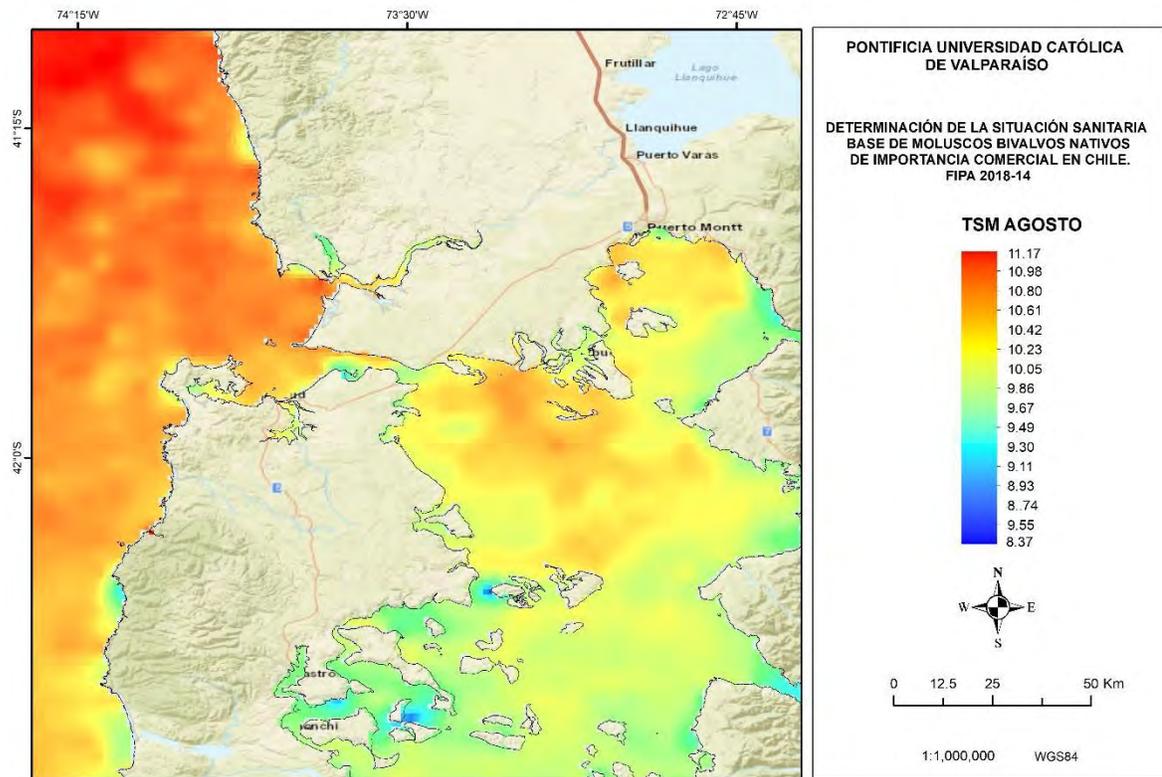
**Figura 73.** Temperatura Superficial de Mar zona de muestreo en la Región del Bío Bío, mes de agosto del 2019

La Figura 74 muestra los valores de TSM en cada uno de los sectores muestreados en la Región del Bío Bío. Se observan tendencias similares en los distintos meses del año 2019.



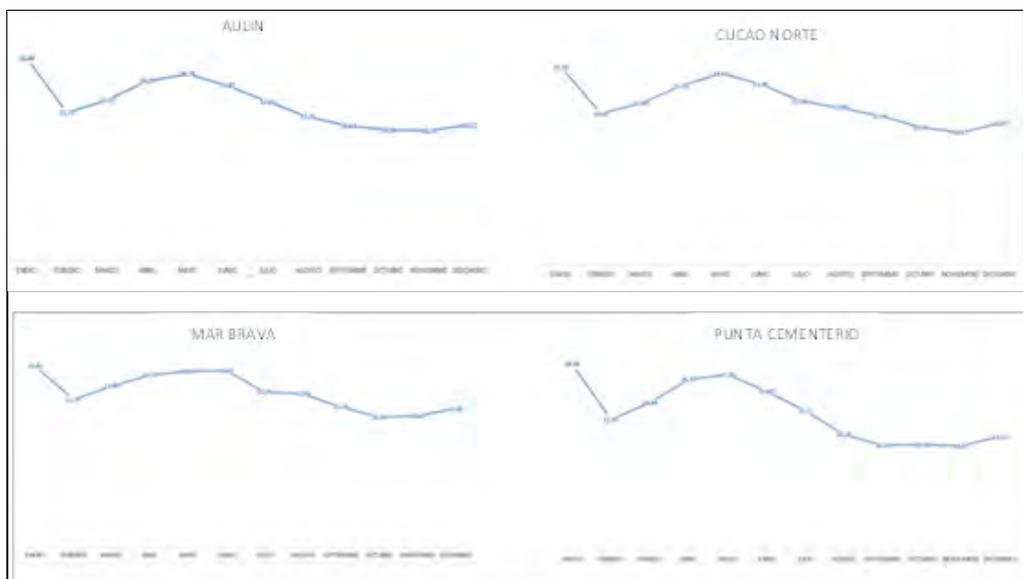
**Figura 74.** TSM para cada uno de los sitios de muestreo de la Región del Biobío por mes el año 2019

Finalmente, para la Región de Los Lagos se registró un promedio de 10.39°C para los puntos de muestreo que fueron visitados durante el mes de agosto del presente año (Figura 75).



**Figura 75.** Temperatura Superficial de Mar zona de muestreo en la Región de Los Lagos, mes de agosto

La Figura 76 muestra las variaciones de temperatura superficial del mar (TSM) mensual, en cada uno de los sectores de muestreo, se puede observar que existen pequeñas variaciones en los valores, pero la tendencia general de la TSM es similar en todos los sectores de muestreo en la Región de de Los Lagos.



**Figura 76.** Valores de TSM de la Región de los Lagos para cada zona muestreada por mes del año 2019.

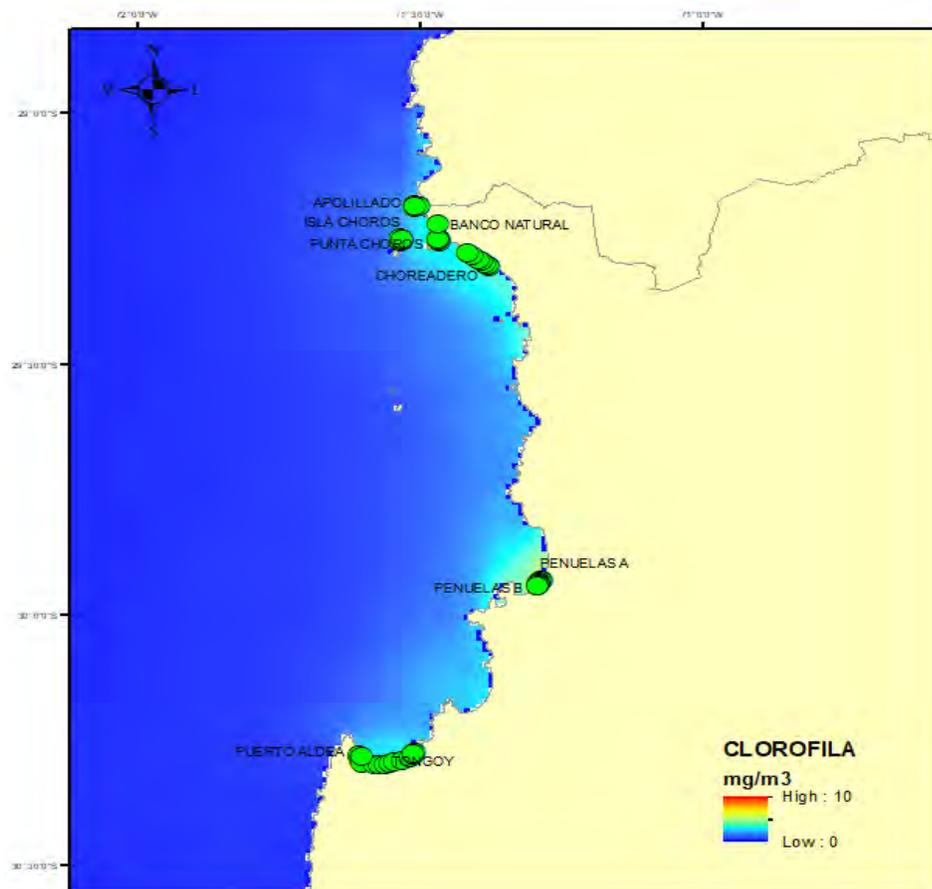
#### 4.2.6.2 Clorofila a satelital

La determinación de concentración de clorofila es uno de los índices claves de seguimiento de la población, en su mayoría fitoplancton, y del estado de los ecosistemas acuáticos, por lo tanto, los datos provenientes de los sensores que miden el color del océano son muy importantes para la oceanografía biológica, ya que caracterizan la concentración de fitoplancton, los sedimentos marinos, el detritus, la materia orgánica, las mareas rojas, etc.

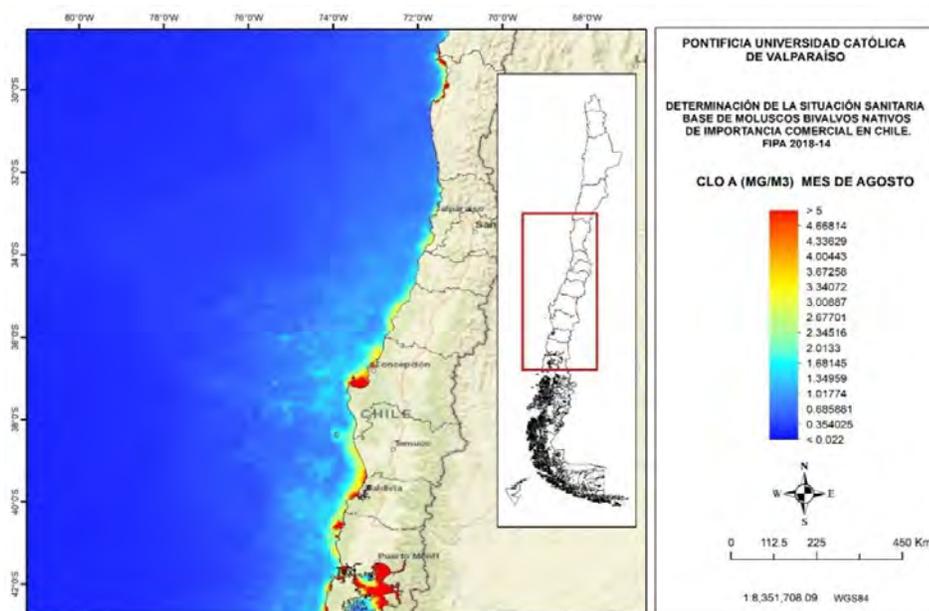
Este parámetro indica el nivel de productividad y puede ser utilizado como indicador de Materia Orgánica Particulada (MOP). La extinción de la luz en ambientes acuáticos viene determinada por la cantidad de partículas en suspensión, los pigmentos disueltos y las propias características del agua (Verduin, 1982). La concentración de clorofila  $\alpha$  suele ser el componente menos constante tanto espacial como temporalmente, por lo que se acostumbra a considerarla como un factor fundamental en la atenuación de la luz en las aguas naturales. De este modo, se procede a generar y procesar imágenes satelitales de concentración de clorofila  $\alpha$  (Cloa), las cuales se procesan en el Laboratorio de Oceanografía Digital de la Escuela de Ciencias del Mar de la PUCV.

Cada sensor tiene asignado un algoritmo para el cálculo de la clorofila. Por defecto, el algoritmo varía para cada uno de los sensores debido a las limitaciones de las bandas espectrales de cada uno de ellos, sin embargo, el algoritmo que utilizan las imágenes SeaWiFS y las MODIS hacen que éstas sean comparables entre sí. Las mediciones de clorofila utilizando imágenes satelitales se mide en  $\text{mg}/\text{m}^3$ . A igual que las imágenes de TSM, las imágenes de clorofila *a* fueron procesadas en programas de código abierto y representado en formato ráster, tanto para su visualización como para su geoprocesamiento.

En las Figura 77 y 78 se muestran los resultados obtenidos para la zona en general y las regiones bajo estudio en los meses de julio y agosto del año 2019.

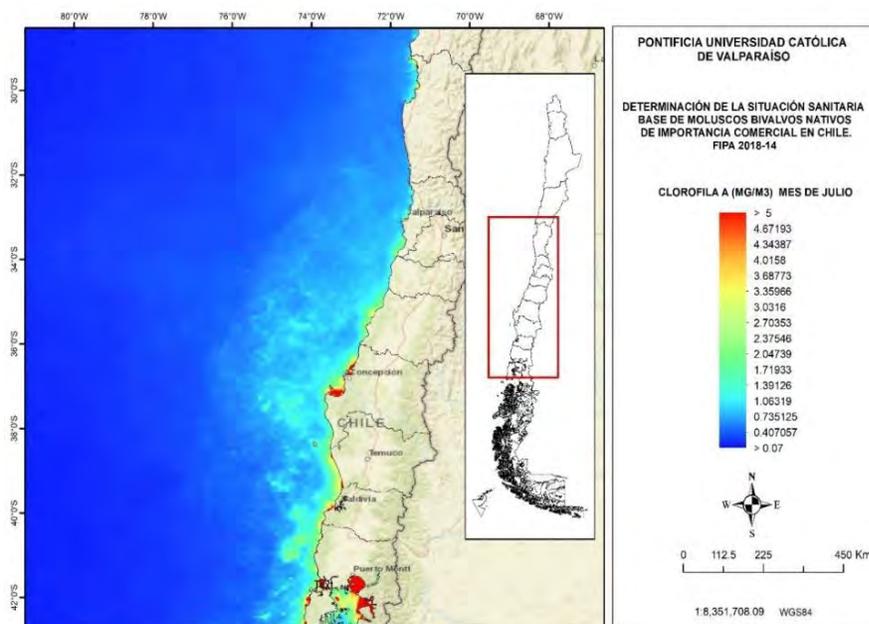


**Figura 77.** Clorofila *a* entre la región de Coquimbo y de Los Lagos, mes de julio

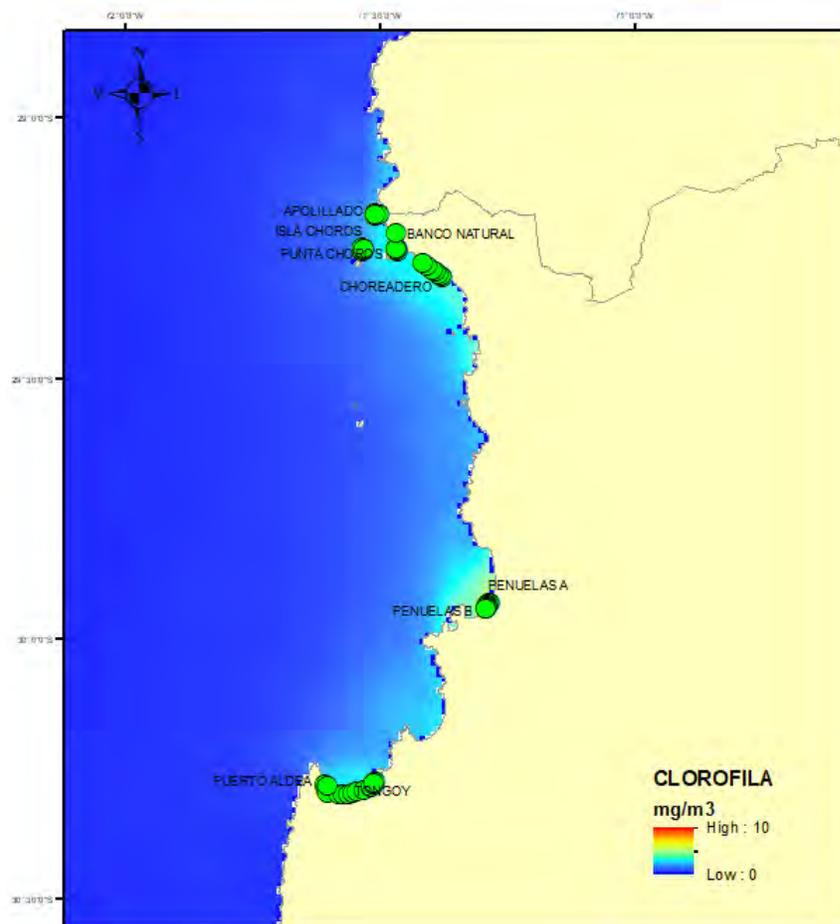


**Figura 78.** Clorofila a entre la región de Coquimbo y de Los Lagos, mes de agosto

Para la Región de Coquimbo se obtuvo un promedio de 1.48 mg/m<sup>3</sup> en los sitios donde se recolectaron muestras biológicas y registro de variables ambientales, este valor fue obtenido mediante el geoproceso de extracción de valores específicos para los sitios de recolección para el mes de julio (Figuras 79 y 80).



**Figura 79.** Clorofila a zona de muestreo en la Región de Coquimbo, mes de julio

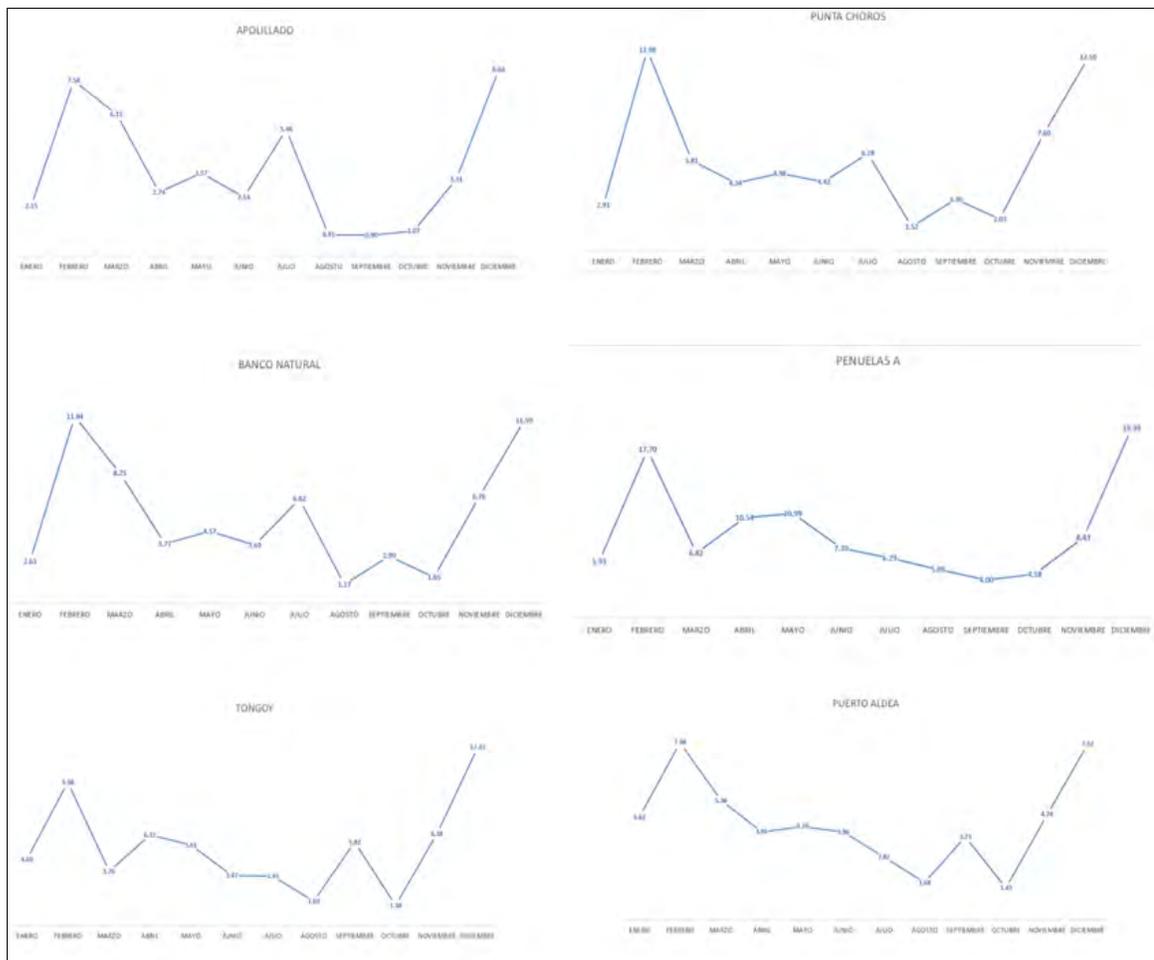


**Figura 80.** Clorofila a en cada uno de los sectores muestreados en la Región de Coquimbo

Los valores de clorofila presentan en general un patrón estacional marcado para las zonas de muestreo de la Región de Coquimbo, con una tendencia negativa en las concentraciones a partir de los meses de otoño e invierno aumentando hacia los meses de verano.

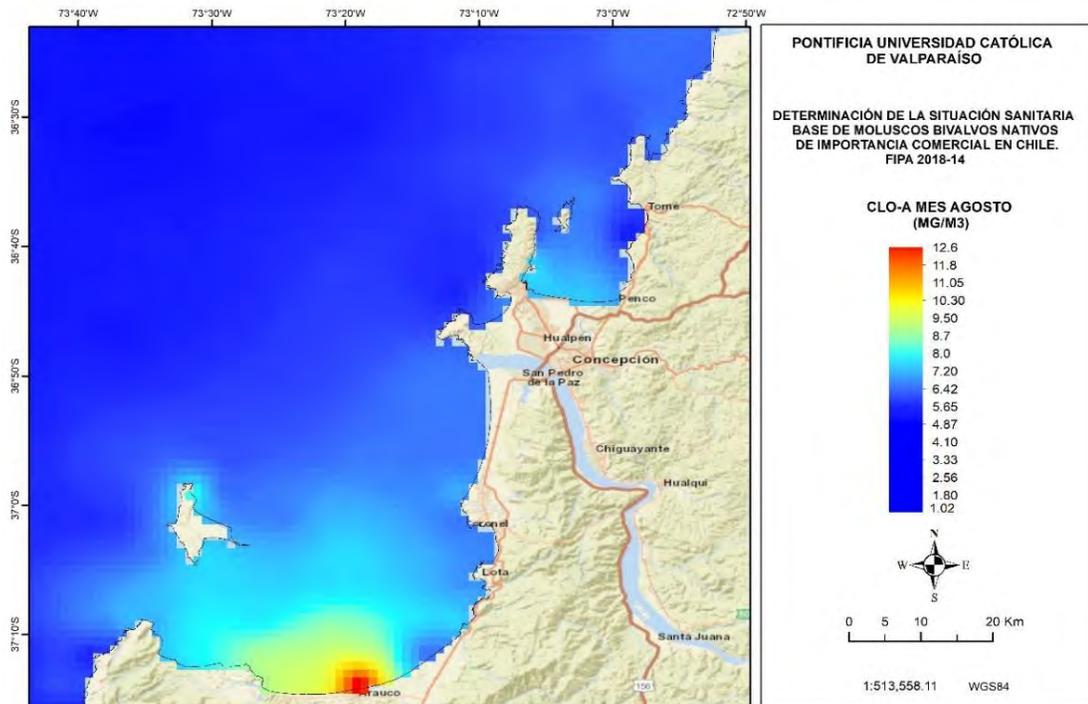
Así, por ejemplo, en la zona de Puerto Aldea los valores más altos de clorofila se presentan en el mes de diciembre, alcanzando los  $7.5 \text{ mg/m}^3$ . En cambio, al final del invierno estos valores no alcanzan los  $2.5 \text{ mg/m}^3$ .

A continuación, se presentan los gráficos de valores de Clorofila-a para cada uno de los lugares de muestreo de la Región de Coquimbo, durante los meses del año 2019 (Figura 81).



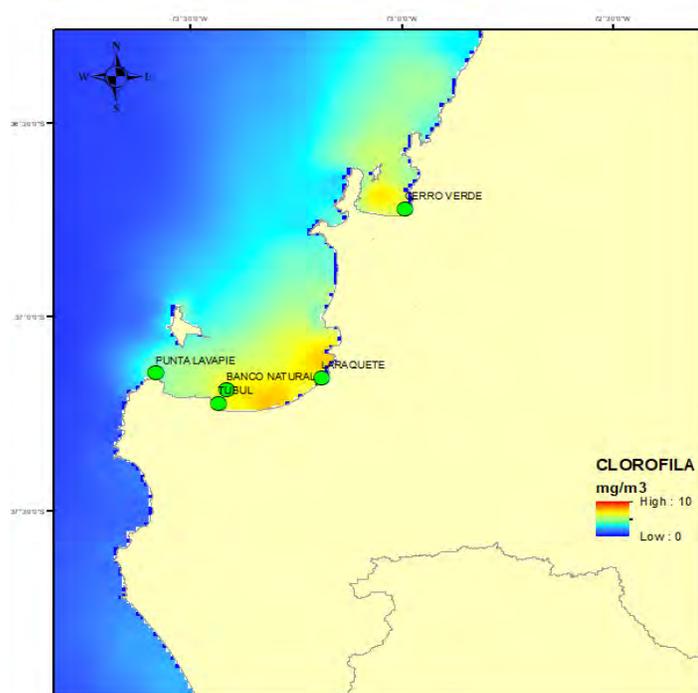
**Figura 81.** Concentraciones de Clorofila-a en cada uno de los sectores muestreados de la Región de Coquimbo

Para la Región del Biobío, en la Figura 82 se presentan los valores promedios de clorofila-a los que resultan ser los mas altos comparadas con las otras regiones del estudio, llegando a valores cercanos a los 7 mg/m<sup>3</sup>



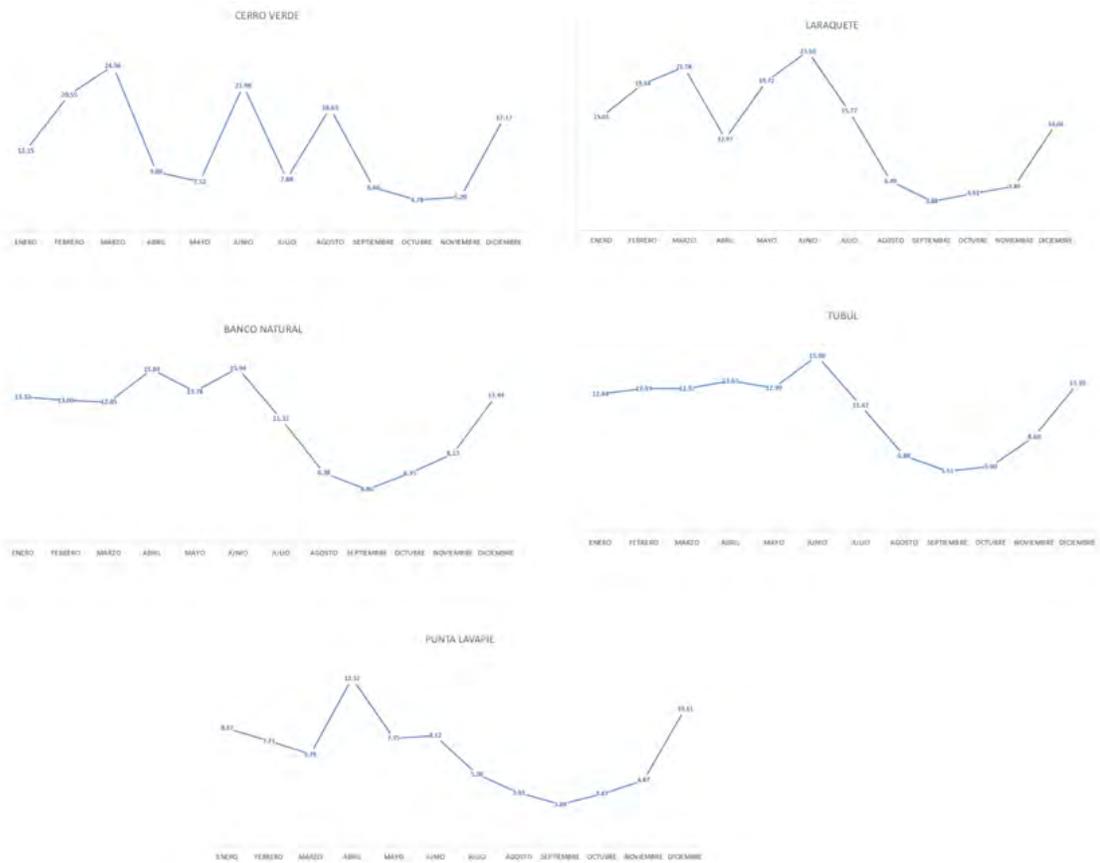
**Figura 82.** Clorofila a zona de muestreo en la Región del Bío Bío, mes de agosto

En la Figura 83 se muestran los valores de clorofila-a en cada uno de los sitios de muestreo de la Región del Biobío. Se observa el detalle de los valores de clorofila por cada sector del muestreo.



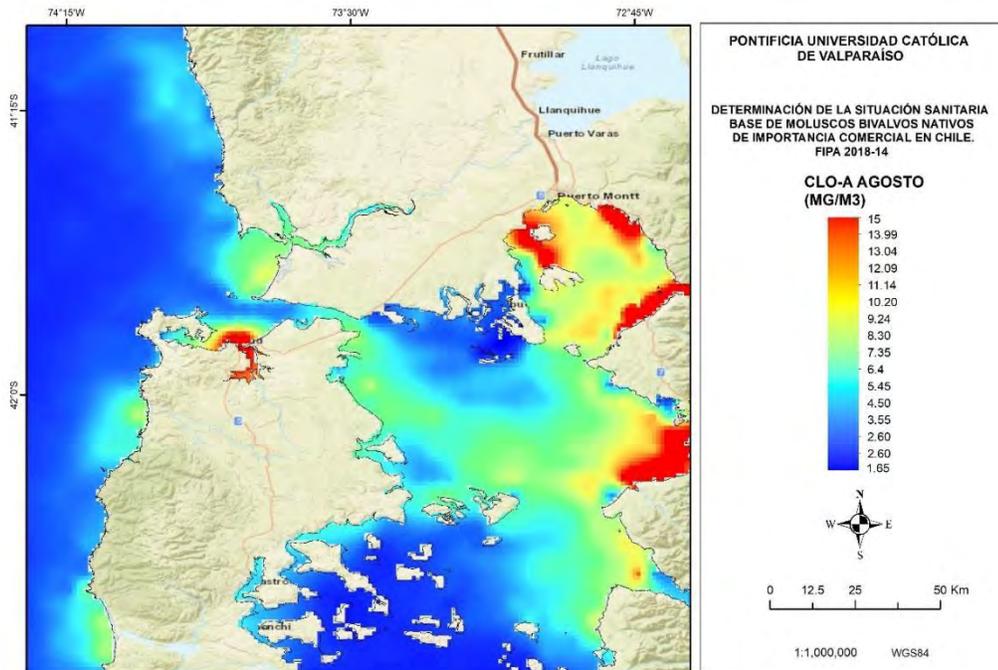
**Figura 83.** Valores de clorofila-a en cada uno de los lugares de muestreo de la región

La Figura 84 muestra los valores de clorofila a mensual para cada lugar de muestreo de la Región del Biobío durante el año 2019. Se observa que la zona de Cerro Verde muestra una tendencia variable hasta septiembre cuando la curva se asemeja al resto de los sitios de muestreo en la Region del Biobío.



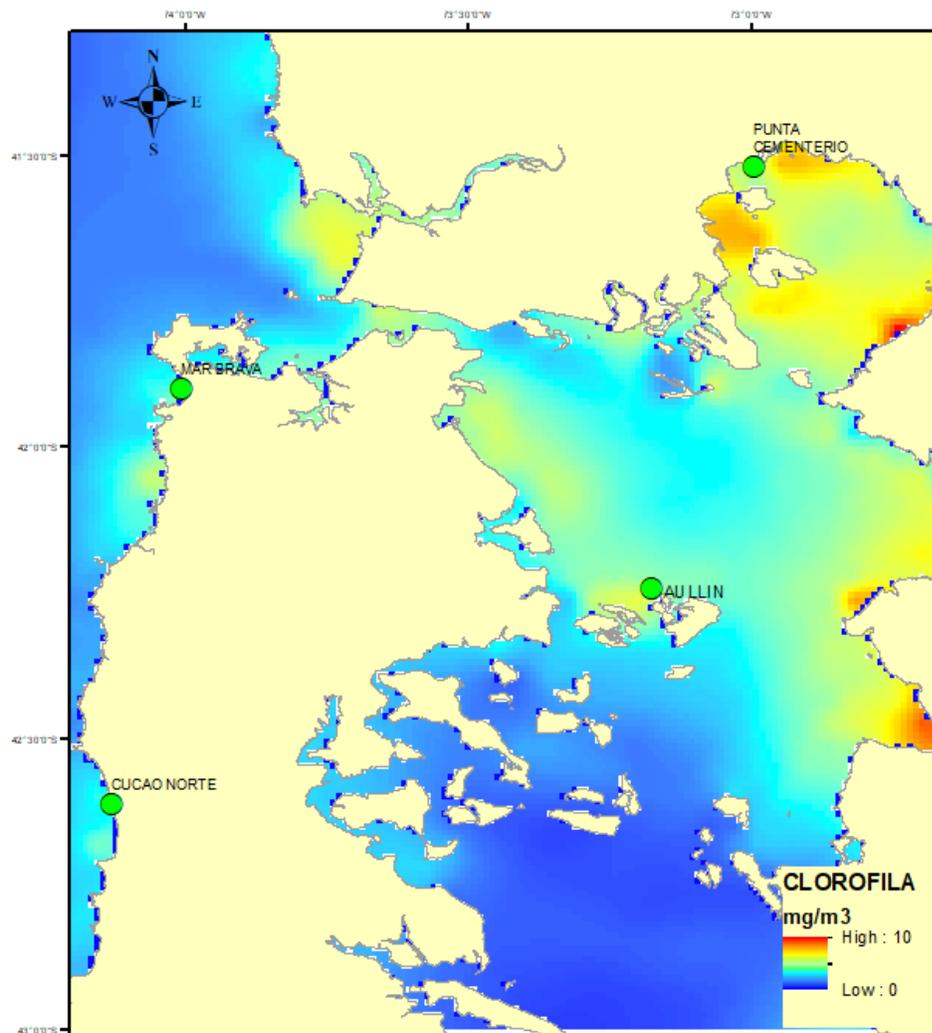
**Figura 84.** Concentraciones de Clorofila-a para cada uno de los lugares de muestreo de la Región del Biobío por mes del año 2019

Finalmente, para la Región de Los Lagos los valores promedio en las distintas zonas de muestreo alcanzaron un valor de 5 mg/m<sup>3</sup> (Figura 85).



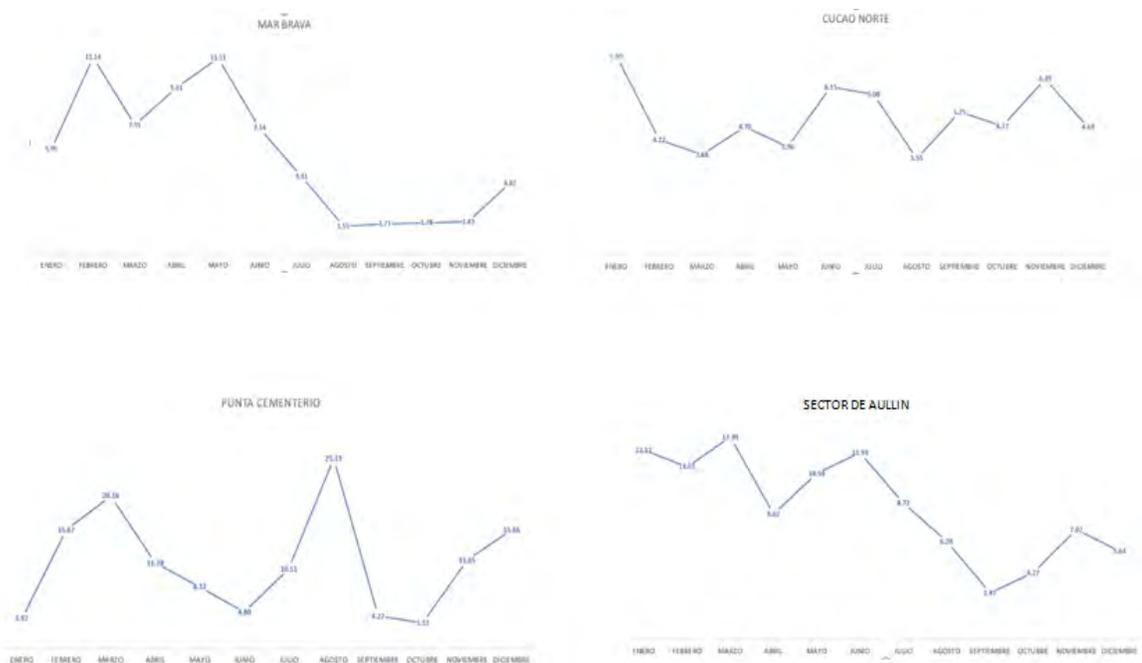
**Figura 85.** Clorofila a zona de muestreo en la Región de Los Lagos, mes de agosto

En la Figura 86 se presenta el detalle de los valores de clorofila-a para cada uno de los sectores de muestreo de la Región de los Lagos. Se puede observar que en los sectores de Cucao Norte, Mar Brava e Isla Aulin los valores se mantienen en rango bajos (3-4 mg/m<sup>3</sup>) en tanto para el sector de Punta Cementerio los valores son más altos (6-7 mg/m<sup>3</sup>) y en Isla Aulin en rango de 4 a 5 mg/m<sup>3</sup>).



**Figura 86.** Lugares de muestreo de la Región de los Lagos

La Figura 87 muestra gráficos de concentración de clorofila en cada uno de los sectores muestreados por mes durante el año 2019.



**Figura 87.** Concentración de clorofila a en los lugares de muestreo de la Región de los Lagos

#### 4.2.6.3 Mediciones estacionales *in situ* de las variables ambientales

Para verificar la influencia de las variables ambientales identificadas en el análisis bibliográfico sobre la presencia y desarrollo de patógenos en los moluscos de las Región de Coquimbo, Biobío y Los Lagos y caracterizar *in situ* las condiciones físicas, químicas y biológicas del cuerpo de agua en los sitios de interés, los cuales se determinarán para las zonas y para las especies señaladas en este proyecto, se planteó la realización de muestreos estacionales según las Bases Técnicas de Referencia (verano- otoño-invierno- primavera,) de la columna de agua de cada Región, los cuales se realizarían en forma paralela con los muestreos de las especies de los moluscos descritos en este documento. De este modo, y teniendo en cuenta la información disponible, se muestrearon las siguientes variables:

- Temperatura y salinidad de la columna de agua
- Oxígeno disuelto en la columna de agua

## **Toma de muestras de variables ambientales y caracterización de los cuerpos de aguas**

De acuerdo con lo indicado en los Términos de Referencia del presente proyecto y a la disponibilidad real de los recursos de interés, se efectuó un monitoreo en los sectores desde donde se extrajeron las muestras biológicas, caracterizando el cuerpo de agua en cuanto a sus características físicas (temperatura) y químicas (salinidad y oxígeno disuelto), de tal manera de establecer las condiciones ambientales básicas en las que se desarrollan los organismos en cuestión.

En cada sector se posicionaron por lo menos 4 estaciones de muestreo representativas de cada área, y cuyo posicionamiento se efectuó con apoyo de cartografía oficial del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), mientras que la ubicación exacta de los puntos de muestreo en terreno se realizó mediante GPS.

Las faenas fueron realizadas a bordo de embarcaciones locales, adecuadas para este tipo de trabajo, entre el 23 de y 25 de julio de 2019, correspondiendo este monitoreo a la temporada invernal. En cada estación se efectuaron mediciones continuas de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la columna de agua, entre superficie hasta cerca del fondo marino, empleando un CTDO marca AML modelo Plus-X, acondicionado con un sensor de oxígeno disuelto AANDERAA modelo Optode 4531 (Figura 88). Posterior a cada jornada de trabajo, los datos registrados, fueron rescatados digitalmente mediante software ad-hoc, siendo posteriormente procesados de acuerdo al procedimiento estándar, obteniéndose valores de cada variable a profundidades discretas. Los resultados se presentan en tablas y en gráficos de distribución vertical para cada una de las estaciones y variables.

La ubicación de las estaciones de muestreo en terreno se realiza mediante GPS. Cabe señalar que, en estudios oceanográficos, el concepto de “estación” de muestreo es referido a un sector (circular), dentro del cual se procede a recolectar muestras y efectuar mediciones.



Figura 88. CTDO marca AML modelo Plus-X

### Mediciones en Región de Coquimbo por sectores de muestreo

En la Figura 89 se puede observar los lugares en donde se realizaron las mediciones de las variables ambientales de los sitios de muestreo de la zona de Tongoy y Puerto Aldea.

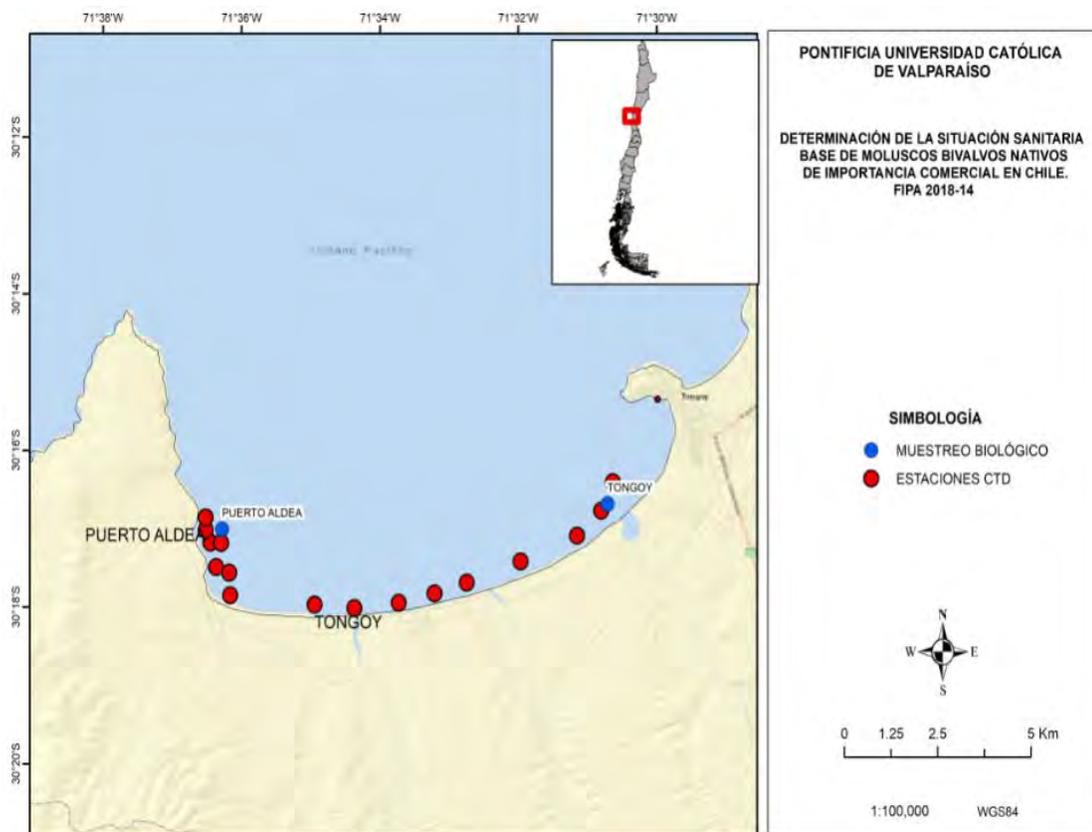
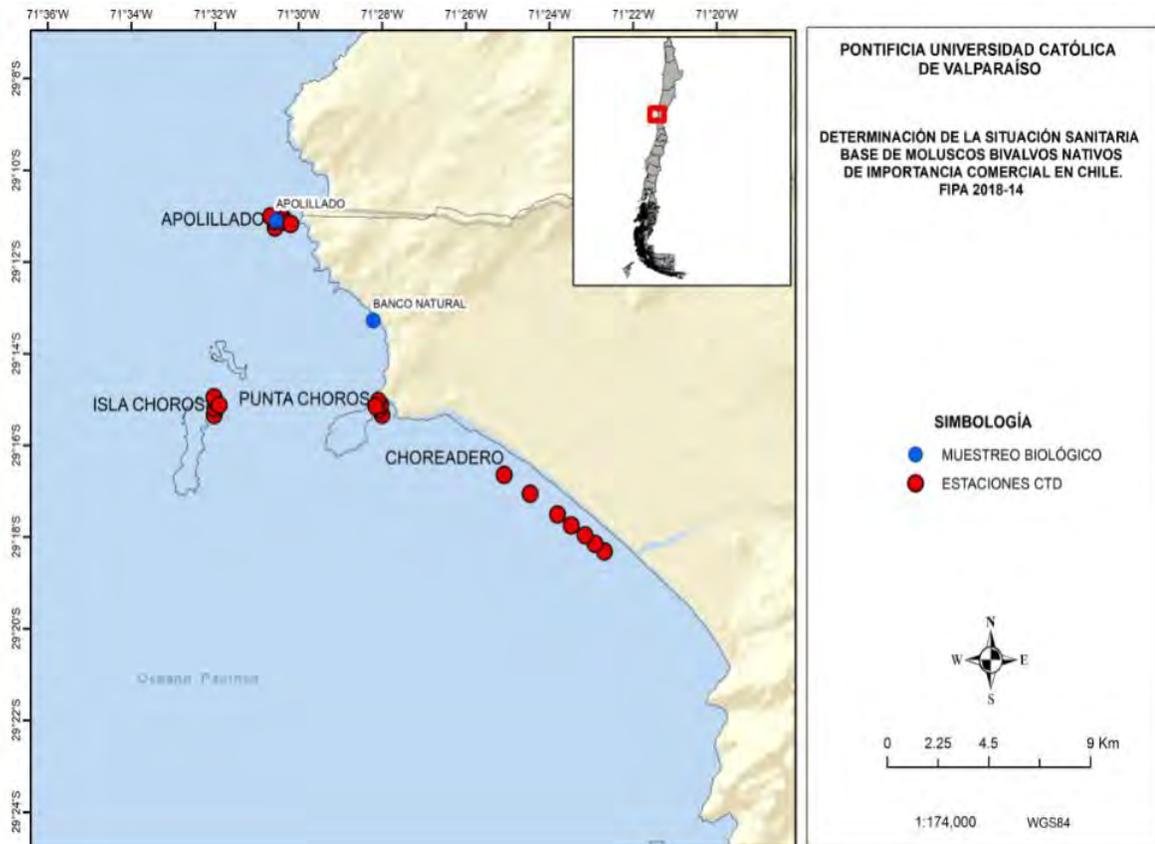


Figura 89. Mediciones ambientales *in situ* en la zona de Tongoy y Puerto Aldea en la Región de Coquimbo.

En la Figura 90 se puede visualizar las mediciones de las variables ambientales en las zonas de Punta Choros y AMERB Apollillado.



**Figura 90.** Mediciones ambientales *in situ* en la zona de Punta de Choros y AMERB Apollillado en la Región de Coquimbo

Los sectores monitoreados y que corresponden a los sitios de muestreo de moluscos, para la Región de Coquimbo, se indican a continuación:

### **Puerto Aldea**

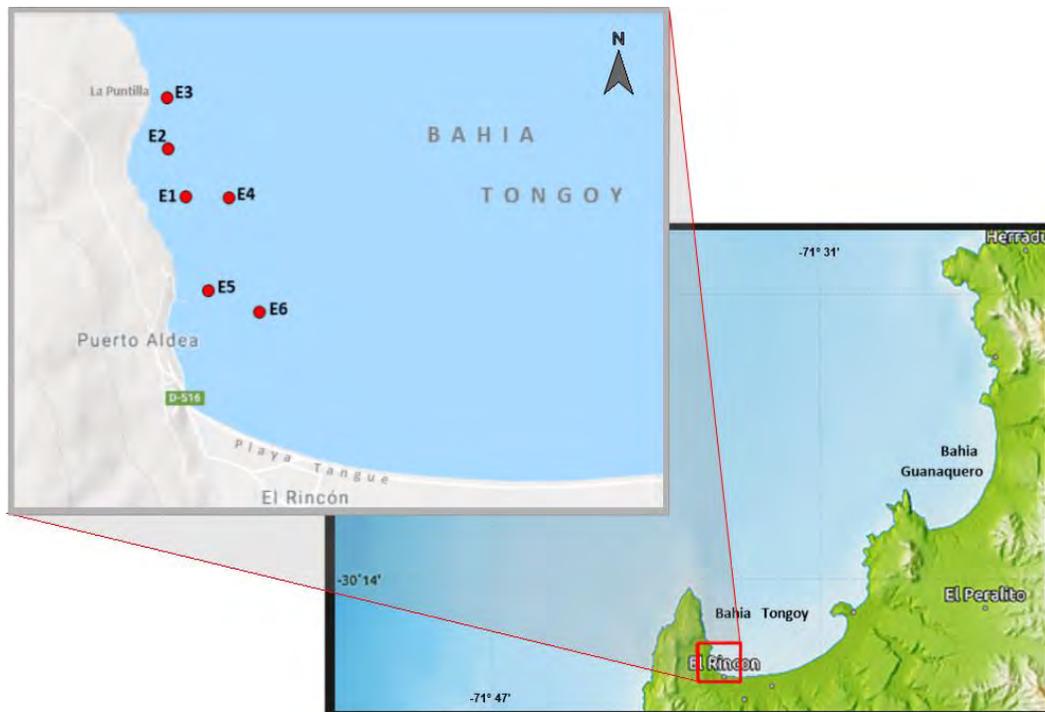
Puerto Aldea se ubica al SW de la localidad Tongoy. Es una caleta de pescadores Figura 91, dedicados a la explotación de bancos naturales de ostiones, machas y jaibas principalmente. El sector Norte del área de estudio posee sustrato rocoso, mientras que en su parte central y Sur es

de fondo arenoso, en donde se ubica los recursos de interés y desde donde se extrajeron las muestras.



**Figura 91.** Vistas generales del sector de estudio de Puerto Aldea

En esta área se distribuyeron 6 estaciones de monitoreo Figura 92, distribuidas a lo largo de la AMERB, enfocándose sólo el sector de fondo arenoso y lo más cercano al borde costero, considerando 2 estaciones un poco más alejadas, de manera de evaluar diferencias espaciales.



**Figura 92.** Área de estudio correspondiente a Puerto Aldea y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Julio de 2019.

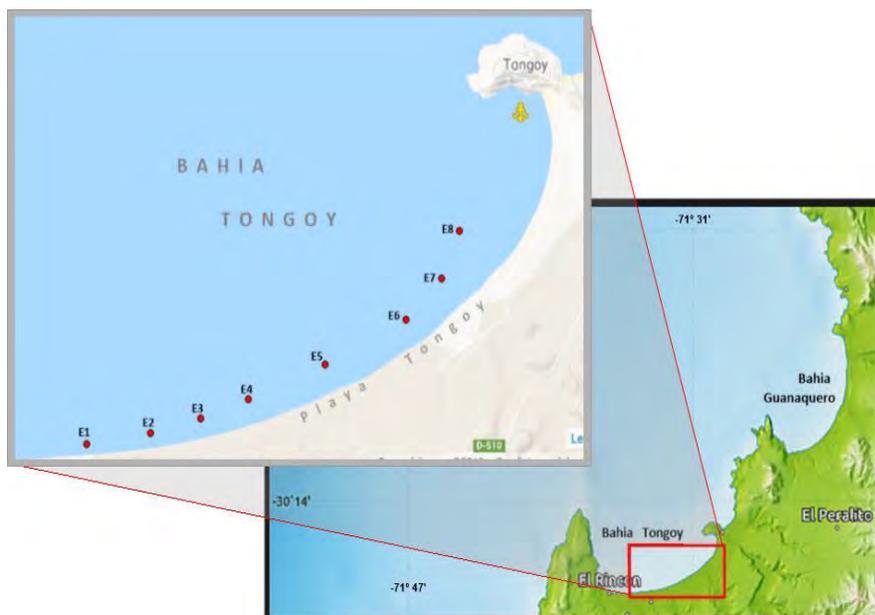
## Tongoy

Tongoy es un balneario ubicado a 48 kilómetros al sur del puerto de Coquimbo (Figura 93), ubicado al SE de una amplia bahía caracterizada por la presencia de extensas playas de arena, quebradas y humedales. En esta zona se ubica una AMERB a lo largo de la playa larga de Tongoy.



**Figura 93.** Vistas generales del sector de estudio de Tongoy

En este sector se posicionaron 8 estaciones de monitoreo (Figura 94), distribuidas a lo largo de la AMERB, lo más cerca de la costa posible, quedando fuera de la zona de rompiente por seguridad.



**Figura 94.** Área de estudio correspondiente a Tongoy y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Julio de 2019.

## Choreadero

El sector denominado Choreadero (Figura 95), corresponde a una extensa playa de arena ubicada al SE de Punta de Choros, donde se ubica una AMERB a lo largo del borde costero, caracterizada por su fondo arenoso donde se ubican importantes bancos de machas principalmente. Durante el trabajo de terreno, se observó mar de fondo con un oleaje permanente y de considerable altura.



**Figura 95.** Vistas generales del sector de estudio de Choreadero

En este sector se posicionaron 7 estaciones de monitoreo (Figura 96) distribuidas a lo largo de la AMERB y enfocadas fundamentalmente en la zona de explotación del recurso macha, es decir, en la zona costera, pero fuera de la zona de rompiente, por seguridad.



**Figura 96.** Área de estudio correspondiente a Choreadero y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Julio de 2019.

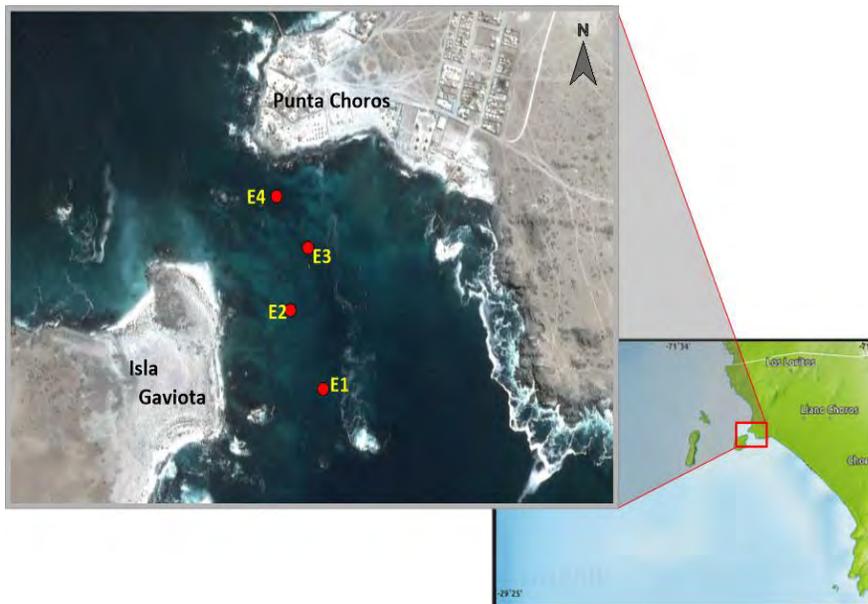
## Punta Choros

Punta de Choros es un pequeño puerto ubicado en el norte de la región de Coquimbo, dedicado a la pesca artesanal y al turismo principalmente, producto de la gran biodiversidad existente en el sector. El área monitoreada, se encuentra entre Punta Choros e Isla Gaviota (Figura 97), sector caracterizado por fondo duro y de arena, somero y de abundancia de almejas.



**Figura 97.** Vistas generales del sector de estudio de Punta Choros e isla Gaviota

En este sector se posicionaron 4 estaciones de monitoreo (Figura 98), distribuidas de manera de representar toda el área.



**Figura 98.** Área de estudio correspondiente a Choredero y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Julio de 2019.

## Isla Choros

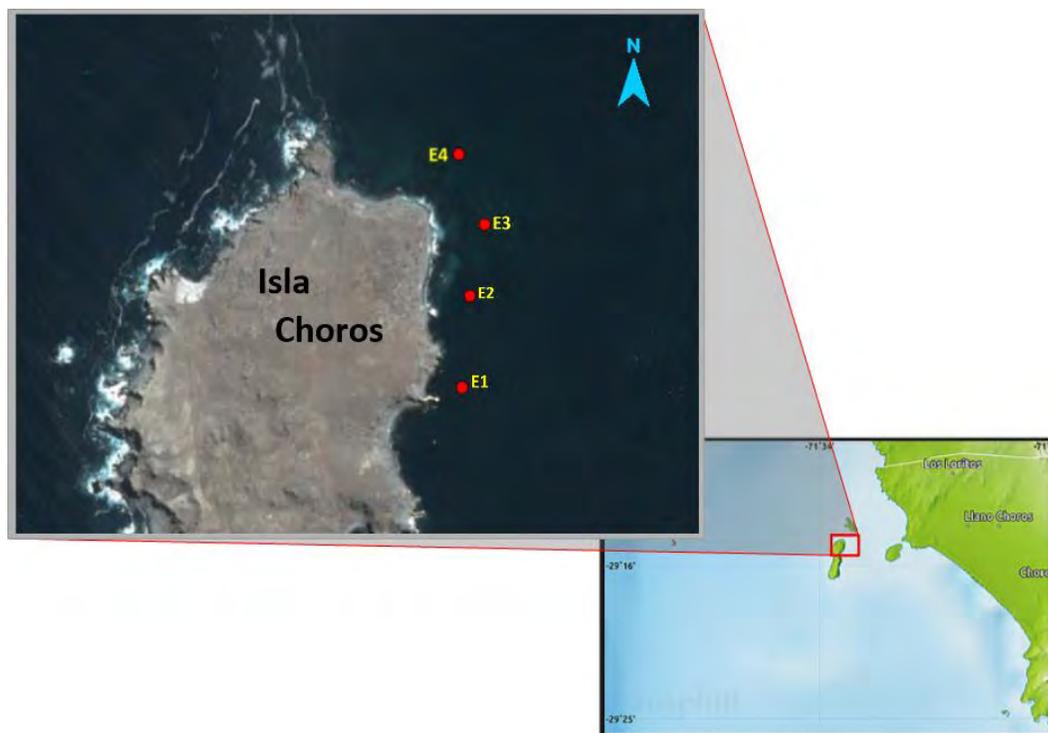
La isla Choros se ubica al Norte de la Región de Coquimbo frente a Punta Choros y compone la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. La zona intermareal de Isla Choros se caracteriza por la presencia de grandes paredones rocosos (Figura 99), de fuerte pendiente hacia el submareal, observándose hacia el cuadrante NE conformaciones de playas de bolones.

La isla es una de las zonas de residencia de la colonia de delfines nariz de botella y en la cima de la isla se conforma una terraza con gran cantidad de pequeñas cuevas y grietas que son utilizados por las poblaciones de Pingüino de Humboldt como área de nidificación. En el submareal, destacan las poblaciones de almejas, locos y erizos principalmente.



**Figura 99.** Vistas generales del sector de estudio al Norte de Isla Choros

Las 4 estaciones de monitoreo (Figura 100), se posicionaron en el extremo Norte de la isla, sector que es habitual de los mariscadores en la explotación de recursos bentónicos. El sustrato es de carácter rocoso y arena y de baja profundidad.



**Figura 100.** Área de estudio correspondiente al Norte de isla Choros y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Julio de 2019.

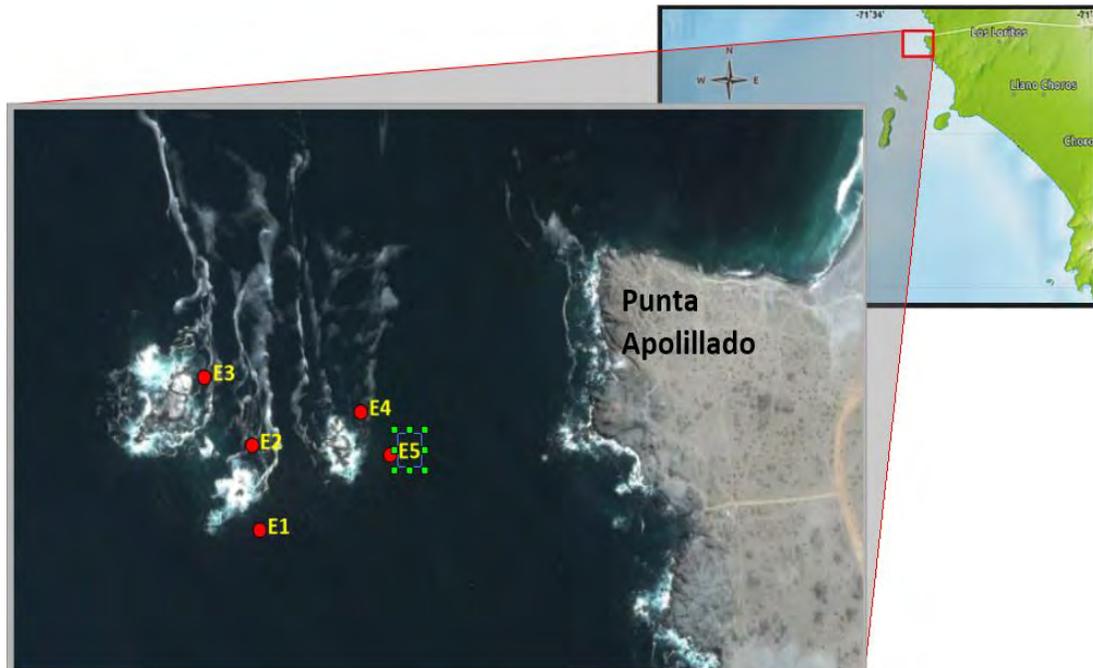
### **Apolillado**

El sector de Apolillado se ubica en la frontera de las regiones de Atacama y de Coquimbo, al Norte de Punta Choros. Este sector se compone de altos roqueríos y se caracteriza por fuertes corrientes y rompientes de olas (Figura 101).



**Figura 101.** Vistas generales del sector de estudio de Apolillado

Las estaciones de monitoreo (Figura 102), se ubicaron en las cercanías de los roqueríos, debido a que es el sector de principal explotación de recursos submáreos como locos, almejas, lapas entre otros.



**Figura 102.** Área de estudio correspondiente a Apollillado y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Julio de 2019.

## **Resultados de las variables ambientales de la Región de Coquimbo por sectores de muestreo**

### **Puerto Aldea**

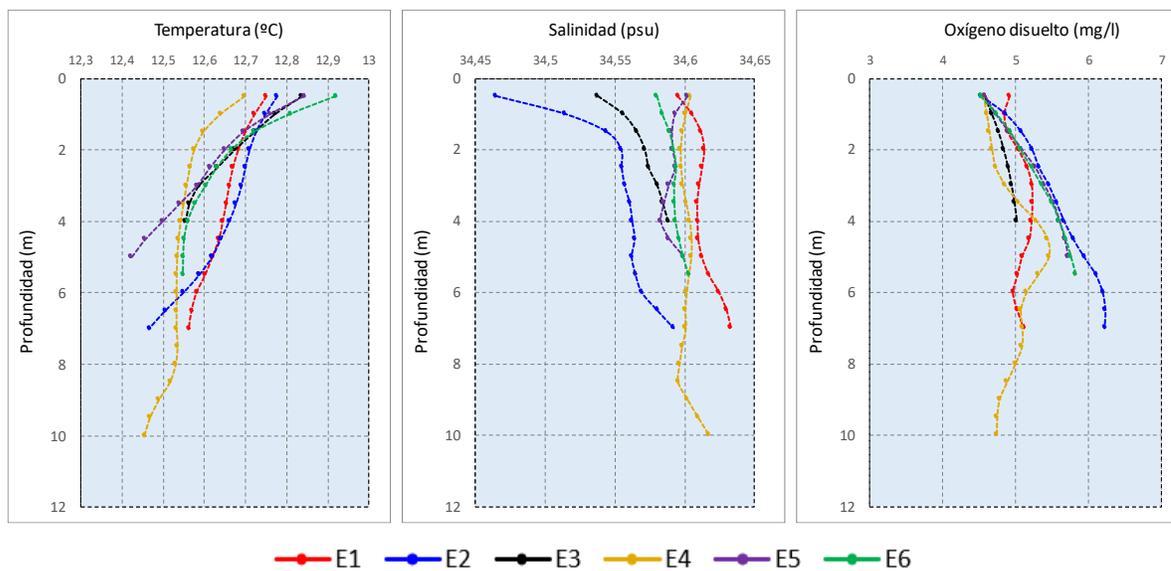
Un resumen estadístico de las características de la columna de agua se presenta en la Tabla 20. y la distribución vertical de cada variable se representó mediante perfiles (Figura 103). En general, la temperatura mostró los mayores valores en superficie, disminuyendo con la profundidad. Se presentaron valores que variaron entre un mínimo de 12,42°C (E5) hasta un máximo de 12,92°C (E6), con promedios que rondaron los 12,6°C en todas las estaciones. Las desviaciones estándar fueron cercanas a 0,1°C, indicando baja variabilidad entre estaciones y en la vertical.

**Tabla 20.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Puerto Aldea. Julio de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	12,56	34,595	4,85
	Máximo	12,75	34,633	5,24
	Promedio	12,65	34,614	5,07
	Desv. estándar	0,06	0,010	0,13
<b>Estación 2</b>	Mínimo	12,47	34,465	4,53
	Máximo	12,78	34,592	6,24
	Promedio	12,65	34,553	5,59
	Desv. estándar	0,09	0,031	0,54
<b>Estación 3</b>	Mínimo	12,55	34,538	4,58
	Máximo	12,84	34,588	5,02
	Promedio	12,67	34,570	4,84
	Desv. estándar	0,10	0,017	0,16
<b>Estación 4</b>	Mínimo	12,46	34,595	4,56
	Máximo	12,70	34,618	5,46
	Promedio	12,55	34,602	4,96
	Desv. estándar	0,05	0,005	0,28
<b>Estación 5</b>	Mínimo	12,42	34,583	4,58
	Máximo	12,84	34,602	5,72
	Promedio	12,61	34,591	5,25
	Desv. estándar	0,13	0,006	0,40
<b>Estación 6</b>	Mínimo	12,55	34,580	4,53
	Máximo	12,92	34,603	5,83
	Promedio	12,65	34,592	5,30
	Desv. estándar	0,12	0,006	0,43

En cuanto a la salinidad, esta presentó los mínimos en superficie, siendo los valores menores 34,47 psu (E2) y 34,54 psu (E3), aumentando con la profundidad, alcanzando un máximo de 34,63 psu (E1). Las estaciones de mayor variación fueron la E2 y E3 ubicadas en el sector N del área de estudio, mientras que las estaciones más alejadas de la costa (E4 y E6), presentaron salinidades más uniformes en la vertical.

La distribución de oxígeno disuelto se mostró relativamente homogénea en la columna de agua en las estaciones centrales (E1 y E4), mientras que las restantes estaciones presentaron un incremento con la profundidad. Los mínimos superficiales bordearon los 4,5 mg/L, alcanzando un máximo en la estación E2 (6,24 mg/L).



**Figura 103.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 6 estaciones ubicadas en la zona costera de Puerto Aldea. Julio de 2019.

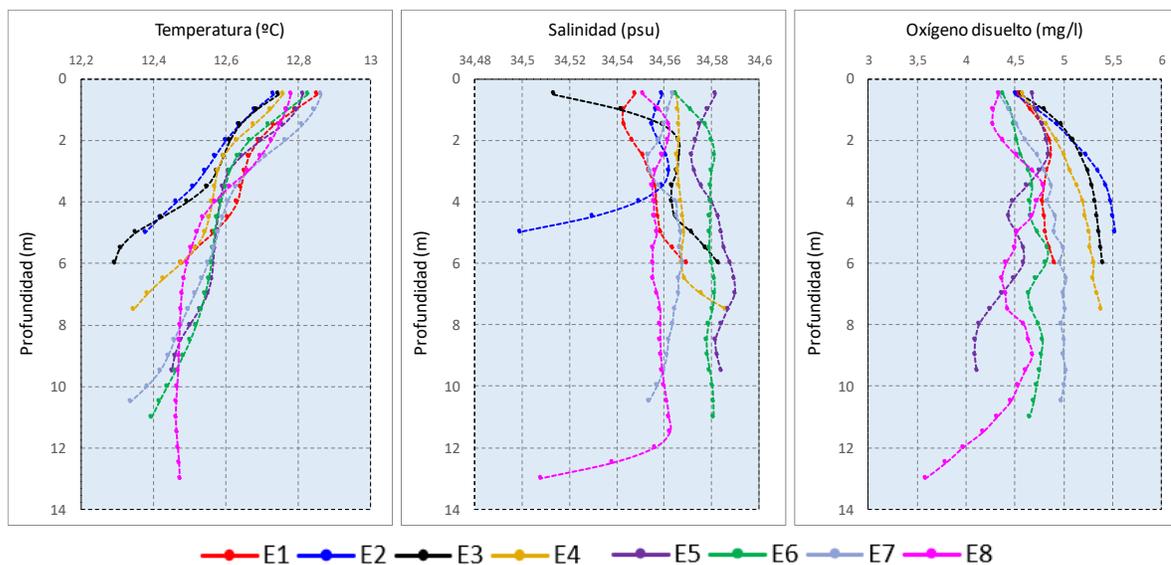
### Tongoy

Las características generales de la masa de agua resultantes del monitoreo se presentan en la Tabla 21, mientras que los perfiles verticales de cada variable se encuentran en la Figura 104. Estos señalaron para la temperatura de la columna de agua que los mayores valores se mostraron en superficie, variando entre 12,73°C (E2) y 12,86°C (E7) los máximos, disminuyendo levemente, hasta alcanzar un mínimo de 12,29°C (E3) a 6 m de profundidad. La estación más profunda (E8), alcanzó valores mínimos aproximadamente a los 6 m, manteniéndose la temperatura en los estratos más profundos (12,5°C aproximadamente).

**Tabla 21.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Tongoy. Julio de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	12,48	34,543	4,54
	Máximo	12,85	34,569	4,90
	Promedio	12,65	34,554	4,79
	Desv. estándar	0,11	0,008	0,10
<b>Estación 2</b>	Mínimo	12,38	34,499	4,51
	Máximo	12,73	34,562	5,53
	Promedio	12,55	34,549	5,18
	Desv. estándar	0,11	0,020	0,35
<b>Estación 3</b>	Mínimo	12,29	34,513	4,57
	Máximo	12,75	34,583	5,40
	Promedio	12,52	34,561	5,16
	Desv. estándar	0,15	0,018	0,26
<b>Estación 4</b>	Mínimo	12,35	34,565	4,57
	Máximo	12,76	34,586	5,38
	Promedio	12,56	34,568	5,10
	Desv. estándar	0,12	0,005	0,25
<b>Estación 5</b>	Mínimo	12,45	34,572	4,09
	Máximo	12,81	34,590	4,84
	Promedio	12,59	34,581	4,49
	Desv. estándar	0,11	0,006	0,26
<b>Estación 6</b>	Mínimo	12,40	34,565	4,38
	Máximo	12,83	34,581	4,83
	Promedio	12,57	34,579	4,66
	Desv. estándar	0,11	0,004	0,12
<b>Estación 7</b>	Mínimo	12,34	34,553	4,34
	Máximo	12,86	34,568	5,03
	Promedio	12,58	34,561	4,85
	Desv. estándar	0,15	0,005	0,21
<b>Estación 8</b>	Mínimo	12,46	34,508	3,59
	Máximo	12,78	34,562	4,79
	Promedio	12,55	34,555	4,41
	Desv. estándar	0,11	0,011	0,28

La distribución vertical de la salinidad se mostró relativamente homogénea en la columna de agua, presentando un máximo a media agua (7 m) con un valor de 34,59 psu (E5), mientras que se observaron mínimos cercanos a 34,5 psu a diferentes niveles de la columna de agua (E2, E3 y E8). Si bien, la gráfica muestra diferencias entre estaciones y distribuciones verticales disímiles, esto producto principalmente de la escala de este, lo que queda ratificado con las bajas desviaciones estándar registradas, con un máximo de 0,02 psu (E2).



**Figura 104.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 8 estaciones ubicadas en la zona costera de Tongoy. Julio de 2019.

En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto, la columna de agua mostró una relativa homogeneidad en su contenido de oxígeno, con valores similares en superficie en todas las estaciones (4,3 a 4,7 mg/L) y con una mayor oxigenación en los niveles medios, alcanzando un máximo de 5,53 mg/L a 5 m de profundidad en la estación E2. El valor mínimo se presentó a 13 m de profundidad en la estación más cercana a la localidad de Tongoy (E8).

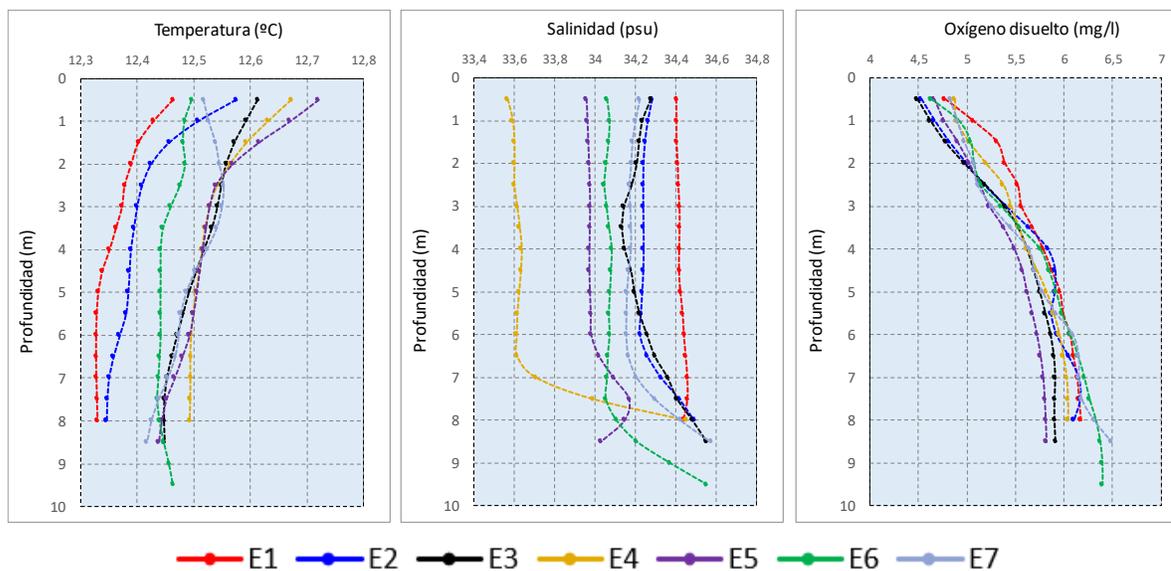
**Choreadero**

Un resumen estadístico de los resultados del monitoreo se presenta en la Tabla 22, mientras que los perfiles verticales de cada variable se encuentran en la Figura 105. La temperatura presentó una estructura similar a los casos anteriores, es decir con mayores temperaturas en superficie, disminuyendo con la profundidad, pero con leves variaciones en la vertical y entre estaciones. La estación E5 presentó el máximo superficial (12,44°C), mientras que las estaciones más occidentales (E1 y E2) se presentaron como las más frías.

**Tabla 22.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Choreadero. Julio de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	12,33	34,40	4,78
	Máximo	12,46	34,46	6,17
	Promedio	12,36	34,43	5,72
	Desv. estándar	0,04	0,02	0,42
<b>Estación 2</b>	Mínimo	12,35	34,22	4,53
	Máximo	12,57	34,49	6,17
	Promedio	12,40	34,28	5,57
	Desv. estándar	0,06	0,08	0,56
<b>Estación 3</b>	Mínimo	12,45	34,13	4,49
	Máximo	12,61	34,55	5,91
	Promedio	12,51	34,26	5,48
	Desv. estándar	0,05	0,12	0,49
<b>Estación 4</b>	Mínimo	12,49	33,57	4,88
	Máximo	12,67	34,46	6,04
	Promedio	12,53	33,69	5,59
	Desv. estándar	0,05	0,23	0,42
<b>Estación 5</b>	Mínimo	12,44	33,96	4,66
	Máximo	12,72	34,17	5,82
	Promedio	12,53	34,01	5,42
	Desv. estándar	0,08	0,07	0,39
<b>Estación 6</b>	Mínimo	12,44	34,05	4,63
	Máximo	12,50	34,55	6,39
	Promedio	12,46	34,12	5,76
	Desv. estándar	0,02	0,13	0,57
<b>Estación 7</b>	Mínimo	12,42	34,15	4,83
	Máximo	12,55	34,57	6,49
	Promedio	12,50	34,22	5,65
	Desv. estándar	0,05	0,11	0,54

Respecto de la salinidad, se notó cierta diferencia entre estaciones, con salinidades uniformes en la vertical que aumentó bajo los 7 m de profundidad. Dos de las estaciones centrales (E4 y E5) presentaron valores bajos (< 34 psu), esta baja estaría relacionada con la presencia del Humedal Los Choros que descargaría agua dulce conducida por las quebradas los Choros y Romero, esta condición, también se denota en la estación E6., mientras que las restantes estaciones retoman valores tradicionales para agua marinas de la costa norte (> 34,2 psu).



**Figura 105.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 7 estaciones ubicadas en la zona costera de Choredero. Julio de 2019.

La concentración de oxígeno disuelto presentó una distribución similar en estructura y valores en a lo largo de la playa, con mínimos en superficie (4,5 a 4,9 mg/L), incrementándose su contenido con la profundidad alcanzando valores cercanos a los 6 mg/L bajo los 8 m, con un máximo de 6,5 mg/L en la estación E7.

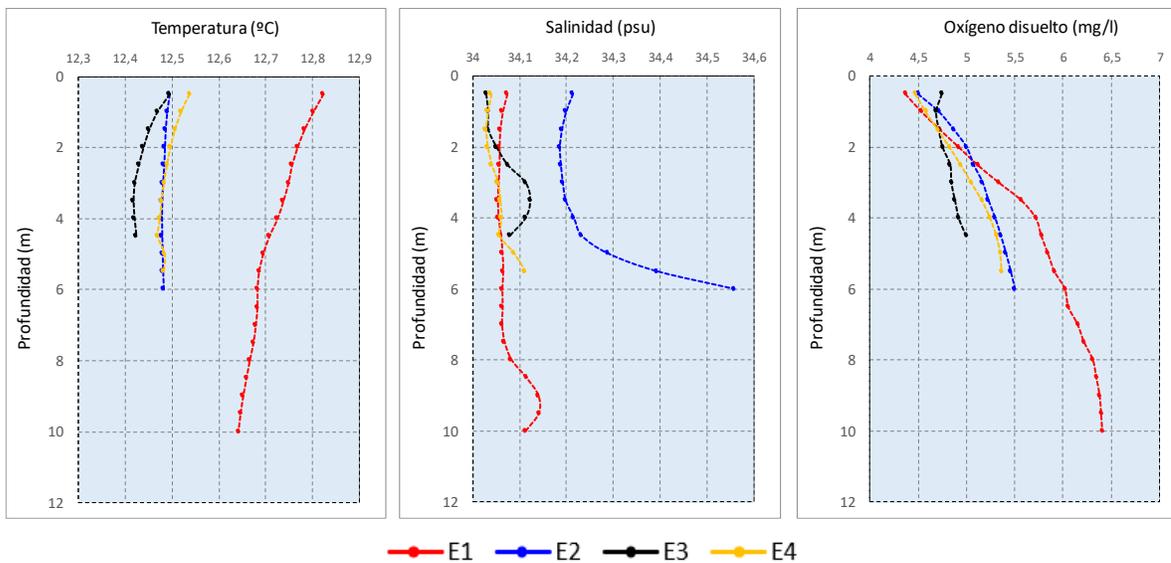
### Punta Choros

La Tabla 23 muestra un resumen de los resultados de cada estación y la Figura 106 presenta los perfiles verticales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto obtenidos en las mediciones invernales.

Las temperaturas se mostraron relativamente uniformes en la vertical, con un leve descenso con la profundidad. Se observaron valores similares en las estaciones E2 a E4, con una temperatura cercana a los 12,5°C en superficie, llegando hasta 12,42°C a los 4,5 m en la estación E3. En cambio, la estación ubicada más al S (E1) y la más profunda, denotó mayores temperaturas con un máximo superficial de 12,82°C hasta llegar a los 12,64°C en los 10 m de profundidad, lo que tendría relación con la circulación del sector.

**Tabla 23.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Punta Choros, Julio de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
Estación 1	Mínimo	12,64	34,054	4,37
	Máximo	12,82	34,142	6,41
	Promedio	12,71	34,076	5,71
	Desv. estándar	0,05	0,028	0,66
Estación 2	Mínimo	12,48	34,186	4,50
	Máximo	12,49	34,559	5,50
	Promedio	12,48	34,255	5,13
	Desv. estándar	0,01	0,113	0,31
Estación 3	Mínimo	12,42	34,029	4,69
	Máximo	12,50	34,123	5,00
	Promedio	12,44	34,072	4,82
	Desv. estándar	0,03	0,038	0,10
Estación 4	Mínimo	12,47	34,028	4,47
	Máximo	12,54	34,112	5,36
	Promedio	12,49	34,055	5,00
	Desv. estándar	0,02	0,026	0,32



**Figura 106.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 4 estaciones ubicadas en la zona costera de Punta Choros. Julio de 2019.

En cuanto a la salinidad observada, esta indicó valores mayores a 34 psu para todas las estaciones y en todos los niveles, con perfiles relativamente uniformes en el caso de las estaciones E1, E3 y E4, con valores que rondaron los 34,5 psu, mientras que la estación más cercana a la isla Gaviotas (E2), mostró una mayor salinidad con valores superficiales de 34,2 psu aproximadamente e incrementándose hasta un máximo de 34,56 psu a los 6 m de profundidad.

El oxígeno disuelto se presentó con una estructura similar a la observada en otros sectores, es decir con mínimos superficiales con un contenido de 4,5 mg/L aproximadamente, aumentado gradualmente con la profundidad en todas las estaciones, hasta alcanzar un valor de 6,4 mg/L a los 10 m de profundidad en la estación E1. La estación E3 mostró sólo un leve incremento, de 4,74 a 4,99 mg/L.

### **Isla Choros**

En la Tabla 24 se tabularon los principales estadísticos obtenidos a partir de las mediciones *in situ*, mientras que la Figura 107 presenta la distribución vertical de las variables en cada estación.

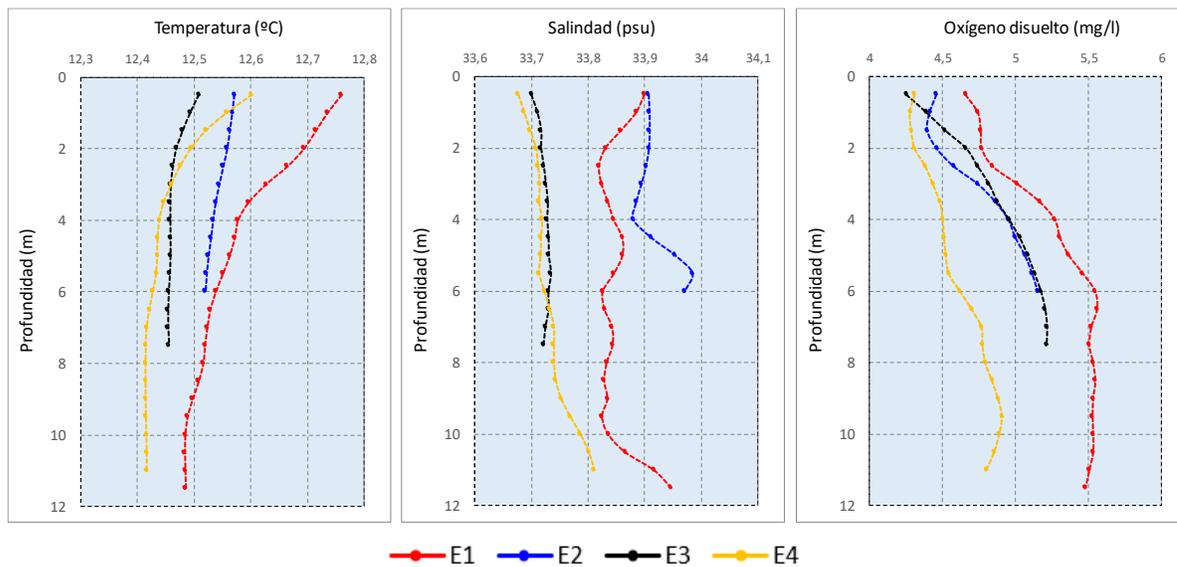
La temperatura presentó los mayores valores en superficie, disminuyendo con la profundidad, siendo esta característica más marcada en las estaciones más profundas (E1 y E4), las que a partir de los 4 m de profundidad presentaron temperaturas casi constantes (12,5 y 12,4°C respectivamente). Las estaciones E2 y E3 presentaron un descenso muy ligero (< de una décima de grado).

En cuanto a la distribución vertical de la salinidad, se presentaron 2 grupos, uno con las estaciones E1 y E2, con salinidades con mayores valores y variación en la vertical, aumentando con la profundidad, mientras que las estaciones E3 y E4 se presentaron con salinidades más uniformes y con menores concentraciones, rondando los 33,71 psu. En el caso de la estación E4, a partir de los 9 m, se observó un mayor incremento de esta variable, alcanzando los 33,81 psu.

En lo que respecta de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, se detectaron valores mínimos en superficie, fluctuando entre 4,28 y 4,66 mg/L, incrementándose con la profundidad, alcanzando los máximos entre los 6 y 8 m aproximadamente. El mayor valor observado, fue de 5,56 mg/L en la estación E1.

**Tabla 24.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Isla Choros. Julio de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	12,48	33,820	4,66
	Máximo	12,76	33,947	5,56
	Promedio	12,57	33,852	5,29
	Desv. estándar	0,09	0,032	0,32
<b>Estación 2</b>	Mínimo	12,52	33,880	4,40
	Máximo	12,57	33,985	5,16
	Promedio	12,54	33,918	4,77
	Desv. estándar	0,02	0,034	0,29
<b>Estación 3</b>	Mínimo	12,45	33,700	4,25
	Máximo	12,51	33,734	5,22
	Promedio	12,47	33,723	4,89
	Desv. estándar	0,02	0,009	0,31
<b>Estación 4</b>	Mínimo	12,42	33,677	4,28
	Máximo	12,60	33,811	4,91
	Promedio	12,45	33,732	4,61
	Desv. estándar	0,05	0,035	0,22



**Figura 107.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 4 estaciones ubicadas en la zona costera Norte de Isla Choros. Julio de 2019.

## **Apolillado**

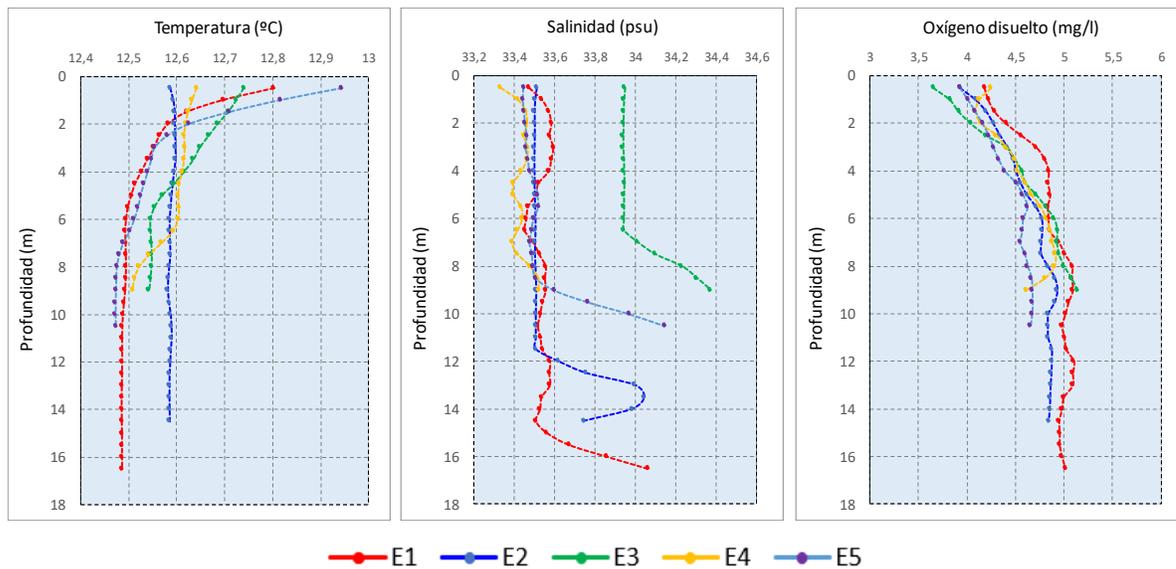
Un resumen de los resultados obtenidos en el sector de El Apolillado se presenta en la Tabla 25 y los perfiles verticales por estación de cada variable se observan en la Figura 108.

En lo que refiere a la temperatura, las estaciones ubicadas más al Sur del área de estudio (E1 y E5), presentaron valores máximos en superficie (12,80 y 12,94°C respectivamente), con un marcado descenso hasta los 4 m de profundidad aproximadamente, a partir de la cual, la temperatura se presentó relativamente uniforme con valores cercanos a 12,5°C. La estación E3 mostró temperaturas menores en superficie y un leve descenso con la profundidad, tornándose constante a partir de los 6 m. La estación E3 presentó un máximo superficial de 12,74°C con un descenso gradual hasta los 6 m de profundidad, alcanzando valores de 12,54°C, el que se mantuvo constante hasta los estratos más profundos. El punto E2 se mostró casi constante en su temperatura en toda la columna de agua, variando entre 12,58 y 12,60°C.

**Tabla 25.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Apolillado. Julio de 2019.

		<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Salinidad (psu)</b>	<b>Oxígeno dis. (mg/L)</b>
<b>Estación 1</b>	Mínimo	12,49	33,452	4,19
	Máximo	12,80	34,062	5,10
	Promedio	12,52	33,566	4,87
	Desv. estándar	0,07	0,114	0,25
<b>Estación 2</b>	Mínimo	12,58	33,498	3,93
	Máximo	12,60	34,042	4,93
	Promedio	12,59	33,576	4,67
	Desv. estándar	0,00	0,163	0,27
<b>Estación 3</b>	Mínimo	12,54	33,938	3,66
	Máximo	12,74	34,371	5,14
	Promedio	12,61	34,014	4,57
	Desv. estándar	0,07	0,140	0,46
<b>Estación 4</b>	Mínimo	12,51	33,332	4,09
	Máximo	12,64	33,520	4,91
	Promedio	12,59	33,437	4,56
	Desv. estándar	0,04	0,046	0,29
<b>Estación 5</b>	Mínimo	12,47	33,443	3,93
	Máximo	12,94	34,145	4,68
	Promedio	12,56	33,554	4,45
	Desv. estándar	0,12	0,183	0,24

El registro de salinidad en las estaciones de monitoreo, indicaron el agrupamiento de la mayoría de las estaciones en las capas superficiales variando entre los 33,4 y 33,6 psu, y a partir de los 9 m de profundidad se detectó un aumento en las salinidades y una mayor variación entre estaciones. La estación E3, presentó un comportamiento particular, con salinidades uniformes en la capa superficial en torno a los 33,94 psu, para a partir de los 6,5 m observarse un marcado aumento hasta un máximo de 34,37 psu a los 9 m de profundidad.

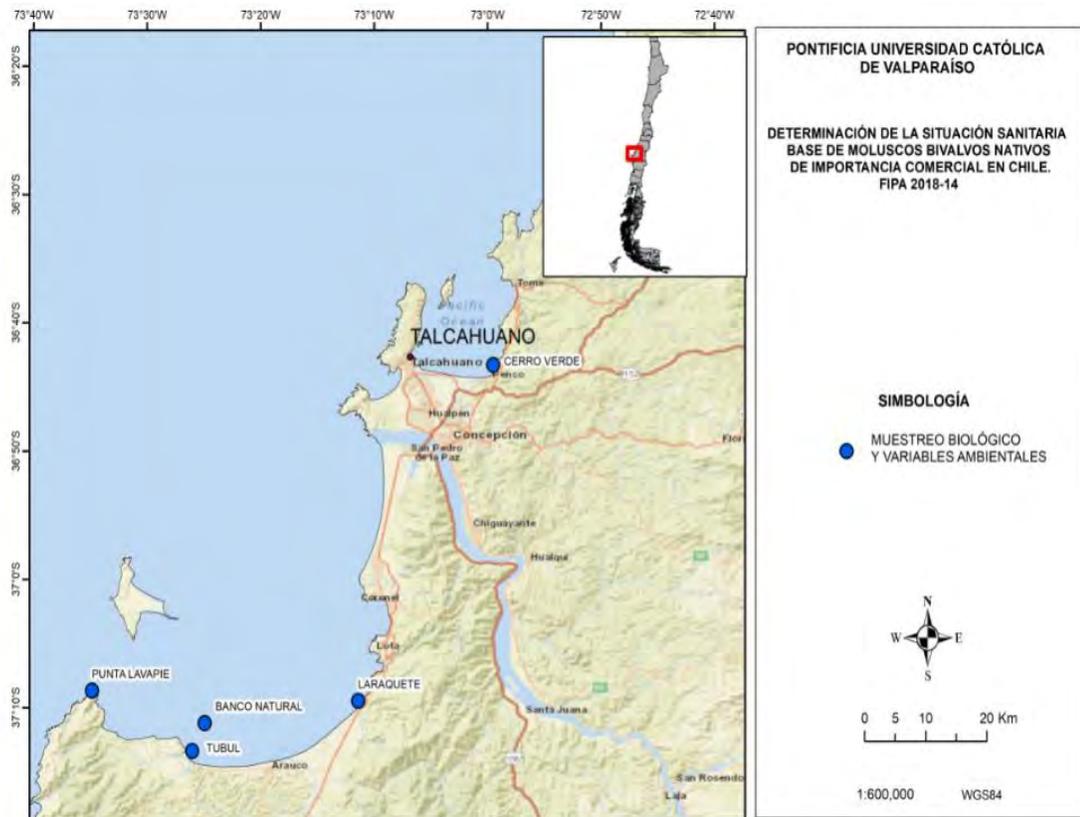


**Figura 108.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 5 estaciones ubicadas en la zona costera de Apollillado. Julio de 2019.

La distribución vertical del oxígeno disuelto mostró un comportamiento similar en todas las estaciones de muestreo, con mínimos en superficie, que variaron entre 3,66 mg/L (E3) y 4,24 mg/L (E4), registrándose un gradual ascenso del contenido de oxígeno con la profundidad, alcanzando máximos entre los 8 a 10 m, profundidad a partir de la cual, los valores se tornaron uniformes, no sobrepasando los 5,2 mg/L.

## Mediciones en Región Biobío por sector de muestreo

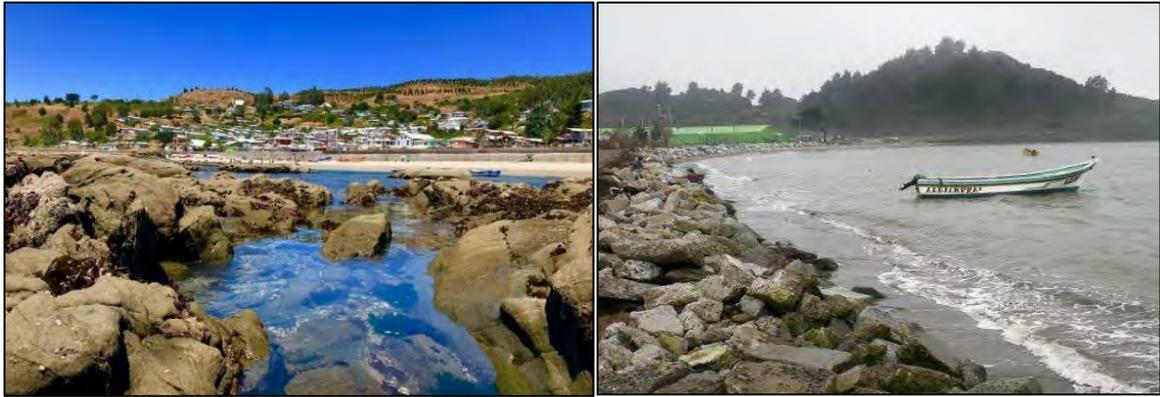
Los sectores monitoreados ambientalmente en la Región del Biobío corresponden a los cuatro sectores desde donde fueron extraídos los moluscos involucrados en el estudio (Figura 109). Las campañas de terreno fueron realizadas entre el 31 de julio y 12 de agosto del año 2019.



**Figura 109.** Mediciones ambientales *in situ* en las distintas zonas de muestreo de la Región del Biobío

### Punta Lavapié

Punta Lavapié, Sector de la Región del BioBío donde se ubica la Caleta de Punta Lavapié (Figura 110), se encuentra en el extremo occidental de la península de Arauco, con alturas que alcanzan hasta los 75 m.s.n.m en la zona urbana. Los cerros están formados por una serie de terrazas marinas compuestas principalmente de rocas sedimentarias estratificadas sub-horizontales constituidas por areniscas de grano fino a medio que afloran en la base de la ladera.



**Figura 110.** Punta Lavapié y Caleta de Punta Lavapié

Observaciones de terreno revelan un alzamiento de la Península de Arauco con un mínimo de 1,5 m asociado con el sismo principal del 27.02.10. Este alzamiento generó un retroceso de las líneas de márea, con el consecuente aumento del área de playas. De esta forma, quedaron expuestos extensos afloramientos de rocas sedimentarias subhorizontales (plataforma de abrasión) y la aparición de nuevos roqueríos e islotes.

### **Tubul**

Tubul es parte de la Provincia y Comuna de Arauco y se sitúa al sur del Golfo de Arauco. Es reconocida como una de las caletas importantes de la comuna por la extracción de recursos bentónicos. Cabe destacar que Tubul (Figura 111) se encuentra frente a los principales bancos naturales de huepo de la región, que se vuelve un recurso preciado en los años 90 del siglo pasado; asimismo, en la década de los 80's se incrementó la recolección del alga denominada pelillo; ambos recursos influyeron a generar un auge de la caleta, que atrajo a gran cantidad de población y le dio mayor relevancia al desarrollo de la pesca artesanal. Actualmente, es una caleta de pescadores en la cual, la población está integrada fundamentalmente por sus familias, que se han ido adaptando a los cambios en la actividad pesquera ocurrido a través de los años.



**Figura 111.** Caleta Tubul y vista general del sector

### Laraquete

Laraquete es una de las caletas históricas de Arauco, ubicada a 20 km del Golfo de Arauco (Figura 112). Es clave por su localización, cercana a las vías de conexión del territorio con el centro de la región (tren, carretera), lo cual permitió el crecimiento de una población que, con el decaimiento de la actividad minera del carbón, se vuelca hacia otras actividades, siendo la pesca la primera opción desarrollada, aunque la actividad productiva ha ido decayendo con la disminución de los recursos en el Golfo de Arauco.

Organizaciones como el Sindicato de Pescadores y el «STI-Buzos Mariscadores Caleta Laraquete», organizan colectivamente la explotación de los recursos pesqueros y bentónicos del área. En época reciente, también instalaron líneas de cultivo.



**Figura 112.** Caleta Laraquete y vista Panorámica de Laraquete

## Cerro Verde

Ubicada en la Comuna de Penco, Cerro Verde es una antigua estación de ferrocarriles la de Provincia de Concepción, Región del Biobío. Forma parte del Ramal Rucapequén-Concepción. La estación actualmente está en desuso. El año 2010, se firmó un protocolo de acuerdo entre la Dirección Nacional de Obras Portuarias (DOP) del ministerio de Obras Públicas y Puerto Lirquén, mediante la cual se acordó la construcción de una caleta para el sindicato de pescadores artesanales Carlos Condell, en Cerro Verde Bajo (Figura 113).



**Figura 113.** Caleta Cerro Verde y vista panorámica de Cerro Verde

## **Resultados de las variables ambientales de la Región del Biobío**

En la campaña de invierno realizada en terreno, junto a la recolección de las muestras de moluscos se tomaron para cada lugar muestreado, las variables ambientales imperantes en el lugar en ese momento.

Las variables ambientales *in situ* fueron tomadas en tres profundidades (superficie, media y fondo) y corresponden a: oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura, sólidos totales disueltos (TDS), salinidad y clorofila (Ch-a). Para la toma de las variables ambientales de cada uno de los sectores muestreados se utilizaron los equipos: un equipo multiparámetro HANNA (HI9828), fluorómetro y una botella de Niskin de 8 L (Figura 114).



**Figura 114.** Equipos utilizados para el registro de variables ambientales

En la Tabla 26 se resumen los datos ambientales registrados por cada sitio de muestreo realizado durante la Campaña de Invierno del estudio.

**Tabla 26.** Variables ambientales registradas por sitios de muestreo.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno disuelto (mg/L)
Punta Lavapié	Estación 2 m	11,94	32,48	10,02
	Estación 6 m	12,00	33,01	8,43
	Estación 13 m	12,08	33,19	8,00
	Promedio	12.01	32.89	8.82
Tubul	Estación 3 m	11,71	29,00	9,56
	Estación 5 m	11,59	31,76	9,95
	Estación 7 m	11,60	32,84	8,52
	Promedio	11.63	31.20	9.34
Laraquete	Estación 2 m	11,64	34,77	2,43
	Estación 4 m	11,60	34,60	4,30
	Estación 8 m	11,60	34,60	4,30
	Promedio	11,61	34,66	3,68
Cerro Verde	Estación 1 m	11,80	33,10	7,21
	Estación 3 m	11,60	33,80	6,93
	Estación 5 m	11,50	34,40	3,86
	Promedio	11,63	33,8	6,0

En la Tabla 27 se muestran los datos ambientales registrados por cada sitio de muestreo durante la Campaña de Verano del estudio.

**Tabla 27.** Variables ambientales registradas a tres profundidades por sitio.

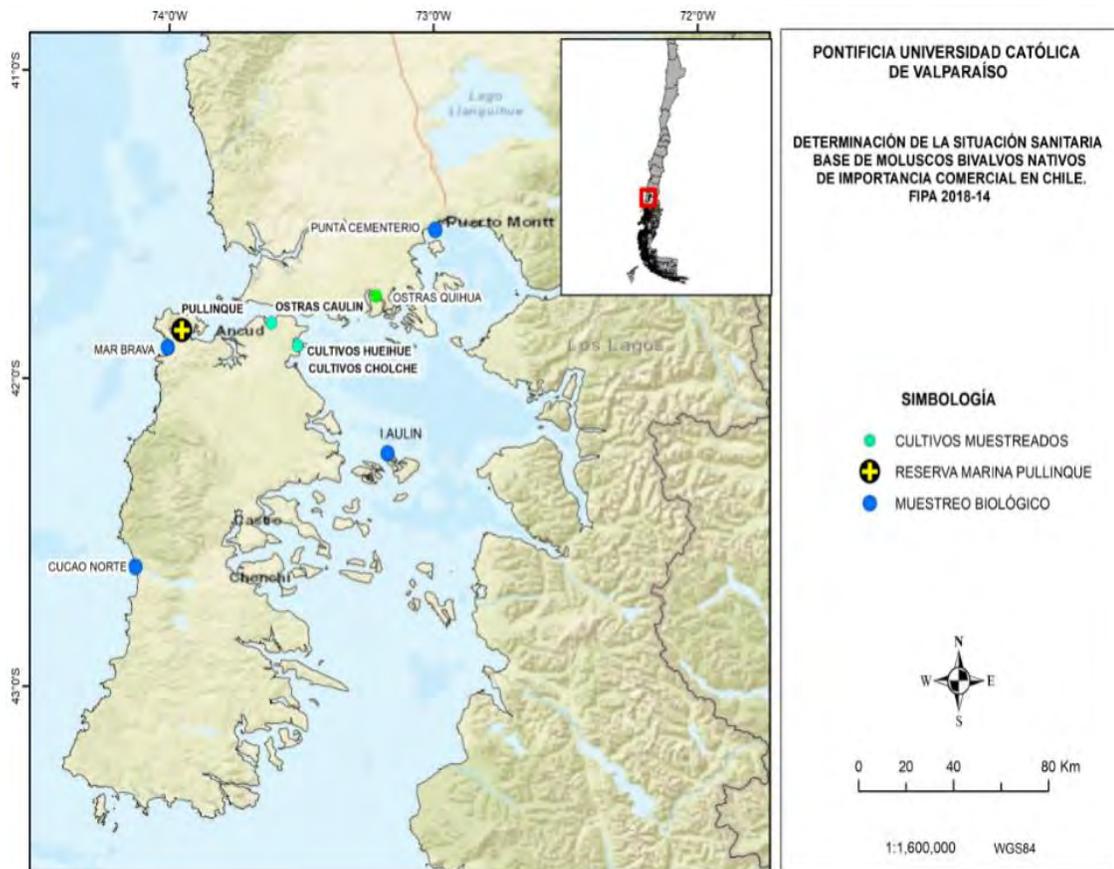
Fecha	Ubicación	Prof (m)	Temp °C	pH	OD %	OD ppm	TDS ppt	S(psu)=g/L	Chla (Canal A)	OBSERVACIONES AMBIENTALES Y OPERACIÓN EXTRACCIÓN
20-01-21	Tubul	2	16,43	7,87	80,33	4,66	25,90	34,2	2,32	Esfuerzo buceo: 3 hr navajuelas; 3 hrs. almeja ploma. Condiciones del mar Beaufort 7. Viento desde el Sur. Altura ola (m): 3,5 - 4. Visibilidad bajo agua: 15 cm, alta turbulencia en el fondo. Al estar bajo esta condición, los organismos bentónicos buscan protección y se entierran en el fondo del mar.
20-01-21	Tubul	4	16,32	7,88	81,87	4,75	25,92	34,2	1,80	
20-01-21	Tubul	6	14,51	7,95	84,07	5,04	25,93	34,2	2,30	
22-01-21	Pta. Lavapié	2	14,16	8,03	71,93	4,37	25,64	33,8	0,00	Esfuerzo buceo: 1,5 hr cholga; 1,5 hr almeja ploma. Condiciones del mar Beaufort 6. Viento Sur. Altura ola (m) 2,5. Visibilidad bajo agua: 30 cm.
22-01-21	Pta. Lavapié	5	13,65	7,93	55,87	3,45	25,79	34,0	0,01	
22-01-21	Pta. Lavapié	9	13,67	7,92	54,23	3,35	25,67	33,8	0,09	
27-01-21	Laraquete	2	13,28	7,93	60,87	3,77	25,73	33,9	0,45	Esfuerzo de buceo: 1 hr navajuelas; 0,5 hr almeja (Venus antiqua); 1 hr navajuela. Condiciones del mar Beaufort 5. Viento Sur. Altura ola (m) 1,7. Visibilidad bajo agua: 1,3 m.
27-01-21	Laraquete	4	13,21	7,93	58,87	3,69	25,79	34,0	0,43	
27-01-21	Laraquete	8	12,75	7,90	53,00	3,30	25,95	34,2	0,49	
28-01-21	Cerro verde	1	11,95	7,31	16,10	1,38	27,33	36,2	1,57	Esfuerzo de buceo: 0,25 hr navajuelas; 2,5 hr almeja. Condiciones del mar Beaufort 2. Viento y oleaje calmo. Visibilidad bajo agua: 1,4 m.
28-01-21	Cerro verde	3	11,38	7,37	0,00	0,00	27,40	36,3	1,49	
28-01-21	Cerro verde	5	11,39	7,39	0,00	0,00	27,42	36,3	0,77	

Se observa de manera general para los sitios de muestreo que la temperatura del agua varió entre los 11 y 16°C, el pH entre 7,31 y 8,03; la salinidad de 33,8 y 36,3 psu, y los sólidos totales

disueltos entre 25,9 y 2,42 ppt; en tanto, los niveles de clorofila son mayores en el Banco Natural de Tubul en comparación con las AMERB que presentan menores valores, lo que igualmente sucedió en invierno. El oxígeno disuelto presentó menores valores en la AMERB de Cerro Verde con anoxia en sus aguas, respecto a los otros sitios.

### Mediciones en Región de los Lagos por sector de muestreo

Los lugares de los cuales fueron muestreados organismos para el presente estudio y de los cuales se realizaron las mediciones de las variables ambientales en la Región de los Lagos, se muestra en la Figura 115.



**Figura 115.** Mediciones ambientales *in situ* en las distintas zonas de muestreo de la Región de Los Lagos, incluyendo la Reserva Marina Pullinque.

El área de estudio abarcó 8 sectores desde los cuales se extrajeron organismos para su análisis y monitoreo oceanográfico, se aprecia en la Figura 116. En cada uno de los sitios, se efectuó un monitoreo oceanográfico con el objetivo de caracterizar ambientalmente el cuerpo de agua en cuanto a su temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, de tal manera de establecer las condiciones en las que se desarrollan los organismos de interés.



**Figura 116.** Ubicación geográfica de sectores seleccionados para monitoreo oceanográfico. Región de Los Lagos

En cada sector se posicionaron por lo menos 4 estaciones de muestreo representativas. El posicionamiento se efectuó con apoyo de cartografía oficial del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), mientras que la ubicación exacta de los puntos de muestreo en terreno se realizó mediante GPS.

Las faenas de terreno correspondiente a la campaña invernal se llevaron a cabo entre el 4 y 11 de septiembre de 2019. La metodología de monitoreo se realizó sobre embarcaciones locales se

efectuaron perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la columna de agua con un CTDO marca AML modelo Plus-X, acondicionado con un sensor de oxígeno disuelto AANDERAA modelo Optode 4531 (Figura 117). La data fue rescatada y analizada equivalentemente a lo efectuado para la zona norte.



**Figura 117.** CTDO AML modelo Plus-X

### **Isla Tenglo (Punta Cementerio)**

El área de interés se ubica al N del seno de Reloncaví, específicamente en el sector costero SW de la isla Tenglo (Figura 118), comuna de Puerto Montt. El sector posee sustrato blando y está expuesto a una intensa hidrodinámica producto del amplio rango de marea existente ( $> 6$  m).

En esta área se distribuyeron 5 estaciones de monitoreo (Figura 118), distribuidas paralelamente a la costa, enfocándose en el sector cercano al borde costero y cercano a las líneas de cultivo.

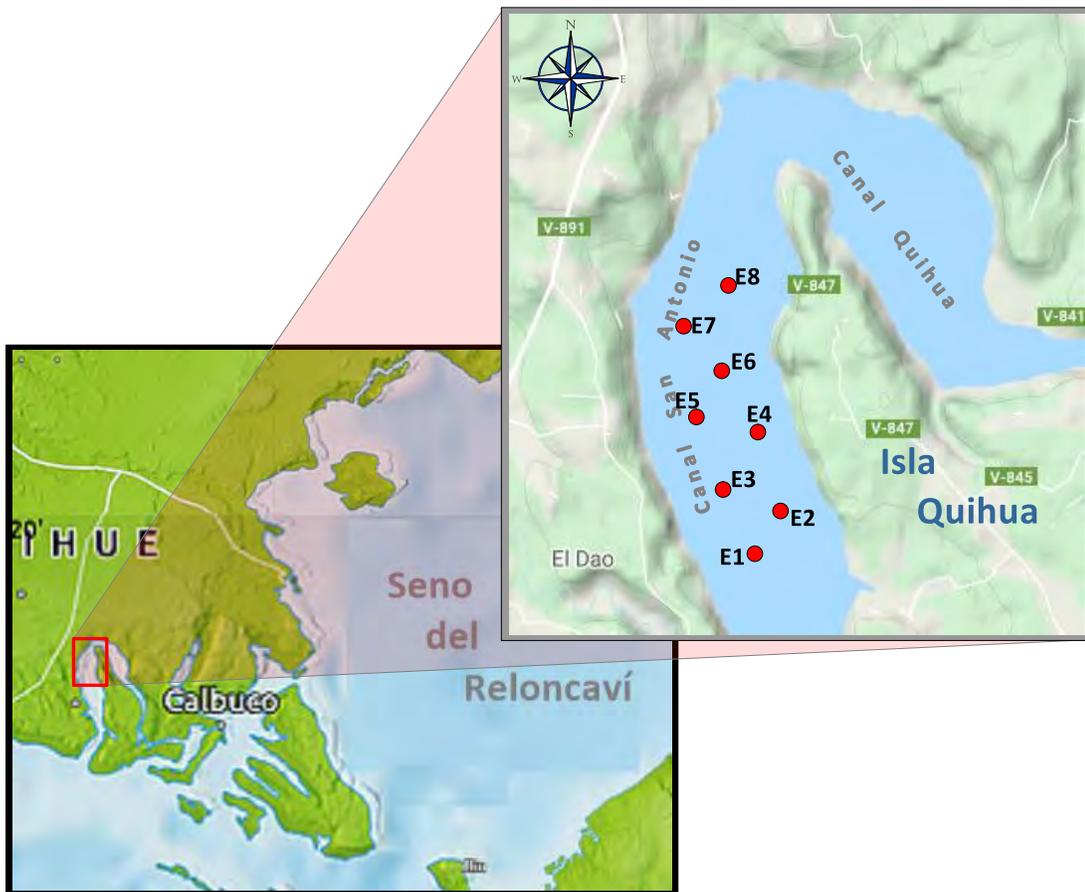


**Figura 118.** Área de estudio correspondiente a Isla Tenglo y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Septiembre de 2019.

### Canal Quihua

El sector de cultivo de ostras se encuentra al interior del canal Quihua, comuna de Calbuco, caracterizado por ser de aguas muy someras, por lo que el monitoreo, por motivos logísticos, se realizó en el canal San Antonio, el cual está al occidente de la isla Quihua (Figura 119).

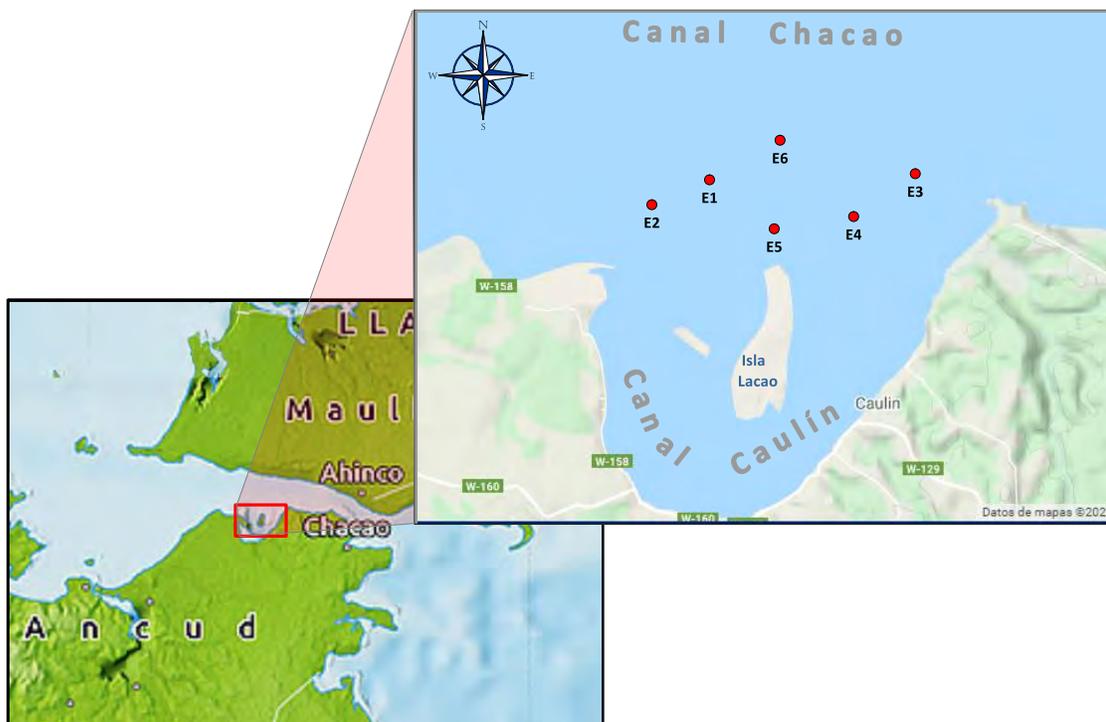
En este sector se distribuyeron 8 estaciones, a lo largo del canal, de manera de determinar los eventuales cambios espaciales que sufriría el cuerpo de agua.



**Figura 119.** Área de estudio correspondiente a Canal Quihua y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Septiembre de 2019.

### Canal Caulín

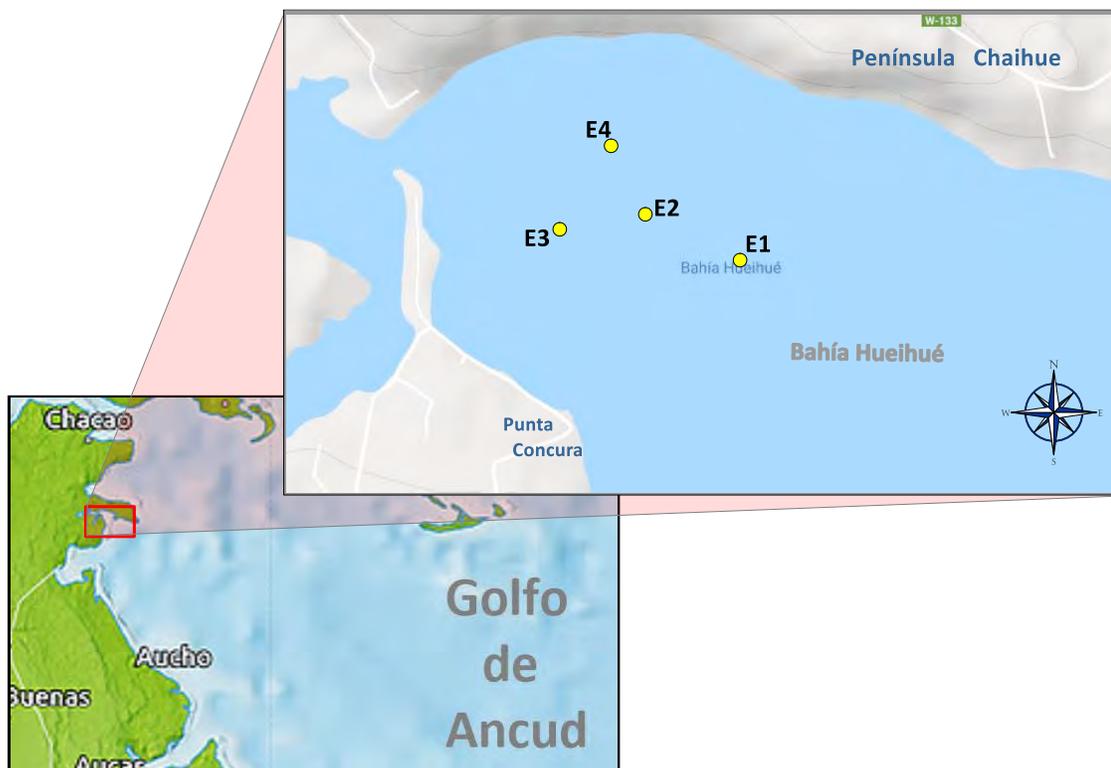
El canal Caulín (Figura 120), ubicado al NE de la isla grande de Chiloé, comuna de Ancud, corresponde a un curso de agua que rodea la isla Lacao y de características someras y fondo de arena. El monitoreo de la columna de agua se llevó a cabo al exterior de dicho canal, al N de la isla Lacao. En este sector se ubicaron 6 estaciones (Figura 120), distribuidas al N de la isla Lacao, abarcando ambas bocas del canal Caulín.



**Figura 120.** Área de estudio correspondiente a Canal Caulín y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Septiembre de 2019.

### **Bahía Hueihue**

En la bahía Hueihue, comuna de Ancud, se ubican los centros de cultivos, desde los cuales se obtuvieron muestras de moluscos. Esta bahía, ubicada en la rivera nororiental de la isla grande de Chiloé, es de carácter somero y se encuentra relativamente protegida por el macizo de la isla. Se establecieron 4 estaciones de monitoreo (Figura 121), distribuidas de manera de representar el área de interés.



**Figura 121.** Área de estudio correspondiente a Bahía Hueihue y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Septiembre de 2019.

### Isla Aulín

La isla Aulín, forma parte de las denominadas islas Chauques, comuna de Quemchi, y se ubica al Este de la isla grande de Chiloé en el extremo S del golfo de Ancud (Figura 122). Las mediciones de las características del cuerpo de agua se llevaron a efecto al NE de la isla Aulín, sector expuesto a intensos vientos y oleaje proveniente del golfo de Ancud. Se trata de un borde costero somero.

En el sector descrito, se ubicaron 4 estaciones de monitoreo (Figura 122), distribuidas en la zona submareal fuera de la zona de rompiente y paralelas a la línea de costa.



**Figura 122.** Área de estudio correspondiente a la isla Aulín y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Septiembre de 2019.

### **Estero Quetalmahue**

El estero Quetalmahue, comuna de Ancud, se ubica en aguas interiores, al NW de la isla grande de Chiloé y protegido ampliamente por la península Lacui (Figura 123). Este sector se caracteriza por sus aguas someras y fondo de arena, y la influencia de aguas marinas que ingresan por la boca W de la bahía de Ancud.

Se distribuyeron 7 estaciones de medición (Figura 123), ubicadas a lo largo del estero hasta donde la profundidad lo permitió.

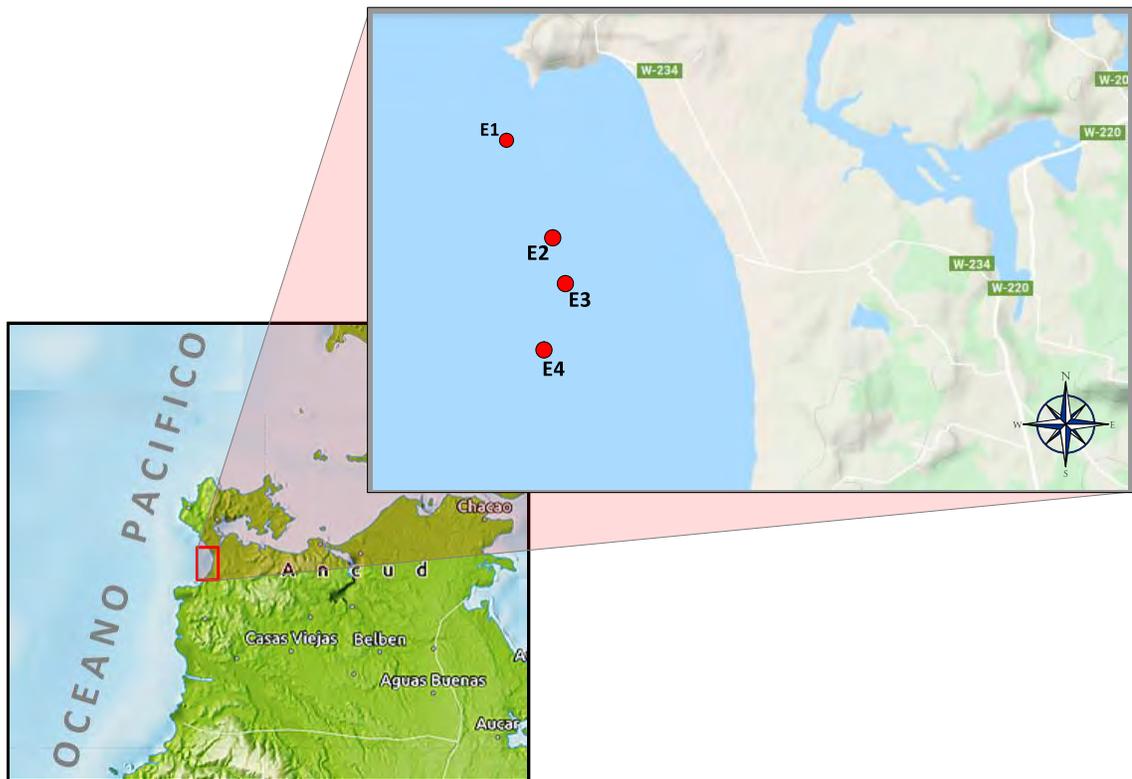


**Figura 123.** Área de estudio correspondiente a estero Quetalmahue y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Septiembre de 2019.

### **Playa Mar Brava**

Al NW de la isla grande de Chiloé, se encuentra la bahía Cocotue, en cuyo borde costero se ubica la playa Mar Brava, comuna de Ancud (Figura 124). Se trata de una extensa playa, y como lo indica su nombre, de intensa hidrodinámica, ya que se encuentra expuesto al clima oceánico, que se caracteriza por frecuentes vientos y oleaje del S-SW y de los intensos temporales desde el N-NW que provienen del pacífico.

Frente a Playa Brava se distribuyeron 4 estaciones de monitoreo paralelas a la costa (Figura 124), ubicadas en un sector costero, pero fuera de la zona de rompiente para resguardo de la embarcación.

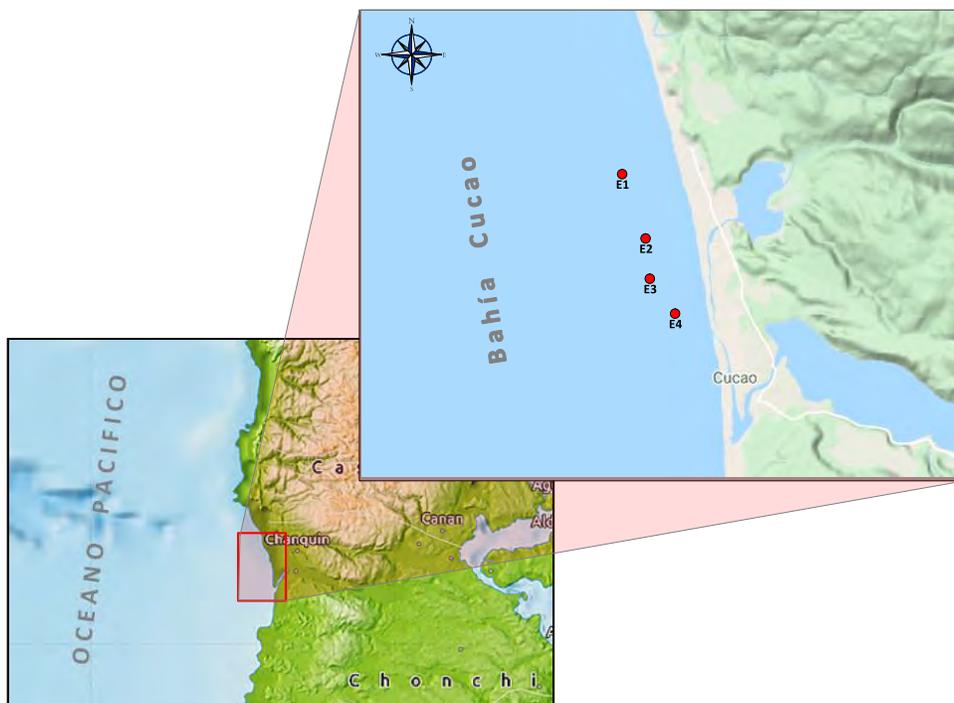


**Figura 124.** Área de estudio correspondiente a Playa Mar Brava y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Septiembre de 2019.

### **Bahía Cucao**

La bahía de Cucao, comuna de Chonchi, se encuentra en la zona occidental de la Isla Grande de Chiloé. Se trata de una extensa playa enfrentada al Océano Pacífico, por lo que está afectada por la frecuente incidencia de oleaje y viento, y recurrentes frentes de mal tiempo que llegan al sector.

En este sector, se posicionaron 4 estaciones de medición (Figura 125), distribuidas de forma paralela a la línea costera, y fuera de la zona de rompiente.



**Figura 125.** Área de estudio correspondiente a Bahía Cucao y ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo. Septiembre de 2019.

## Resultados de condiciones oceanográficas por sectores

### Isla Tenglo (Punta Cementerio)

Los principales parámetros estadísticos para la columna de agua monitoreada al SW de isla Tenglo, se presenta en la Tabla 28, mientras que la distribución vertical de cada variable en cada estación de medición se representó mediante perfiles (Figura 126). En general, la temperatura se comportó de manera homogénea en toda la columna de agua en todas las estaciones, además, no se observaron diferencias espaciales en cuanto a la estructura y valores de temperatura colectados. Los máximos fueron de 10,71°C, detectados en superficie, mientras que los valores mínimos se ubicaron a media agua bordeando los 10,5°C, y con promedios cercanos a los 10,6°C en todas las estaciones. Las desviaciones estándar máximas fueron de 0,06°C, indicando baja variabilidad entre estaciones y en la vertical.

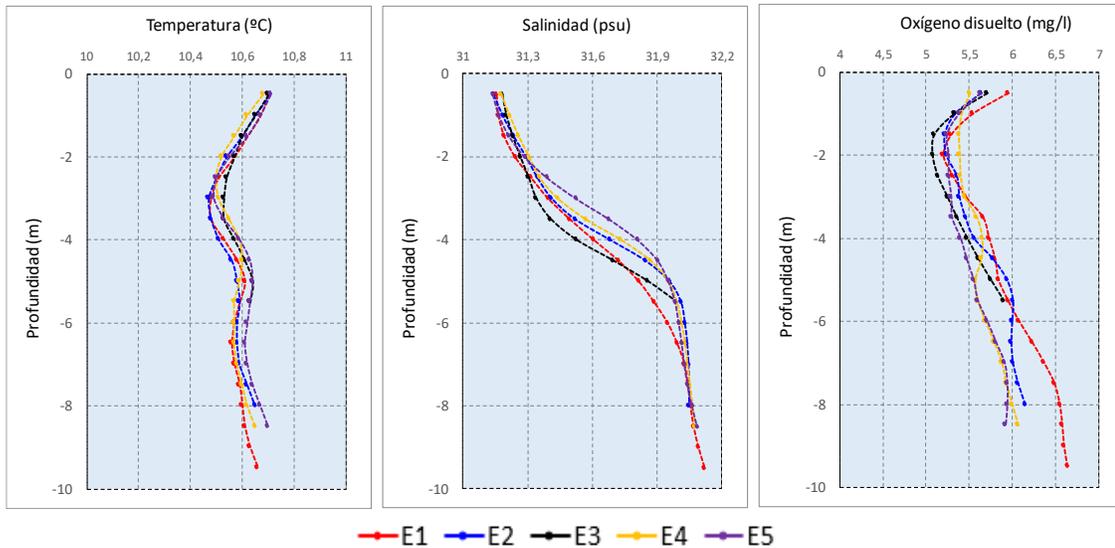
**Tabla 28.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Isla Tenglo (Punta Cementerio), septiembre de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	10,48	31,16	5,20
	Máximo	10,70	32,12	6,64
	Promedio	10,59	31,70	5,96
	Desv. estándar	0,06	0,36	0,48
<b>Estación 2</b>	Mínimo	10,47	31,14	5,22
	Máximo	10,71	32,05	6,15
	Promedio	10,58	31,68	5,70
	Desv. estándar	0,07	0,36	0,33
<b>Estación 3</b>	Mínimo	10,53	31,18	5,08
	Máximo	10,70	31,99	5,90
	Promedio	10,60	31,45	5,43
	Desv. estándar	0,05	0,28	0,28
<b>Estación 4</b>	Mínimo	10,50	31,18	5,38
	Máximo	10,68	32,07	6,07
	Promedio	10,58	31,71	5,64
	Desv. estándar	0,05	0,35	0,22
<b>Estación 5</b>	Mínimo	10,49	31,14	5,24
	Máximo	10,71	32,09	5,94
	Promedio	10,61	31,72	5,57
	Desv. estándar	0,06	0,35	0,26

En cuanto a la salinidad, esta presentó un comportamiento estándar, es decir, con menores valores en superficie y un incremento con la profundidad. Al igual que con la temperatura, la salinidad no registró variaciones significativas entre estaciones. Los mínimos en superficie fluctuaron entre 31,14 psu (E2 y E5) y 31,18 psu (E3 y E4). Entre los 2 y 5 m se apreció un aumento de la salinidad hasta valores de 32 psu aproximadamente, manteniéndose estos valores en las capas más profundas. EL valor promedio para todas las estaciones fue de 31,7 psu, a excepción de la estación E3 que mostró una media de 31,45 psu.

La distribución de oxígeno disuelto, al igual que en los casos anteriores, presentó una estructura y valores similares en todas las estaciones, superponiéndose los perfiles registrados. En general, se observaron valores mayores en superficie, con una disminución hasta los 2 m, profundidad a partir de la cual el oxígeno disuelto se incrementó con la profundidad hasta valores incluso mayores a los de superficie. El contenido de oxígeno disuelto fluctuó entre 5,08 mg/L, valor

observado en subsuperficie en la estación E3, hasta un máximo de 6,64 mg/L observado en la estación E1 a 9,5 m de profundidad.



**Figura 126.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 5 estaciones ubicadas en la zona costera de Isla Tenglo (Punta Cementerio). Septiembre de 2019.

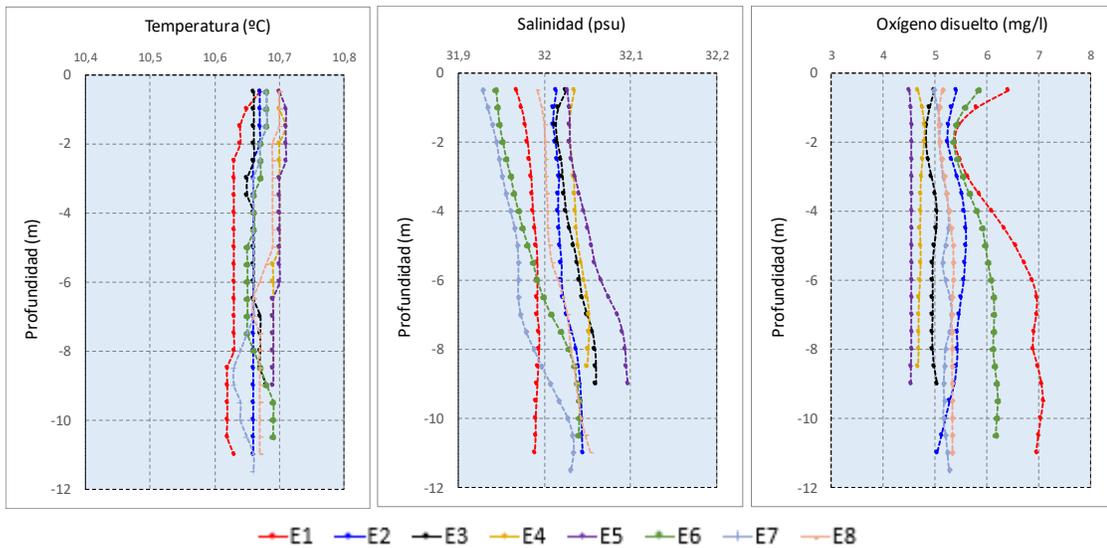
### Canal Quihua

Los estadísticos básicos resultantes del monitoreo en este sector se presentan en la Tabla 29, mientras que los perfiles verticales de cada variable se encuentran en la Figura 127. La temperatura se mostró con valores relativamente uniformes entre estaciones y casi constantes en la vertical, fluctuando entre 10,62°C (E1) y 10,71°C (E5). El menor promedio se presentó en la estación E1 (10,63°C), mientras que el mayor se observó en las estaciones E4 y E5 (10,70°C). La uniformidad de valores registrados derivó en muy bajas desviaciones estándar, con un máximo de 0,01°C para la mayoría de las estaciones.

**Tabla 29.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Canal Quihua. Septiembre de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	10,62	31,97	5,38
	Máximo	10,67	31,99	7,09
	Promedio	10,63	31,99	6,48
	Desv. estándar	0,01	0,01	0,61
<b>Estación 2</b>	Mínimo	10,66	32,01	5,04
	Máximo	10,67	32,05	5,59
	Promedio	10,66	32,03	5,39
	Desv. estándar	0,00	0,01	0,15
<b>Estación 3</b>	Mínimo	10,65	32,01	4,82
	Máximo	10,68	32,06	5,04
	Promedio	10,66	32,03	4,95
	Desv. estándar	0,01	0,02	0,06
<b>Estación 4</b>	Mínimo	10,69	32,03	4,67
	Máximo	10,71	32,05	4,80
	Promedio	10,70	32,04	4,72
	Desv. estándar	0,01	0,01	0,04
<b>Estación 5</b>	Mínimo	10,69	32,03	4,50
	Máximo	10,71	32,10	4,55
	Promedio	10,70	32,06	4,55
	Desv. estándar	0,01	0,03	0,01
<b>Estación 6</b>	Mínimo	10,65	31,94	5,36
	Máximo	10,69	32,04	6,21
	Promedio	10,67	31,99	5,90
	Desv. estándar	0,01	0,04	0,30
<b>Estación 7</b>	Mínimo	10,63	31,93	4,98
	Máximo	10,68	32,03	5,32
	Promedio	10,66	31,98	5,19
	Desv. estándar	0,01	0,03	0,08
<b>Estación 8</b>	Mínimo	10,66	31,99	5,07
	Máximo	10,70	32,05	5,36
	Promedio	10,68	32,02	5,27
	Desv. estándar	0,01	0,02	0,10

La distribución vertical de la salinidad igualmente se mostró relativamente homogénea en la columna de agua, con leves variaciones entre estaciones. La salinidad mínima se observó en superficie para la estación E7, con un valor de 31,93 psu, mientras que la máxima (32,1 psu), se presentó a 8 m de profundidad en la estación E5. Bajas desviaciones estándar se registraron, ratificando la uniformidad de la salinidad en la columna de agua, siendo la máxima variabilidad de 0,04 psu (E6).



**Figura 127.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 8 estaciones ubicadas en Canal Quihua. Septiembre de 2019.

En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto, la mayoría de las estaciones mostró una relativa homogeneidad en el contenido de este gas en la vertical, observándose leves diferencias entre estaciones. Sólo la estación E1 presentó una estructura vertical distinta, con un mínimo subsuperficial (2 m) y un aumento hasta máximos bajo los 6 m. La estación E5 fue la que presentó menores valores de oxígeno disuelto, variando entre 4,50 y 4,55 mg/L, mientras que la estación E1 fue la de mayores valores, con un mínimo de 5,38 mg/L y máximo de 7,09 mg/L. Las restantes estaciones mostraron concentraciones que rondaron los 5 mg/L en toda la columna de agua.

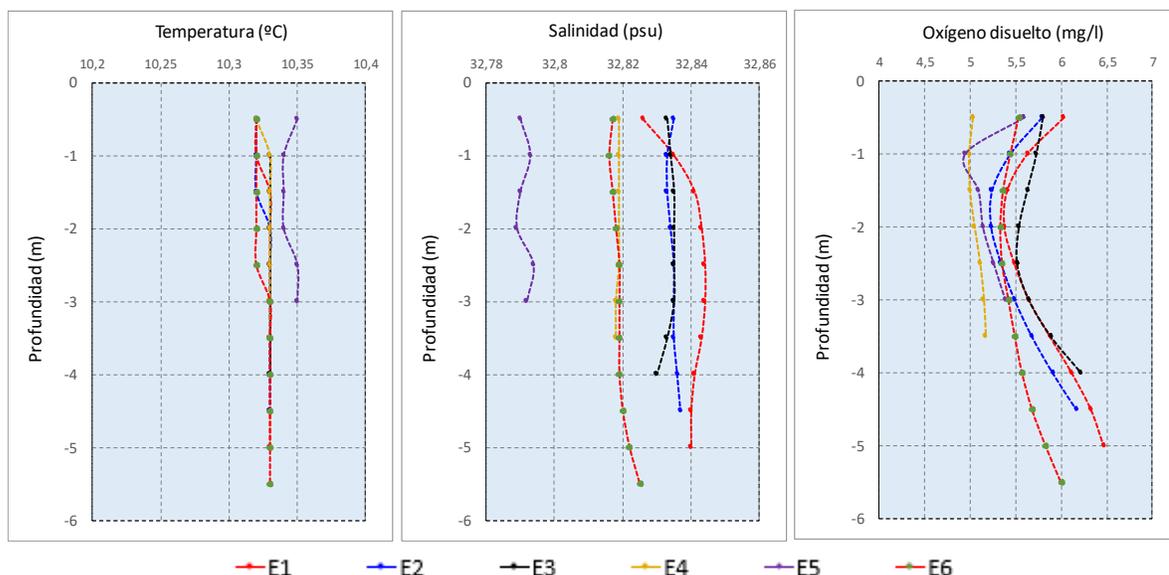
### Canal Caulín

El resumen estadístico del monitoreo se presenta en la Tabla 30, mientras que la Figura 128 presenta los perfiles verticales de cada variable. La temperatura presentó una estructura uniforme en la vertical, con valores casi constantes, además, se apreciaron valores similares en todas las estaciones, variando entre 10,32 y 10,33°C y un promedio de 10,33°C, escapando de ello la estación E5, con temperaturas levemente mayores (10,34 a 10,35°C). Desviaciones estándar máximas de 0,01°C ratificaron la uniformidad de la temperatura en el cuerpo de agua.

**Tabla 30.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Canal Caulín. Septiembre de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	10,32	32,83	5,38
	Máximo	10,33	32,84	6,47
	Promedio	10,33	32,84	5,84
	Desv. estándar	0,00	0,01	0,39
<b>Estación 2</b>	Mínimo	10,32	32,83	5,23
	Máximo	10,33	32,84	6,17
	Promedio	10,33	32,83	5,59
	Desv. estándar	0,00	0,00	0,32
<b>Estación 3</b>	Mínimo	10,33	32,83	5,52
	Máximo	10,33	32,84	6,22
	Promedio	10,33	32,83	5,75
	Desv. estándar	0,00	0,00	0,23
<b>Estación 4</b>	Mínimo	10,32	32,82	4,99
	Máximo	10,33	32,82	5,17
	Promedio	10,33	32,82	5,07
	Desv. estándar	0,00	0,00	0,07
<b>Estación 5</b>	Mínimo	10,34	32,79	4,94
	Máximo	10,35	32,79	5,59
	Promedio	10,35	32,79	5,24
	Desv. estándar	0,01	0,00	0,23
<b>Estación 6</b>	Mínimo	10,32	32,82	5,33
	Máximo	10,33	32,83	6,00
	Promedio	10,33	32,82	5,55
	Desv. estándar	0,01	0,00	0,21

Respecto de la salinidad, esta presentó estructuras uniformes en la vertical casi en todas las estaciones, con leves diferencias entre ellas. La estación E5 fue la de menores salinidades, con valores cercanos a 32,79 psu. Las estaciones E2 y E3 se presentaron similares con salinidades casi constantes en la vertical cercanas a 32,83 psu. Misma característica tuvieron las estaciones E4 y E6, pero con salinidades de 32,82 psu aproximadamente. La estación E1 fue la de mayor fluctuación, con un mínimo superficial de 3,83 y máximo de 32,84 psu observados a 2 m de profundidad. Es necesario indicar, que las diferencias entre estaciones son mínimas y la gráfica (Figura 128) sobredimensiona esta característica debido a la escala utilizada.



**Figura 128.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 6 estaciones ubicadas en Canal Caulín, septiembre de 2019.

La concentración de oxígeno disuelto presentó una distribución similar en estructura en casi todas las estaciones, con una disminución de valores desde superficie hasta los 2 m de profundidad, para luego nuevamente aumentar con la profundidad. Sólo la estación E4 mostró cierta diferenciación respecto de las demás, en cuanto a que mostró valores casi constantes en la vertical, variando entre 4,99 y 5,17 mg/L. Las restantes estaciones mostraron concentraciones de oxígeno disuelto que fluctuaron entre 4,94 mg/L (E5) y 6,47 mg/L, máximo detectado a 5 m de profundidad en la estación E1.

### **Bahía Hueihue**

En la Tabla 31 se encuentran tabulados los principales estadísticos y perfiles verticales (Figura 129) para las variables levantadas en las estaciones monitoreadas en Bahía Hueihue.

Para el caso de la temperatura, si bien las diferencias verticales y horizontales no son significativas, se observó una clara diferenciación entre 2 grupos de estaciones. Por un lado, las estaciones E1 y E2 presentaron una estructura típica, es decir, con valores máximos en superficie (10,4°C aproximadamente), disminuyendo con la profundidad hasta mínimos cercanos a 10,2°C bajo

los 15 m de profundidad. Por otra parte, las estaciones E3 y E4, además de ser menos profundas, mostraron un aumento de la temperatura con la profundidad, variando de 10,23°C en superficie hasta 10,35°C a 7,5 m de profundidad.

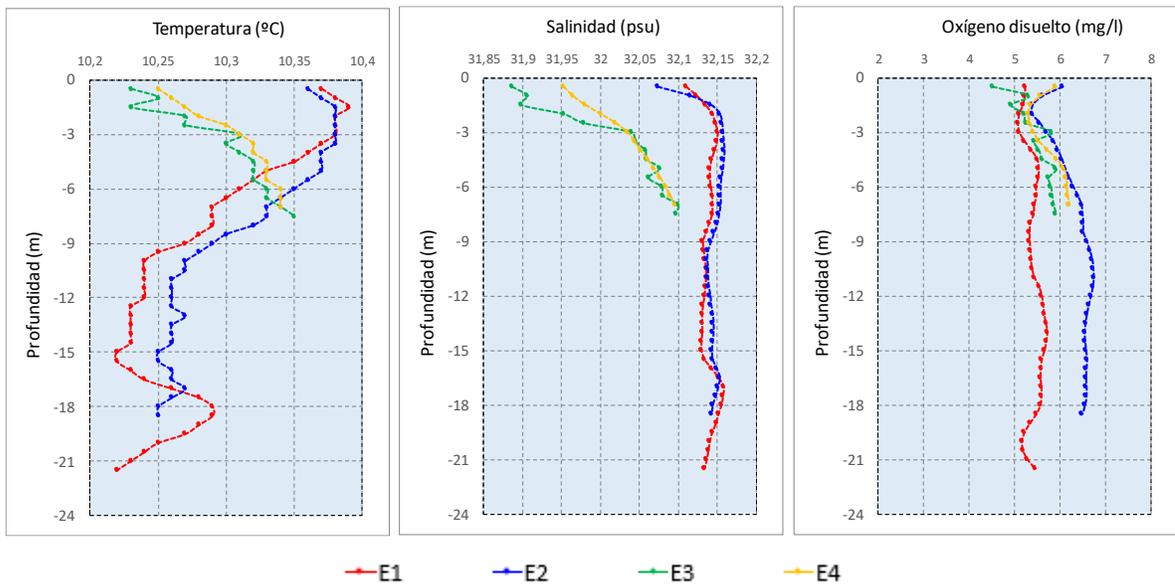
En cuanto a la distribución vertical de la salinidad, igualmente se observó la diferenciación descrita para la temperatura, con las estaciones E1 y E2 con un mínimo superficial cercano a 32,1 psu, que aumenta hasta un máximo de 32,16 psu detectado a aproximadamente a 3 m de profundidad, valor que se mantiene relativamente constante hasta cerca del fondo. Las estaciones E3 y E4 presentaron un incremento progresivo de la salinidad con la profundidad, con mínimos superficiales de 31,89 y 31,95 psu (E3 y E4 respectivamente), hasta máximos cercanos a 32,10 psu bajo los 6 m de profundidad.

Estas diferencias entre estaciones podrán explicarse por la cercanía a la costa de las estaciones E3 y E4, que además de ser muy someras, podrían estar influenciadas por aportes de agua dulce que desembocan en las cercanías variando levemente la estructura del cuerpo de agua más costero.

En lo que respecta de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, en general, se presentaron valores similares para las 4 estaciones, con concentraciones relativamente uniformes en la columna de agua monitoreada. La estación E2 fue la que mostró mayores valores, con una fluctuación de 5,39 y 6,75 mg/L, con máximos bajo los 6 m de profundidad. La estación E1 fue la de menor variación y valores menores en casi toda la columna de agua, con concentraciones de 5,08 a 5,73 mg/L. Las estaciones E3 y E4 se mostraron más fluctuantes, pero con valores de oxígeno disuelto en el mismo rango observado para las otras estaciones.

**Tabla 31.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Bahía Hueihue. Septiembre de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	10,22	32,11	5,08
	Máximo	10,39	32,16	5,73
	Promedio	10,28	32,14	5,43
	Desv. estándar	0,06	0,01	0,18
<b>Estación 2</b>	Mínimo	10,25	32,07	5,39
	Máximo	10,38	32,16	6,75
	Promedio	10,31	32,14	6,35
	Desv. estándar	0,05	0,01	0,40
<b>Estación 3</b>	Mínimo	10,23	31,89	4,52
	Máximo	10,35	32,10	5,92
	Promedio	10,30	32,02	5,52
	Desv. estándar	0,04	0,08	0,41
<b>Estación 4</b>	Mínimo	10,25	31,95	5,30
	Máximo	10,34	32,10	6,21
	Promedio	10,31	32,04	5,78
	Desv. estándar	0,03	0,05	0,35



**Figura 129.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 4 estaciones ubicadas en la zona costera de Bahía Hueihue. Septiembre de 2019.

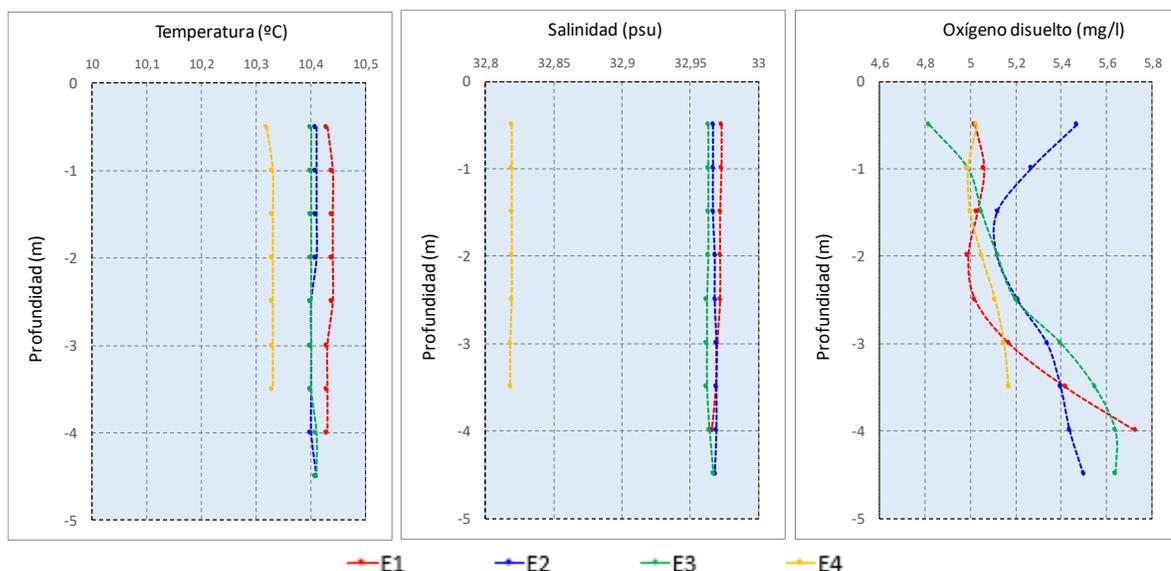
## Isla Aulín

Los resultados estadísticos obtenidos para el sector NE de la isla Aulín se presentan en la Tabla 32, mientras que los perfiles verticales por estación de cada variable se observan en la Figura 130. En lo que refiere a la temperatura, se apreció un comportamiento uniforme de esta variable en la vertical, con leves diferencias entre estaciones. Las estaciones E1, E2 y E3 presentaron valores similares, siendo la estación E1 la de mayor temperatura (10,44°C), mientras que E2 y E3 mostraron valores cercanos a 10,41°C. La estación E4 fue la de menor temperatura, presentando sólo una décima menos a lo observado en las demás estaciones (10,33°C).

**Tabla 32.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Isla Aulín. Septiembre de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	10,43	32,97	4,99
	Máximo	10,44	32,97	5,73
	Promedio	10,44	32,97	5,18
	Desv. estándar	0,01	0,00	0,26
<b>Estación 2</b>	Mínimo	10,40	32,97	5,12
	Máximo	10,41	32,97	5,50
	Promedio	10,41	32,97	5,32
	Desv. estándar	0,01	0,00	0,15
<b>Estación 3</b>	Mínimo	10,40	32,96	4,82
	Máximo	10,41	32,97	5,64
	Promedio	10,40	32,96	5,27
	Desv. estándar	0,00	0,00	0,30
<b>Estación 4</b>	Mínimo	10,32	32,82	4,99
	Máximo	10,33	32,82	5,17
	Promedio	10,33	32,82	5,07
	Desv. estándar	0,00	0,00	0,07

La distribución de valores de salinidad mostró un comportamiento similar a lo señalado para la temperatura, con el agrupamiento de las estaciones E1, E2 y E3, con salinidades casi constantes en la columna de agua, variando entre 32,96 y 32,97 psu, mientras que la estación E4 registró menores salinidades, con un valor constante de 32,82 psu.



**Figura 130.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 4 estaciones ubicadas en la zona costera NE de Isla Aulin. Septiembre de 2019.

Por otra parte, la distribución vertical del oxígeno disuelto mostró valores que fluctuaron entre 4,82 mg/L, mínimo observado en superficie en la estación E3, y 5,73 mg/L, máximo observado en la estación E1 a 4 m de profundidad. En general, todas las estaciones presentaron un aumento del contenido de oxígeno con la profundidad, a excepción de la estación E2, la que presentó un máximo en superficie y fondo (5,5 mg/L).

### Esterio Quetalmahue

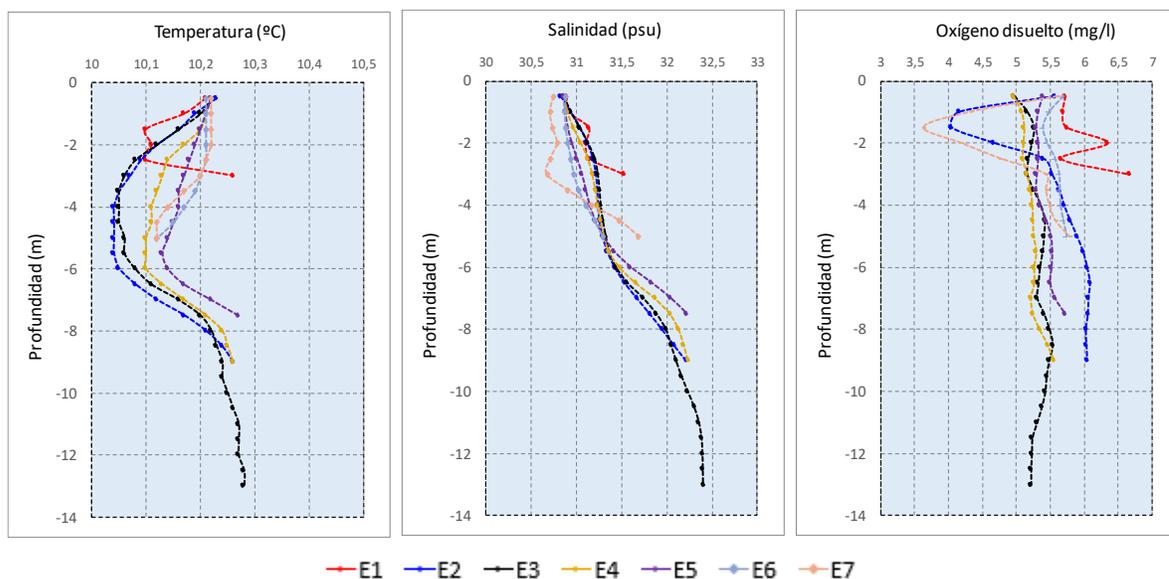
La Tabla 33 presenta las características generales de la masa de agua del sector oriental del estero Quetalmahue, mientras que los perfiles verticales de cada variable se encuentran en la Figura 131.

Para el caso de la temperatura, el cuerpo de agua presentó una estructura atípica, es decir, con valores altos en superficie, los que decrecen con la profundidad, pero a partir de los 6 m aproximadamente, la temperatura aumenta hasta alcanzar valores similares a los del estrato superficial. Las temperaturas mínimas observadas fueron de 10,04 y 10,05°C en aguas intermedias de las estaciones E2 y E3, mientras que los máximos superaron los 10,2°C, detectados en superficie y en las capas profundas.

**Tabla 33.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Estero Quetalmahue. Septiembre de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	10,10	30,89	5,67
	Máximo	10,26	31,53	6,67
	Promedio	10,16	31,12	5,98
	Desv. estándar	0,07	0,23	0,43
<b>Estación 2</b>	Mínimo	10,04	30,82	4,05
	Máximo	10,26	32,21	6,09
	Promedio	10,12	31,41	5,60
	Desv. estándar	0,08	0,39	0,65
<b>Estación 3</b>	Mínimo	10,05	30,86	4,97
	Máximo	10,28	32,40	5,54
	Promedio	10,17	31,70	5,32
	Desv. estándar	0,09	0,53	0,13
<b>Estación 4</b>	Mínimo	10,10	30,86	4,96
	Máximo	10,26	32,23	5,56
	Promedio	10,17	31,45	5,23
	Desv. estándar	0,06	0,46	0,14
<b>Estación 5</b>	Mínimo	10,13	30,86	5,29
	Máximo	10,27	32,22	5,72
	Promedio	10,18	31,30	5,42
	Desv. estándar	0,04	0,43	0,13
<b>Estación 6</b>	Mínimo	10,12	30,87	5,40
	Máximo	10,21	31,29	5,74
	Promedio	10,19	31,00	5,60
	Desv. estándar	0,03	0,15	0,11
<b>Estación 7</b>	Mínimo	0,03	0,15	0,11
	Máximo	10,12	30,67	3,63
	Promedio	10,22	31,68	5,78
	Desv. estándar	10,18	30,96	5,02

La distribución vertical de la salinidad presentó una estructura habitual para aguas marinas, con valores mínimos en las capas superficiales, para luego aumentar con la profundidad. En el estero monitoreado, los valores de salinidad fueron similares para todas las estaciones, con valores que bordearon las 30,8 psu en superficie, hasta incrementarse hasta salinidades máximas de 32,40 psu, valor registrado en la estación más profunda (E3, 13 m).



**Figura 131.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 7 estaciones ubicadas en el Estero Quetalmahue. Septiembre de 2019.

En cuanto al contenido de oxígeno disuelto, un grupo de estaciones (E3 a E6), presentó valores uniformes en la vertical y similares entre estaciones, con concentraciones entre 5,0 a 5,6 mg/L en toda la columna de agua. Por otra parte, las estaciones E2 y E7, mostraron perfiles con mayor variabilidad, alcanzando los mínimos en subsuperficie (3,63 y 4,05 mg/L) para luego aumentar con la profundidad, alcanzando valores similares a las demás estaciones (5,5 mg/L aproximadamente). La estación más costera y somera (E1), también se mostró variable y con los mayores contenidos de oxígeno disuelto, fluctuando entre 5,67 y 6,67 mg/L.

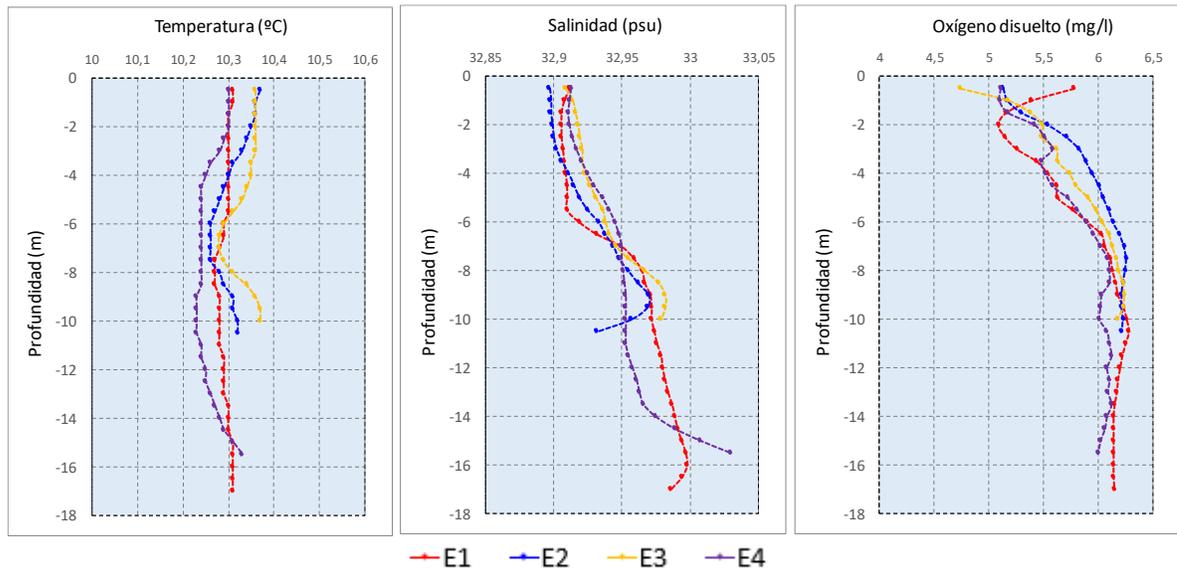
### **Playa Mar Brava**

El resumen estadístico del monitoreo efectuado a lo largo de la Playa Mar Brava se presenta en la Tabla 34, mientras que los perfiles verticales de cada variable se encuentran en la Figura 132. La temperatura se distribuyó de manera uniforme en la columna de agua y con valores similares en las 4 estaciones de medición, encontrándose todos los registros entre 10,2 y 10,4°C, siendo la estación de más al S (E4) la de menores temperaturas y la estación más somera (E3), la de mayores valores.

**Tabla 34.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Playa Mar Brava. Septiembre de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
Estación 1	Mínimo	10,27	32,91	5,09
	Máximo	10,31	33,00	6,28
	Promedio	10,29	32,95	5,92
	Desv. estándar	0,01	0,04	0,37
Estación 2	Mínimo	10,26	32,90	5,13
	Máximo	10,37	32,97	6,26
	Promedio	10,31	32,93	5,95
	Desv. estándar	0,04	0,03	0,37
Estación 3	Mínimo	10,28	32,91	4,74
	Máximo	10,37	32,98	6,24
	Promedio	10,34	32,94	5,82
	Desv. estándar	0,03	0,02	0,41
Estación 4	Mínimo	10,23	32,91	5,10
	Máximo	10,33	33,03	6,12
	Promedio	10,26	32,95	5,84
	Desv. estándar	0,03	0,03	0,32

Las mediciones de salinidad indicaron, en general, la típica estructura de aguas marinas, con salinidades menores en las capas de superficie, incrementándose con la profundidad. En este caso, las 4 estaciones presentaron valores similares, con salinidades cercanas a 32,9 psu en superficie, alcanzando casi los 33 psu en las estaciones de mayor profundidad (E1 y E4).



**Figura 132.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 4 estaciones ubicadas en la zona costera de Playa Mar Brava. Septiembre de 2019.

La concentración de oxígeno disuelto presentó una distribución similar en estructura y valores a lo largo de la playa, con mínimos en superficie (4,7 a 5,1 mg/L), aumentando el contenido de oxígeno en el agua con la profundidad alcanzando máximos cercanos a los 6,2 mg/L a los 6 m de profundidad aproximadamente, manteniéndose este valor relativamente constante bajo dicho nivel. Sólo la estación E1, presentó concentraciones mayores en superficie que el resto de las estaciones, con un valor de 5,78 mg/L, que disminuyó hasta los 2 m, para luego comportarse similar a los otros puntos de monitoreo.

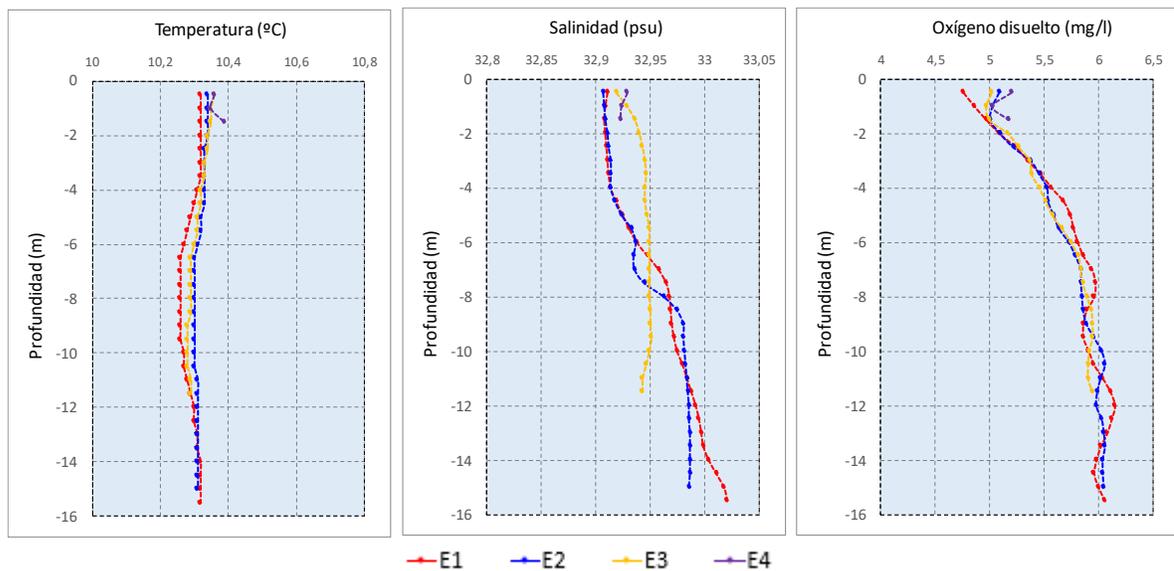
### **Bahía Cucao**

Los registros ambientales realizados a lo largo de la bahía Cucao, se resumen estadísticamente en la Tabla 35 y la Figura 133 presenta los perfiles verticales de cada variable. La temperatura presentó una estructura similar entre estaciones, con valores casi constantes en toda la columna de agua monitoreada, ubicándose los registros entre 10,26 y 10,39°C.

**Tabla 35.** Estadísticos de las variables monitoreadas en Bahía Cucao. Septiembre de 2019.

		Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno dis. (mg/L)
<b>Estación 1</b>	Mínimo	10,26	32,91	4,76
	Máximo	10,32	33,02	6,15
	Promedio	10,29	32,96	5,74
	Desv. estándar	0,02	0,04	0,39
<b>Estación 2</b>	Mínimo	10,30	32,91	5,01
	Máximo	10,34	32,99	6,06
	Promedio	10,32	32,95	5,72
	Desv. estándar	0,01	0,03	0,35
<b>Estación 3</b>	Mínimo	10,28	32,92	4,97
	Máximo	10,36	32,95	5,95
	Promedio	10,31	32,94	5,61
	Desv. estándar	0,03	0,01	0,34
<b>Estación 4</b>	Mínimo	10,35	32,92	5,03
	Máximo	10,39	32,93	5,20
	Promedio	10,37	32,93	5,14
	Desv. estándar	0,02	0,00	0,09

La salinidad, presentó para las estaciones más profundas (E1 y E2), una estructura habitual para esta variable, con valores mínimos en los estratos superficiales, con valores que bordean los 32,91 psu hasta los 4 m aproximadamente, nivel desde donde comienza un aumento hasta salinidades cercanas a 33 psu bajo los 12 m de profundidad. En el caso de las estaciones E3 y E4, estos mostraron registros levemente mayores en superficie, pero manteniéndose constantes en la columna de agua, no superando los 32,95 psu.

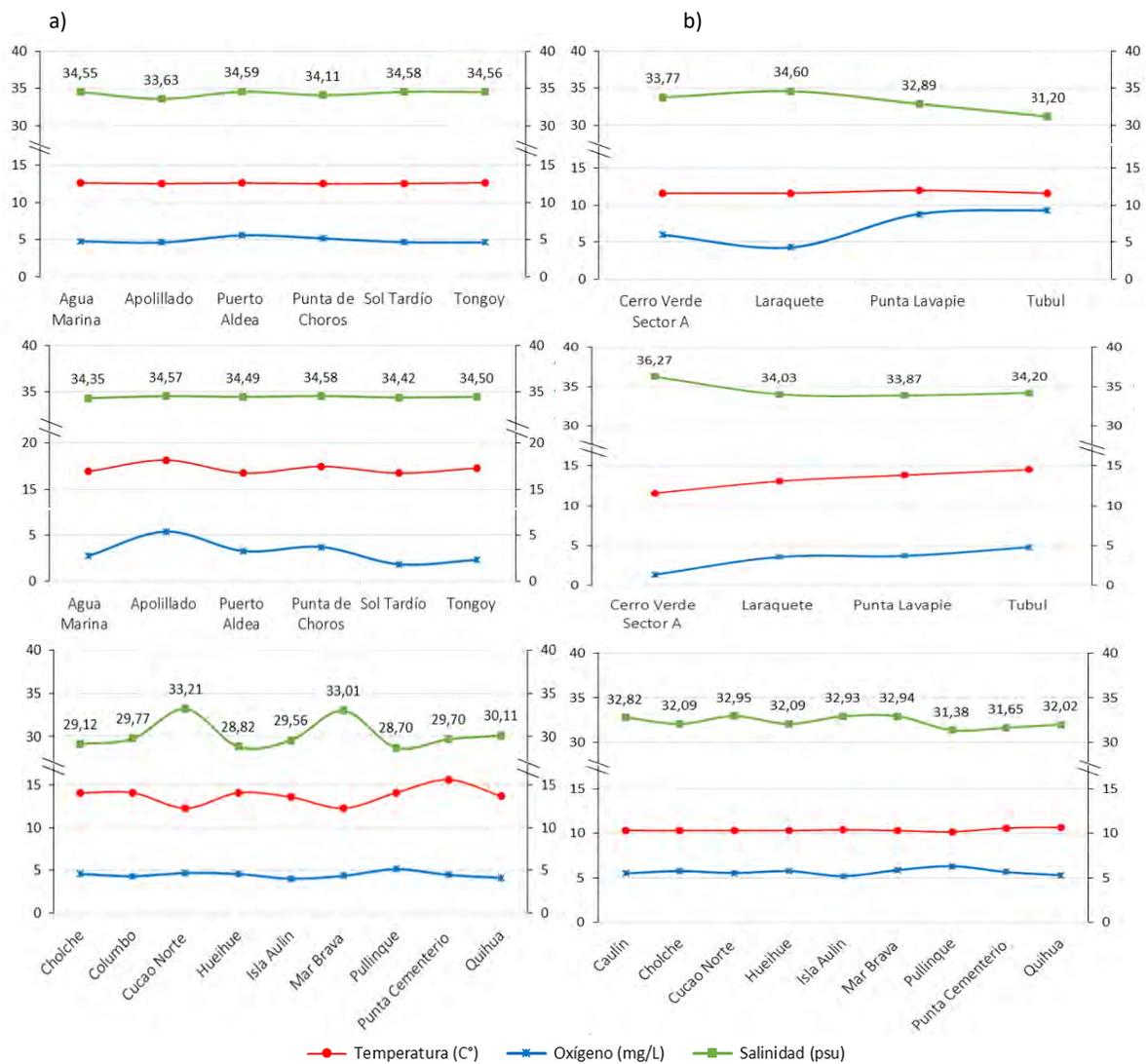


**Figura 133.** Perfiles de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para 4 estaciones ubicadas en la zona costera de Bahía Cucao. Septiembre de 2019.

En cuanto al contenido de oxígeno disuelto, esta variable mostró perfiles similares a lo largo de la bahía, con menores valores en la capa superficial, fluctuando entre 4,76 mg/L (E1) y 5,2 mg/L (E4), incrementándose progresivamente con la profundidad, alcanzando valores cercanos a 6 mg/L a los 7 m de profundidad. Bajo este estrato, las concentraciones de oxígeno se mantuvieron relativamente constantes.

**Tabla 36.** Resumen de parámetros ambientales (promedio) por origen y región determinados durante las campañas de invierno y verano (2019 y 2021 respectivamente).

CAMPAÑA	REGIÓN	ORIGEN	ZONA	Temperatura (C°)	Salinidad (psu)	Oxígeno (mg/L)
Invierno	Coquimbo	AMERB	Tongoy	12,67	34,56	4,63
			Puerto Aldea	12,63	34,59	5,59
			Apolillado	12,55	33,63	4,62
		Centro de cultivo	Sol Tardío	12,57	34,58	4,66
			Agua Marina	12,65	34,55	4,79
		Banco Natural	Punta de Choros	12,53	34,11	5,17
	Biobío	AMERB	Cerro Verde Sector A	11,63	33,77	6,00
			Laraquete	11,64	34,60	4,3
			Punta Lavapié	12,01	32,89	8,82
		Banco Natural	Tubul	11,63	31,20	9,34
	Los Lagos	AMERB	Punta Cementerio	10,59	31,65	5,66
			Cucao Norte	10,32	32,95	5,55
			Mar Brava	10,30	32,94	5,88
		Centro de cultivo	Quihua	10,67	32,02	5,31
			Caulín	10,33	32,82	5,51
			Cholche	10,30	32,09	5,77
			Hueihue	10,30	32,09	5,77
		Banco Natural	Isla Aulin	10,40	32,93	5,21
Pullinque	10,17		31,38	6,32		
Verano	Coquimbo	AMERB	Tongoy	17,30	34,5	2,33
			Puerto Aldea	16,75	34,49	3,27
			Apolillado	18,15	34,57	5,37
		Centro de cultivo	Sol Tardío	16,75	34,42	1,85
			Agua Marina	16,92	34,35	2,74
		Banco Natural	Punta de Choros	17,47	34,58	3,72
	Biobío	AMERB	Cerro Verde Sector A	11,57	36,27	1,38
			Laraquete	13,08	34,03	3,59
			Punta Lavapié	13,83	33,87	3,72
		Banco Natural	Tubul	14,51	34,20	4,82
	Los Lagos	AMERB	Punta Cementerio	15,63	29,70	4,46
			Mar Brava	12,30	33,01	4,35
			Cucao Norte	12,30	33,21	4,68
		Centro de cultivo	Quihua	13,70	30,11	4,11
			Columbo	14,10	29,77	4,31
			Cholche	14,10	29,12	4,57
			Hueihue	14,10	28,82	4,57
		Banco Natural	Isla Aulin	13,60	29,56	4,01
Pullinque	14,10		28,70	5,12		



**Figura 134.** Parámetros ambientales registrados en cada una de las zonas de muestreo de las regiones Coquimbo, Biobío y Los Lagos. a) Campaña invierno 2019, b) Campaña verano 2020

#### 4.2.5.4. Análisis de Resultados oceanográficos

En la zona norte región de Coquimbo en general, los resultados denotaron valores que se encuentran dentro de lo habitual para las zonas de estudio para todas las variables monitoreadas, en consideración de la temporada invernal en la que se efectuó el monitoreo. No se detectaron anomalías, sectores afectados o alterados ambientalmente, en cuanto a las variables medidas.

Se observaron valores similares entre estaciones y entre sectores de estudio, en consideración de que las mediciones se realizaron muy cerca de costa y en sectores someros, por lo que los cuerpos de agua se encontraron sometidos a una intensa dinámica, producto del permanente embate del oleaje incidente y corrientes litorales, lo que provoca una mezcla que abarcaría gran parte de la columna de agua, provocando una uniformidad de las características físicas y químicas del agua.

Si bien, en el análisis presentado, se indican diferencias numéricas en la horizontal y en la vertical, estas tienen relación con la escala en la que se presentan los resultados, sin embargo, las diferencias globales no son de gran significancia, por lo que se puede indicar que la columna de agua en todos los casos se encuentra bien mezclada.

Las temperaturas en todos los sectores variaron entre 12 a 14°C aproximadamente, valores típicos para zonas marinas costeras en temporadas frías. Además, dentro de su uniformidad, se presentó una disminución de los valores con la profundidad, característica habitual de este parámetro debido al menor calentamiento que se produce en zonas más alejadas de la superficie.

En cuanto a la salinidad, se observaron en general, valores por sobre los 34 psu, valor típico de las aguas marinas de latitudes medias. Sólo en algunos casos, se detectaron salinidades por debajo de dicho umbral, lo que se explicaría por la ubicación costera y somera de las estaciones de muestreo y la presencia de humedales o descargas de agua dulce proveniente de quebradas interiores, lo que disminuiría la salinidad del entorno.

Las concentraciones de oxígeno disuelto igualmente presentarían valores que coinciden con los antecedentes presentados, producto del permanente intercambio océano-atmósfera y la mezcla del agua provocada por la hidrodinámica costera y el viento incidente en los sectores de interés.

En la región del Biobío, se puede observar que los valores registrados se encuentran dentro de lo habitual para estas zonas de estudio para todas las variables monitoreadas, si se considera que el período de monitoreo fue en invierno.

Se puede observar a simple vista que los valores obtenidos en cada uno de los sectores, son bastantes similares. Esto porque los sectores monitoreados están en la costa y a profundidades bastante bajas, todo lo cual lleva a tener una dinámica producto del oleaje y la corriente que provoca una mezcla lo cual hace que las variables ambientales sean similares.

En relación con la temperatura del agua, se observa de manera general para los sitios de muestreo que ésta varió entre los 11 y 12°C, los cuales son valores propios para esta latitud y bastantes estables como se observa entre la superficie y los 13 metros de profundidad.

El pH por su parte varió entre 7,55 y 8,12 lo cual se mantiene en los límites normales para la Región, y que va aumentando en la medida que se aleja de la costa. Existen sin embargo estudios, que pronostican que varias áreas de manejo de la región se podrían ver afectadas en un corto plazo por procesos de acidificación local, forzadas como resultado de los efectos del cambio global en sistemas fluviales, como es el caso del Bío-Bío. La mayoría de las aguasdescargadas por los ríos son más ácidas (pH= 6.5 – 7.5) en relación con el océano que las recibe (pH=8 – 8.3), generando un efecto de acidificación local.

La salinidad de los sectores monitoreados varió entre los de 29 y 34,6 psu. Si bien los valores típicos son de 34 psu, se observa una leve baja para esta zona. Hay que considerar, sin embargo, el gran aporte de agua dulce del río Bío-Bío además de sectores de humedales existentes en la zona.

Por otro lado, los sólidos totales disueltos estuvieron entre los 25,09 y 26,42 ppt, los que son normales para esta zona; en tanto que en la clorofila se observa una leve diferencia entre el Banco Natural de Tubul en el cual la clorofila es mayor, en comparación con las AMERB que presentan menores valores.

El oxígeno disuelto presentó valores bastante similares en la mayoría de los sitios de muestreo, con excepción de la AMERB de Laraquete que presentó los valores más bajos para esta variable (2,43).

En la Región de Los Lagos, el análisis de los resultados de mediciones de condiciones oceanográficas en 8 sectores costeros indicó normalidad del sistema en cuanto a la temperatura, salinidad y contenido de oxígeno disuelto. No se observaron anomalías, ni datos que escaparan de los rangos normales esperados.

Un análisis global, no particular, señaló para las variables monitoreadas, un comportamiento relativamente uniforme en la vertical y con variaciones espaciales no significativas, lo que indicaría que se trata de cuerpos de agua bien mezclados. Las leves diferencias detectadas entre estaciones son producto de que los sectores de medición se ubicaron distantes entre sí, y en puntos muy costeros y de baja profundidad, por lo que variables como la meteorología local, la escorrentía de agua dulce desde ríos o esteros o el grado de exposición a aguas oceánicas, juegan un importante papel en las características de los cuerpos de agua costeros.

En cuanto a la distribución vertical de las variables, el comportamiento relativamente homotermal, homoalino y homoóxico, también son producto de la ubicación geográfica de los puntos de medición, en cuanto a que, al tratarse de sectores someros, la hidrodinámica (olas, mareas y corrientes) y viento predominante, juegan un importante papel en la homogeneización de los cuerpos de agua costeros, mezclando la totalidad de la columna de agua.

Las temperaturas fluctuaron entre 10 a 10,7°C aproximadamente, valores que, de acuerdo a los antecedentes recabados, se encuentran en un rango normal y típico para estas latitudes en temporadas frías. Las temperaturas mayores, se observaron en los sectores ubicados más al norte (Tenglo y Canal Quihua), disminuyendo hacia el sur, situación totalmente normal. Los restantes sectores, se agruparon en un rango de temperatura menor y con leves diferencias (0,4°C), en cuanto a que se encuentran expuestos a la mezcla hidrodinámica y a la exposición a grandes cuerpos de agua marina (Océano Pacífico y el Golfo de Ancud).

En cuanto a la salinidad, se observaron en superficie (0-5 m), valores entre 30,70 y 32,97 psu aproximadamente, encontrándose salinidades mayores sólo en aguas más profundas en playa Mar Brava y bahía Cucao, sectores directamente expuestos al Océano Pacífico. Por otra parte, las menores salinidades se detectaron en el estero Quetalmahue e isla Tenglo, sectores ubicados en

aguas muy interiores y por lo tanto sometidos en mayor medida, respecto de los demás, a la intrusión de aguas dulces terrestres que influirían en la salinidad superficial.

Las concentraciones de oxígeno disuelto presentaron mayores rangos de variación entre estaciones de un mismo lugar y entre sectores, variando entre 3,6 y 7 mg/L aproximadamente, comportándose en la mayoría de los casos de manera homogénea en la vertical, producto de la mezcla del cuerpo de agua sometido a la hidrodinámica y vientos predominantes. Las mayores variaciones, se dieron en el estero Quetalmahue, sector ubicado en aguas muy interiores e influenciadas por aguas marinas que ingresan por la boca occidental del canal Chacao o provenientes del golfo de Ancud, dependiendo del estado de la marea. Esto sumado al aporte de agua dulce de cuerpos de agua terrestre, dan al sector una mayor variabilidad en su estructura vertical y horizontal.

## **5 OBJETIVO ESPECÍFICO 3** *Dimensionar, identificar y caracterizar sanitariamente las poblaciones evaluadas en cada área geográfica.*

---

### **5.1 Desarrollo Metodológico**

Una vez realizado el procesamiento primario, esto es el corte de tejidos del espécimen a muestrear se siguieron los procedimientos habituales para la fijación de tejidos de moluscos, la preparación de cortes, tinción y montaje de los portaobjetos según los manuales técnicos (Howard *et al*, 2004; Manual OIE, 2019).

### **5.2 Resultados**

#### **5.2.1 Observación de cortes histológicos**

Los principales hallazgos del análisis de los cortes histológicos de cada especie examinada, cada región y cada campaña de muestreos se resumen en las Tablas 37 y 38.

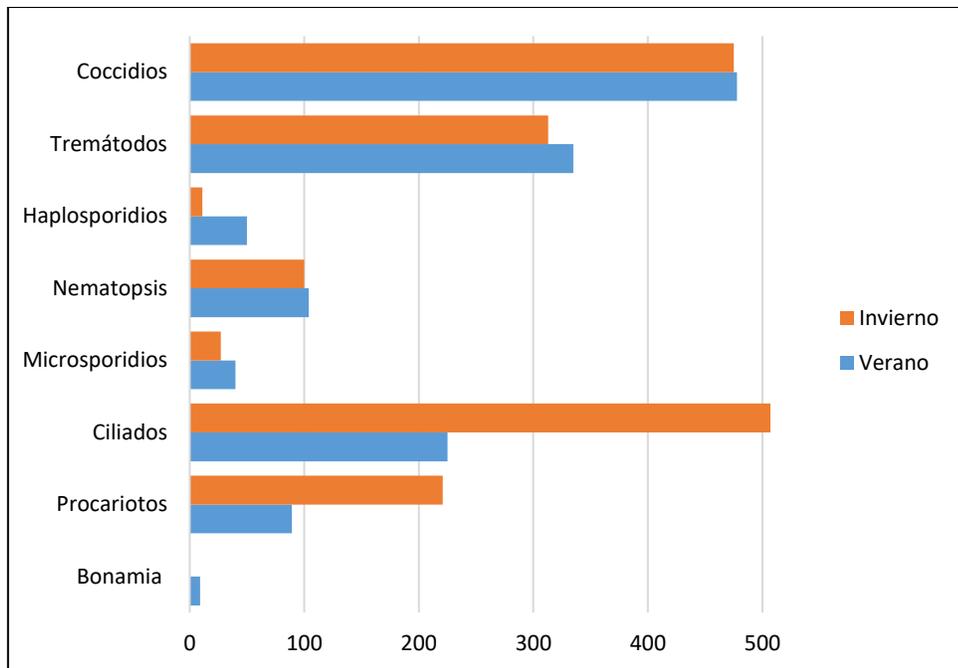
**Tabla 37.** Prevalencia de patologías, por región, especie y sistema de cultivo. Campaña invierno 2019

Campaña	Región	Origen Muestra	Nombre	Recurso	Número Muestra	Procariotos	Coccidios	Tremátodos	Ciliados	Nematopsis	Microsporidios	Haplosporidios	Bonamia
Invierno	Coquimbo	AMERB	Tongoy	macha	45	31	13	10	3	0	0	0	0
			Tongoy	navajuela	45	0	17	6	30	0	0	0	0
			Puerto Aldea	osti6n del norte	45	4	13	6	19	0	0	0	0
			Apolillado	almeja venus	45	18	0	0	13	37	0	0	0
		Centro de cultivo	Centro 1	osti6n del norte	30	4	5	4	15	0	0	0	0
			Centro 2	osti6n del norte	30	6	6	5	15	0	0	0	0
		Banco Natural	Punta de Choros	macha	175	14	70	24	17	0	0	0	0
		Biobío	AMERB	Cerro Verde	navajuela	45	4	40	31	41	0	0	0
	Cerro Verde			almeja venus	45	3	7	1	1	24	0	0	0
	Laraquete			navaja/huepo	45	13	15	5	8	0	0	0	0
	Laraquete			navajuela	45	0	21	25	37	0	0	0	0
	Laraquete			almeja venus	45	4	0	19	13	39	11	0	0
	Punta Lavapi6			cholga	45	0	11	13	13	0	0	0	0
	Punta Lavapi6		almeja ploma	45	8	10	27	21	0	0	0	0	
	Banco Natural		Tubul	navajuela	175	19	105	17	156	0	0	0	0
		Tubul	almeja ploma	175	70	16	70	18	0	0	0	0	
	Los Lagos	AMERB	Pta. Cementerio	navajuela	45	0	7	9	41	0	0	0	0
			Pta. Cementerio	almeja venus	45	2	6	3	0	0	16	0	0
			Cucao Norte	macha	45	4	6	14	10	0	0	0	0
			Mar Brava	macha	45	4	5	14	10	0	0	0	0
		Centro de cultivo	Centro 1	ostra chilena	30	0	6	0	0	0	0	0	0
			Centro 2	ostra chilena	30	1	7	0	0	0	0	0	0
			Centro 3	ostra chilena	30	0	4	1	0	0	0	0	0
			Centro 4	ostra chilena	30	1	8	1	0	0	0	0	0
		Banco Natural	Isla Aulin	almeja venus	175	7	35	4	26	0	0	0	0
			Pullinque	ostra chilena	175	4	42	4	0	0	0	0	0

**Tabla 38.** Prevalencia de patologías, por región, especie y sistema de cultivo. Campaña de muestreo verano 2021.

Campaña	Región	Origen Muestra	Nombre	Recurso	Número Muestra	Procariotos	Coccidios	Tremátodos	Ciliados	Nematopsis	Microsporidios	Haplosporidios	Bonamia		
Invierno	Coquimbo	AMERB	Tongoy	macha	45	0	14	1	0	0	0	0	0		
			Tongoy	navajuela	45	10	10	1	0	0	0	0	0		
			Puerto Aldea	osti6n del norte	45	1	8	0	0	0	0	0	0		
			Apolillado	almeja venus	45	9	0	5	2	43	0	8	0		
		Centro de cultivo	Centro 1	osti6n del norte	30	0	37	0	0	0	0	0	0	0	
			Centro 2	osti6n del norte	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Banco Natural	Punta de Choros	macha	175	0	81	0	0	0	0	0	0	0	
		Biobío	AMERB	Cerro Verde	navajuela	45	13	0	18	30	0	0	0	0	0
				Cerro Verde	almeja venus	45	8	0	2	7	22	1	3	0	
	Laraquete			navaja/huepo	45	10	3	15	5	0	0	0	0		
	Laraquete			navajuela	45	0	34	4	43	0	0	0	0		
	Laraquete			almeja venus	45	1	5	2	11	7	2	7	0		
	Punta Lavapi6			cholga	45	0	0	3	2	0	1	0	0		
	Punta Lavapi6			almeja ploma	45	2	2	43	0	0	2	0	0		
	Banco Natural		Tubul	navajuela	175	0	73	2	55	0	0	0	0		
			Tubul	almeja ploma	175	12	51	165	35	0	2	10	0		
	Los Lagos	AMERB	Pta. Cementerio	navajuela	45	3	9	23	15	0	0	0	0		
			Pta. Cementerio	almeja venus	45	4	32	0	5	32	4	16	0		
			Cucao Norte	macha	45	1	2	10	2	0	0	0	0		
			Mar Brava	macha	45	2	27	0	0	0	0	0	0		
		Centro de cultivo	Centro 1	ostra chilena	30	0	0	1	0	0	0	0	0	3	
			Centro 2	ostra chilena	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			Centro 3	ostra chilena	30	0	3	0	0	0	0	0	0	2	
			Centro 4	ostra chilena	30	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
		Banco Natural	Isla Aulin	almeja venus	175	8	66	27	8	0	21	6	0		
			Pullinque	ostra chilena	175	5	21	12	5	0	7	0	3		

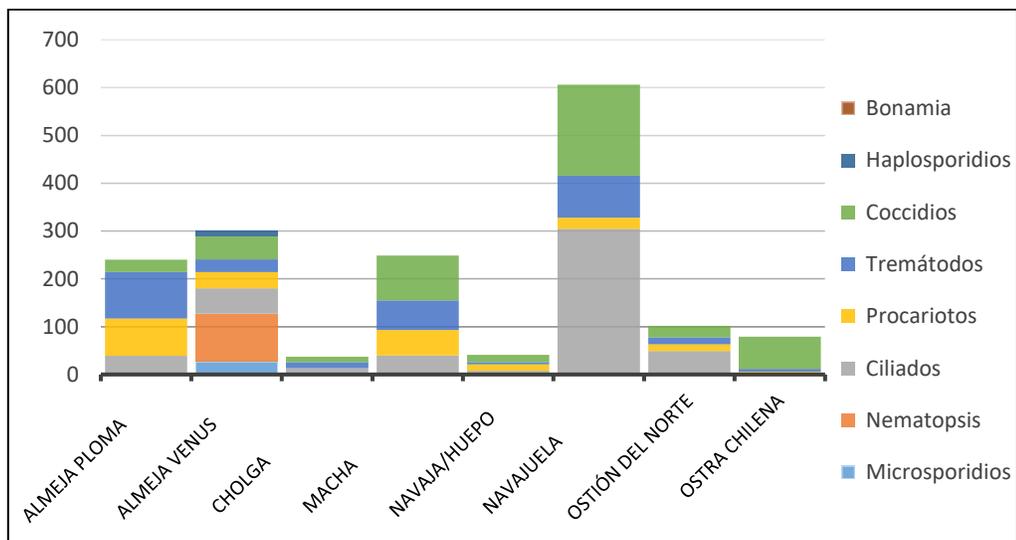
Luego de las observaciones, se ha podido registrar la presencia de diversos Microorganismos Posibles Patógenos (Procariotos tipo Rickettsiales, Coccidios no identificados y protozoos ciliados), de algunos Organismos Posibles No Patógenos (Tremátodos y otros ciliados) de las Condiciones Patológicas (neoplasia hemocítica, Infiltración glándula digestiva en ostión del Norte y atrofia de túbulos digestivos) hallazgos de invierno y verano que se presentan en la Figura 135.



**Figura 135.** Principales microorganismos encontrados durante los muestreos de invierno y verano en las tres regiones del estudio

Del gráfico se destaca la mayor presencia de ciliados, principalmente en invierno seguidos por coccidios, mientras que en verano predominan los coccidios. De la figura 135 se desprende que *Bonamia* sólo se presentó en verano.

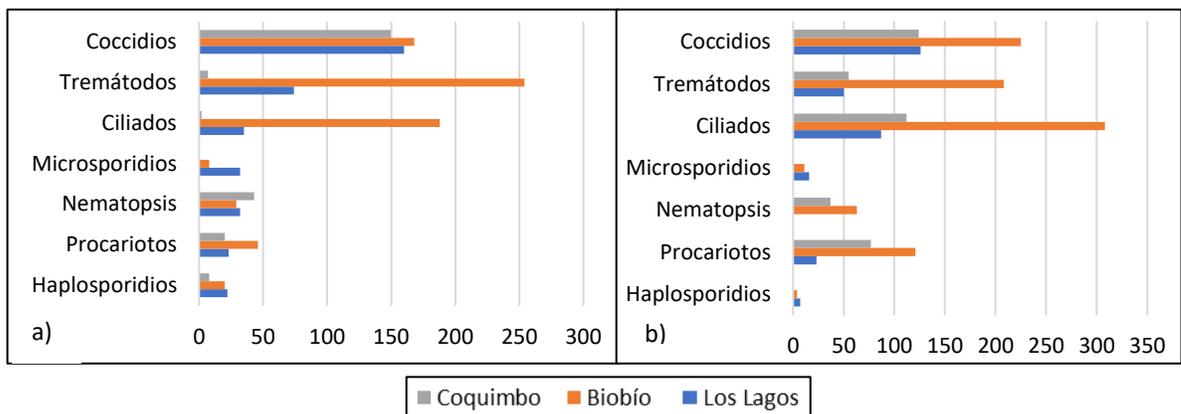
Para conocer y evaluar los microorganismos asociados a cada una de las especies en estudio se presenta la Figura 136 que resume estos hallazgos.



**Figura 136.** Resumen de los patógenos encontrados en ambos muestreos (invierno y verano) por cada especie. Se considera todas las regiones de estudio.

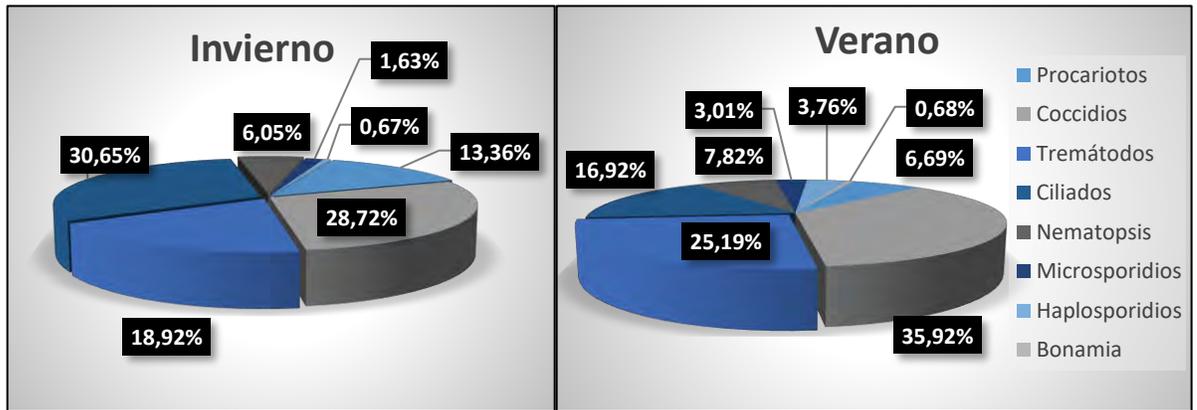
Se observa que la navajuela (*T. dombeii*) es la especie que exhibe mayor proporción de microorganismos, seguido de almeja venus (*L. antiqua*) y almeja ploma (*M. edulis*). El mayor número de microorganismos en navajuela, está compuesto en su mayor parte por ciliados tipo *Hypocomella*, los que podrían tener un rol de simbiontes, dado que están en la casi totalidad de los ejemplares observados y aparentemente no estarían causando daño.

Considerando la información desglosada por región y época del año (Figura 137) vemos que la región de Biobío presenta más organismos que podrían ser patógenos para los ejemplares del estudio, pero este grupo de posibles patógeno es diferente en verano, los ciliados predominan en invierno y tremátodos en verano, donde predominan los tremátodos en el estado de esporocisto o metacercaria.



**Figura 137.** Microorganismos encontrados en las muestras histológicas de las especies de estudio en cada región, separados por época del año, a) Invierno de 2019 y b) Verano de 2021.

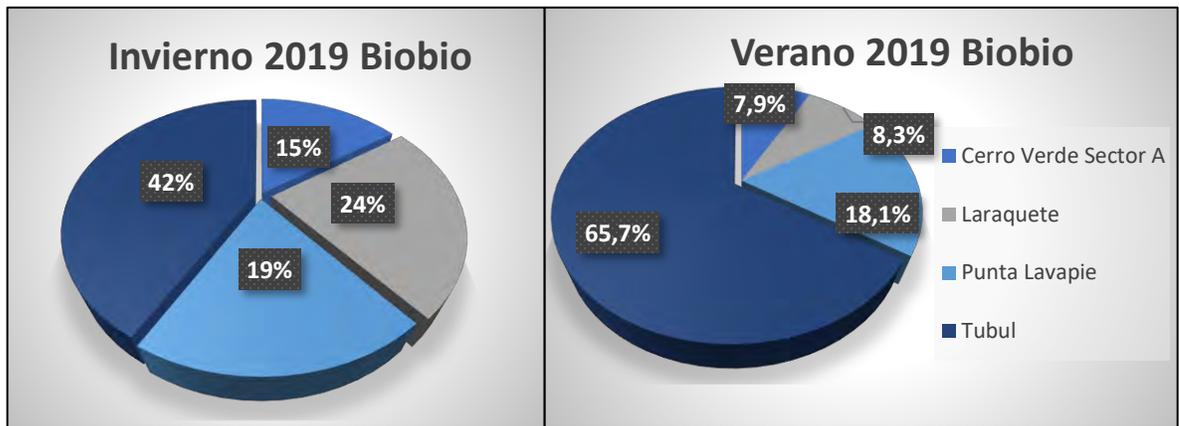
Para destacar el comportamiento específico de los ciliados en cada campaña de muestreo, ya que son el grupo más numeroso y constante, se presenta la Figura 138.



**Figura 138.** Prevalencia de ciliados en cada una de las especies del estudio, según época del año.

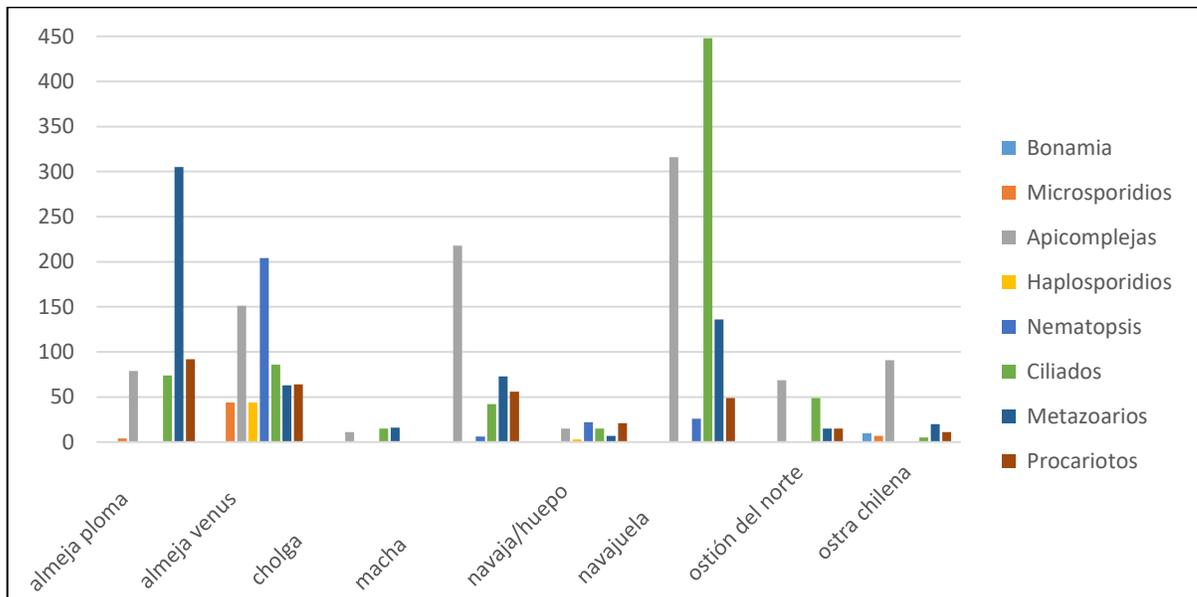
Se puede observar que la especie con mayor incidencia de ciliados es navajuela, tanto en invierno como en verano la proporción se mantiene estable, seguido por almeja venus, que aumenta algo la proporción de ciliados en verano (36%) y almeja ploma cuyo aumento es mayor (53%).

El segundo grupo en importancia son los tremátodos y la región más afectada es la región del Biobío. La Figura 139 describe el comportamiento de este grupo según recurso y época del año.



**Figura 139.** Detalle de la composición de tremátodos en la región del Biobío según sector y época del año

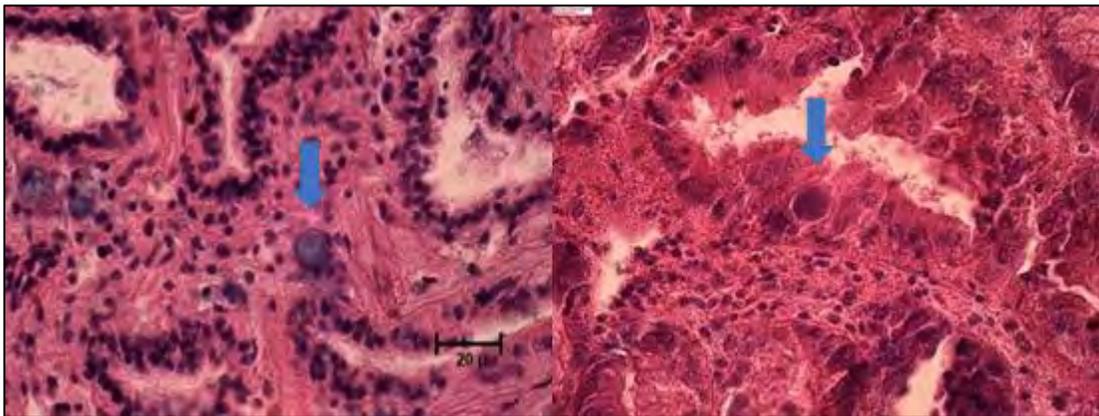
Los tremátodos en el Biobío están compuestos principalmente por tremátodos en estado de esporocistos/redia o metacercaria. La mayor incidencia está en el banco natural seguido por la AMERB Punta Lavapié. La proporción de tremátodos varía según la época del año, disminuyendo la importancia de las AMERB en verano, pasando a pesar más el banco natural de Tubul. A continuación, se presenta los microorganismos por especie (Figura 140).



**Figura 140.** Presencia de microorganismos posibles patógenos por especie en la temporada de estudio.

## Colonias bacterianas

Se puede observar en el gráfico que el molusco que alberga mayor cantidad de microorganismos de una sola especie es la navajuela y la especie que tiene la mayor diversidad de microorganismos es la almeja Venus, probablemente la razón es porque se muestrearon mayor número de ejemplares (800). La navaja o huepo es la que tiene una menor presencia de microorganismos probablemente por venir de un único origen por lo que la muestra fue la más pequeña (90) junto con la cholga (90) que también alberga muy pocos microorganismos en su interior. Por otro lado, la ostra chilena cuya muestra total fue de 590 individuos tiene una cantidad reducida de microorganismos. La macha cuya muestra total fue de 620 ejemplares mostró muy poca cantidad de microorganismos invasores, principalmente metazoarios y ciliados. Se puede observar la presencia de agrupaciones bacterianas de origen desconocido, en branquias y glándula digestiva. Estas colonias bacterianas también fueron observadas con frecuencia en almeja venus (*L. antiqua*) de la misma región. (Figura 141).



**Figura 141.** Corte histológico de branquias señalando colonias basófilas de procariotos no identificados en branquias. A la izquierda en machas, *M. donacium* y a la derecha en Almeja venus, *L. antiqua*, ambas en la región de Coquimbo.

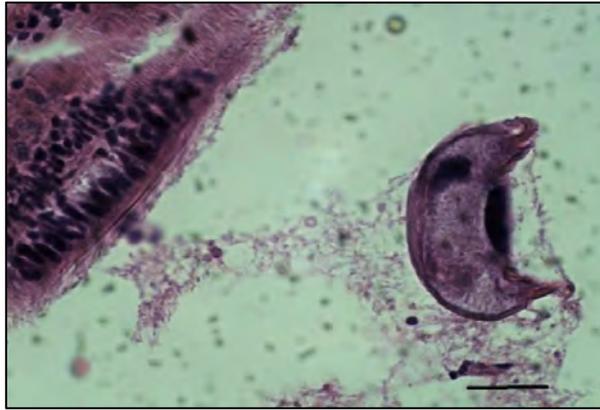
## **Ciliados**

Este grupo incluye diversos protozoos ciliados, junto con las colonias bacterianas basófilas. En las branquias se encuentran numerosos ciliados que son comunes para múltiples especies de moluscos en todo el mundo, aunque su función es más de un organismo comensal que parásito, podrían tener un impacto mayor cuando se encuentran en grandes densidades (Mc Gladdery *et al.*, 2006). Se distinguen en este grupo los protozoos tipo *Trichodina* y tipo *Hypocomella* afectando a ostiones del Norte, *A. purpuratus* y navajuelas, *T. dombeii* además de otros ciliados no identificados afectando las branquias, independiente de la especie y origen.

### **Protozoo Ciliado tipo *Trichodina*:**

Las Trichodinas son protozoos ciliados esféricos, de tamaño medio, entre 40 y 50  $\mu\text{m}$ , que presentan un macronúcleo en forma de herradura en su centro. Posee cilios a un costado de su cuerpo que puede servir para su movilidad o alimentación, además de grandes vacuolas en el citoplasma. Son un tipo de protozoo anaeróbico con un ciclo de vida simple. Son encontradas normalmente en branquias y piel de peces y también pueden ser encontradas en invertebrados como moluscos. Hay antecedentes de su patogenicidad en peces, especialmente en agua dulce, pueden llegar a provocar una fuerte respuesta del hospedero en condiciones ambientales deterioradas con abundancia de bacterias, su alimento principal (Islas-Ortega & Aguilar-Aguilar, 2014, Xu *et al.*, 2002).

En las muestras examinadas fueron encontradas Trichodinas en ostiones y navajuelas (Figura 142 a) de especímenes provenientes tanto de los centros de cultivo como de las AMERB. Por el aspecto de los tejidos donde fueron encontradas, se puede afirmar que no están ocasionando daño, por lo que es más apropiado catalogarlas como comensales de estos moluscos. En un contexto de mayor deterioro en el ambiente, podrían llegar a causar alteraciones sanitarias ocasionadas por la producción de mucus del hospedero.

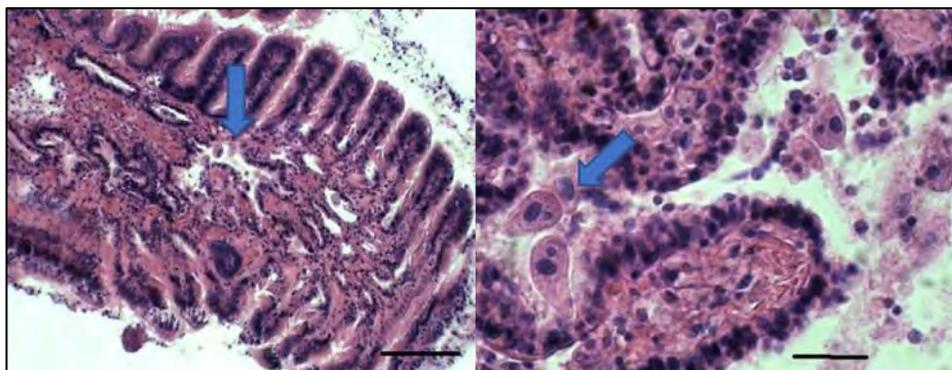


**Figura 142 a.** Corte histológico mostrando el protozoo ciliado tipo Trichodina en navajuela (*T. dombeii*) de la región del Biobío (H&E). Barra 20  $\mu$ m.

#### **Protozoo Ciliado tipo *Hypocomella***

Estos protozoos fueron detectados con frecuencia en los espacios lacunares de las branquias de navajuela, adheridos al epitelio por los cilios (Figura 142 b). Se puede observar el doble núcleo característico, un macronúcleo ovoide con un micronúcleo esférico anterior.

Los resultados indican que la especie navajuela, independiente de su origen y región de estudio, concentra la mayor prevalencia de ciliados de todas las especies analizadas, estos organismos unicelulares se ubican preferentemente en la zona lacunar de las branquias donde se encuentran protegidos del medio ambiente exterior.



**Figura 142 b.** Corte histológico mostrando el protozoo ciliado tipo Hypocomella en los espacios lacunares de las branquias en navajuela (*T. dombeii*). A la izquierda vista general de la branquia la flecha señala los ciliados (Barra 100  $\mu$ m), a la derecha detalle de los ciliados (barra 20  $\mu$ m).

## Otros protozoos de importancia

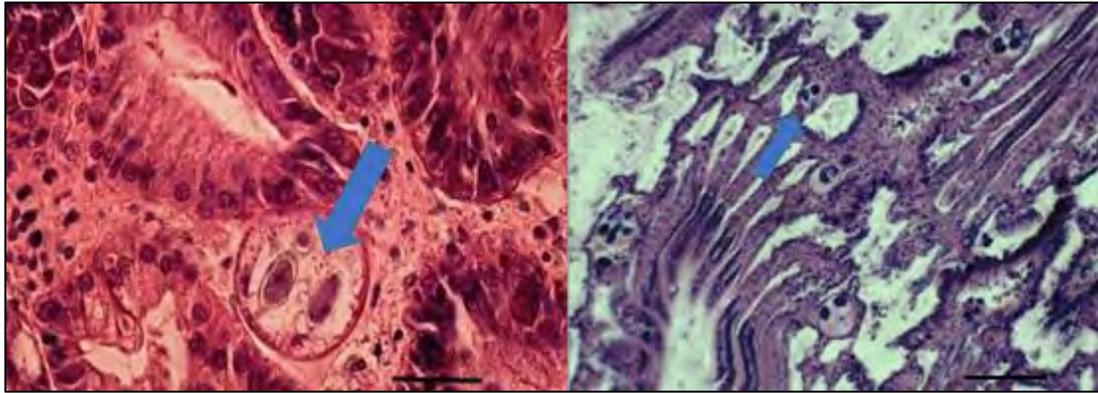
Se ha podido registrar la presencia de diversas alteraciones a la normalidad en los tejidos examinados, de acuerdo con su posible letalidad o potencial daño se han agrupado en las siguientes condiciones patológicas.

### Gregarinas

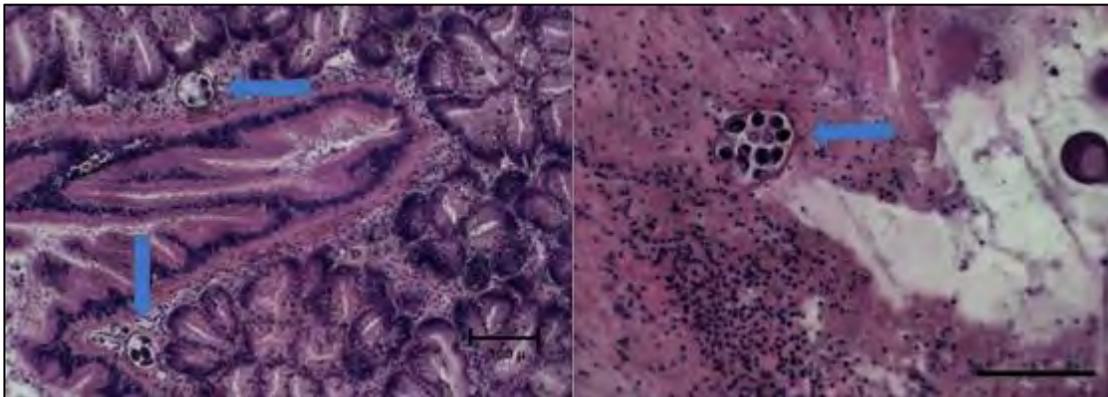
Las gregarinas son protozoos de amplia distribución mundial, que han sido incluidas en el filo Apicomplexa, familia Porosporidae (clase Conoidasida, orden Eugregarinida) (ITIS) que comúnmente infectan moluscos marinos como hospederos intermediarios que tienen decápodos como hospederos definitivos (Cheng, 1967; Jiménez *et al.*, 2002; Boehs *et al.*, 2010). En este estudio se detectó una gregarina tipo *Nematopsis* sp. asociada principalmente a la almeja venus.

### Gregarinas tipo *Nematopsis*

Fueron detectados ooquistes de la gregarina *Nematopsis* sp. en el tejido conectivo de glándula digestiva, branquias y gónadas de almeja venus en las tres regiones estudiadas. Los ooquistes presentaban morfología elipsoide rodeados por una pared (Figura 143 y 144) y cada ooquiste estaba encerrado en una vacuola parasitófora del fagocito del hospedero, cada fagocito albergaba un número variable de vacuolas parasitófora (1 a 14), cada una de las cuales contenía un sólo oosquiste.



**Figura 143.** Ooquistes de la gregarina *Nematopsis* sp. en tejido digestivo de almeja venus (*L. antiqua*) de la región de Coquimbo. Flecha indica ooquiste en vacuola parasitófora de morfología elipsoidal rodeada por una pared (Barra 20  $\mu$ m). A la derecha branquia de almeja *L. antiqua* de la Región del Biobío parasitada con numerosos ooquistes de *Nematopsis* sp. (Barra 50  $\mu$ m).



**Figura 144.** Corte histológico de tejido digestivo (izquierda) y tejido conectivo de almeja venus (*L. antiqua*) de la región de Coquimbo (derecha), parasitado por la gregarina *Nematopsis* sp. (Barra 50  $\mu$ m).

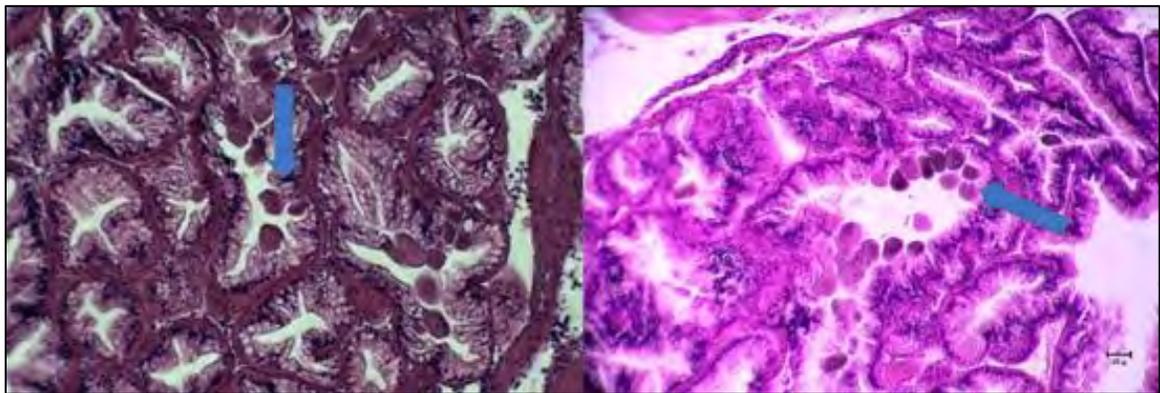
La patogenicidad de este apicomplejo es bastante discutida, posiblemente relacionada al grado de parasitismo y hábitat del hospedero (Camilo *et al.*, 2018).

### Coccidios

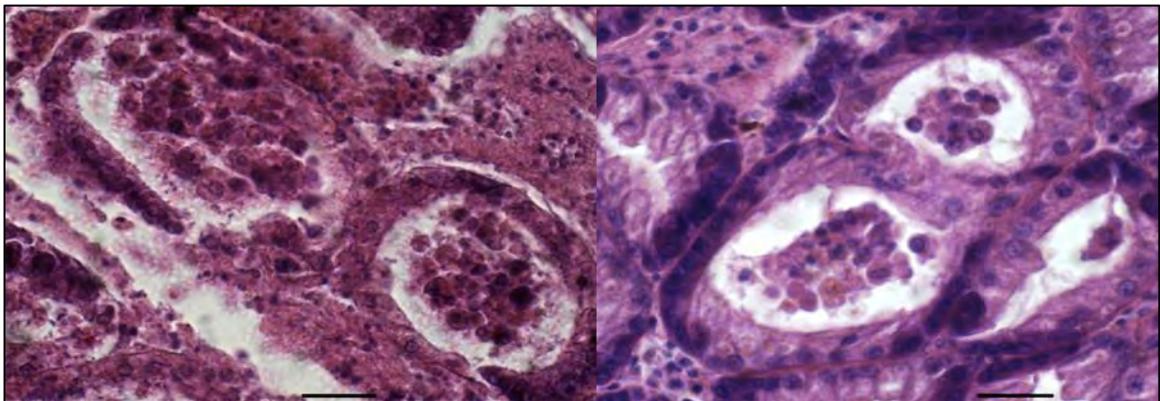
Los coccidios pertenecen al filo Apicomplexa (orden Eucoccidiida) y son parásitos obligatorios, de ciclos complejos que afectan poblaciones animales y humanas. Su reproducción comprende etapas asexuadas, y etapas sexuadas, con formación de cigoto.

Hay variaciones en los ciclos de vida dependiendo de la especie, pero fundamentalmente un ciclo típico considera tres fases: esquizogonia, gamogonia y esporogonia. Todo el ciclo es haploide, excepto el cigoto, que es diploide.

Estos apicomplexos fueron observados en todas las especies analizadas en este estudio. Se detectaron principalmente en tejido renal y en menor cantidad en túbulos digestivos, éstos se presentan claramente en tejido renal de navajuelas (*T. dombeii*) y almeja venus (*L. antiqua*) (Figura 145 y 146).



**Figura 145.** Cortes histológicos mostrando macrogamontes de coccidios en el lumen de tejido renal de navajuela (*T. dombeii*) de la región del Biobío.



**Figura 146.** Cortes histológicos mostrando presencia de coccidios: A la izquierda de la figura en lumen de túbulos digestivo de macha (*M. donacium*) de la región de Coquimbo y a la derecha en túbulos renales de almeja venus (*L. antiqua*) del Banco natural de la Región de Los Lagos (Barra 20  $\mu$ m).

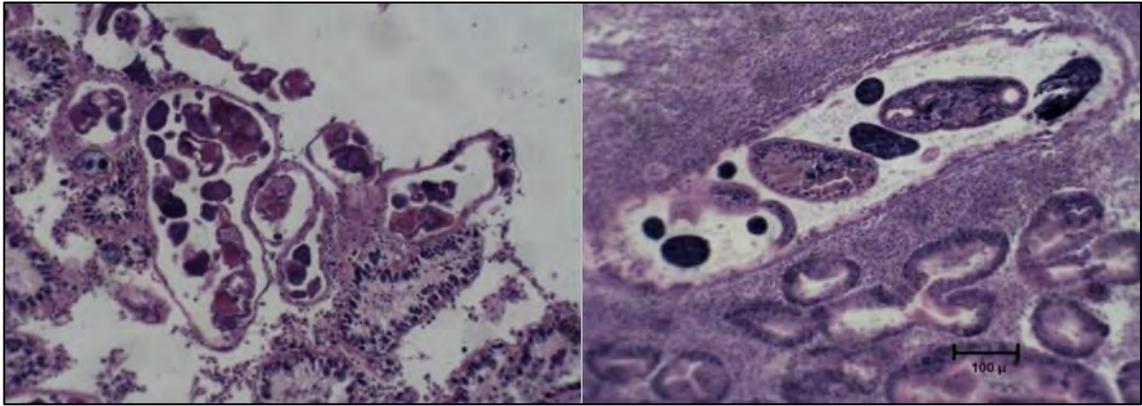
## **Metazoarios**

Prácticamente todos los grupos de invertebrados parásitos presentan algún estadio parásito en moluscos. En general no representan un problema sanitario ya que no se encuentran asociados a mortalidades. Las excepciones se han encontrado cuando además se encuentra en un hábitat adverso.

## **Tremátodos**

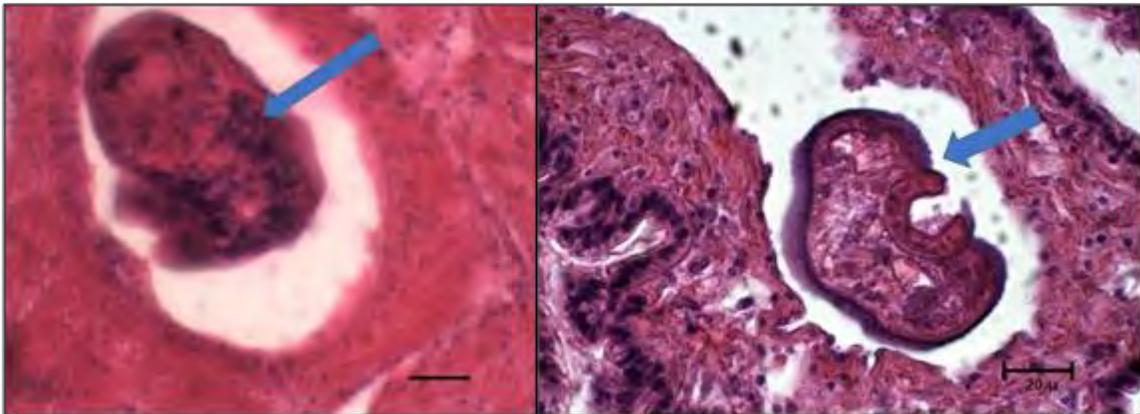
Los Tremátodos son un tipo de organismos pertenecientes al filo platelmintos. La mayoría de los tremátodos tienen ciclos de vida complejos con estadios que afectan a varias especies; en estado adulto son endoparásitos de vertebrados, aves, peces, incluido el ser humano, y en estado larvario lo son de moluscos y, a veces, de un tercer hospedador. Poseen órganos adhesivos (ventosas, ganchos) que los fijan al hospedador. Los tremátodos digéneos presentan casi siempre dos ventosas, una anterior que rodea la boca y otra ventral o posterior (Figura 147).

En este estudio todos los grupos de bivalvos presentaron algunas de las 2 etapas del ciclo de los tremátodos que afectan a los moluscos. Se detectaron moluscos como hospedero primario albergando tremátodos en la etapa Esporoquistes en Gónadas y en Glándula Digestiva y se observaron también como hospederos secundarios albergando la etapa Metacercaria encapsulada en diversos tejidos del molusco. En general la región del Biobío presenta las mayores prevalencias de tremátodos en las especies analizadas. En la figura 147 se observa la etapa esporoquiste del tremátodo invadiendo el tejido gonadal de almeja venus y el tejido digestivo de la almeja ploma.



**Figura 147.** Corte histológico mostrando esporoquistes de tremátodos en distintos grados de desarrollo parasitando: A la derecha de la figura almeja venus (*L. antiqua*) y a la izquierda almeja ploma (*M. edulis*) de banco natural, ambas de la región del Biobío.

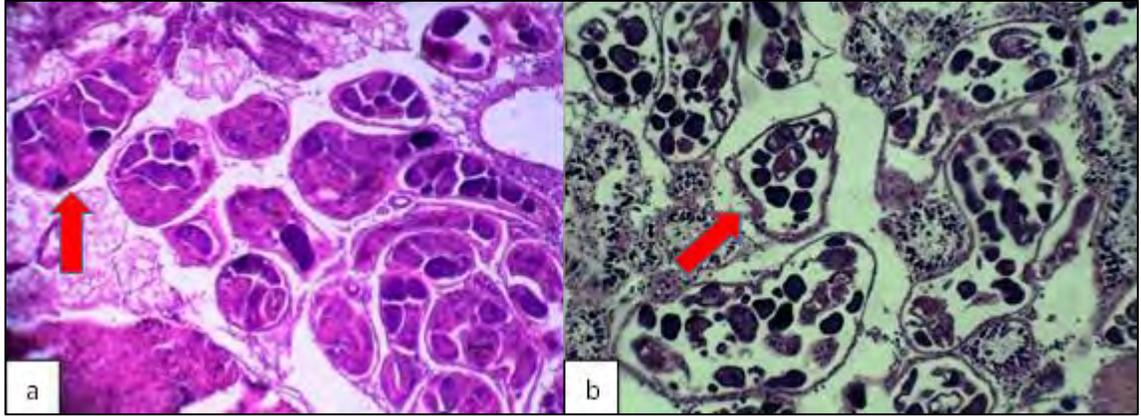
La navajuela de la AMERB N° 1 y la almeja ploma del banco natural de Tubul ambos de la Región del Biobío fueron las especies de bivalvo que presentan la mayor prevalencia de tremátodos digéneos. En ambas especies se encontraron las 2 etapas del ciclo de los tremátodos. En tanto en la Región de los Lagos las especies mayormente afectadas fueron la macha y la navajuela (Figura 148).



**Figura 148.** Corte histológico de a) macha (*M. donacium*) mostrando tremátodo digéneo encapsulado. Flecha indica ventosa apical. B) Digéneo en navajuela. Ambos organismos de la región de Los Lagos. Barra 20 μm

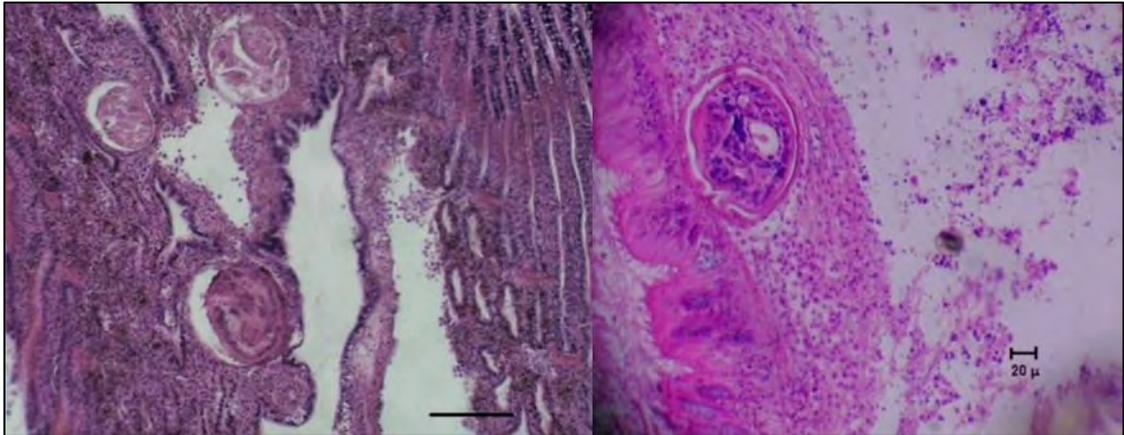
Los moluscos parasitados con tremátodos eran mayoritariamente de la región del Biobío, de las especies almeja ploma (*M. edulis*), almeja venus (*L. antiqua*) y navajuela (*T. dombeii*). En algunos casos no había tejido gonadal presente dada la cantidad de esporocistos invadiendo el tejido.

En cambio, el bivalvo con la menor prevalencia fue la ostra chilena donde hubo dos centros en la región de Los Lagos donde no fueron detectados tremátodos.



**Figura 149.** Corte histológico mostrando esporocistos de tremátodos parasitando: a) navajuela de la región del Biobío b) almeja venus de banco natural, de la región de Los Lagos. Flecha indica esporozoites.

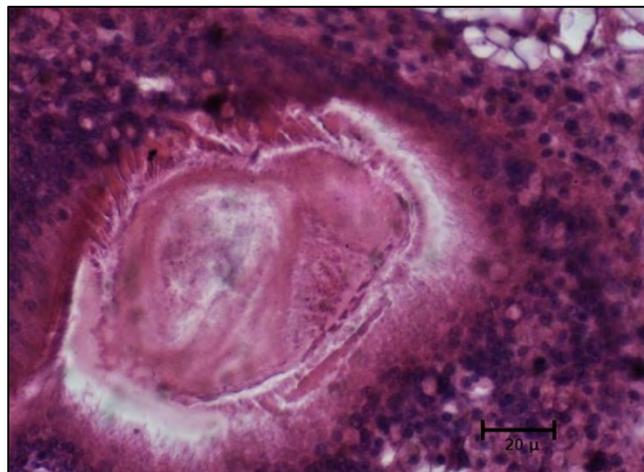
La larva de tremátodo utiliza a un molusco como primer hospedador. En las muestras de este estudio, esta fase fue detectada en la región del Biobío en navajuelas, almeja venus y almeja ploma, también fue encontrada en machas de la región de Los Lagos, en todos los casos forman un esporoquiste. Posteriormente, se transforma en una cercaria móvil. Las cercarias son larvas libres que nadan activamente en el agua, encuentran el segundo hospedador y se establecen como metacercarias a la espera del hospedero definitivo. En el caso de la almeja ploma, el bivalvo actúa como primer y segundo hospedador (Figura 150). En esta fase son ingeridas por el hospedador definitivo, en general un vertebrado que depreda el hospedador anterior.



**Figura 150.** Corte histológico de almeja ploma (*M. edulis*) de la Región del Biobío mostrando tremátodos en forma de metacercarias en branquias. Se puede observar fuerte reacción de infiltración de hemocitos.

### Turbelarios

Los turbelarios son un tipo de gusanos planos del filo platelmintos, la mayor parte son acuáticos de vida libre o comensales, inducen cierto daño en los tejidos cuando son muy abundantes, pero no parecen inducir a mortalidades importantes (Cáceres-Martínez & Vásquez-Yeomans, 2013). En estas muestras fue encontrado el turbelario del tipo *Urastoma* en ostra de Los Lagos en baja prevalencia (1/30) (Figura 151).



**Figura 151.** Corte histológico en el que se observa un turbelario en tejido de ostra (*O. chilensis*) de la región de Los Lagos

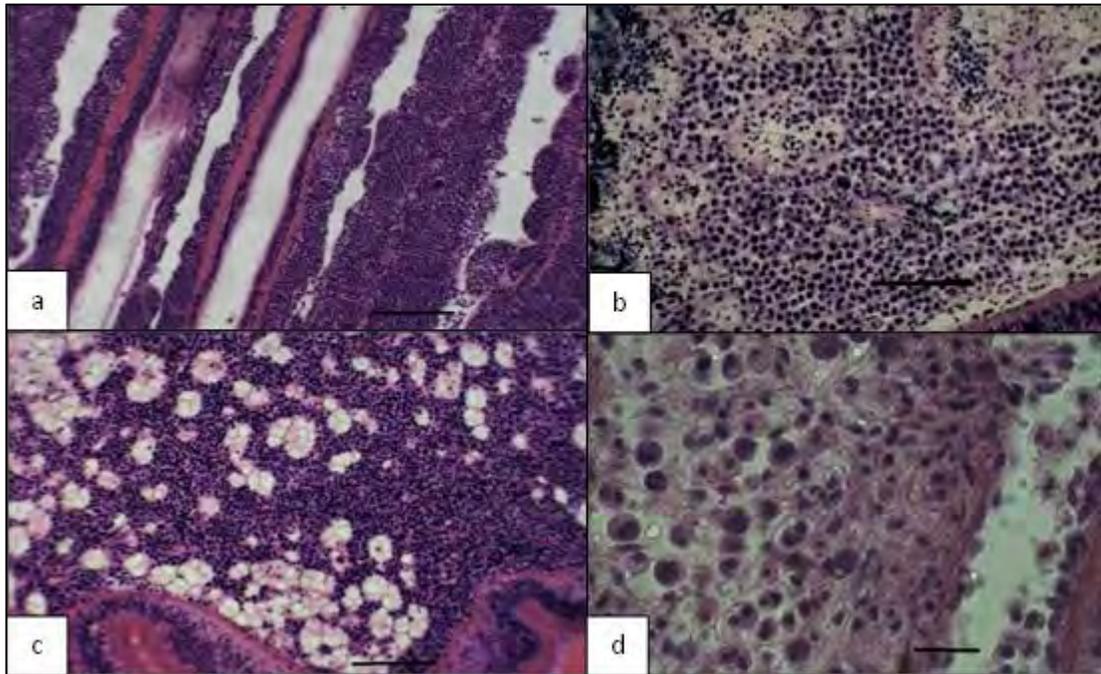
## Otras condiciones patológicas

Las Condiciones Patológicas detectadas mediante los análisis histológicos realizados son: Neoplasia, Inclusiones Intracitoplasmáticas, Infiltraciones Hemocíticas, tanto en glándula digestiva como en branquias y Atrofia de la Glándula Digestiva.

## Neoplasia

La neoplasia en moluscos es un disturbio en el patrón de crecimiento de las células caracterizado por una proliferación excesiva de las mismas. Esto está asociado a tres características citológicas en los tejidos: polimorfismo nuclear, hiperchromasia nuclear y polimorfismo celular (Smolartz *et al.* 2005). También se puede observar frecuentemente presencia de dos núcleos, figuras mitóticas habituales y una proporción núcleo citoplasma alta.

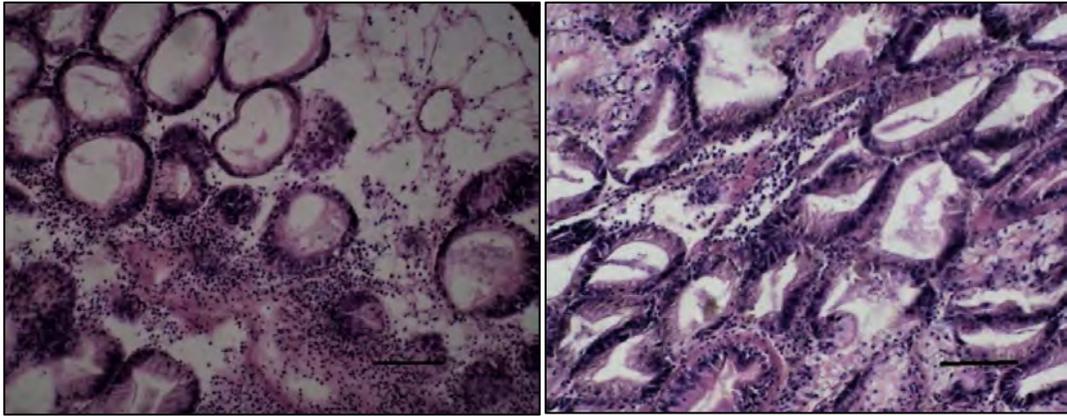
En la presente investigación la condición neoplásica fue encontrada en especies de ostra, *O. chilensis* y almeja venus, en ambas especies el cuadro de signos fue similar, alta infiltración de células sanguíneas en todos los órganos, branquias con apariencia inflamadas y muchas de las células sanguíneas en mitosis (Figura 152). Se presenta en prevalencias de 10 a 17% en ostra chilena y 7% en almeja venus de una AMERB. En verano la neoplasia de ostras disminuyó y se presentó solamente en 3 ostras del banco natural, la de almejas permaneció en una proporción similar en ejemplares provenientes del mismo lugar donde se detectó en la campaña de invierno de 2 años antes.



**Figura 152.** Corte histológico de órganos de individuos que presentan evidencia de Neoplasia en: a) tejido branquial, b) glándula digestiva c) Manto de ostra (Barra 100  $\mu\text{m}$ ) d) Almeja venus, *L. antiqua* Barra 20  $\mu\text{m}$ .

### **Atrofia de túbulos digestivos**

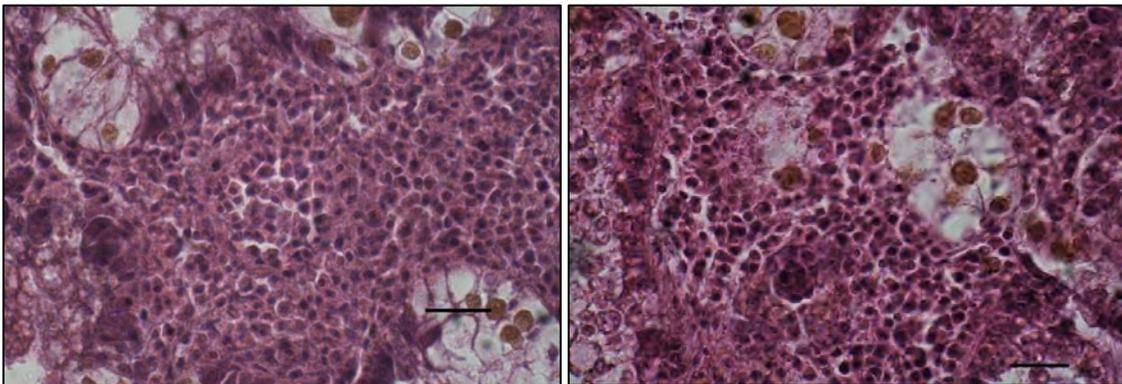
Este rasgo morfológico ha sido descrito en numerosas especies de bivalvos, el adelgazamiento de las paredes de los túbulos digestivos (Figura 153). Las causas han sido atribuidas a diferentes razones, como exposición a contaminantes, y variación en el abastecimiento de alimentos, fundamentalmente por períodos de escasez, el espesor normal de las paredes que sería recuperado cuando vuelva a recibir los nutrientes adecuados. No es considerada esencialmente una patología.



**Figura 153.** Atrofia de glándula digestiva de Navaja/huepo (*E. macha*) de la región del Biobío. Barra 50  $\mu$ m.

#### **Infiltración de Glándula Digestiva (Remolinos)**

La mayoría de los ejemplares de la especie ostión *A. purpuratus*, presentan infiltración de hemocitos en la glándula digestiva (prevalencias entre 60 y 90%), estos hemocitos tienen la particularidad de disponerse en forma arremolinada (Figura 154). Esta respuesta inflamatoria puede ser resultado de una encapsulación de un apicomplejo (Vásquez, 2011). Este fenómeno ha sido detectado en 90% de los ostiones de centros de cultivo y el 60% de los ostiones provenientes de la AMERB Apollillado.



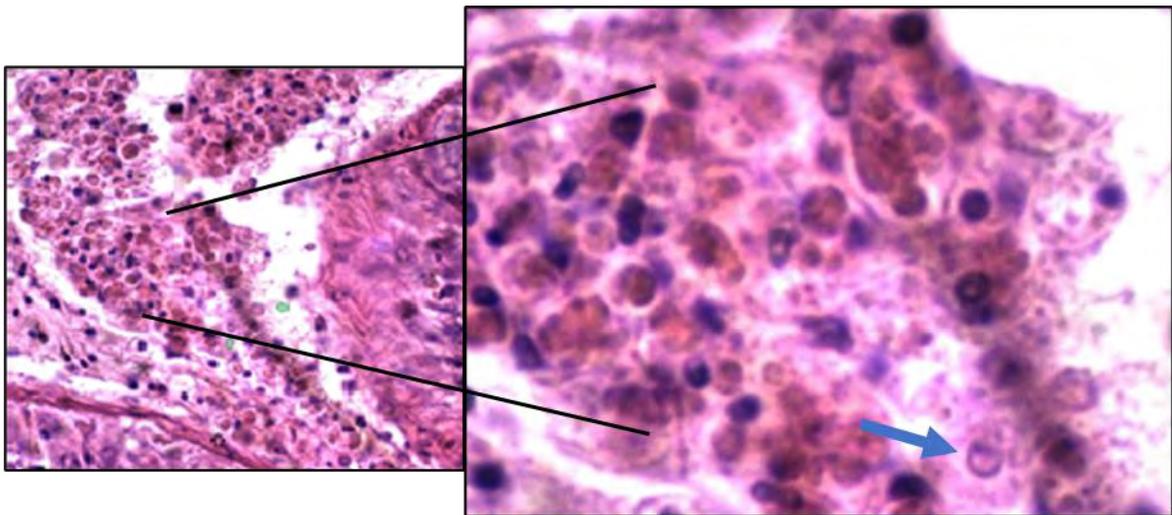
**Figura 154.** Infiltración hemocítica de glándula digestiva de ostión *A. purpuratus* en forma de remolinos. Barra 20  $\mu$ m.

## Haplosporideos

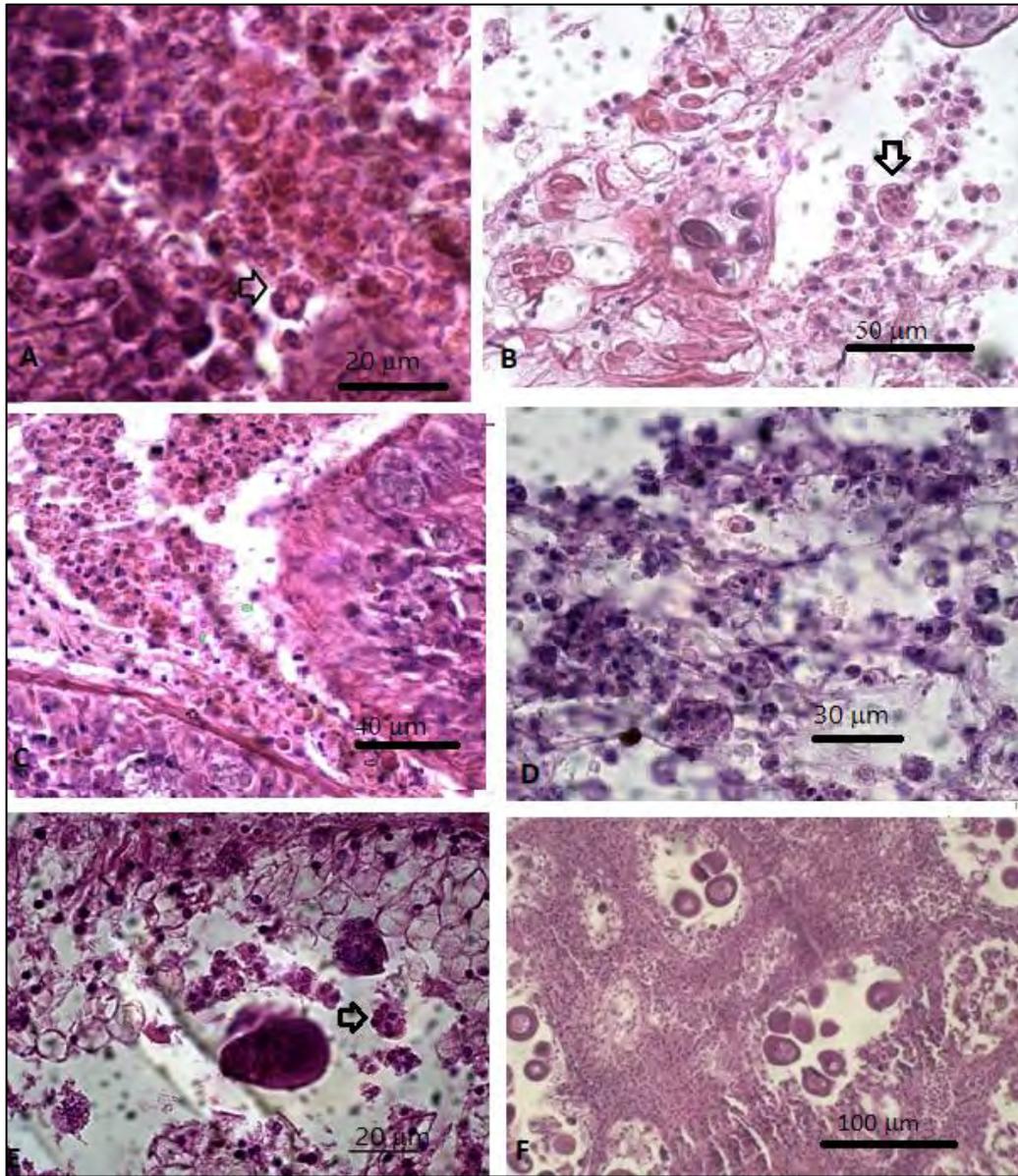
Durante el verano 2021 se confirmó con la especialista Dra. Karin Lohrmann la identificación de las microcélulas en el interior de hemocitos en la almeja *Venus* observadas desde la primera campaña.

Se describen esporoquistes (de 46  $\mu\text{m}$  de diámetro) que contenían esporas (de unos 2,4 a 3  $\mu\text{m}$  de largo) de un **haplosporidio** no identificado (Fig. 155 y 156) en almejas *M. edulis* y *L. antiqua* de tres Regiones (Coquimbo, Biobío y Los Lagos) y de 2 orígenes (Banco natural y AMERB). El tejido conectivo de la glándula digestiva, las branquias, las gónadas y el manto de las almejas hospederas se presenta infiltrado, especialmente el tejido conectivo de la gónada, en donde se encontraron evidencias de la presencia del protozoo. Según la descripción de Carballal *et al.* (2001), la respuesta hemocítica es más intensa cuando la etapa plasmodial es dominante.

Se presentan las fotografías de cortes histológicos donde se puede observar las inclusiones intracitoplasmáticas, los plasmodios y algunas esporas en el tejido conectivo.



**Figura 155:** Detalle del tejido digestivo afectada por un protozoo tipo Haplosporidio, la flecha señala una forma típica de la espora, es posible observar también plasmodios oscuros y densos. (Tinción H&E).



**Figura 156.** Imágenes de tejido de Almeja *L. antiqua* y *M. edulis*, afectados por un tipo de Haplosporidio. A: tejido conectivo de glándula digestiva con esporas y presencia de un plasmodio (flecha), B Tejido conectivo gónadas afectado por Haplosporidios y se observa (flecha) un plasmodio denso con 8 núcleos, C: Tejido de glándula digestiva con infiltración de hemocitos y presencia de inclusiones en células, D: Tejido gonadal con infiltración de hemocitos, se observa presencia de esporoquistes de haplosporidios. E: Folículo reproductivo mostrando infiltración de hemocitos y presencia de un plasmodio denso (flecha). F: Gónada femenina con alta infiltración hemocítica. (Tinción E&H).

### 5.2.2 Observación de parásitos en valvas

Se presentan los resultados del análisis de enfermedades provocadas por gusanos pertenecientes a la clase polychaeta (Annelida) presentes en conchas de bivalvos nativos chilenos recolectados durante la temporada invernal 2019 en la Región de Coquimbo, Biobío y Los Lagos. Algunos de estos poliquetos han sido considerados enfermedades de alto riesgo por la OIE en procesos desarrollados en la década 2000-2010 y por parte de las autoridades del sector acuícola y pesquero nacional. Estas enfermedades han sido denominadas Polydoriasis, Sabellidosis o Cirratulidosis según la familia de poliqueto involucrada (Spionidae, Sabellidae y Cirratulidae, respectivamente).

Además, al menos dos especies de poliquetos han sido introducidos accidentalmente a la costa de Chile (*Polydora uncinata* (Spionidae) y *Terebrasabella heterouncinata* (Sabellidae)). La primera es una especie exótica transportada a Chile mediante la introducción del abalón japonés *Haliotis discus hannai*, mientras que la segunda, es endémico de Sudáfrica, infesta la valva de moluscos gasterópodos, incluyendo aquellos de importancia comercial (e.g *Haliotis midae*) (Ruck y Cook, 1998). *Terebrasabella heterouncinata*, fue introducida en California a través de la importación de abalones infectados para investigación comercial (Culver y Kuris, 2004), posterior a eso fue transportada a Chile mediante la introducción del abalón de California *Haliotis rufescens* (Castilla *et al.*, 2005, Moreno *et al.*, 2006).

A pesar de que su registro en Chile ha sido en circuitos de cultivo de abalón (*Haliotis rufescens*), se considera una especie de poliqueto potencialmente peligrosa para la acuicultura de moluscos en Chile (Moreno *et al.*, 2006)

El método invasivo del poliqueto sabélido *T. heterouncinata*, consiste en el asentamiento de la larva en el borde de las conchas de gasterópodos, creando un tubo con una abertura hacia el exterior, el cual es cubierto con la secreción de capa nacarada de la concha (Moore *et al.*, 2007).

### **5.2.3 Análisis merístico o cuantitativos efectuados para caracterizar la estructura de tamaño y peso de cada especie de bivalvo**

A cada bivalvo se le determinó el peso de la valva derecha, valva izquierda, midiendo con un pie de metro la longitud de la valva izquierda y el peso con una balanza de 200 g máximo de peso y una precisión de  $\pm 0,1$  g. Con los datos obtenidos se obtuvieron las siguientes variables poblacionales descriptivas:

- Longitud total valva izquierda
- Peso valva izquierda
- Peso valva derecha
- Valor promedio de estas medidas (P)
- Desviación estándar (DE)
- Coeficiente de variación (CV) que muestra el grado de agregación o dispersión de los datos. Se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$CV = (DE/P) \times 100.$$

Un valor  $> 1$  indica que hay mucha variación en la muestra, mientras que un valor  $< 1$  indica escasa variabilidad o tallas/pesos homogéneos.

### **5.2.4. Identificación de especies de poliquetos en moluscos bivalvos chilenos de importancia comercial.**

Cada especie se identificó con la ayuda de las descripciones efectuadas por Osorio *et al.*, 1979 y Osorio, 2002, y en la Tabla 39 se muestra la lista de moluscos bivalvos chilenos de importancia comercial analizados la campaña de muestreo invernal 2019 y estival 2021 en el presente estudio, familia a la que pertenecen, distribución geográfica y hábitat. El análisis actual comprende 8 de las ocho especies.

**Tabla 39.** Lista de moluscos bivalvos chilenos de importancia comercial analizados hasta enero 2020, familia a la que pertenecen, distribución geográfica y hábitat en que fueron recolectadas las muestras.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Distribución Geográfica (Chile)	Hábitat
Ostión del norte	<i>A. purpuratus</i>	Pectinidae	Arica a Valparaíso	Submáreal arenoso y centros cultivo
Navajuela	<i>T. dombeii</i>	Psamobiidae	Arica a Estero Elefantes, Región Aysén	Submáreal arenoso
Almeja común	<i>L. antiqua</i>	Veneridae	Arica a Estrecho de Magallanes	Submáreal arenoso
Almeja Taquilla	<i>M. edulis</i>	Mactridae	Arica a Estrecho de Magallanes/Tierra del Fuego	Submáreal arenoso
Macha	<i>M. donacium</i>	Mesodesmatidae	Arica a extremo sur de Isla de Chiloé	Submáreal arenoso
Huepo	<i>E. macha</i>	Pharidae	Caldera a Estrecho de Magallanes	Submáreal arenoso
Cholga	<i>A. ater</i>	Mytilidae	Arica a Canal Beagle	Submáreal rocoso
Ostra chilena	<i>O. chilensis</i>	Ostreidae	Isla de Chiloé	Submáreal rocoso y centros cultivo

#### **Recolección de moluscos bivalvos chilenos de importancia comercial**

La Tabla 40 muestra el origen de las muestras, localidad de colecta, la especie de bivalvo, el tamaño muestral (N) y algunos antecedentes merísticos de cada especie en cada región involucrada en este estudio (tamaño o longitud y el peso total de la concha sin partes blandas). El tamaño de los ejemplares analizados para cada especie indica que son adultos y cumplen con la talla mínima legal de captura oficial dispuesta por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Se observa que en todas las especies analizadas el tamaño de la concha es menos variable que el peso (< 31,5 % versus 90,3 %, respectivamente). La ostra chilena muestra la mayor variabilidad en las variables merísticas, especialmente las muestras extraídas en bancos naturales.

**Tabla 40.** Origen de las muestras, localidad o lugar de colecta, la especie de bivalvo, el tamaño muestral (N) y antecedentes merísticos para cada especie según región involucrada en este estudio.

Región de Coquimbo					
ORIGEN	LUGAR	ESPECIE	N	Talla valva (mm)	Peso valva (g)
AMERB	Tongoy	<i>Mesodesma donacium</i>	45	59,5 ± 4,7	5,4 ± 1,9
AMERB	Tongoy	<i>Tagelus dombeii</i>	45	73,8 ± 3,2	10,6 ± 2,5
AMERB	Puerto Aldea	<i>Argopecten purpuratus</i>	45	90,4 ± 12,0	53,9 ± 18,5
AMERB	Apolillado	<i>Leukoma antiqua</i>	45	62,1 ± 4,8	28,9 ± 8,9
CENTRO CULTIVO	Centro 1	<i>Argopecten purpuratus</i>	30	82,1 ± 10,9	46,8 ± 25,0
CENTRO CULTIVO	Centro 2	<i>Argopecten purpuratus</i>	30	77,6 ± 5,1	20,6 ± 4,1
BANCO NATURAL	Punta Choros	<i>Mesodesma donacium</i>	175	72,3 ± 3,6	11,6 ± 1,7
Región del Biobío					
AMERB	Cerro Verde	<i>Tagelus dombeii</i>	45	69,6±7,0	8,3±2,5
AMERB	Cerro Verde	<i>Leukoma antiqua</i>	45	12,4±7,7	46,6±9,0
AMERB	Laraquete	<i>Ensis macha</i>	45	133,9±29,3	13,3±9,3
AMERB	Laraquete	<i>Tagelus dombeii</i>	45	74,0±9,3	9,4±4,0
AMERB	Laraquete	<i>Leukoma antiqua</i>	45	18,7±8,8	53,8±8,5
AMERB	Punta Lavapié	<i>Aulacomya ater</i>	45	62,2±19,6	9,5±8,6
AMERB	Punta Lavapié	<i>Mulinia edulis</i>	45	64,9±8,9	19,6±6,0
BANCO NATURAL	Tubul	<i>Tagelus dombeii</i>	175	70,9±7,1	10,4±3,0
BANCO NATURAL	Tubul	<i>Mulinia edulis</i>	175	65,1±5,5	21,0±4,4
Región de Los Lagos					
AMERB	Punta Cementerio	<i>Tagelus dombeii</i>	45	57,5±6,0	4,0±1,6
AMERB	Punta Cementerio	<i>Leukoma antiqua</i>	45	56,4±3,2	20,6±4,5
AMERB	Mar Brava	<i>Mesodesma donacium</i>	45	66,0±11,6	8,4±5,1
AMERB	Cucao Norte	<i>Mesodesma donacium</i>	45	70,9±7,1	10,9±5,1
CENTRO CULTIVO	Centro 1	<i>Ostrea chilensis</i>	30	61,7±5,7	9,0±2,7
CENTRO CULTIVO	Centro 2	<i>Ostrea chilensis</i>	30	51,3±4,2	9,8±2,3
CENTRO CULTIVO	Centro 3	<i>Ostrea chilensis</i>	30	64,5±4,8	18,5±5,5
CENTRO CULTIVO	Centro 4	<i>Ostrea chilensis</i>	30	57,8±6,8	14,8±3,9
BANCO NATURAL	Isla Aulín	<i>Leukoma antiqua</i>	175	53,6±8,0	18,2±15,5
BANCO NATURAL	Pullinque	<i>Ostrea chilensis</i>	175	61,2±6,3	15,2±5,1

## Identificación de poliquetos perforadores

Los poliquetos perforadores chilenos se identificaron mediante las siguientes descripciones taxonómicas y catálogos: Basilio *et al.*, 1995, Bertrán *et al.*, 2005; Blake, 1983; Blake & Woodwick, 1971; Cañete, 1988; Diez *et al.*, 2013; Dunphy *et al.*, 2005; Moreno *et al.*, 2006; Olivares 2006; Radashevsky & Cárdenas, 2004; Radashevsky & Olivares, 2005; Riascos *et al.*, 2008; Sato-Okoshi & Takatsuka, 2001.

De estas referencias se construyó el siguiente listado de especies consideradas como plagas potenciales (Cárdenas & Cañete, 2004; Rozbaczyllo *et al.*, 2007):

- *Boccardia tricuspa* (Spionidae)
- *Dipolydora armata* (Spionidae)
- *Dipolydora giardi* (Spionidae)
- *Dipolydora huelma* (Spionidae)
- *Dipolydora magellanica* (Spionidae)
- *Dipolydora sociales* (Spionidae)
- *Polydora bioccipitalis* (Spionidae)
- *Polydora rickettsi* (Spionidae)
- *Dodecaceria opulens* (Cirratulidae)

Los poliquetos perforadores exóticos presentes en Chile se identificaron mediante las siguientes descripciones taxonómicas y catálogos: Radashevsky & Olivares, 2005, y Moreno *et al.*, 2006. Las especies en cuestión son:

- *Polydora uncinata* (Spionidae): especie introducida desde la costa de Japón a Coquimbo a través de la introducción del abalón japonés *Haliotis discus hannai*.
- *Terebrasabella heterouncinata* (Sabellidae): especie introducida desde la costa occidental de Estados Unidos a través de la introducción del abalón *H. rufescens*.

### 5.2.5. Diseño de claves de categorías de daño valvar según especie de bivalvo y poliqueto

Debido a la existencia de diferentes modos de ataque sobre la estructura de la concha por parte de los poliquetos perforadores (tubos lineales, en forma de U, formación de ampollas, ataque dispersos o concentrados; Cañete, 1988; Cárdenas & Cañete, 2004; Simon & Sato-Okoshi, 2015) y la existencia de diferentes matrices y composición mineralógica de la valvas, se generaron diferentes categorías de daño valvar según especie de bivalvo y poliqueto para estimar el nivel de infestación y la gravedad de ello en aquellas especies en que se detectó el problema (*M. donacium*, *A. purpuratus*, *A. ater* y *O. chilensis*).

#### Determinación categorías de daño valvar en *A. purpuratus*

Para determinar el nivel de daño provocado por el poliqueto *P. rickettsi* sobre la valva izquierda del bivalvo *A. purpuratus* se utilizó una escala gráfica y cuantitativa basada en 7 niveles de daño y en un rango de abundancia de escala logarítmica para determinar mediante el número de tubos y el nivel de daño del periostraco la magnitud del problema ocasionado por este poliqueto perforador (Tabla 41). La Figura 156 muestra la escala gráfica elaborada para determinar el grado de infestación provocado por el poliqueto *P. rickettsi* sobre la valva izquierda del bivalvo *A. purpuratus*.

**Tabla 41.** Escala cuali- y cuantitativa utilizada para estimar el nivel de daño provocado por el poliqueto *Polydora rickettsi* sobre la valva izquierda del bivalvo *A. purpuratus*.

Nivel Daño	Escala Abundancia Logarítmica	Observación
Grado 1	0	Ausencia <i>Polydora</i>
Grado 2	1	Presencia un individuo adulto
Grado 3	2 a 9 ejemplares	Presencia adultos
Grado 4	10 a 99 ejemplares	Presencia adultos concentrados en zona inserción músculo aductor; tubos no presentes en el área parda interna del nácar.
Grado 5	10 a 99 ejemplares	Presencia adultos concentrados en zona inserción músculo aductor y presentes hasta el área parda interna del nácar.
Grado 6	100-999 ejemplares	Infestación afecta zona inserción músculo, área parda del nácar y el margen externo de la valva; se notan perforaciones <5mm del periostraco de las estrías radiales.
Grado 7	100-999 ejemplares	Infestación afecta zona inserción músculo, área parda del nácar y el margen externo de la valva; se notan perforaciones > 5 mm del periostraco de las estrías radiales; perforaciones en la capa de nácar.



**Figura 157.** Categorías de daño valvar en *A. purpuratus*. Ejemplares recolectados en la campaña estival 2021 e invernal 2019 respectivamente. Longitud promedio  $\pm$  DE ( $82,1 \pm 10,9$ ) para el periodo estival 2021.

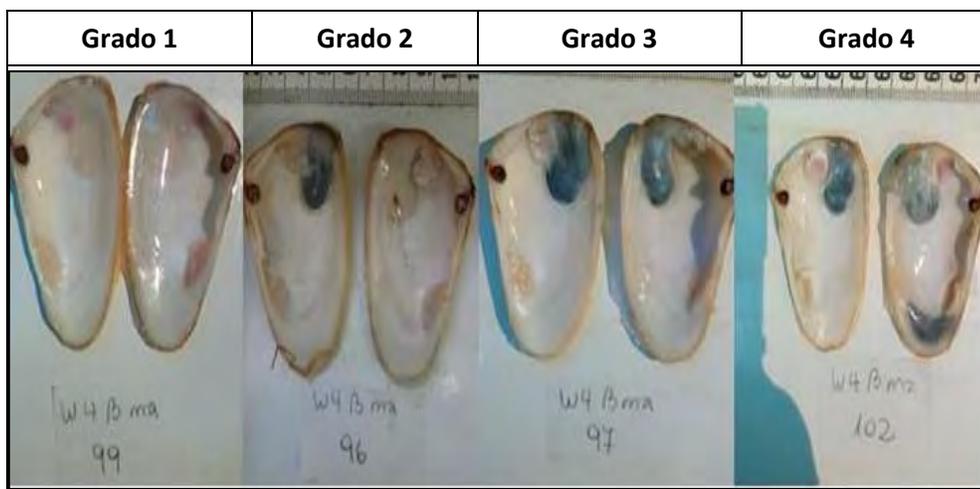
#### Determinación categorías de daño valvar en *M. donacium*

Para determinar el nivel de daño provocado por el poliqueto *P. biocipitalis* sobre las valvas del bivalvo *M. donacium* se utilizó una escala gráfica y cuantitativa basada en 4 niveles de daño propuesta por Riascos *et al.*, 2008; también se estableció el rango de abundancia contabilizando el número de ampollas presentes en la valva izquierda y derecha (Tabla 42). La Figura 158 muestra la escala gráfica elaborada para determinar el grado de infestación provocado por el poliqueto *P. biocipitalis* sobre las valvas del bivalvo *M. donacium*. Se observó que internamente una ampolla puede estar constituida por una, dos y hasta cinco cámaras.

Para determinar el impacto que provoca el ataque de este poliqueto sobre la valva de la macha se midió la longitud de cada ampolla y a la vez se pesaron ambas valvas para estimar el impacto que provoca la construcción de ésta sobre una o ambas valvas respecto a machas sin ataques.

**Tabla 42.** Escala cuali- y cuantitativa utilizada para estimar el nivel de daño provocado por el poliqueto *P. biocipitalis* sobre la valva izquierda del bivalvo *M. donacium* (modificado de Riascos *et al.*, 2008)

Nivel Daño	Escala Abundancia	Observación
Grado 1	0 ampolla	Valva sin evidencia de daño en la zona umbonal. No hay evidencias de formación de ampollas ni en la valva izquierda o derecha
Grado 2	1 ampolla	Evidencia de ampollas con ejemplares poliqueto vivos sólo en una valva o evidencia de una ampolla abandonada en una o ambas valvas
Grado 3	2 ampollas	Evidencia de ampollas con ejemplares poliqueto vivos en una o ambas valvas o evidencia de ampollas abandonadas en una o ambas valvas
Grado 4	3 ampollas	Evidencia de ampollas con ejemplares poliqueto vivos en una o ambas valvas o evidencia de ampollas abandonadas en una o ambas valvas
Grado 5	4 ampollas	Evidencia de ampollas con ejemplares poliqueto-vivos en una o ambas valvas o evidencia de ampollas abandonadas en una o ambas valvas
Grado 6	5 ampollas	Evidencia de ampollas con ejemplares poliqueto vivos en una o ambas valvas o evidencia de Ampollas abandonadas en una o ambas valvas
Grado 7	➤ 5 ampollas	Evidencia de ampollas con ejemplares poliqueto vivos en una o ambas valvas o evidencia de ampollas abandonadas en una o ambas valvas



**Figura 158.** Grados de daño valvar provocados por el poliqueto *P. biocipitalis* en el bivalvo *M. donacium* en la Región de Coquimbo. Muestras recolectadas en el período invernal 2019.

#### Determinación categorías de daño valvar en *Ostrea chilensis*

Se elaboró una escala gráfica basada en cuatro categorías de daño valvar provocado por poliquetos perforadores en la Ostra chilena durante condiciones invernales 2019 y estivales 2021 (Figura 159). Esta escala muestra la abundancia acumulativa en escala logarítmica de las tres especies de poliquetos perforadores presentes en la matriz calcárea de ostras provenientes de los centros de cultivo y bancos naturales.



**Figura 159.** Categorías de daño valvar provocado por poliquetos perforadores presentes en la matriz calcárea de la Ostra chilena (*O. chilensis*). Provenientes de cuatro centros de cultivo de la Región de Los Lagos durante condiciones invernales 2019. Categorías organizadas en escala logarítmica (individuos). Se consideró el efecto acumulativo de tres especies de poliquetos perforadores (*Dipolydora huelma*, *Polydora rickettsi* y *Dodecaceria* sp.).

### Determinación categorías de daño valvar en *T. dombeii*

Debido a que todos los ejemplares analizados no presentaron evidencias de perforaciones provocadas por poliquetos, no se ha elaborado una escala cuali ni cuantitativa para describir el daño valvar en este recurso (Figura 160).



**Figura 160.** Valvas de navajuela *T. dombeii*, que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región de Los Lagos, AMERB Punta Cementerio (longitud promedio  $\pm$  DE: 57,5  $\pm$  6,0 mm).

### Determinación categorías de daño valvar en *Ensis macha*

Debido a que todos los ejemplares analizados no presentaron evidencias de perforaciones provocadas por poliquetos, no se ha elaborado una escala cuali ni cuantitativa para describir el daño valvar en este recurso (Figura 161).



**Figura 161.** Valvas de huevo *E. macha*, que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región del BíoBío AMERB Laraquete.

#### **Determinación categorías de daño valvar en *Leukoma antiqua***

Debido a que todos los ejemplares analizados no presentaron evidencias de perforaciones provocadas por poliquetos, no se ha elaborado una escala cuali ni cuantitativa para describir el daño valvar (Figura 162).



**Figura 162.** Valvas de almeja venus *L. antiqua*, que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región de Los Lagos Banco natural Isla Aulin.

### Determinación categorías de daño valvar en *M. edulis*

Debido a que todos los ejemplares analizados en la región del BíoBío no presentaron evidencias de perforaciones provocadas por poliquetos, no se ha elaborado una escala cuali ni cuantitativa para describir el daño valvar (Figura 163). Sin embargo, se encontraron evidencias de formación de ampollas en playas de la región de Coquimbo, donde hay coexistencia con el bivalvo *M. donacium*.



**Figura 163.** Valvas de almeja ploma *M. edulis*, que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región del BíoBío AMERB Punta Lavapié.

### Determinación categorías de daño valvar en *Aulacomya ater*

Durante el muestreo estival 2021 algunos ejemplares de cholga (13,3 %) presentaron poliquetos perforadores en alguna de sus valvas, siendo los daños provocados por *Dodecaceria* sp (Cirratulidae) y *Dipolydora huelma*. No se elaboró una escala de daño valvar, ya que hubo un bajo porcentaje de valvas afectadas (Figuras 164 y 165). El tipo de ataque puede ser clasificado como tubo con forma de U (Figura 166).



**Figura 164.** Valvas de cholga *A. ater*, que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores (*D. huelma*). Ejemplares recolectados sólo en el periodo estival 2021 en la región del BíoBío AMERB Punta Lavapié.



**Figura 165.** Valvas de cholga *A. ater*, con tubos construidos por el poliqueto Cirratulidae *Dodecaceria* sp. Ejemplares recolectados sólo en el periodo estival 2021 en la región del BíoBío AMERB Punta Lavapié.



**Figura 166.** Detalle de la lesión valvar en *A. ater* afectada por el poliqueto perforador *D. huelma*. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región del BíoBío AMERB Punta Lavapié .

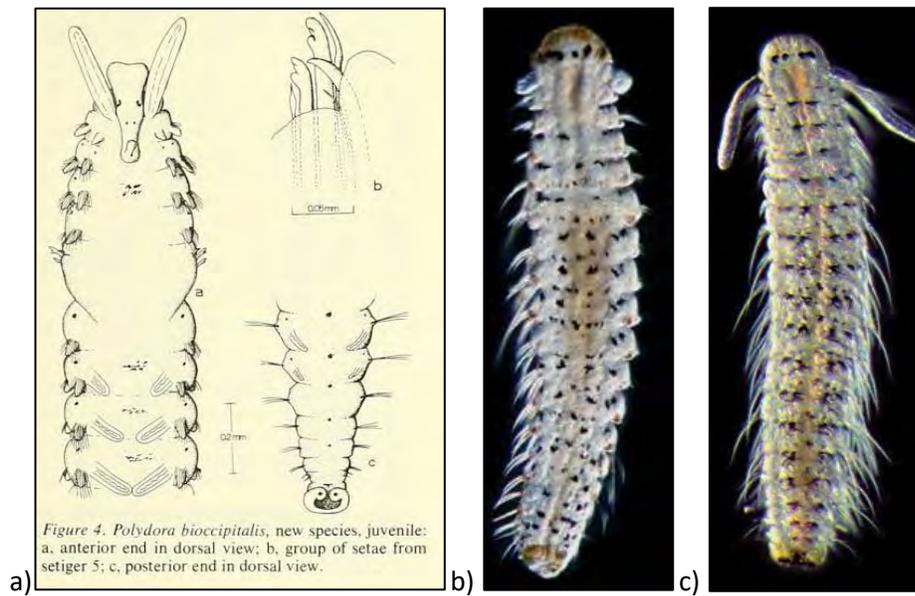
#### **5.2.6. Análisis de cápsulas, larvas, juveniles y adultos de *Polydora* spp (Spionidae) en residuos de fijador y valvas.**

Para verificar la presencia de larvas y/o juveniles en el líquido fijador en que se preservó las valvas, el contenido de cada bolsa se analizó bajo una lupa estereoscópica para identificar y contabilizarlos si fuera posible. Posteriormente cada valva con tubos y ampollas fueron fragmentadas con la ayuda de un alicate o tenaza. Los fragmentos de concha se observaron bajo un microscopio estereoscópico para verificar, separar y contabilizar cápsulas ovígeras adheridas en los tubos como también larvas, juveniles y/o adultos de *Polydora* (Figura 167). Los miembros del grupo de polidóridos poseen un ciclo de vida bento-pelágico con la fase adulta habitando los tubos construidos en las valvas y las larvas nadando libremente en la columna de agua por un lapso determinado.

Las larvas de *Polydora rickettsi* fueron descritas por Cañete (1988) y Ravidashevski & Cárdenas (2004); los juveniles de *P. biocipitalis* fueron descritos por Blake & Woodwick (1971). Las larvas de *Boccardia* han sido descritas a través de análisis de muestras zooplanctónicas de Bahía Concepción (Carrasco, 1976) y las larvas de miembros del género *Dipolydora* han sido descritas con detalle por Abe & Sato-Okoshi (2021) (Figura 167), presentando numerosos cromatóforos estrellados en la zona dorsal. Las observaciones de capsulas ovígeras y larvas sólo se hicieron durante el muestreo estival 2021 y tiene un carácter cualitativo para demostrar indirectamente actividad reproductiva durante este periodo. No se contabilizaron dado el nivel de destrucción al extraer los ejemplares adultos desde las valvas. Una representación del ciclo de vida de un poliqueto polidórido perforador se muestra en la Figura 168 en que se muestra un tipo de ciclo de vida bento-pelágico, donde el adulto habita en tubos construidos en la matriz calcárea de las conchas de los bivalvos y las larvas que se dispersan a través de la columna de agua por un lapso variable.

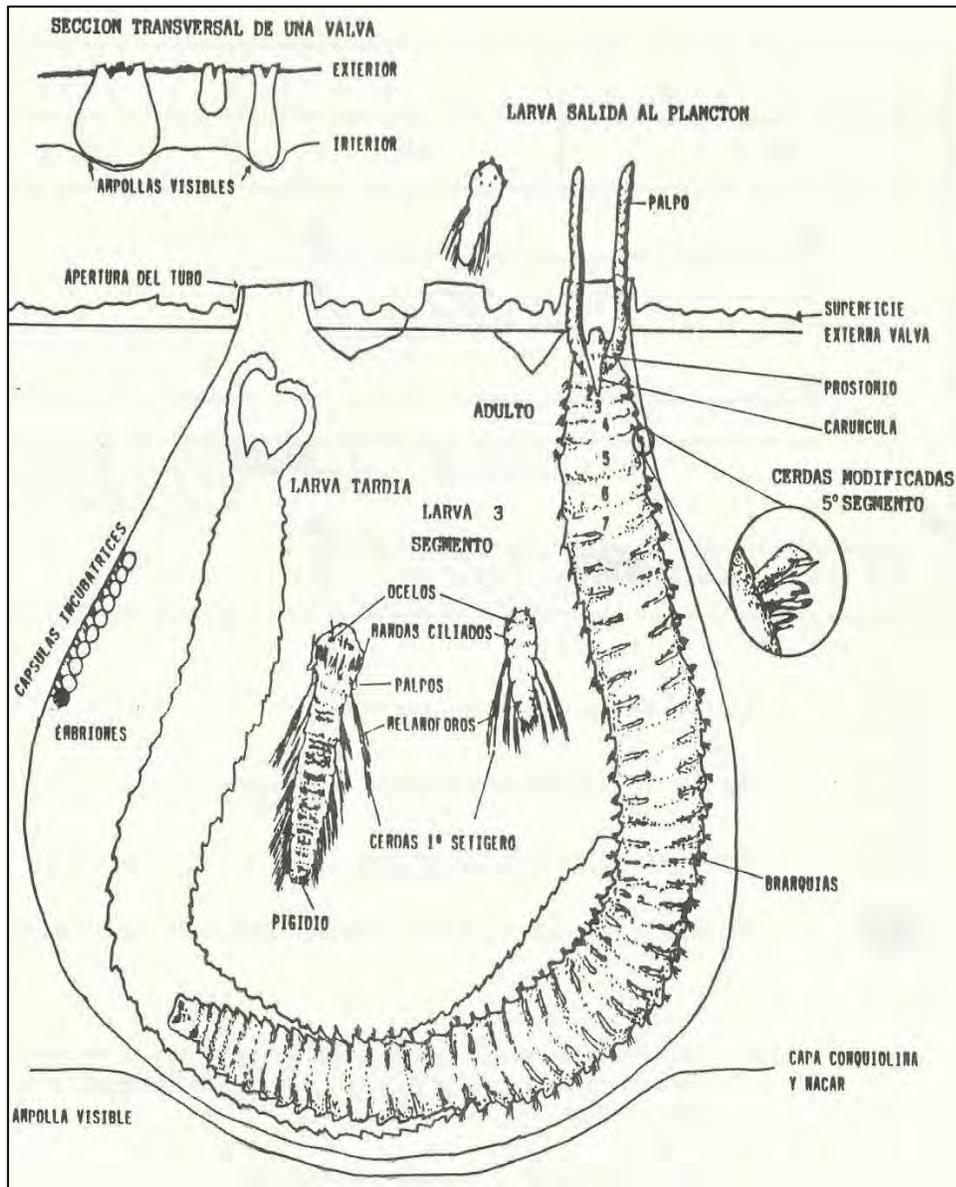


**Figura 167.** Cápsulas ovíferas del poliqueto *P. bioccipitalis*, extraídas de ampollas en valva Se observan más de 100 embriones/cápsula.



a) b) c)

**Figura 168.** a) Detalle de la morfología corporal de un ejemplar juvenil del poliqueto *Polydora bioccipitalis* (Blake &Woodwick, 1971). B) de *Dipolydora sociales* y c) *D. giardi* (de Abe & Sato-Okoshi, 2021). Larvas y juveniles de *D. huelma* no se detectaron en el contenido de las muestras observadas el 2019 ni durante el 2021.



**Figura 169.** Esquema del ciclo de vida bento-pelágico de un representante del género *Polydora* (Spionidae) formadora de tubos o ampollas en valvas de moluscos. Este ciclo de vida es representativo además para otros polidóridos pertenecientes a los géneros *Boccardia* y *Dipolydora* (Modificado de Bailey-Brock & Ringwood, 1982).

**5.2.7. Identificación poliquetos perforadores del género *Polydora* que interactúan con moluscos bivalvos de importancia comercial en Chile.**

En la Tablas 42 y 43 se presenta un análisis comparativo de las características taxonómicas utilizadas para identificar a diversas especies de polidóridos perforadores nativos y exóticos distribuidos en la costa de Chile.

**Tabla 42.** a) Caracteres morfológicos de importancia taxonómica para identificar especies de *Polydora* y *Dipolydora* nativas de la costa de Chile (Polychaeta: Spionidae) que perforan las valvas de algunos bivalvos de importancia comercial en Chile (Rojas & Olivares, 2006).

Especie	Tipo margen anterior prostomio	N° antena en carúncula	Extensión carúncula	Presencia notocerdas en segmento 5	Tipo neuroganchos segmento 5	Espinas modificadas en notopodios posteriores
<i>P. biocipitalis</i>	Bífido	2	Hasta el 5° segmento	0	0	No
<i>P. rickettsi</i>	Levemente bífido	0	Hasta el 4° segmento	2-3	Bidentados	No
<i>D. huelma</i>	Redondo	0	Hasta el 4° segmento	5 a 6	Con márgenes laterales alados	Si
<i>D. giardi</i>	Bífido	0	Hasta el 3° segmento	4 a 5	Extremo distal ganchos redondos, sin márgenes laterales alados	No

**Tabla 43.** b) Caracteres morfológicos de importancia taxonómica para identificar dos especies de *Polydora* nativas de la costa de Chile (Polychaeta: Spionidae) que perforan las valvas de algunos bivalvos de importancia comercial en Chile (Modificado de Basilio *et al.* 1995).

Especie	Carácteres morfológicos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>P. biocipitalis</i>	SI-B	2	A	9-14	9-10	P	7	P	1
<i>P. rickettsi</i>	SI-L	0	A	5-6	7	P	7	A	3

#### Detalle caracteres taxonómicos

1. Prostomio anteriormente bifurcado (B) o levemente dividido (L)
2. Número tentáculos occipitales sobre la carúncula
3. Presencia (P) o ausencia (A) notocerdas en el setígero 1
4. Número de ganchos en el segmento setígero 5
5. Segmento en el que se originan los neuroganchos encapuchados
6. Presencia (P) o ausencia (A) de constricción en el centro de los neuroganchos
7. Segmento en que se originan las branquias
8. Presencia (P) o ausencia (A) de branquias en el extremo posterior del cuerpo
9. Forma del pigidio: 1) ampliamente parado en el dorso, 2) trilobulado; 3) escasamente separado en la zona dorsal, de forma discoidal.

#### **Determinación del nivel de infestación por poliquetos perforadores**

Para determinar el nivel de infestación o prevalencia (P) de las infestaciones provocadas por poliquetos perforadores sobre moluscos bivalvos de importancia comercial en Chile, se determinó para aquellas especies que mostraron daños o formación de ampollas y tubos (*M. donacium*, *A. purpuratus*, *O. chilensis*, y en menor medida *A. ater*) se determinó la proporción o porcentaje de ejemplares infestados (BI) versus el número total de bivalvos (BT) analizados para cada especie (Martin and Britayev, 1998; Riascos *et al.*, 2008).

La expresión matemática se expresó como:

$$P=(BI_{\text{especie}}/BT) *100$$

El nivel de infestación fue calculado para establecer relaciones entre el nivel de infestación y:

- a) El tamaño de las valvas de los bivalvos y las categorías de daño
- b) Para comparar el nivel de infestaciones en función de la estacionalidad (invierno 2019 v/s verano 2021)
- c) Para comparar el nivel de infestaciones según el origen de los moluscos bivalvos (área de

manejo y explotación de recursos bentónicos, AMERB, centros de cultivo y bancos naturales.

- d) Para comparar niveles de infestación según la latitud o región de colecta de los moluscos bivalvos (Región de Coquimbo, Región del Biobío y Región de Los Lagos).
- e) Determinar el tipo de especie de poliqueto perforador y el nivel de infestación según especie de bivalvo.

### **Comparación del nivel de infectación según origen del molusco.**

Para determinar potenciales diferencias latitudinales en el nivel de infestación y si existen variaciones según el hábitat (bancos naturales), medio de producción (cultivo suspendido) o áreas marinas protegidas (Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, AMERB) dentro de una misma especie de bivalvo, se analizaron las siguientes variables: a) el nivel de infestación provocado por las diversas especies de poliquetos perforadores en cada región geográfica comprometida en esta investigación (Región de Coquimbo, Biobío y de Los Lagos) y b) determinación proporción de bivalvos infestados por especie y el grado de daño valvar.

Este análisis sólo incluyó las especies *A. purpuratus*, *M. donacium* y *O. chilensis* dado que en estas tres especies se reportó presencia de poliquetos perforadores de forma frecuente.

Para determinar potenciales diferencias entre los niveles de infestación se estableció un análisis estadístico comparando el número de poliquetos y la frecuencia de aparición por especie de bivalvo en las distintas áreas muestreadas (Banco natural, Centro de cultivo y AMERB). Se utilizaron análisis estadísticos no paramétricos tales como la prueba de Mann-Whitney y prueba de Kruskal-Wallis, dependiendo la cantidad de datos a comparar. Los análisis se desarrollaron a través del software Graph Pad Prism 8.3 (<http://www.graphpad.com/faq/viewfaq.cfm?faq=1362>).

### **Depósito de las muestras de poliquetos recolectados**

Los poliquetos extraídos de cada especie de bivalvo analizado fueron separados, identificados, contabilizados, etiquetados y preservados en formalina al 10% y fueron almacenados en el Laboratorio de Oceanografía Biológica Austral (LOBA) dependiente del Departamento de Ciencias y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, Campus Instituto de la Patagonia.

### **Detalles del análisis de poliquetos perforadores y de los moluscos bivalvos nativos de Chile**

Durante la campaña invernal se recolectaron 1730 ejemplares de las diferentes especies de bivalvos y en la campaña estival 2021 se analizaron 1730 ejemplares de las diferentes especies de moluscos bivalvos nativos chilenos.

### **Biodiversidad de poliquetos perforadores en las valvas de bivalvos marinos de importancia económica en Chile**

Durante la campaña invernal 2019 y estival 2021 se detectaron 4 de las nueve especies de poliquetos perforadores señaladas en el listado indicado en la metodología. Tres especies pertenecen a la familia Spionidae (*D. huelma*, *P. rickettsi* y *P. biocipitalis*) y uno a la familia Cirratulidae (*Dodecaceria* sp). *P. rickettsi* fue detectada en el Ostión del Norte proveniente de centros de cultivo de Tongoy y en un área de manejo, mientras que *P. biocipitalis* fue detectada en valvas de *M. donacium* en Tongoy (AMERB) y Punta de Choros (banco natural). *P. rickettsi* también fue detectada en valvas de *O. chilensis* provenientes de centros de cultivo de la Isla de Chiloé Región de Los Lagos. *D. huelma* fue detectada solamente en valvas de *Ostrea chilensis* coexistiendo junto al poliqueto cirratulido *Dodecaceria* sp y *P. rickettsi* como también en las valvas de cholga (Tabla 44).

Las valvas de los restantes bivalvos (*L. antiqua*, *M. edulis*, *Ensis macha*, *T. dombeii*) se caracterizaron por la ausencia de ataque de poliquetos polidóridos, cirratúlidos y sabélidos, independientes de la región de procedencia y origen o hábitat de las muestras. En el muestreo

estival algunos de los ejemplares de cholga presentaron daños en sus valvas, principalmente provocados por *D. huelma* (Spionidae) y *Dodecaceria* sp (Cirratulidae).

**Tabla 44.** Biodiversidad de poliquetos perforadores y sus moluscos bivalvos hospedadores analizados y abundancia de poliquetos en dos campañas de vigilancia epidemiológica.

Bivalvo hospedador	Región	Poliqueto perforador	Abundancia media de poliquetos/valva (ind./valva)		Tipo daño (ampollas o tubos)
			2019	2021	
<i>M. donacium</i>	IV	<i>P. biocipitalis</i>	0,23 ±0,7	1,07±1,7	Ampolla
<i>M. donacium</i>	X	<i>P. biocipitalis</i>	0	0	Ampolla
<i>A. purpuratus</i>	IV	<i>P. rickettsi</i>	28,3±29,2	Sólo fueron categorizados	Tubos U Tubos lineales
<i>A. ater</i>	VIII	<i>D. huelma</i> <i>Dodecaceria</i> sp	SIN INFORMACIÓN (No hubo ejemplares)	0,24 ± 0,7	Ampollas Tubos U
<i>O. chilensis</i>	X	<i>P. rickettsi</i> <i>D. huelma</i> <i>Dodecaceria</i> sp	1,1 ±2,3	3,1±14,6	Tubos U Tubos lineales

#### Vigilancia sanitaria de poliquetos exóticos introducidos a Chile

Durante el presente análisis de las valvas pertenecientes a las 8 especies de moluscos bivalvos nativos de la costa chilena para ambos periodos de muestreo, no se detectaron ni embriones, cápsulas, juveniles o adultos de las especies *Polydora uncinata* y *Terebasabella heterouncinata*, ambas consideradas especies accidentalmente introducidas a la costa chilena por el transporte de abalones reproductores de la costa de Japón y Estados Unidos, respectivamente. Ambas especies poseen desarrollo larvario de tipo directo y por ende poseen escaso potencial de dispersión y propagación (Simon & Sato-Okoshi, 2015). Esta situación fue similar a lo observado en la campaña de vigilancia epidemiológica invernal 2019.

## Determinación categorías de daño valvar por poliquetos en bivalvos nativos de la costa de Chile

### *Argopecten purpuratus*

Para el periodo de muestreo invernal 2019 el análisis del grado de infestación del poliqueto *P. rickettsi* fue detectado en el Ostión de dos centros de cultivo suspendido (Centro 1 y Centro 2) y un área de manejo de Tongoy, lo cual mostró que existen cuatro grados de infestación recurrentes (3, 4, 5 y 6) en los centros de cultivo siendo el más representado el grado 3 y 5 (63 al 70%).

En el área de manejo los ostiones son de mayor tamaño y la concha más gruesa, casi duplicando el peso de las valvas de ostiones cultivados (Tabla 45). Todos los ostiones se encuentran infestados con este poliqueto, pero no se aprecia un daño estructural de las valvas.

En el periodo de muestreo estival 2021, el análisis del grado de infestación del poliqueto *P. rickettsi* se detectó en el Ostión del Norte en dos centros de cultivo suspendido (Centro 1 y Centro 2) y un área de manejo (Puerto Aldea). De modo similar al invierno, en esta ocasión los grados de infestaciones recurrentes fueron (4, 5, 6 y 7) en el Centro 2, donde el más representado es el grado 6 (44 %), en el Centro de cultivo 1 y AMERB de Puerto Aldea, hubo tres grados de infestación recurrente (1, 2 y 3), siendo el más representado el grado 1 (50–58%).

De igual manera en el área de manejo los ostiones son de mayor tamaño y la concha más gruesa, casi duplicando el peso de las valvas de ostiones cultivados (Tabla 45). Todas las valvas izquierdas de los ostiones se encuentran infestadas con este poliqueto.

**Tabla 45.** Nivel de infestación del poliqueto *P. rickettsi* detectado en el Ostión del Norte (*A. purpuratus*) proveniente de centros de cultivo y áreas de manejo de Bahía Tongoy, Región de Coquimbo (período invernal 2019).

Período	Origen Muestra	Localidad	N	Longitud Valva izquierda (mm)	Peso Valva (g)	Grado de Infestación (%)						
						1	2	3	4	5	6	7
Invierno 2019	Centro de cultivo 1	Tongoy	30	73,2±4,4 6,00%	19,0±3,0 15,90%	0	0	0	7	63	30	0
Invierno 2019	Centro de cultivo 2	Tongoy	30	69,5±3,9 5,60%	33,1±6,5 19,60%	0	6	70	20	3	0	0
Invierno 2019	AMERB	Pto. Aldea	45	94,8±4,5 4,60%	57,3±12 20,90%	4	80	16	0	0	0	0
Verano 2020-21	Centro Cultivo 1	Tongoy	30	82,1±10,9 13,30%	46,8±25,0 53,3%	50	30	13,3	3,3	0	0	0
Verano 2020-21	Centro cultivo 2	Tongoy	27	77,6±5,1 20,10%	20,6±4,1 20,10%	0	0	0	14,8	14,8	44,4	14,8
Verano 2020-21	AMERB	Pto. Aldea	45	90,4±12,0 13,0%	53,9±18,5 34,40%	57,7	33,3	0,8	0	0	0	0

La Figura 170 muestra los diversos grados de infestación provocados por el poliqueto *P. rickettsii* en la valva izquierda de *A. purpuratus* provenientes de centros de cultivo suspendido en Bahía Tongoy, Región de Coquimbo, Chile (muestreo invernal 2019).

En general, el 100% de los ostiones provenientes de los centros de cultivo como del área de manejo se encuentran infestados con este poliqueto. La abundancia promedio del poliqueto *P. rickettsi* en cada valva izquierda en la AMERB fue de  $27,3 \pm 19,1$  ejemplares/valva izquierda mientras que en el centro de cultivo 2 la abundancia promedio fue de  $41,7 \pm 19,5$  ejemplares/valva izquierda, respectivamente. Los ejemplares se encuentran sobre la talla mínima legal de captura (90mm).



**Figura 170.** Algunos grados de infestación provocados por el poliqueto *P. rickettsii* en valvas de *A. purpuratus* provenientes de un centro de cultivo suspendido en Bahía Tongoy, Región de Coquimbo, Chile (muestreo invernal 2019).

La Figura 171 muestra los grados de infestación provocados por el poliqueto *P. rickettsii* en valvas de *A. purpuratus* provenientes de AMERB Puerto Aldea, Centro de cultivo 2 y Centro 1, Región de Coquimbo, Chile (muestreo estival 2021).

En general, el 100% de los ostiones provenientes de los centros de cultivo como del área de manejo se encuentran infestados con este poliqueto. En esta ocasión solo se categorizaron los ejemplares de ostión según su grado de infestación.

En la AMERB de Puerto Aldea el 57,7 % estuvieron categorizados como grado 1 de infestación (valva sin *Polydora*), en el Centro de cultivo 2 el 44,4 % de los ejemplares se categorizaron con grado 6 de infestación (infestación alta en toda la valva sin deterioro) y por último en el Centro de cultivo 1, el 50% de los ejemplares fueron categorizados con grado de infestación grado 1 (valva sin *Polydora*).

Por lo tanto, el lugar más afectado por polydoriasis fue el Centro de cultivo 2, el cual, en este muestreo estival, fue el único sector que exhibió ejemplares afectados con grado 7 de infestación (infestación alta en toda la valva con deterioro de esta, observable por parte externa).



**Figura 171.** Grados de infestación provocados por el poliqueto *Polydora rickettsi* en valvas de *Argopecten purpuratus* Provenientes de AMERB Puerto Aldea, Centro de Cultivo 2 y Centro Cultivo 1, Región de Coquimbo, Chile (muestreo estival 2021).

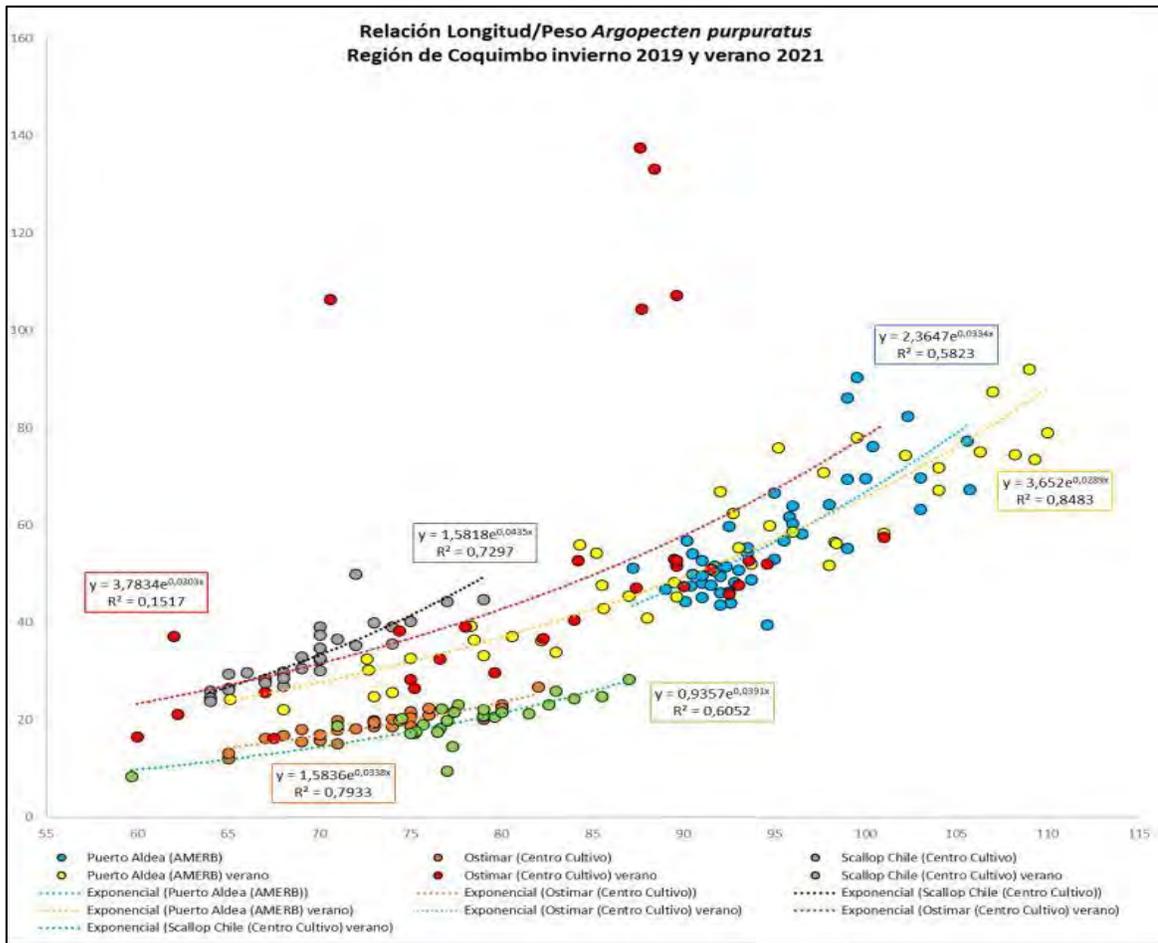
Un dato interesante es la cantidad de valvas de *A. purpuratus* afectadas también por epibiontes de cirripedios (Figura 172) en el Centro de cultivo 1 en la región de Coquimbo. Lo anterior afecta estéticamente al producto final haciendo que este no tenga un aspecto agradable para la venta. Se desconoce si tiene algún efecto letal o subletal sobre el ostión.



**Figura 172.** Valvas de *A. purpuratus* del Centro de cultivo 1, región de Coquimbo, Chile, afectadas por un cirripedio epibionte (muestreo estival 2021).

### **Relación Longitud/Peso**

Con la data obtenida en ambas campañas de vigilancia epidemiológica sobre el recurso Ostión del norte se determinó la relación entre la longitud y el peso total para cada centro de cultivo y AMERB de Bahía Tongoy (Figura 173). Se observa una amplia variabilidad en el tamaño y peso, donde los ejemplares de la AMERB para ambos períodos suelen alcanzar un mayor tamaño que los de centros de cultivo. En ambos centros de cultivo, los ostiones poseen un rango de tamaño menor en ambas campañas de muestreo. En general, se observa una amplia dispersión de las tallas.



**Figura 173.** Relación longitud/peso de *A. purpuratus* en una AMERB (Puerto Aldea) y dos centros de cultivo Centro 1 y Centro 2): Bahía Tongoy, Región de Coquimbo, Chile, durante la campaña de vigilancia epidemiológica invernal 2019 y estival 2021.

#### Determinación de categorías de daño valvar en *Mesodesma donacium*

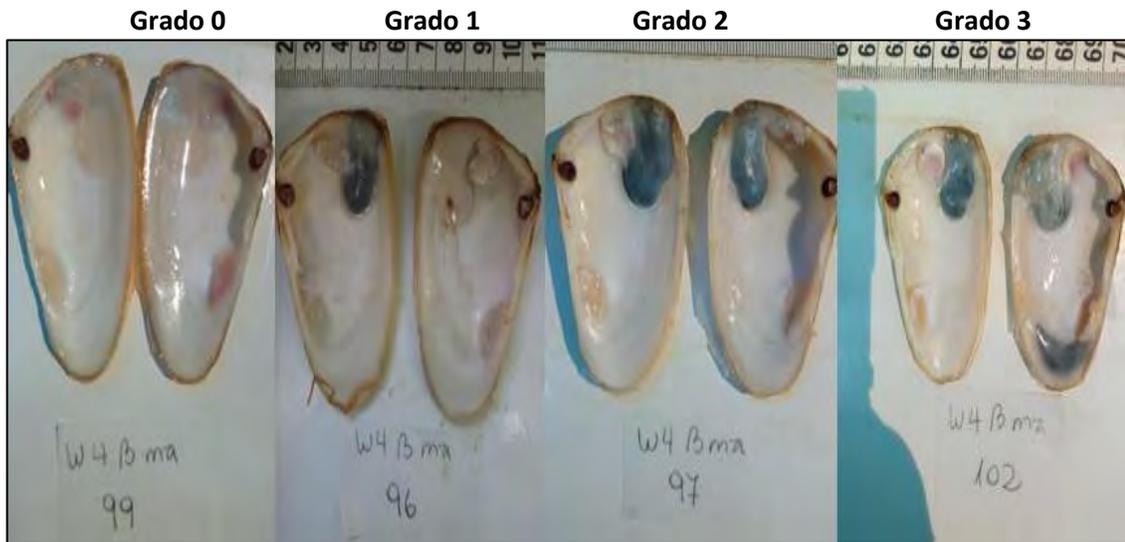
El análisis del grado de infestación del poliqueto *P. biocipitalis* detectada en la macha fue analizada en el banco natural de Punta de Choros y en un área de manejo localizada en Tongoy, totalizando 220 ejemplares adultos provenientes de la Región de Coquimbo. En la muestra del área de manejo sólo 15 ejemplares presentaron ampollas en una de las valvas cuya longitud promedio fue de  $23,4 \pm 1,7$  mm (coeficiente variación = 7,5%). La ampolla se extiende por casi 1/3 de la longitud de la valva (Tabla 47; Figura 174).

La ampolla afecta a la valva derecha o izquierda y pueden localizarse cercana al umbo, en el margen central o en el extremo anterior. En Tongoy la mayor frecuencia se observa en ampollas localizadas en la zona umbonal (100%), las cuales pueden tener entre 0 y 5 cámaras. La mayor frecuencia de ocurrencia corresponde a valvas sin ampollas (67%), mientras que se registró un caso (2%) con presencia de una ampolla con 5 cámaras. Lo más llamativo es que en la AMERB de Tongoy sólo se contabilizaron 12 ejemplares adultos de *P. biocipitalis* presentes solo en 6 valvas. Lo recurrente fue detectar entre 1 a 3 individuos por ampolla. Aparte de ello, no se logró identificar presencia de juveniles, larvas o cápsulas entre los fragmentos de concha durante el muestreo invernal 2019.

En el banco natural de Punta de Choros, 101 machas presentaron al menos una ampolla (58%). Dentro de las machas infestadas, la mayoría presentó al menos una ampolla (45%) o dos ampollas (11%). Las ampollas pueden estar presentes en una o ambas valvas. Sin embargo, solamente se contabilizaron 8 ejemplares de poliqueto *P. biocipitalis* adultos, 9 juveniles, 1 larva y 4 registros de ovicápsulas embrionadas.

**Tabla 46.** Nivel de infestación del poliqueto *P. biocipitalis* detectado en macha proveniente de dos localidades de la Región de Coquimbo (período invernal 2019 – estival 2021).

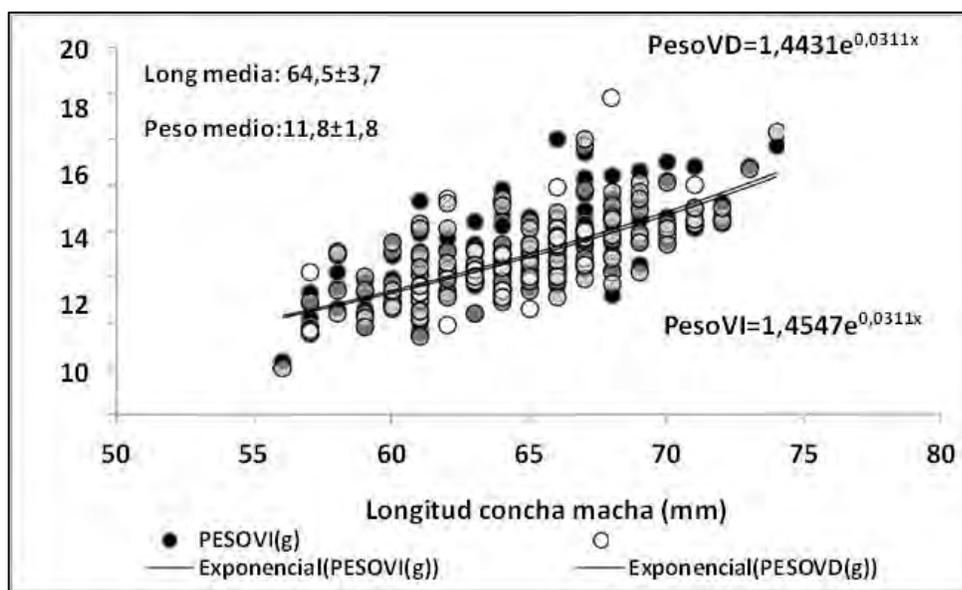
Periodo	Origen Muestra	Localidad	N	Longitud valva izquierda	Peso valva	Número de ampollas/valvas (%)						
						0	1	2	3	4	5	6
Invierno 2019	Banco Natural	Punta Choros	175	64,5±3,7 5,80%	11,0±1,8 15,9%	43	45	11	1	0	0	0
Invierno 2019	AMERB	Tongoy	45	67,4±3,1 4,50%	11,7±1,5 12,40%	67	16	11	4	0	2	0
Verano 2020-21	Banco Natural	Punta Choros	175	59,5±4,7 7,90%	5,4 ± 1,9 34,60%	20,1	49,1	30,1	0,6	0	0	0
Verano 2020-21	AMERB	Tongoy	45	72,3±3,6 5,0%	11,6±1,7 14,6%	91,1	6,6	2,2	0	0	0	0



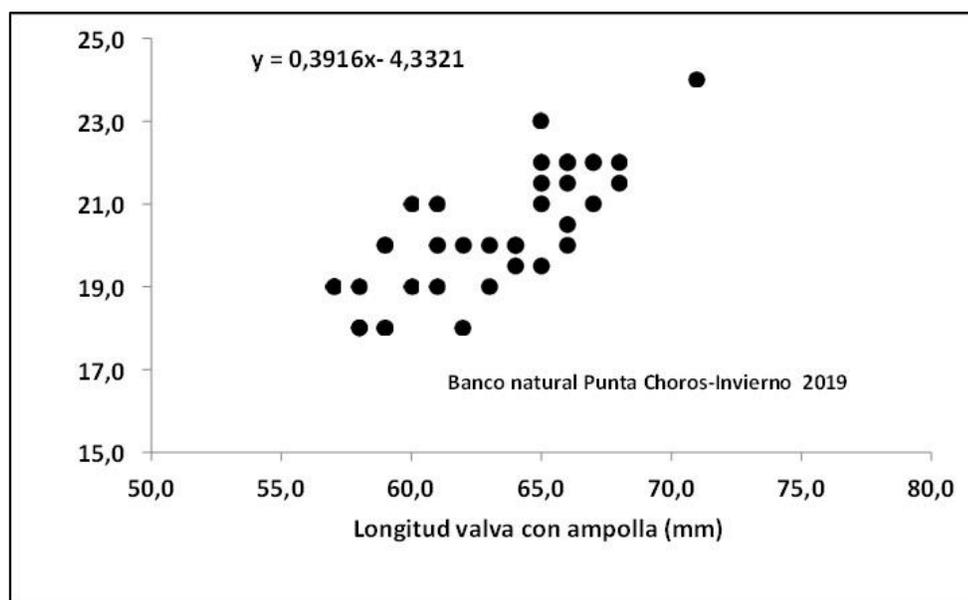
**Figura 174.** Diversos grados de infestación provocados por el poliqueto *P. biocipitalis* en valvas de *M. donacium*: Banco natural de Punta de Choros, Región de Coquimbo, Chile (muestreo invernal 2019). Las ampollas se observan de color negro. Similar escala se aplicará a las muestras recolectadas en otras localidades.

Se observó una relación exponencial positiva significativa entre la longitud y el peso de la valva derecha (VD) e izquierda (VI) en las machas recolectadas en un banco natural de Punta de Choros (N=175 ejemplares). Dentro del rango de talla analizado siempre la valva derecha fue levemente más pesada que la valva izquierda (Figura 175).

Para verificar si la existencia de la ampolla construida por el poliqueto *P. biocipitalis* afecta el peso de las valvas, se relacionó la longitud de las machas con la longitud de la ampolla localizada al margen de la zona umbonal (Figura 176). Se observó una relación lineal positiva significativa entre ambas variables.



**Figura 175.** Relación longitud/peso de cada valva del bivalvo *M. donacium* de un banco natural de Punta de Choros, Región de Coquimbo, durante la campaña invernal 2019 (N=175).



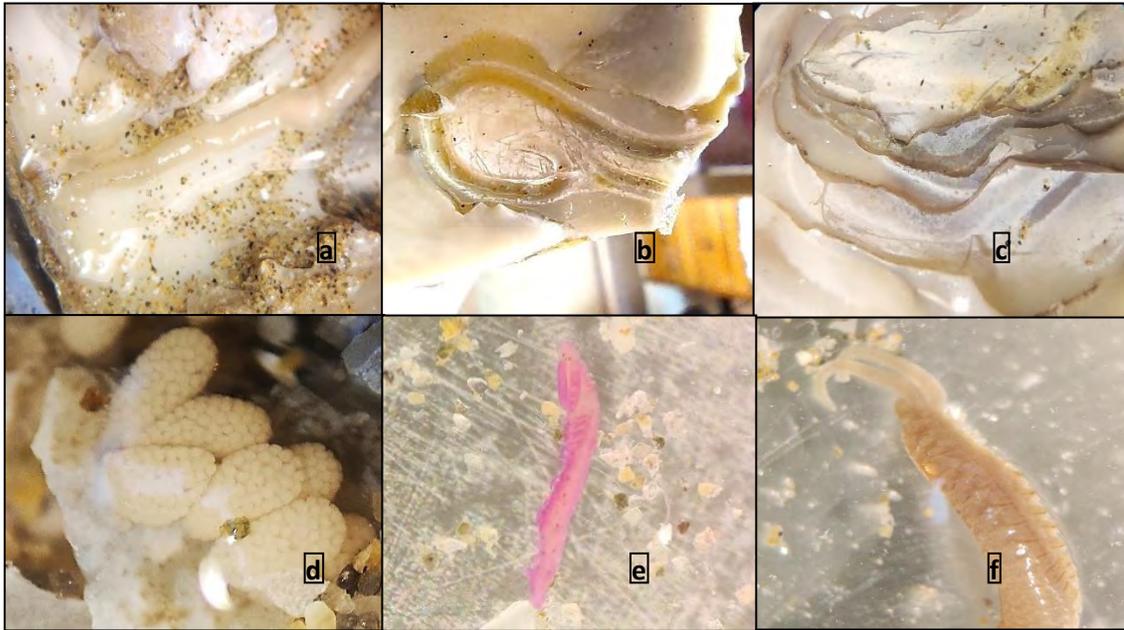
**Figura 176.** Relación longitud total de valvas de *M. donacium* versus tamaño ampolla construidas por el poliqueto perforador *P. biocipitalis*: Banco natural de Punta de Choros, Región de Coquimbo, durante la campaña invernal 2019 (N =39).

De igual forma se detectó infestación por el poliqueto *P. biocipitalis* en la macha para el periodo estival 2021. Esta fue analizada en el banco natural de Punta de Choros y en un área de

manejo localizada en Tongoy, totalizando 214 ejemplares adultos provenientes de la Región de Coquimbo. En la muestra del área de manejo solo 3 ejemplares presentaron ampollas en una de las valvas, cantidad mucho menor que aquella reportada para el muestreo invernal 2019. La longitud promedio de la ampolla fue de  $22,4 \pm 3,2$  mm (coeficiente variación = 14,2%) y esta se extiende por casi 1/3 de la longitud de la valva (Tabla 46; Figura 177).

La ampolla afecta a la valva derecha o izquierda y pueden localizarse cercana al umbo, en el margen central o en el extremo anterior. En esta ocasión el banco natural ubicado en Punta de Choros es la localidad con la mayor frecuencia observada en ampollas ubicadas en la zona umbonal (100 %), las cuales pueden tener entre 0 y 8 cámaras. La mayor frecuencia de ocurrencia corresponde a valvas con una ampolla (49,1%), mientras que sólo el 0,6 % presentó una cantidad de 3 ampollas, se registró un sólo caso (0,6 %) con presencia de una ampolla con 8 cámaras (Fig. 177). Por cada ejemplar analizado se encontraron entre 1 a 8 ejemplares adultos de *P. biocipitalis*. Aparte de ello, todos los ejemplares analizados presentaron *P. biocipitalis* en su estado juvenil, llegando a contabilizar hasta 12 individuos por ejemplar, por lo demás el 6,5% de ejemplares presentaron ovicápsulas embrionadas, reflejando que las condiciones de verano promueven la actividad reproductiva en este poliqueto perforador.

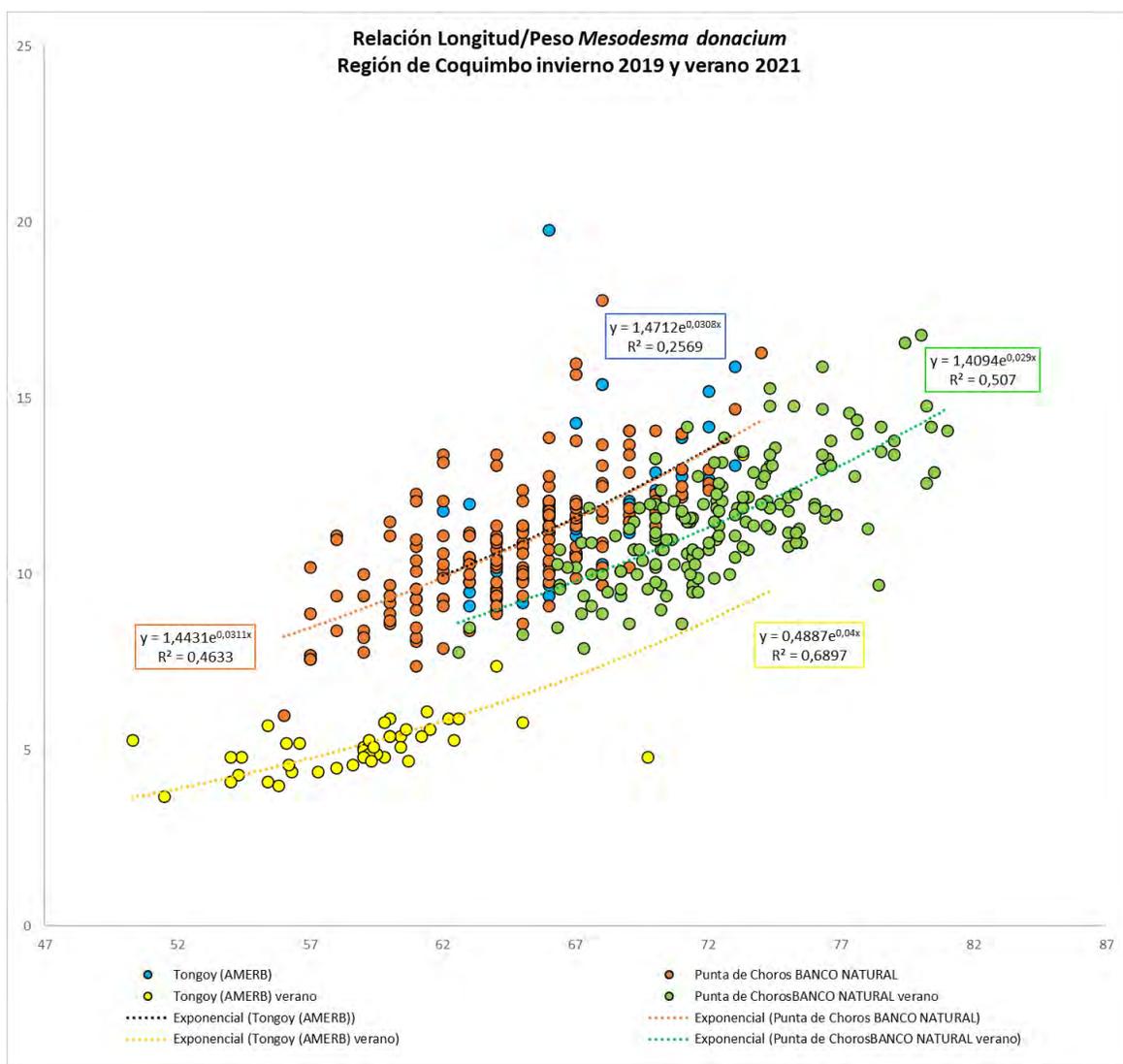
En la AMERB de Tongoy, el 91,1 % de los ejemplares no presentaron ampollas y sólo el 6,6% y 2,2% tuvieron una y dos ampollas respectivamente. Las ampollas pueden estar presentes en una o ambas valvas. Sólo el 8,8% de los ejemplares se vieron afectados por ampollas, sin embargo, en ninguna de estas se detectaron ni ejemplares adultos, ni juveniles de *P. biocipitalis*.



**Figura 177** a) Disposición de *P. biocipitalis* en el tubo construido en las valvas de *M. donacium*, b) ampolla con una cámara y un canal, Ampolla con 5 cámaras, d), e) y f) cápsulas ovíferas, estadio juvenil y adulto de *P. biocipitalis*. Banco natural de Punta de Choros, Región de Coquimbo, Chile (muestreo estival 2021).

### Relación Longitud/Peso

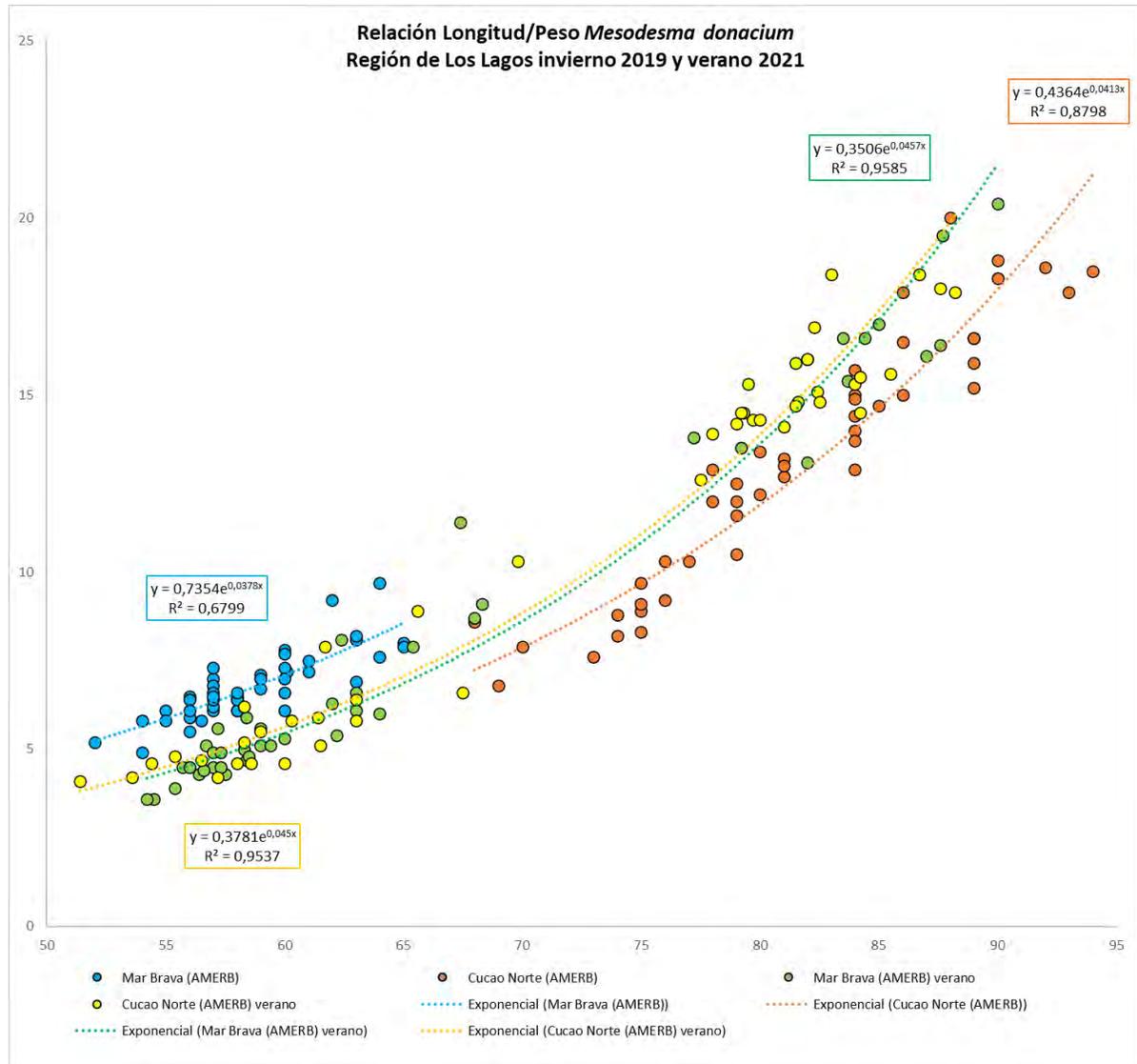
Se observó que la variabilidad y tamaño de las muestras de Macha (*M. donacium*) provenientes de la Región de Coquimbo fue superior en el sector de Punta de Choros en comparación a los ejemplares analizados en Bahía Tongoy en ambas campañas de muestreo y en particular en la campaña estival 2021 (Figura 178).



**Figura 178.** Relación longitud/peso en *M. donacium* de una AMERB de Tongoy y banco natural de Punta de Choros: Región de Coquimbo, durante la campaña de vigilancia epidemiológica invernal 2019 y estival 2021.

En la Región de Los Lagos se aprecia que los ejemplares de Mar Brava son de menor tamaño que aquellos de Cucao Norte para el mismo período de muestreo (invierno 2019). Durante el periodo estival 2021 el tamaño de la macha posee mayor variabilidad en ambas localidades. En ambos casos no se observó presencia de ampollas o tubos construidos por poliquetos polidóridos. De esta manera, la comparación de las funciones de regresión podría definir si hay un impacto significativo del daño provocado por las ampollas en las valvas de la Macha en la costa de la Región

de Coquimbo. También se observa que las Machas de la Región de Los Lagos alcanzan mayor longitud que las de la Región de Coquimbo (Figura 179).



**Figura 179.** Relación longitud/peso en *M. donacium* de dos AMERB (Mar Brava y Cucao Norte).

### Determinación categorías de daño valvar en *Ostrea chilensis*

En el caso de la ostra chilena no se observaron daños evidentes en la concha, ni interna como externamente. Internamente se observan pequeños puntos oscuros (negros) y tubos transparentes que denotan la presencia del poliqueto *Dodecaceria* sp y los polidóridos *D. huelma* y *P. rickettsi*,

respectivamente. Externamente, los tubos de los polidóridos se observan como 2 orificios mientras que las aperturas provocadas por *Dodecaceria* se evidencian por el mayor diámetro y el color negro (Figura 180). En la presente investigación se analizó el efecto conjunto de las tres especies de poliquetos ya que en algunos casos pueden llegar a coexistir en una misma valva. Es la única de las 8 especies de bivalvos nativos analizados con mayor biodiversidad de poliquetos perforadores (3 especies).

La Tabla 48 muestra la biodiversidad y abundancia de poliquetos perforadores recolectados en las valvas de *O. chilensis* en cada centro de cultivo analizado en la Región de Los Lagos, en específico la isla de Chiloé. Para esta especie se contabilizó la abundancia de poliquetos extraídos desde la matriz calcárea como aquellos ejemplares presentes libres en el líquido fijador en que se transportó cada valva. Ambas especies de polidóridos estuvieron presentes principalmente en la matriz calcárea, mientras que el cirratúlido fue abundante en ambas matrices.



**Figura 180.** Vista externa de ambas valvas del bivalvo *O. chilensis* para denotar los tubos construidos por poliquetos polidóridos (*Dipolydora* spp y *P. rickettsi*) y el cirratúlido *Dodecaceria* sp (Región de Los Lagos, Centro Cultivo 2, ejemplar 28, campaña invierno 2019).

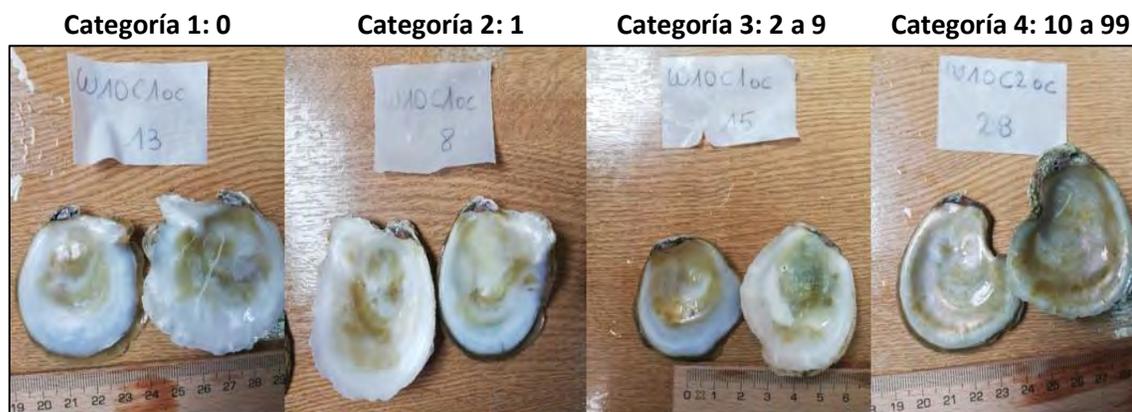
El recuadro muestra tubos construidos por el poliqueto cirratúlidos, que en la parte interna de la matriz calcárea conforman una ampolla oscura. Las flechas denotan los tubos en forma de U con dos aberturas provocados por polidóridos.

El análisis de estos poliquetos perforadores por centro de cultivo mostró que las ostras de los centros 3 y 4 poseen más poliquetos que las ostras de los centros 1 y 2. *D. huelma* fue más abundante en los centros 1 y 2 mientras que *P. rickettsi* y *Dodecaceria* sp fueron más abundantes en los centros 3 y 4 (Tabla 48).

**Tabla 48.** Biodiversidad y abundancia de poliquetos perforadores recolectados en las valvas de *O. chilensis* en centros de cultivo analizado durante condiciones invernales 2019 en la Región de Los Lagos (Isla de Chiloé).

	Especie Poliqueto	CCOC1	CCOC2	CCOC3	CCOC4
Valva	<i>Dipolydora</i> sp	11	7	0	1
	<i>Polydora rickettsi</i>	1	7	12	18
	<i>Doceacacia</i> sp	0	0	1	43
Líquido	<i>Dipolydora</i> sp	0	0	0	0
	<i>Polydora rickettsi</i>	0	0	1	0
	<i>Doceacacia</i> sp	4	3	19	14

Basado en cuatro categorías de daño valvar provocado por poliquetos perforadores en la ostra chilena durante condiciones invernales 2019, se elaboró la escala gráfica mostrada en la Figura 181. Esta escala muestra la abundancia acumulativa de las tres especies de poliquetos perforadores presentes solo en la matriz calcárea de ostras provenientes de los centros de cultivo.



**Figura 181.** Categorías de daño valvar provocado por poliquetos perforadores presentes en la matriz calcárea de la ostra chilena (*O. chilensis*) provenientes de cuatro centros de cultivo de la Región de Los Lagos durante condiciones invernales 2019. Categorías de abundancia organizada en escala logarítmica (individuos). Se consideró el efecto acumulativo de tres especies de poliquetos perforadores (*D. huelma*, *P. rickettsi* y *Dodecaceria* sp).

En general, la mayoría de las ostras chilenas de centros de cultivo analizadas durante la campaña invernal no poseen poliquetos perforadores en su matriz calcárea (> 60%) y la mayor proporción de valvas en categoría 4 (10 a 99 poliquetos) se observaron en los centros de cultivo 2 y 4 (< 13%) (Tabla 49).

**Tabla 49.** Proporción o frecuencia de categorías de daño valvar provocadas por poliquetos perforadores presentes en la matriz calcárea de la Ostra chilena (*O. chilensis*) provenientes de cuatro centros de cultivo de la Región de Los Lagos durante condiciones invernales 2019.

Categoría Daño Valvar	CCOC1	CCOC2	CCOC3	CCOC4
Daño valvar tipo 1	25	26	26	19
Daño valvar tipo 2	2	2	0	6
Daño valvar tipo 3	3	1	4	1
Daño valvar tipo 4	0	1	0	4
Tamaño muestral (N)	30	30	30	30

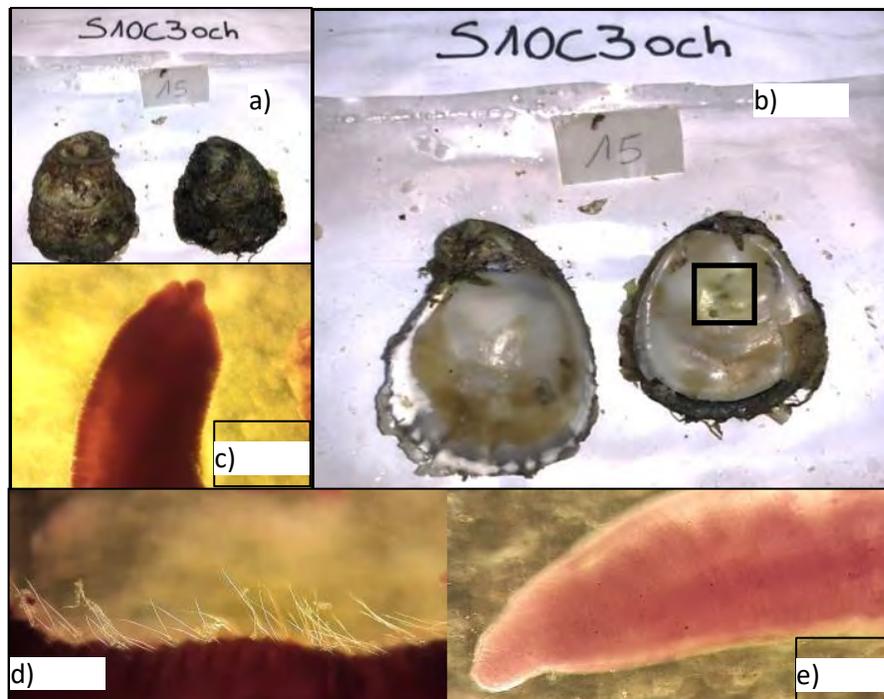
La Tabla 50 muestra la biodiversidad y abundancia de poliquetos perforadores recolectados en las valvas de *O. chilensis* en cada centro de cultivo analizado en la Región de Los Lagos, Isla de Chiloé durante la campaña de vigilancia epidemiológica estival 2021. Para esta especie se contabilizó la abundancia de poliquetos extraídos solo desde la matriz calcárea. *D. huelma* y *P. rickettsi* estuvieron presentes en la matriz calcárea, siendo más abundante *P. rickettsi*. También estuvo presente el cirratúlido *Dodecaceria* sp, detectándose grandes cantidades de poliquetos en las valvas de la ostra chilena (Figuras 182 y 183).

**Tabla 50.** Biodiversidad y abundancia de poliquetos perforadores recolectados en las valvas de *O. chilensis* en centros de cultivo y banco natural Pullinque analizado durante condiciones estivales 2021 en la Región de Los Lagos.

Especie Poliqueto	CCOC1	CCOC2	CCOC3	CCOC4	BN Pullinque
<i>Dipolydora</i> sp	0	0	0	0	1
<b>Valva</b> <i>Polydora rickettsi</i>	2	40	18	3	263
<i>Doceaceria</i> sp	11	1	507	0	19

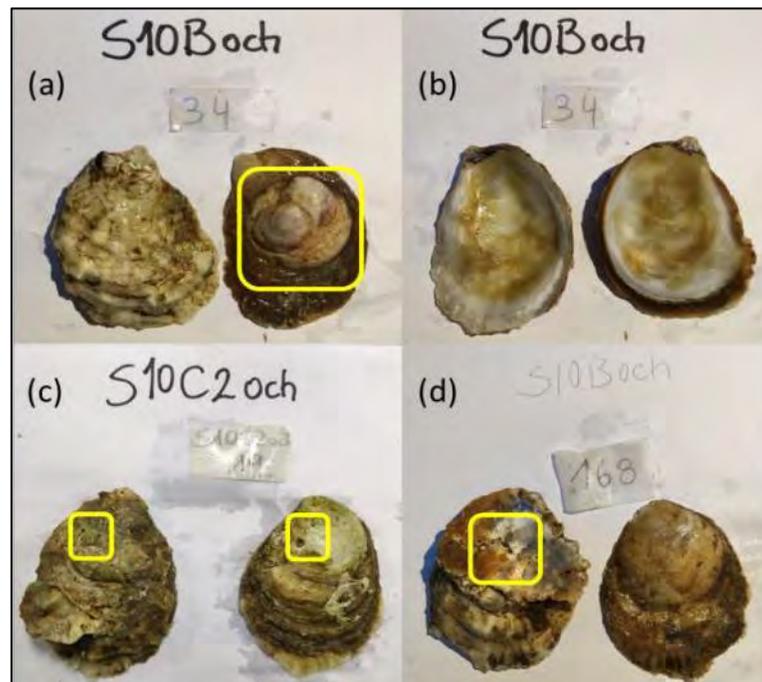


**Figura 182.** Vista de los tubos eppendorf conteniendo los ejemplares de Cirratulidae *Dodecaceria* sp extraídos desde las valvas del bivalvo *O. chilensis* (Centros de cultivo, Región de Los Lagos, campaña estival 2021). Las cantidades mayores variaron entre 80 a 160 ejemplares por ostra.



**Figura 183.** Vista externa de ambas valvas del bivalvo *O. chilensis* para denotar el daño provocado por el poliqueto Cirratulidae *Dodecaceria* sp. Región de Los Lagos, Centro Cultivo 3, ejemplar 15, campaña estival 2021. Recuadro azul muestra tubos construidos por el poliqueto cirratúlido, que en la parte interna de la matriz calcárea conforman una ampolla lineal oscura. Se observa una vista lateral del pigidio c), quetas capilares simples muy finas en ambas ramas parapodiales d) y prostomio de *Dodecaceria* sp.

Se observó que en ostras chilenas provenientes del banco natural hubo alta presencia del poliqueto perforador *P. rickettsii* (Tabla 51). Sin embargo, el nivel de infestación y la frecuencia fue reducido. Se detectó que aquellas ostras con baja abundancia *P. rickettsii* presentaban como epibionte una especie de Calyptraeidae denominado *Crepipatella fecunda* (Figura 182).

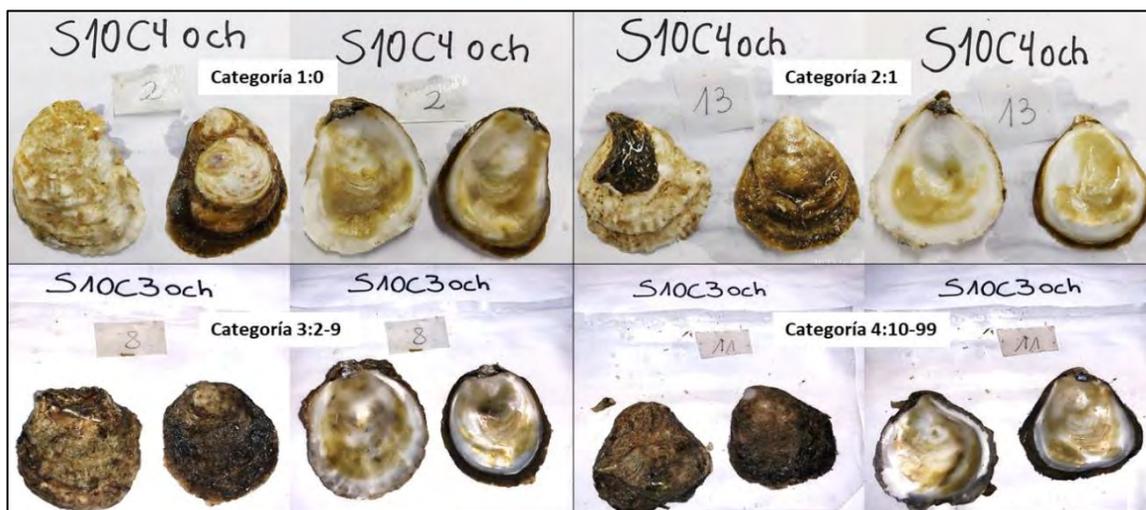


**Figura 184.** a) y b) Vista externa e interna respectivamente de ambas valvas del bivalvo *O. chilensis* para denotar el escaso daño ocurrido en el banco natural. Debido a la presencia de Calyptraeidae *Crepipatella fecunda*, c).-Daño provocado por el poliqueto perforador *P. rickettsii*, los recuadros muestran algunos de los orificios dejados por la presencia de este polidórido, d).-vista externa de la valva de *O. chilensis*, el recuadro muestra el daño provocado comúnmente por el cirratúlido *Dodecaceria* sp, cuyos tubos se encontraban en la zona de adherencia *C. fecunda* (Región de Los Lagos, banco natural Pullinque, y centro de cultivo 2, campaña estival 2021).

El análisis de estos poliquetos perforadores en la ostra chilena provenientes de centros de cultivo en el periodo estival 2021 demostró que las ostras de los centros 2 y 3 poseen más poliquetos que las ostras de los centros 1 y 4. No se registró *D. huelma* para ninguno de los centros de cultivo, mientras que *P. rickettsii* fue más abundante en los centros de cultivo 2 y 4 y *Dodecaceria* sp fue abundante en los centros de cultivo 1 y 3, siendo en este último donde superó con creces la abundancia de este poliqueto en relación a los otros centros de cultivo.

Para el banco natural de Pullinque, se registró como principal poliqueto perforador a *P. rickettsi*, seguido por el Cirratulidae *Dodecaceria* sp, solo un par de ejemplares mostraron ser afectados de manera muy leve por *D. huelma*. La incidencia de infestación es bastante baja comparado con el N=175 total de ejemplares muestreados, donde solo el 41% presentó daño a causa de poliquetos perforadores.

Basado en cuatro categorías de daño valvar provocado por poliquetos perforadores en la ostra chilena durante condiciones estivales 2021, se elaboró la escala gráfica mostrada en la Figura 185. Esta escala muestra la abundancia acumulativa de las tres especies de poliquetos perforadores presentes solo en la matriz calcárea de ostras provenientes de los centros de cultivo.



**Figura 185.** Categorías de daño valvar provocado por poliquetos perforadores presentes en la matriz calcárea de la Ostra chilena (*O. chilensis*) provenientes de cuatro centros de cultivo y un banco natural (Pullinque) de la Región de Los Lagos durante condiciones estivales 2021. Categorías de abundancia expresadas en escala logarítmica (individuos). Se consideró el efecto acumulativo de tres especies de poliquetos perforadores (*D. huelma*, *P. rickettsi* y *Dodecaceria* sp).

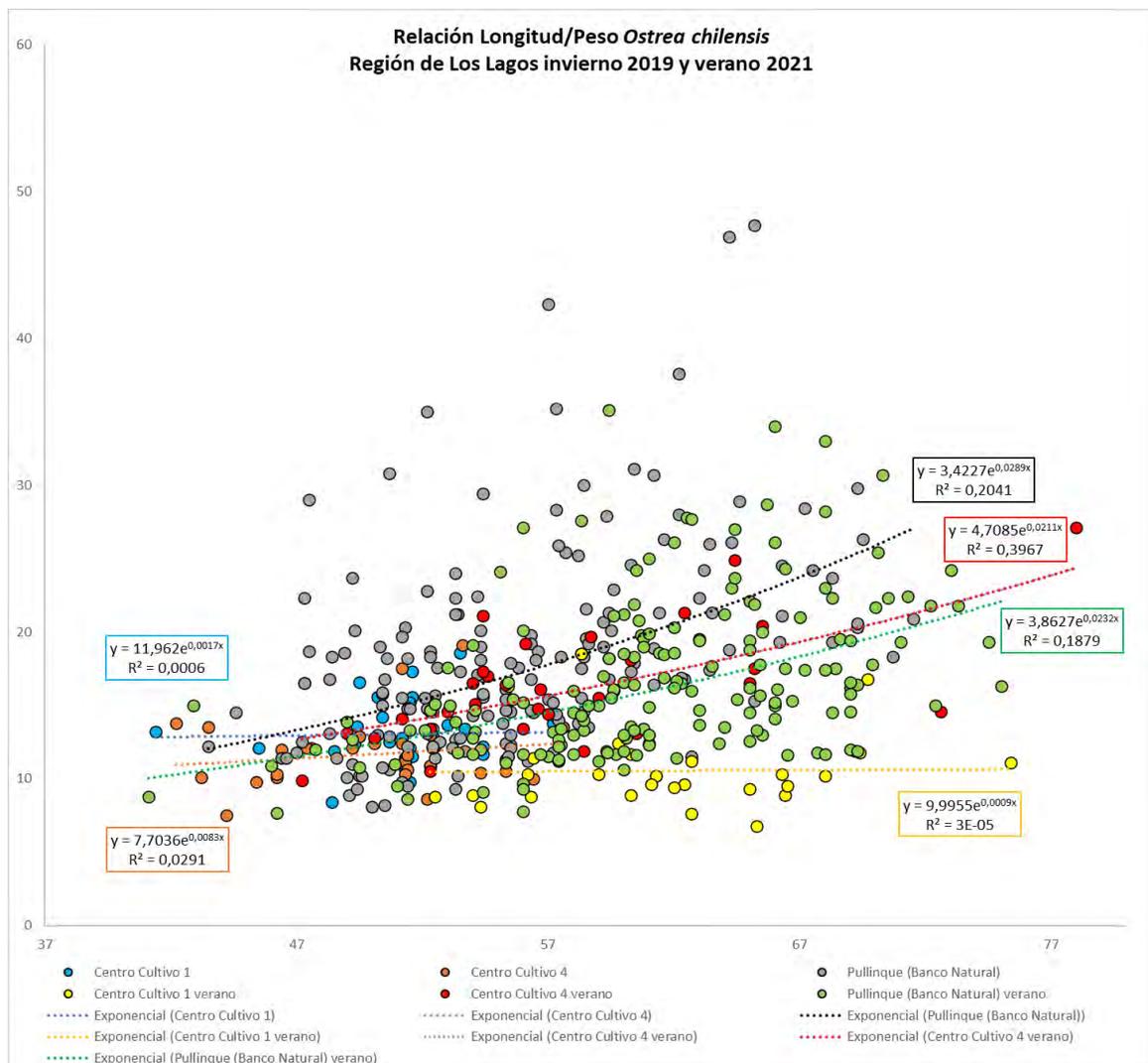
En general, la mayoría de las ostras chilenas de centro de cultivo analizadas durante la campaña estival no poseen poliquetos perforadores en su matriz calcárea (50-90%) y la mayor proporción de valvas en categoría 4 (10 a 99 poliquetos) se observaron en los centros de cultivo 3 (20%) y banco natural de Pullinque (3%) (Tabla 51).

**Tabla 51.** Proporción o frecuencia de categorías de daño valvar provocadas por poliquetos perforadores presentes en la matriz calcárea de la Ostra chilena (*O. chilensis*) provenientes de cuatro centros de cultivo y del banco natural de Pullinque de la Región de Los Lagos.

<b>Categoría Daño Valvar</b>	<b>CCOC1</b>	<b>CCOC2</b>	<b>CCOC3</b>	<b>CCOC4</b>	<b>BN Pullinque</b>
Daño valvar tipo 1	25	19	16	27	103
Daño valvar tipo 2	2	1	4	3	14
Daño valvar tipo 3	3	10	4	0	52
Daño valvar tipo 4	0	0	6	0	6
Tamaño muestral (N)	30	30	30	30	175

### **Relación Longitud/Peso**

El diagrama de dispersión muestra una amplia variabilidad en la talla y peso de la ostra chilena en ambas campañas de muestreo. Dicha situación se puede dar por el comportamiento gregario de las ostras y a la epibiosis intraespecífica que se produce particularmente en los bancos naturales. Los centros de cultivo muestran menor variabilidad en peso y tamaño de sus ejemplares. Dicha situación determina que existan bajos valores en el coeficiente de determinación (Figura 186).



**Figura 186.** Relación longitud/peso de *O. chilensis* en el banco natural (Pullinque) y dos centros de cultivo: Región de Los Lagos, Chile, durante la campaña de vigilancia epidemiológica invernal 2019 y estival 2021.

#### **Determinación categorías de daño valvar en *Aulacomya ater***

Esta especie de bivalvo solo se recolectó en la Región del Biobío. Se recolectaron 45 ejemplares de tamaño comercial en Punta Lavapié (AMERB) en ambas campañas de muestreo. De acuerdo con Carrasco, 1977, podría ser factible detectar la presencia del poliqueto cirratúlido *Dodecaceria choromytica*, el cual perfora las valvas del Choro Zapato (*Choromytilus chorus*) en poblaciones de la Región del Biobío.

De acuerdo con el muestreo estival 2021 de este bivalvo, se detectó que este se vio afectado por dos poliquetos perforadores, el Cirratulidae *Dodecaceria* sp y el Spionidae *D. huelma*, ambos solo afectando al 13% de los ejemplares totales. Debido a la baja frecuencia de infestación no se realizó una categorización de los daños (Figura 187 y 188). Otros detalles se indican en la metodología.



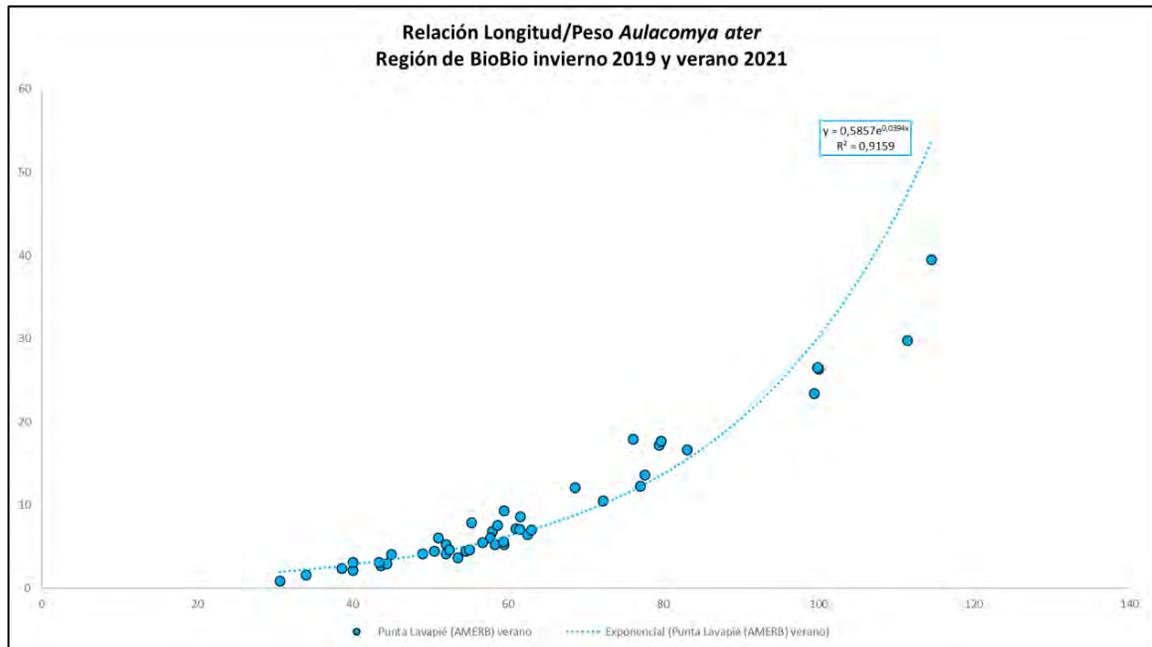
**Figura 187.** Valvas de cholga (*Aulacomya ater*), que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región del Biobío AMERB Punta Lavapié.



**Figura 188.** Valvas de cholga (*A. ater*), afectadas por el poliqueto Cirratulidae *Dodecaceria* sp. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2020-21 en la región del Biobío, AMERB Punta Lavapié.

## Relación Longitud/Peso

Los ejemplares de Cholga se extrajeron desde la localidad de Punta Lavapié. La función de regresión de tipo exponencial positiva muestra un ajuste adecuado (Figura 189) y se asemeja a otras estimaciones efectuadas previamente para la zona sur de Chile ([www.subpesca.cl](http://www.subpesca.cl)).



**Figura 189.** Relación longitud/peso de *Aulacomya ater* en una AMERB (Punta Lavapié), Región de Biobío, Chile, durante la campaña invernal 2019 y estival 2021.

## Determinación categorías de daño valvar en *Tagelus dombeii*

Debido a que todos los ejemplares analizados no presentaron evidencias de perforaciones provocadas por poliquetos, no se ha elaborado una escala cuali ni cuantitativa para describir el daño valvar en este recurso. Sin embargo, se aportan algunos datos merísticos, el aspecto de las valvas y la relación longitud/peso de las valvas para cada campaña de vigilancia epidemiológica (Tabla 52; Figuras 190, 191 y 192).

**Tabla 52.** Datos merísticos de una población de *T. dombeii* recolectados en agosto y en periodo estival 2021. En un área de manejo en Bahía Tongoy, Región de Coquimbo, Laraquete, Región del Biobío y Punta Cementerio, Región de Los Lagos, Chile.

Período	Región	Origen Muestra	Localidad	N	Longitud valva izquierda (mm)	Peso Valvas (g)	Presencia/ Ausencia Poliquetos Perforadores
Invierno 2019	Coquimbo	AMERB	Tongoy	45	61,4±4,3 7,1%	5,8±1,0 17,3%	Ausencia
Invierno 2019	Bio Bío	AMERB	Laraquete	45	71,0±3,8 5,4%	7,5±1,2 16%	Ausencia
Invierno 2019	Biobío	Banco Natural	Tubul	175	87,8 ± 4,6	Invierno 2019	Ausencia
Invierno 2019	Los Lagos	AMERB	Pta. Cementerio	45	58,5±4,0	Invierno 2019	Ausencia
Verano 2020-21	Coquimbo	AMERB	Tongoy	45	73,8±3,2 4,3%	10,6±2,5 23,8%	Ausencia
Verano 2020-21	Bio Bío	AMERB	Laraquete	45	74,0±9,3 12,50%	9,4±4,0 43%	Ausencia
Verano 2020-21	Bio Bío	AMERB	Cerro Verde	45	69,6±7,0 10,0%	8,3±2,5 30,4%	Ausencia
Verano 2020-21	Bio Bío	Banco Natural	Tubul	175	70,9 ± 7,1 10,0%	10,4±3,0 28,4%	Ausencia
Verano 2020-21	Los Lagos	AMERB	Pta. Cementerio	45	57,5 ± 6,0 10,4%	4,0±1,6 38,9%	Ausencia

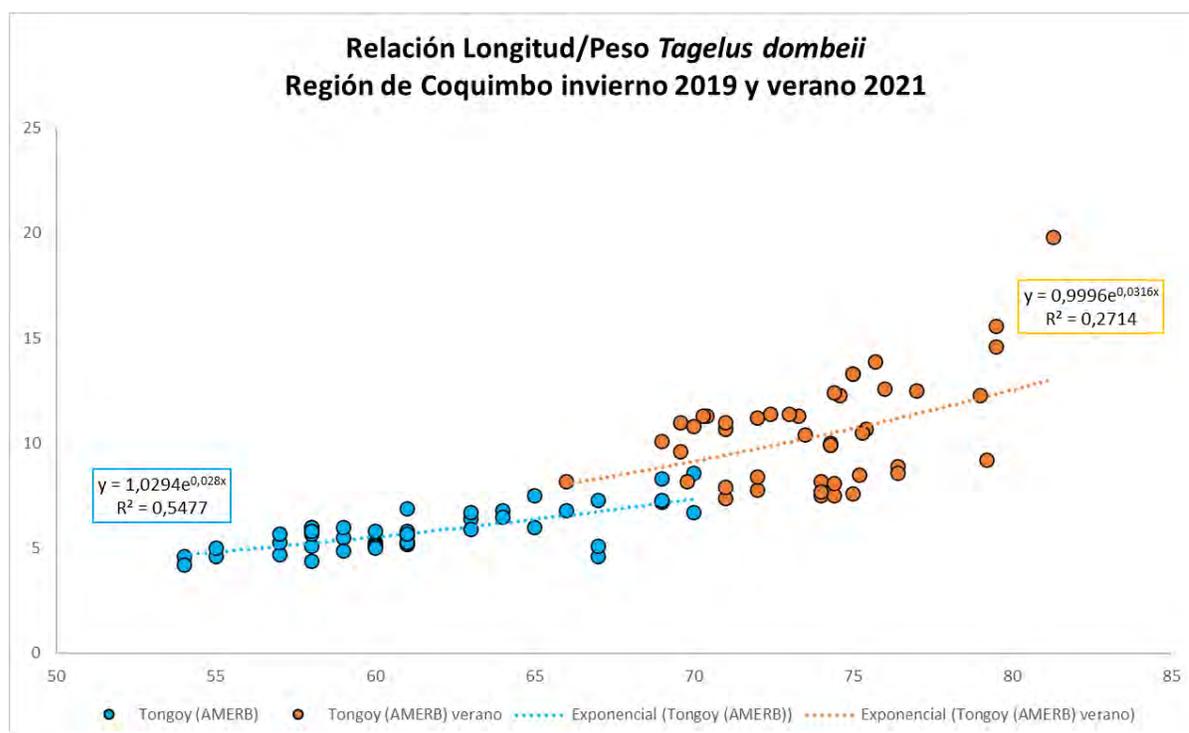


**Figura 190.** Aspecto de la parte interna de las valvas de *T. dombeii* denotando la ausencia de tubo y ampollas formadas por poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en agosto 2019 en un área de manejo de Bahía Tongoy, Región de Coquimbo, Chile.



**Figura 191.** Aspecto de la parte interna de las valvas de *T. dombeii* denotando la ausencia de tubo y ampollas formadas por poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en la campaña de estival 2021 en un área de manejo de Bahía Tongoy, Región de Coquimbo, Chile.

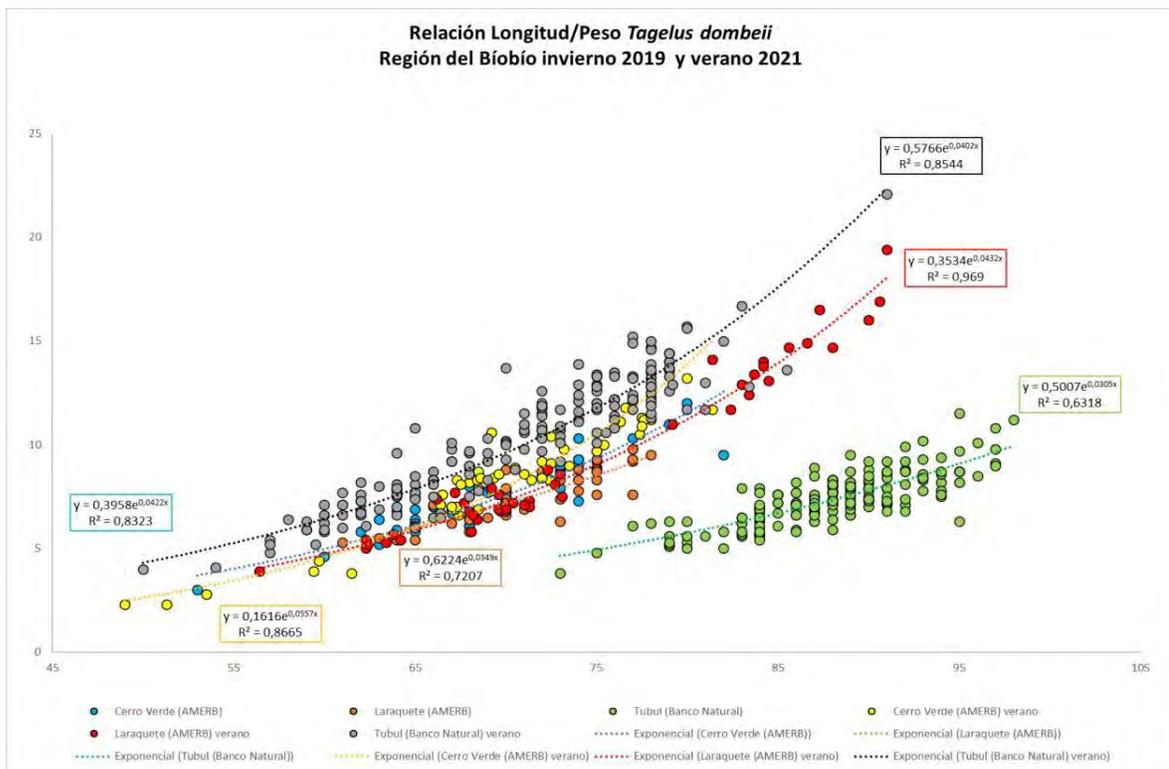
#### Relación Longitud/Peso de las valvas



**Figura 192.** Relación longitud/peso de *T. dombeii* en una AMERB de Tongoy, Región de Coquimbo, Chile, durante la campaña invernal 2019 y estival 2021.

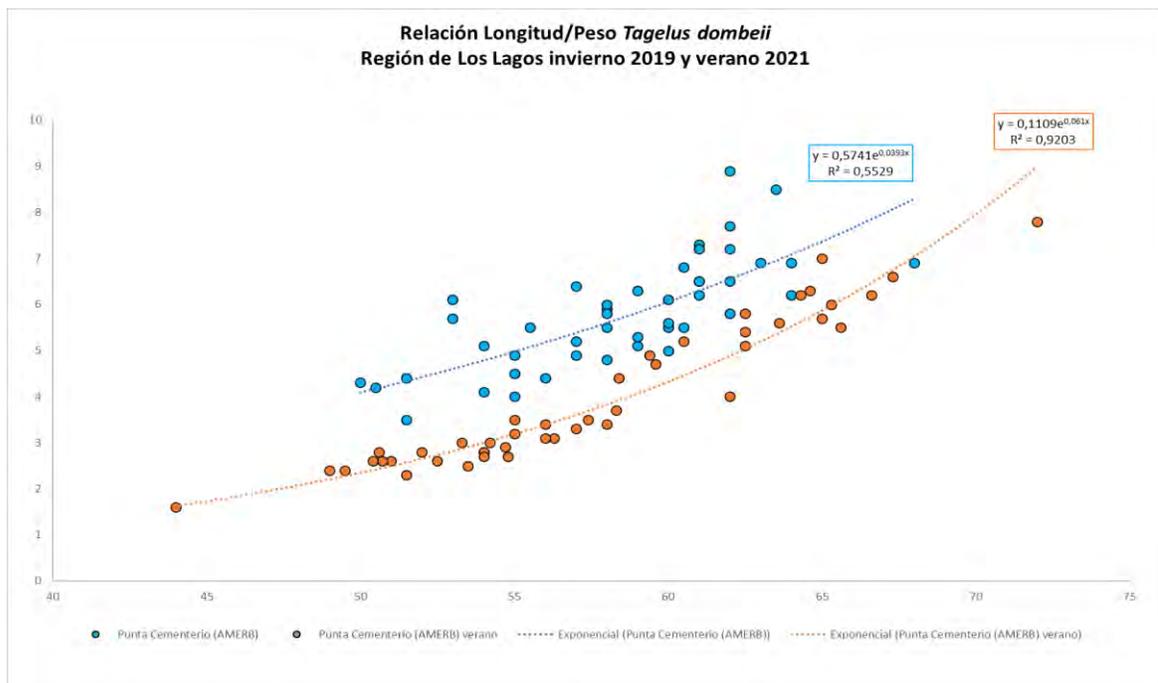
En la Figura 192 se nota claramente la diferencia en tamaños entre aquellos ejemplares muestreados en la misma AMERB de Tongoy durante la campaña de invierno 2019 y campaña estival 2021. Se observa una pequeña sobreposición de tallas en el rango entre 65 y 70 mm longitud de valva, siendo de mayor tamaño aquellos recolectados en verano de 2021.

El mismo tipo de análisis efectuado en la misma especie en la Región del Biobío permitió detectar que los ejemplares del banco natural de Tubul, presentan marcadas diferencias entre la campaña de muestreo invernal 2019 y la estival 2021 (Figura 193). Los ejemplares recolectados en invierno alcanzaron menores longitudes, pero pesos levemente mayores. Sin embargo, los ejemplares del muestreo estival son mucho más grandes, pero de menor peso. Los ejemplares provenientes de AMERB, poseen tamaños y pesos similares para ambas campañas de muestreo (invierno 2019 y verano 2021).



**Figura 193.** Relación longitud/peso de *T. dombeii* en dos AMERB (Cerro Verde, Laraquete) y un banco natural de Tubul, Región del Biobío, Chile, durante la campaña invernal 2019 y estival 2021.

En la Región de Los Lagos, los ejemplares muestreados desde Punta Cementerio en el periodo estival 2021 poseen menor variabilidad que aquellos recolectados en invierno 2019. Durante la campaña de vigilancia epidemiológica estival 2021 se recolectaron ejemplares de menor tamaño y más grandes que los analizados en invierno 2019 (Figura 194). Esta información se ha adicionado por si en el futuro pudieran aparecer enfermedades o problemas vinculados a la presencia de poliquetos perforadores para que pueda ser utilizada como una línea de base epidemiológica.



**Figura 194.** Relación longitud/peso de *T. dombeii* en una AMERB (Punta Cementerio), Región de Los Lagos, Chile, durante la campaña de vigilancia epidemiológica invernal 2019 y estival 2021.

#### Determinación categorías de daño valvar en *Ensis macha*

Esta especie fue recolectada solamente en la Región del Biobío. Se recolectaron 90 huepos de tamaño comercial provenientes de la zona submáreal de la AMERB Laraquete durante la campaña de Invierno 2019 y verano 2021. Solo cuatro ejemplares presentaron “Sandy black spot” en una de sus valvas. De este modo, el nivel de infestación por parte de poliquetos perforadores es 0 (Tabla 53). Esta información se ha adicionado por si en el futuro pudieran aparecer enfermedades

o problemas vinculados a la presencia de poliquetos perforadores para que pueda ser utilizada como una línea de base epidemiológica.

En la Tabla 53 se muestran algunos datos merísticos recolectados. No se detectó la presencia de poliquetos perforadores en valvas de *E. macha* (Figura 195 y 196). Se detectó en algunos ejemplares un falso positivo que se denominó “Sandy black spot”, que representa una zona interna de la valva que tiende a acumular arena entre las capas de conquiolina (Figura 197).

**Tabla 53.** Datos merísticos de *Ensis macha* recolectados en dos localidades de la Región del Biobío, Chile.

Periodo	Región	Origen Muestra	Localidad	N	Longitud valva izquierda (mm)	Peso valvas (g)	Presencia/ausencia Poliquetos Perforadores
Invierno 2019	Biobío	AMERB	Laraquete	45	15,3±2,0 12,8%	18,5±8,0 43,1%	Ausencia
Verano 2020-21	Biobío	AMERB	Laraquete	45	133,9 ± 29,3 20,90%	13,3 ± 9,3 69,50%	Ausencia

La Figura 195 muestra un detalle de la sección interna de las valvas de 4 ejemplares de la localidad de Laraquete recolectados durante la campaña invernal 2019, donde se observa ausencia de ampollas o tubos provocados por poliquetos perforadores.



**Figura 195.** Detalle de la sección interna de las valvas de 4 ejemplares de Huevo (*E. macha*) provenientes de la localidad de Laraquete recolectados durante la campaña invernal 2019.



**Figura 196.** Valvas de huevo *E. macha*, que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región del Bío Bío AMERB Laraquete.

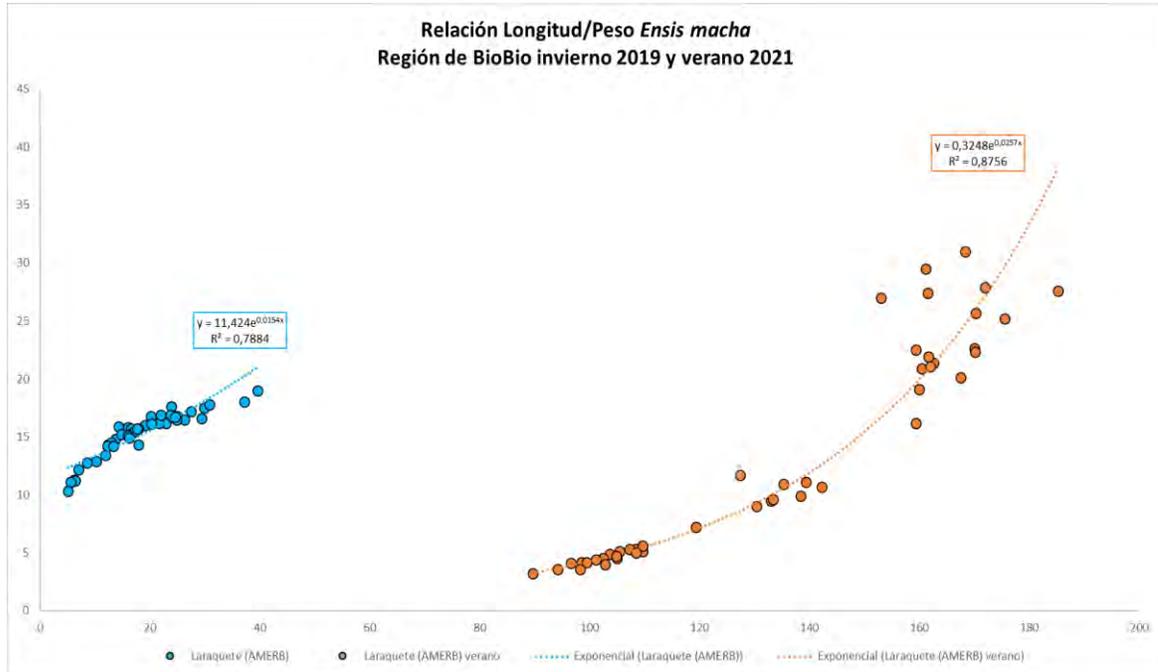


**Figura 197.** Detalle de la sección interna de las valvas de 3 ejemplares de huevo (*E. macha*) provenientes de la localidad de Laraquete recolectados durante la campaña estival 2020-21. En el recuadro de la derecha se muestra una valva con un "Sandy black spot".

### Relación Longitud/Peso de valvas

Esta relación se determinó para las poblaciones de la Región del Biobío para ambas campañas de vigilancia epidemiológica (Figura 198). Los ejemplares de huevo presentan marcadas

diferencias entre aquellos muestreados en invierno 2019 y verano 2021. Los ejemplares de invierno son de tamaño y peso menores, en cambio aquellos extraídos en el periodo estival 2021 son de mayor tamaño abarcando un rango mucho mayor.



**Figura 198.** Relación longitud/peso en *E. macha* en una AMERB (Laraquete), Región de Biobío, Chile, durante la campaña invernal 2019 y estival 2021.

#### Determinación categorías de daño valvar en *Leukoma antiqua*

Debido a que todos los ejemplares analizados no presentaron evidencias de perforaciones provocadas por poliquetos (Figura 199), no se ha elaborado una escala cuali ni cuantitativa para describir el daño valvar en este recurso. Sin embargo, se aportan algunos datos morfométricos (Tabla 54).



**Figura 199.** Aspecto de la parte interna de las valvas de *L. antiqua* denotando la ausencia de tubo y ampollas formadas por poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en agosto 2019 en un área de manejo de Bahía Tongoy, Región de Coquimbo, Chile.

En la Tabla 54 se muestra en forma comparativa las características merísticas de las muestras de *L. antiqua* recolectadas en tres áreas de manejo durante la campaña invernal 2019 y en 5 durante la campaña estival. Se observó que los ejemplares de Coquimbo son casi dos veces más grandes que los recolectados en Los Lagos. Todos los ejemplares no presentan daño provocado por poliquetos perforadores (Figuras 198 y 199).

**Tabla 54.** Análisis comparativo de las características merísticas del bivalvo *L. antiqua* recolectadas en tres áreas de manejo durante la campaña invernal 2019 y estival 2021. Entre paréntesis se indica el coeficiente de variación.

Período	Región	Origen Muestra	Localidad	N	Longitud valva izquierda (mm)	Peso Valvas (g)	Presencia/Ausencia Poliquetos perforadores
Invierno 2019	Coquimbo	AMERB	Apolillado	45	64,4 ± 3,8 5,90%	35,2 ± 9,7 27,60%	Ausencia
Invierno 2019	Biobío	AMERB	Laraquete	45	12,4 ± 7,7 62,2%	46,6 ± 9,0 19,3%	Ausencia
Invierno 2019	Los Lagos	AMERB	Pta. Cementerio	45	50,9 ± 5,5 10,80%	17,7 ± 4,8 27,10%	Ausencia
Verano 2020-21	Coquimbo	AMERB	Apolillado	45	62,1 ± 4,8 7,70%	28,9 ± 8,9 30,70%	Ausencia
Verano 2020-21	Biobío	AMERB	Laraquete	45	18,7 ± 8,8 47,3%	53,8 ± 8,5 15,9%	Ausencia
Verano 2020-21	Los Lagos	AMERB	Pta. Cementerio	45	56,4 ± 3,2 5,60%	20,6 ± 4,5 21,70%	Ausencia

En los ejemplares de Punta Cementerio, Región de Los Lagos, recolectados durante la campaña invernal 2019 se observó la formación de una ampolla. Inicialmente se asumió que fue construida por un poliqueto perforador (flecha negra). Sin embargo, representa la acumulación de arena en una zona de crecimiento de la concha (“Sandy black spot”). En el recuadro superior se muestra una sección de la matriz calcárea que indica el inicio de acumulación de arena en una línea de crecimiento y entre capas internas de la valva (Figura 200). Esta especie no presentó perforaciones provocadas por poliquetos (Figura 201).



**Figura 200.** a) Presencia de falsos positivos en *L. antiqua* en la Región de Los Lagos (Isla Aulin). Sin embargo, representa la acumulación de arena en una zona de crecimiento de la concha (“Sandy black spot”). Esta especie no presentó perforaciones provocadas por poliquetos; b) En el recuadro se muestra una sección de la matriz calcárea denotada con flechas negras que indica el inicio de acumulación de arena en una línea de crecimiento y entre capas internas de la valva.



**Figura 201.** Valvas de almeja venus *L. antiqua*, que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región de Los Lagos Banco natural Isla Aulin.

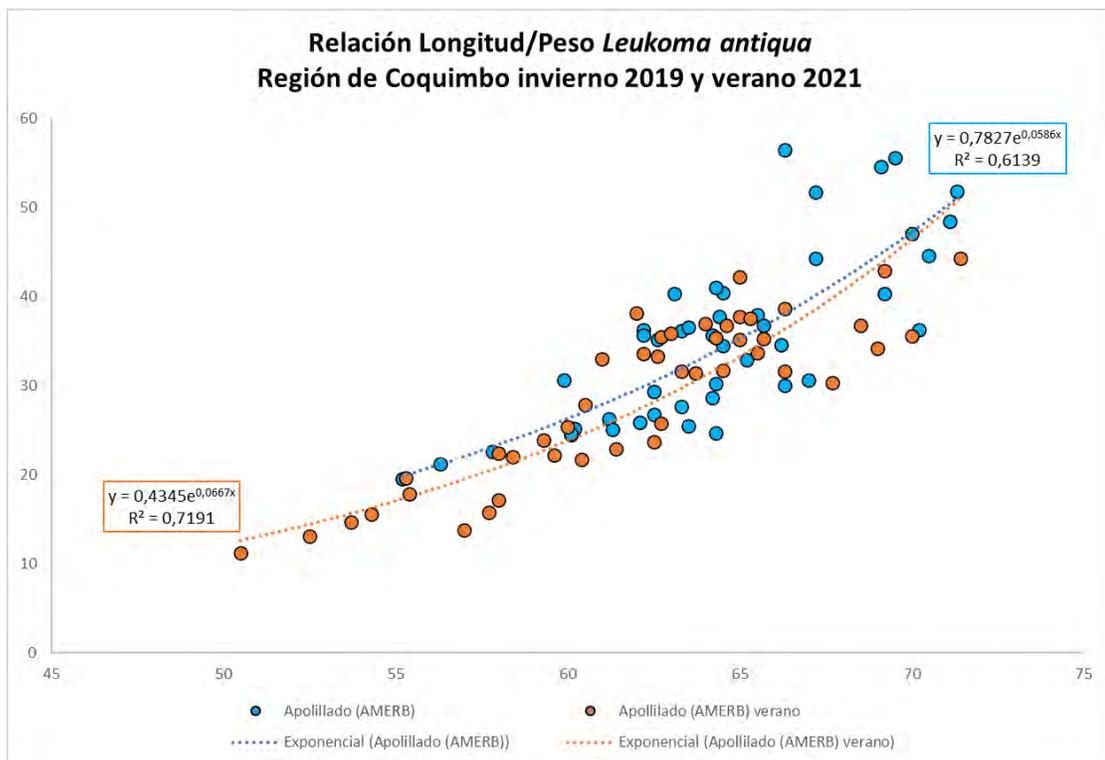
A pesar de no presentar lesiones producto de la perforación de poliquetos, si presentaron algunas lesiones externas y variadas petequias en la zona interna de las valvas, las cuales no afectan a *L. antiqua* (Figura 202).



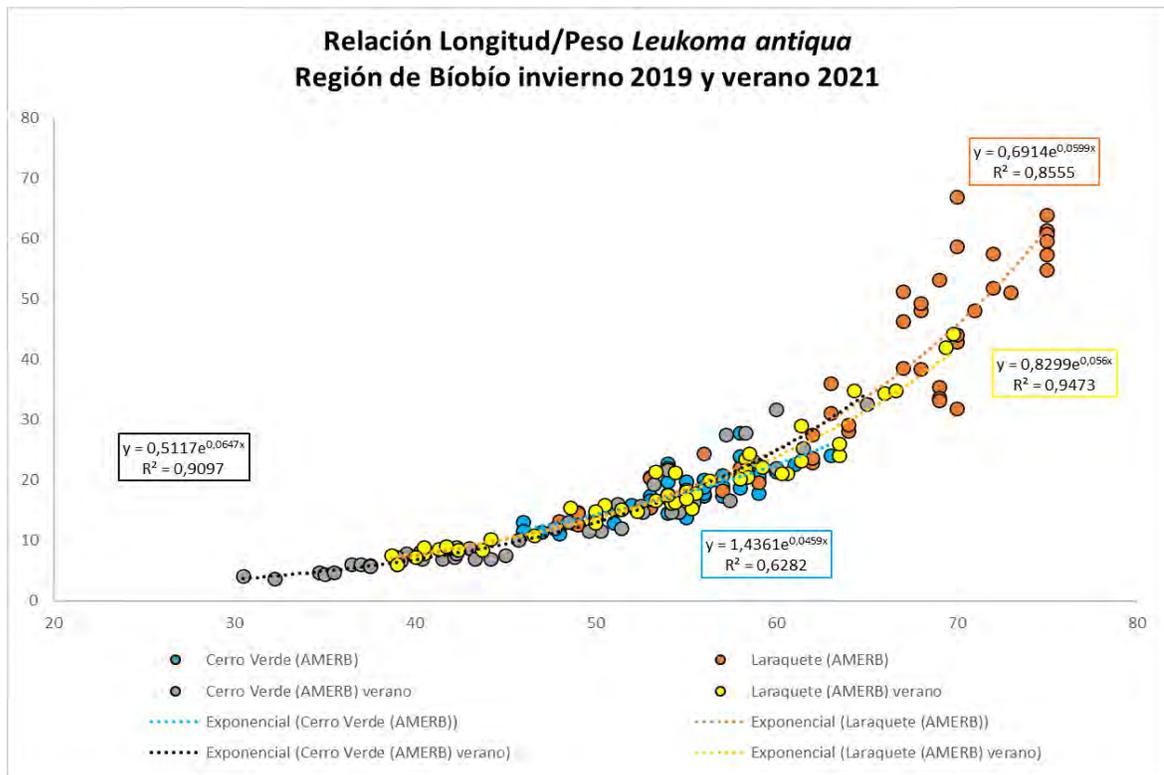
**Figura 202.** Valvas de almeja venus *L. antiqua*, que denotan la presencia de petequias en el interior de las valvas en ausencia de ataque de poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región de Coquimbo AMERB Apollillado.

## Relación Longitud/Peso de las valvas

Para la especie *L. antiqua* se muestran las curvas entre ambas variables para las Regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos para cada campaña de vigilancia epidemiológica considerada en este estudio (invierno 2019 y verano 2021) (Figuras 203, 204 y 205).



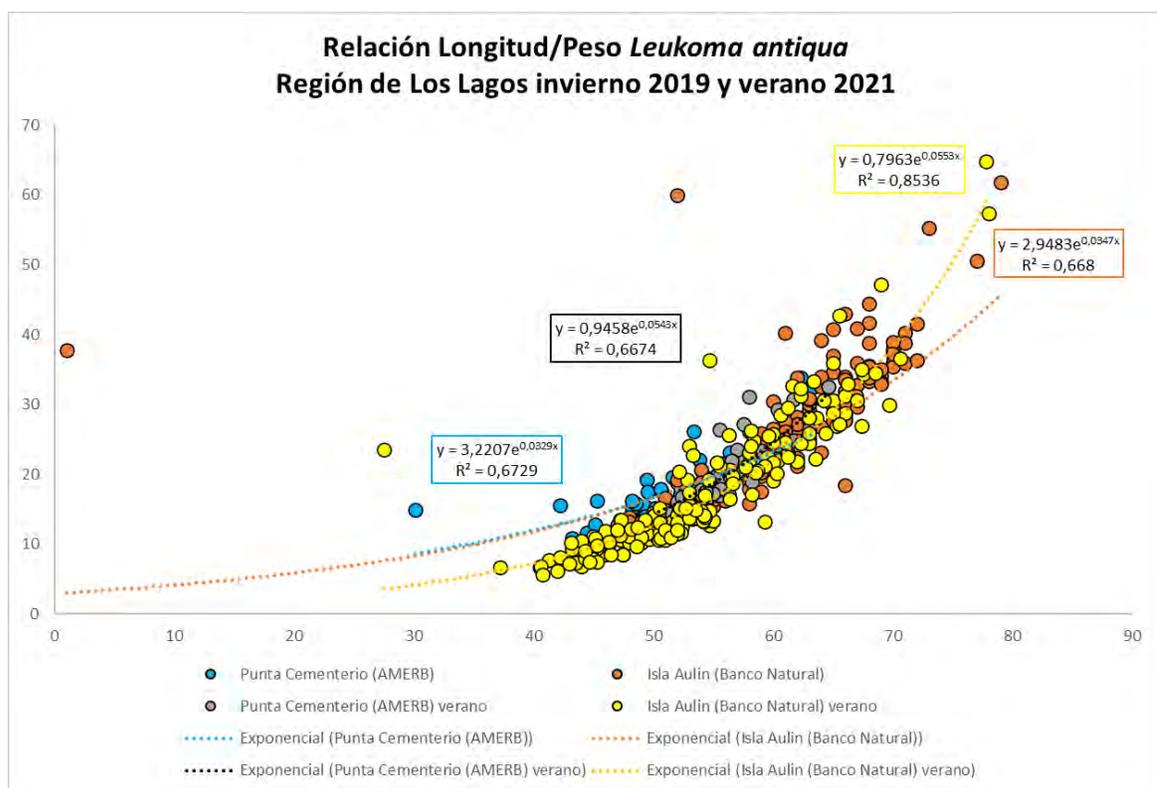
**Figura 203.** Relación longitud/peso de *L. antiqua* en una AMERB Apolillado. Los ejemplares recolectados en Apolillado poseen valores relativamente similares entre las campañas de muestreo invierno 2019 y estival 2021, aunque para una misma talla las valvas analizadas en invierno 2019 presentaron un mayor peso (Tabla 54).



**Figura 204.** Relación longitud/peso de *L. antiqua* en dos AMERB (Cerro Verde y Laraquete).

De igual manera los ejemplares de almeja venus mostraron valores merísticos similares entre las AMERB Cerro Verde y Laraquete, de ambos periodos de muestreo (invierno 2019 y verano 2020), diferenciándose las líneas de tendencia a tallas sobre 60 mm longitud valva (Figura 204).

En la Región de Los Lagos no se observaron diferencias en los diagramas de dispersión ni en las líneas de tendencias entre ejemplares provenientes de AMERB y bancos naturales en ambas campañas de muestreo (Figura 205). La mayor proporción de almejas se distribuyeron entre 40 y 70 mm de longitud de valva.



**Figura 205.** Relación longitud/peso de *L. antiqua* en una AMERB (Punta Cementerio) y un banco natural Isla Aulin Región de Los Lagos, Chile, durante la campaña invernal 2019 y estival 2021.

### Determinación categorías de daño valvar en *Mulinia edulis*

Esta especie de bivalvo fue recolectada solamente en la Región del Biobío durante la campaña invernal 2019. Se recolectaron 265 almejas provenientes de la zona submárea de las localidades de Cerro Verde (45 ejemplares, AMERB), Punta Lavapié (45 ejemplares, AMERB) y en Tubul (175 ejemplares, Banco Natural). En ninguna de las localidades hubo presencia de poliquetos perforadores en las valvas. Sin embargo, de modo similar a *L. antiqua* se detectaron falsos positivos o ampollas de arena de mayor tamaño (“Sandy black spot”) (Figura 206). Estas ampollas de arena afectan una o ambas valvas, y puede haber varias en una misma valva. De este modo, el nivel de infestación por parte de poliquetos perforadores es cero.

La arena fue revisada bajo lupa y microscopio en todos los casos para verificar presencia de embriones, cápsulas ovígeras, residuos de tubos, trozos de quetas o poliquetos adultos completos.

Sin embargo, en todos los casos el resultado fue negativo.



**Figura 206.** Presencia de falsos positivos en el bivalvo *M. edulis* en la Región del Biobío (Cerro Verde A, Punta Lavapié y Tubul) recolectados durante la campaña invernal 2019 y que asemejan la formación de una ampolla por parte de un poliqueto perforador (flecha negra).

Sin embargo, representa la acumulación de arena en una zona de crecimiento de la concha (“Sandy black spot”). Esta especie no presentó perforaciones provocadas por poliquetos. En el recuadro inferior se muestra una sección de la matriz calcárea de la valva denotada con flechas negras que indica la forma y tamaño de esta ampolla de arena.

Durante el muestreo estival 2021, tampoco se encontraron daños en las valvas de *M. edulis* a partir de la presencia de algún poliqueto perforador (Figura 207). Sin embargo, presentan ciertas manchas negras que corresponden a acumulaciones de arena producidas en las valvas (“Sandy

blackspot”) (Figura 208). Esta especie de bivalvo fue recolectada en la Región del Biobío durante la campaña estival 2021 en una AMERB Punta Lavapié y un Banco Natural en Tubul.



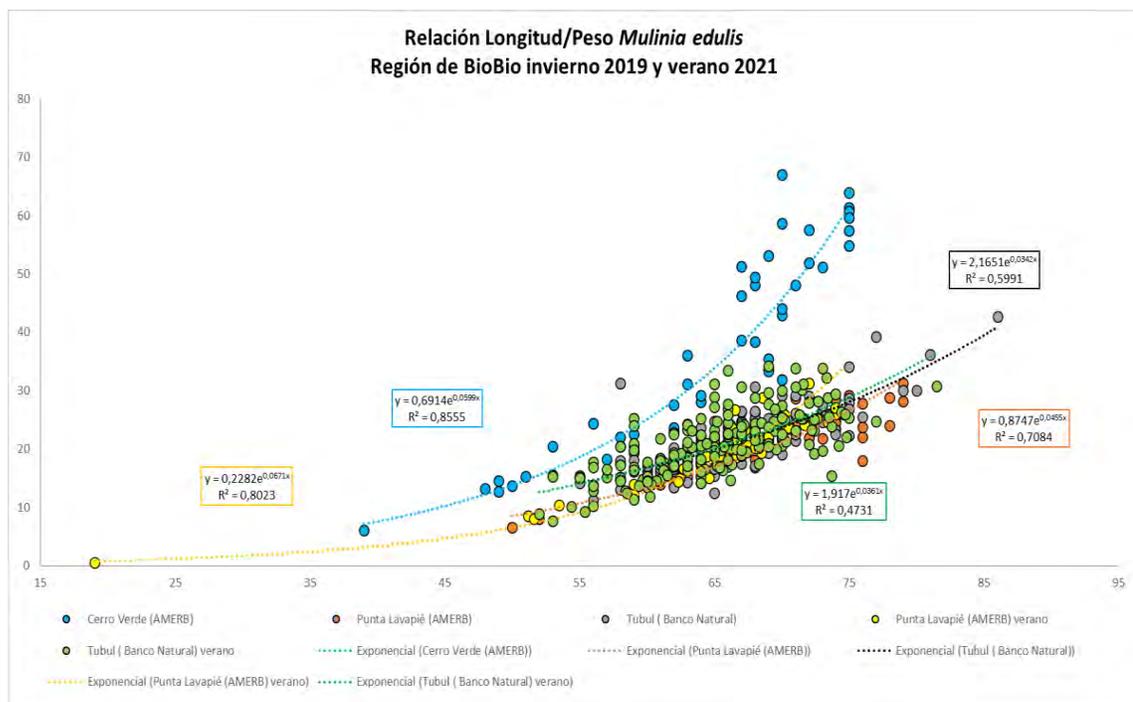
**Figura 207.** Valvas de almeja ploma *M. edulis*, que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región del Biobío AMERB Punta Lavapié.



**Figura 208.** Valvas de almeja ploma *M. edulis*, que denotan la ausencia de ataque de poliquetos perforadores, pero en que aparecen “Sandy black spots”. Ejemplares recolectados en el periodo estival 2021 en la región del Biobío AMERB Punta Lavapié.

## Relación Longitud/peso valvas

La almeja ploma extraídas en las localidades de la Región del Biobío presentan similitudes en sus valores merísticos entre las localidades de AMERB y banco natural. Sin embargo, aquellos ejemplares pertenecientes a la AMERB de Cerro Verde en invierno logran mayores pesos, posiblemente a un engrosamiento de la valva. Valvas más gruesas muestran mayor presencia de “Sandy Black Spots” (Fig.208). Para la misma especie, la población de Cerro Verde durante condiciones invernales mostró pesos superiores a los analizados en otras poblaciones en la misma estación como respecto a los ejemplares recolectados en el verano 2021 (Figura 209).



**Figura 209.** Relación longitud/peso de *M. edulis* en dos AMERB (Cerro Verde y Punta Lavapié) y un banco natural de Tubul, Región de Biobío, Chile, durante la campaña invernal 2019 y estival 2021.

Variabilidad espacial y tipo de hábitat (banco naturales), medio de producción (cultivo suspendido) o áreas marinas protegidas (Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, AMERB) en niveles de infestación dentro de una misma especie de bivalvo.

Para definir efectos diferenciados en el tipo de ataque por poliquetos perforadores en moluscos bivalvos provenientes de distintos ambientes o tipos de hábitats, se analizó de modo separado los niveles de infestación determinados para cada especie bivalvo en la campaña invernal 2019 (Tabla 55) y estival 2021 (Tabla 56).

La Tabla 55 muestra el análisis comparativo entre las distintas áreas de muestreo (Banco natural, centro de cultivo y AMERB) para las principales especies de bivalvos (*M. donacium*, *A. purpuratus* y *O. chilensis* en los distintos periodos de muestreo (invernal 2019 y estival 2021). Para el bivalvo *M. donacium*, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,0001$ ) en el promedio de *P. biocccipitalis* entre la AMERB Tongoy y banco natural Punta de Choros, siendo esta mayor en el banco natural. En el muestreo invernal 2019, *M. donacium*, también mostró diferencias significativas entre los mismos sectores anteriormente mencionados ( $P = 0,0012$ ). Entre las AMERB de Mar Brava y Cucao Norte no existen resultados para estos análisis debido a la ausencia de ejemplares de poliquetos perforadores, Región de Los Lagos, Chile.

Para el bivalvo *A. purpuratus*, las diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) en la abundancia de poliquetos perforadores fueron entre la AMERB de Puerto Aldea y los Centros de cultivo 1 y 2 en el muestreo invernal 2019. Para el muestreo estival 2021, sólo se categorizaron los ejemplares según su grado de infestación.

En la región de Los Lagos para el bivalvo *O. chilensis*, entre los centros de cultivo 1, 2, 3 y 4, no hubo diferencias significativas ( $P = 0,2633$ ), en el periodo invernal a pesar de que la abundancia promedio fue mayor en el centro de cultivo 4. Para el banco natural de Pullinque sólo se categorizaron los estados de infestación de las valvas. En el muestreo del periodo estival 2021, si hubo diferencias significativas ( $P < 0,0001$ ) entre todos los centros de cultivo y el banco natural de Pullinque, la principal diferencia la otorgó la cantidad de ejemplares del cirratúlido *Dodecaceria* sp, encontrados en las valvas de ostra chilena en el centro de cultivo 3 (Tabla 55).

En la Tabla 56 se muestra un resumen de ambas campañas de muestreo con la data del grado de infestación provocado por poliquetos perforadores en algunas especies de bivalvos nativos chilenos.

**Tabla 55.** Grado de infestación comparativo entre diversas especies de moluscos bivalvos de importancia comercial provenientes de tres tipos de hábitats y de tres regiones de Chile.

REGION	ORIGEN MUESTRA	LOCALIDAD	ESPECIE	TAMAÑO MUESTRA	% INFESTACIÓN
COQUIMBO	AMERB	Tongoy	<i>Mesodesma donacium</i>	45	33
	AMERB	Tongoy	<i>Tagelus dombeii</i>	45	0
	AMERB	Puerto Aldea	<i>Argopecten purpuratus</i>	45	100
	AMERB	Apolillado	<i>Leukoma antiqua</i>	45	0
	CENTRO CULTIVO	Centro1	<i>Argopecten purpuratus</i>	30	100
	CENTRO CULTIVO	Centro 2	<i>Argopecten purpuratus</i>	30	100
	BANCO NATURAL	Punta Choros	<i>Mesodesma donacium</i>	175	58
BIOBÍO	AMERB	Cerro Verde	<i>Tagelus dombei</i>	45	0
	AMERB	Cerro Verde	<i>Mulinia edulis</i>	45	0
	AMERB	Laraquete	<i>Ensis macha</i>	45	0
	AMERB	Laraquete	<i>Tagelus dombeii</i>	45	0
	AMERB	Laraquete	<i>Leukoma antiqua</i>	45	0
	AMERB	Punta Lavapié	<i>Aulacomya ater</i>	45	0
	AMERB	Punta Lavapié	<i>Mulinia edulis</i>	45	0
	BANCO NATURAL	Tubul	<i>Tagelus dombei</i>	175	0
	BANCO NATURAL	Tubul	<i>Mulinia edulis</i>	175	0
LOS LAGOS	AMERB	Punta Cementerio	<i>Tagelus dombeii</i>	45	0
	AMERB	Punta Cementerio	<i>Leukoma antiqua</i>	45	0
	AMERB	Mar Brava	<i>Mesodesma donacium</i>	45	0
	AMERB	Cucao norte	<i>Mesodesma donacium</i>	45	0
	CENTRO CULTIVO	Centro 1	<i>Ostrea chilensis</i>	30	17
	CENTRO CULTIVO	Centro 2	<i>Ostrea chilensis</i>	30	13
	CENTRO CULTIVO	Centro 3	<i>Ostrea chilensis</i>	30	13
	CENTRO CULTIVO	Centro 4	<i>Ostrea chilensis</i>	30	37
	BANCO NATURAL	Isla Aullin	<i>Leukoma antiqua</i>	175	0
	BANCO NATURAL	Pullinque	<i>Ostrea chilensis</i>	175	33

**Tabla 56.** Análisis estadístico entre las distintas áreas de muestreo (Banco natural, centro de cultivo y AMERB) para las principales especies de bivalvos. Se incluye el promedio  $\pm$  Desviación Estándar de la abundancia de los poliquetos perforadores por origen, además la significancia estadística ( $P < 0,05$ ) de cada análisis. Sólo se muestran las regiones donde se detectaron estas especies (Región de Coquimbo y Región de Los Lagos).

REGIÓN	ORIGEN	LUGAR	ESPECIE	N	Muestreo invierno 2019		Muestreo estival 2021	
					promedio $\pm$ D. E	P	promedio $\pm$ D. E	P
Región de Coquimbo	AMERB	Tongoy	<i>M. donacium</i>	45	0,07 $\pm$ 0,43	0,0012	0,07 $\pm$ 0,45	<0,0001
	BANCO NATURAL	Punta Choros		166	0,08 $\pm$ 0,42		1,3 $\pm$ 1,8	
	AMERB	Puerto Aldea		45	27,3 $\pm$ 19,1		–	sólo se categorizaron los grados de daño
	CENTRO CULTIVO	Centro 1	<i>A. purpuratus</i>	30	3,7 $\pm$ 21,3	< 0,001	–	
	CENTRO CULTIVO	Centro 2		27	41,7 $\pm$ 19,5		–	
	AMERB	Mar Brava	<i>M. donacium</i>		45	0	no hay diferencias (ausencia de ejemplares)	0
AMERB	Cucao norte			45	0	0		
Región de Los Lagos	CENTRO CULTIVO	Centro 1		30	0,4 $\pm$ 1,1		0,4 $\pm$ 1,7	
	CENTRO CULTIVO	Centro 2		30	0,5 $\pm$ 1,9		1,2 $\pm$ 2,0	
	CENTRO CULTIVO	Centro 3	<i>O. chilensis</i>	30	0,4 $\pm$ 1,3	0,2633	17,5 $\pm$ 42,9	<0,0001
	CENTRO CULTIVO	Centro 4		30	1,8 $\pm$ 3,5		0,1 $\pm$ 0,3	
	BANCO NATURAL	Pullinque		175	sólo se categorizaron los grados de daño		1,6 $\pm$ 2,7	

### **Detección de Herpevirus de la ostra (OsHV-1)**

El OsHv-1 es un agente infeccioso viral que afecta a varias especies de moluscos bivalvos, fue detectado por primera vez por Farley *et al*, (1972) en ostra *C. virginica*. Afecta en especial a ostras del Pacífico (*C. gigas*) y ostra portuguesa (*C. angulata*). Este virus está ampliamente distribuido en el planeta. Aunque el virus se puede detectar en todas las fases de la vida de las ostras, la mortalidad debida a microvariantes afecta principalmente a larvas pequeñas y a juveniles (Degremont *et al*. 2011; OIE, 2021). Las fases iniciales, incluidos larvas, larvas pequeñas y juveniles parecen ser más susceptibles a la infección.

La patogenicidad del virus ha resultado disímil ya que se ha observado variantes que causan mortalidades masivas, pero también se han detectado en poblaciones que no presentan signos de la enfermedad. Ante esta realidad, es necesario comprobar el estado sanitario de las ostras, tanto de cultivo como de banco natural, respecto del virus OsHV-1. Aunque no hay registros de mortalidades masivas de ostras en el país, aun así, podría existir el virus en las poblaciones y representar un peligro latente a las mismas.

### **Metodología para detección de Herpesvirus OsHV-1**

En cada uno de los muestreos (invierno-primavera y verano-otoño) se tomó un trozo de tejido de manto/branquia de cada uno de los ejemplares de ostra de centros de cultivo como de banco natural con el objetivo de realizar pruebas de PCR para detección del virus OsHV-1. Estas muestras fueron depositadas en microtubos eppendorf conteniendo alcohol 96%, mantenidas en refrigeración y enviadas al laboratorio para su procesamiento.

El protocolo usado en esta oportunidad corresponde al descrito por Martenot *et al*. (2010). El análisis de las muestras fue realizado en el Laboratorio de Referencia de Especies Hidrobiológicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valparaíso. Las muestras analizadas (590 en total) fueron distribuidas en 197 pooles de 3 individuos cada uno.

Para verificar el estado actual de las ostras (*Ostrea chilensis*) en Chile, se ha realizado un análisis de PCR a cada una de las muestras de ostra obtenidas en las dos campañas de muestreo (invierno-primavera y verano-otoño).

Fueron analizadas 295 muestras en invierno de 2019 y 295 en verano de 2021. En cada una de las campañas se extrajeron 175 ejemplares procedentes de un banco natural y 120 individuos desde 4 centros de cultivo, todos desde la región de Los Lagos.

Todas las muestras resultaron negativas al virus OsHV-1. El control positivo correspondió al ADN extraído de la muestra H48792 PT2-Round 1 del Programa PT SIMA-Austral, organizado por Sernapesca. El control positivo confirma la validez del ensayo en general. Los controles endógenos resultaron positivos lo que indica un buen estado de preservación de las muestras y un correcto procedimiento de extracción (ANEXO 5).

## **6. OBJETIVO ESPECÍFICO 4** *Proponer el diseño de un programa de vigilancia y control de enfermedades de alto riesgo en moluscos silvestres.*

---

### **6.1. Desarrollo Metodológico**

Los programas de vigilancia se basan en información actualizada de las poblaciones a las cuales se quiere asegurar el bienestar. La información fidedigna permite orientar estrategias para detectar, controlar y erradicar una eventual amenaza a las poblaciones objetivo.

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó la información de las patologías de Alto Riesgo que afectan a las especies de moluscos de importancia productiva en el país obtenidas en el desarrollo de los objetivos específicos 2 y 3, y se propone un sistema de monitoreo preventivo que considera las enfermedades de mayor relevancia detectadas en este estudio.

### **6.2 Resultados**

#### **6.2.1. Normativa vigente para vigilancia EAR en moluscos**

Dentro de las medidas contempladas en el Reglamento Sanitario (RESA, D.S. 319/2002), se encuentra la determinación de Alto Riesgo (EAR). Para ello, el reglamento distingue entre 3 clases de enfermedades de alto riesgo, por grupos de especies hidrobiológicas, en base a los siguientes criterios: virulencia, prevalencia, nivel de diseminación, impacto económico para el país o la circunstancia de encontrarse en el listado de enfermedades de declaración obligatoria de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).

Los monitoreos activos para las EAR Lista 1 del RESA incluyen los patógenos *Marteilia refrigens*, *Bonamia ostreae*, *B. exitiosa*, *Perkinsus marinus*, *P. olsenii*, Herpesvirus del abalón y virus OSHV-1  $\mu$  de la ostra.

El Ámbito de Aplicación del programa indica que se aplicará en todos los centros de cultivo de **moluscos susceptibles a enfermedades de alto riesgo** definidas en la resolución de la Subsecretaría de Pesca que clasifica las enfermedades de alto riesgo. Además, se aplicará con carácter voluntario en aquellos centros de cultivo de moluscos no susceptibles y zonas que voluntariamente se sometan a la vigilancia y en los bancos naturales de bivalvos, si así se solicitara.

La Tabla 57 señala las actividades vigentes para el cumplimiento del Programa de Vigilancia de enfermedades de Alto Riesgo en moluscos de cultivo.

**Tabla 57.** Resumen de los monitoreos activos para EAR Lista 1 y Lista 3 del Programa de Vigilancia de Moluscos

Documento o Norma	Toma de Muestras	Periodicidad de Muestreo	Transporte Laboratorio	Técnica de Diagnóstico por patógeno	Ruta información
PVM para EAR en moluscos susceptibles D:S 320 de 2000 y Resolución Exenta Nº 1809	Centros de cultivo de moluscos susceptibles 30 individuos	Visitas sanitarias anuales cada un mínimo de 4 meses (uno al menos cuando el agua esté por debajo de los 14°C).	En condiciones que garanticen su integridad, embalados en recipientes sólidos, perfectamente sellados, cajas o contenedores protectores sólidos y perfectamente cerrados, sustancia absorbente suficiente y etiquetados (código centro, fecha muestreo y números o códigos que identifiquen los grupos muestreados). Se deberá agregar suficiente hielo o bloques de enfriamiento para garantizar la refrigeración durante el traslado a laboratorio para cuidar la T°, evitando la congelación. Los moluscos enteros deben enviarse en bolsas de plástico refrigeradas.	Necropsia y análisis virales, bacterianos y parasitarios (de acuerdo con lo establecido por la OIE)	<p>Los Laboratorios de diagnóstico deben emitir un informe (INF/PSEV) con los resultados, en original y una copia: el primero para el centro y la copia para el lab. El Lab. debe informar los resultados al Servicio bajo el formato del Registro de Datos y Entrega de Información de laboratorios (PSG).</p> <p><b>Ante sospecha fundada de EAR Lista 1:</b> el titular del centro deberá notificar al Servicio dentro de 48 hrs. En el caso de los laboratorios, la notificación deberá ser dentro de 24 hrs. El servicio ordena entonces una investigación oficial para confirmar o descartar la situación, a raíz de la cual se tomarán las medidas necesarias en un periodo que no supere 45 o 90 días (confirmación fuera del país)</p>

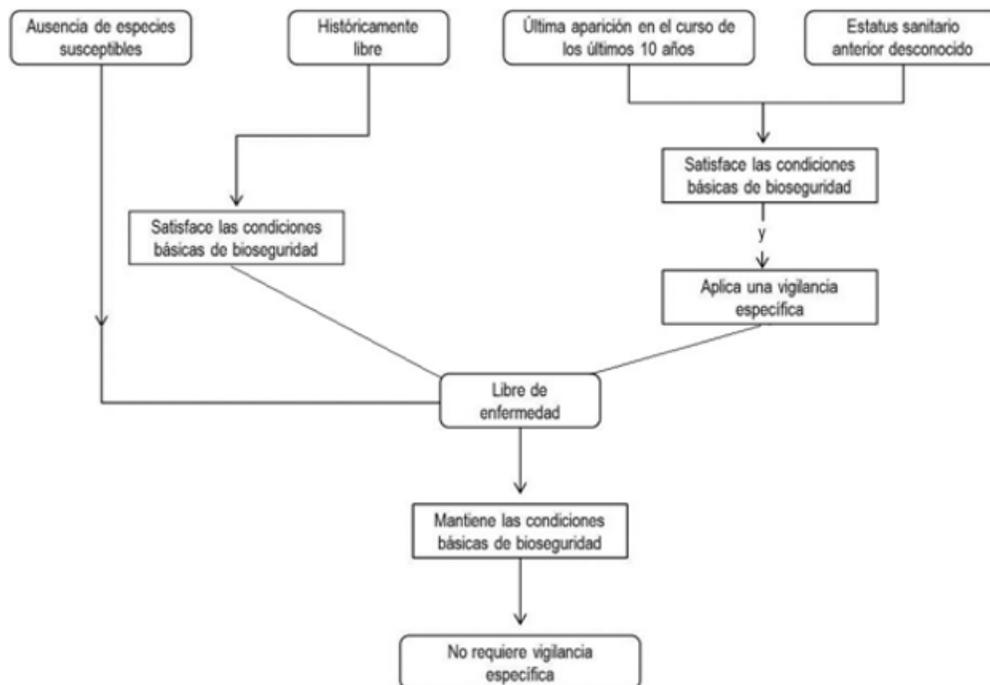
Los metazoos tremátodos (Platyhelminthes) están temporal o permanentemente presentes en más de la mitad de las especies animales (Bush *et al.*, 2001, Prietrock & Marcogliese 2003). Los parásitos tremátodos pueden encontrarse en un amplio rango de condiciones y hábitats, teniendo un gran impacto en los procesos ecológicos: mediante la regulación de las poblaciones de hospedadores (Hudson *et al.* 2006).

### 6.2.2. Vigilancia epidemiológica según OIE

Según la OIE (<https://www.oie.int/es/inicio/>) Las especies de animales acuáticos se consideran susceptibles a la infección por un agente patógeno cuando se ha demostrado la presencia de un agente patógeno que se multiplica o desarrolla mediante casos que han aparecido naturalmente o a través de la exposición experimental que reproduce las vías naturales de transmisión.

La susceptibilidad incluye la infección clínica o no clínica, por esta razón es que por el momento **no podría incluirse un monitoreo oficial** (dentro del RESA) a los patógenos que afectan o podrían estar afectando a los moluscos nativos de interés comercial. Se debe cumplir primero con demostrar la presencia del agente, realizar ensayos y documentar el daño que produce en el molusco. A excepción de la ostra chilena ninguno de los otros moluscos nativos del estudio ha sido declarado especie susceptible de contraer las patologías de alto riesgo, ni las patologías o patógenos detectados se encuentran en el listado de patógenos peligrosos de la OIE.

De acuerdo con las directrices de la OIE, la vigilancia epidemiológica se realiza sobre especies susceptibles. Siendo la almeja, macha, navajuela, navaja/huepo (*L. antiqua*, *M. donacium*, *T. dombeij*, *E. macha*) especies no susceptibles, por lo que no ameritan un programa de vigilancia, como muestra la Figura 210.



**Figura 210.** Diferentes procedimientos para declarar ausencia de enfermedad. Vigilancia de la sanidad de los animales acuáticos (OIE 2021).

### 6.2.3. Patologías detectadas frente a Vigilancia activa PVM.

La identificación de patógenos relevantes y su prevalencia, nos permite señalar:

- No se detectan enfermedades EAR en ninguno de los 3460 especímenes analizados.
- El agente patógeno con mayor frecuencia de observación correspondió al Filo Apicomplexa
- La única especie de bivalvo analizada susceptible de contraer EAR es *O. chilensis*
- El agente detectado en el presente estudio que reviste mayor riesgo sanitario en las especies hospedadoras es un protozoo tipo Haplosporidio.

Actualmente el único patógeno cuyo género se encuentra dentro de los patógenos de declaración obligatoria es *Bonamia* sp. en ostras, pero aún no se le asigna la especie y su presencia en las ostras nativas (*O. chilensis*) no se ha visto asociada a mortalidades importantes a pesar de haber sido detectada por primera vez en el país hace décadas (Kern, 1993, Campalans *et al.*, 2000).

Entre las patologías que no son de declaración obligatoria, en este estudio, se han encontrado algunas que por su extensión y alteración en el hospedero podrían ser consideradas

importantes. Entre las patologías que se debería tener en consideración está: neoplasia hemocítica en ostra y almeja venus (*O. chilensis* y *L. antiqua*), el protozoo tipo Haplosporidio en almeja ploma y venus (*M. edulis* y *L. antiqua*), la presencia de tremátodos en distintas etapas de desarrollo en almeja, macha y navajuela (*L. antiqua*, *M. donacium* y *T. dombeii*) y la gregarina *Nematopsis* sp. en almeja venus.

Otro de los hallazgos que se consideran relevantes, por su permanencia en el ambiente y por la diversidad de hospederos son los Apicomplexos como Eugregarinas y Coccidios, no obstante, como son parte de los ciclos biológicos complejos que incluyen otros invertebrados como caracoles y crustáceos no resulta adecuado realizar un manejo preventivo en el ambiente donde se encuentra los moluscos de interés (Solénidos, Venéridos y Ostreídos).

Así mismo la Neoplasia hemocítica no podría ser considerada en un programa de monitoreo preventivo puesto que se desconoce su origen pudiendo ser provocada por; alteraciones genéticas, virus, retrotransposones y diversos contaminantes (Carballal *et al.*, 2015). Además, la prevalencia fue baja (1%) si se considera el número total de almejas venus analizada en el estudio y no sólo la AMERB donde fue encontrada (7%).

En cuanto a la infestación valvar ocasionada por poliquetos perforadores, se observa que cuatro de las 8 especies estudiadas (*T. dombei*, *E. macha*, *L. antiqua* y *M. edulis*) no presentan poliquetos en las valvas. En las especies que presentan poliquetos el daño es menor, ya que la intensidad es baja y las perforaciones se encuentran confinadas a la valva

Por lo anterior se propone enfocar el monitoreo a aquellos patógenos que son específicos como el Filo Haplosporidia (*Bonamia* y *Haplosporidium*).

El recuadro “Procedimientos a seguir” para el control de los patógenos listados en la Tabla 58 indica “Ninguno” en la mayoría de los casos, esto es debido a que se trata de parásitos autóctonos, que probablemente han evolucionado durante mucho tiempo junto con la especie de bivalvo y cumplen una función de equilibrio en la comunidad, por lo que se hace poco prudente intervenir y erradicar, ya que los parásitos ayudan a regular los tamaños poblacionales de las

especies que parasitan (Hudson *et al.*, 2006). Es el caso de los tremátodos, que en este estudio se revelaron como los más frecuentes, afectando prácticamente a todas las especies del estudio, con excepción de cholga, ostión y ostra (*A. ater*, *A. purpuratus* y *O. chilensis*) actuarían en al menos tres poblaciones de hospederos. Por su ciclo complejo y desconocido, hace menos recomendable una intervención.

Se sugiere la realización de un análisis de riesgo que pueda identificar a las especies más importantes, de acuerdo con el daño producido en la especie objetivo, sea de mortalidad, debilitamiento o pérdida de condición que las haga vulnerables, determine el ciclo completo, especialmente el hospedero final.

La Tabla 58 señala las principales patologías que se encontraron en los moluscos analizados. Se presenta el efecto que provoca en el hospedero, los métodos de diagnóstico para su detección y sugerencias de prevención.

**Tabla 58.** Patologías que afectan a las especies en estudio indicando el parásito o enfermedad causante, método de diagnóstico y procedimiento recomendado

Especie	Parásito o enfermedad	Efecto en el molusco	Región	Método de diagnóstico	Procedimiento a seguir
<i>L. antiqua</i>	Platelmintos tipo <i>Bucephalus</i> (Digenea)	Desarrollo de cercarias en esporocistos. Reduce el potencial reproductivo. Castración	Biobío	Histología, PCR, pruebas moleculares	Ninguno
	<i>Nematopsis</i> sp (Gregarina, Protista)	Desarrollo de parásitos Apicomplexa. Inflamación de branquias y tejido conectivo	Coquimbo, Biobío, Los Lagos	Histología, PCR	Ninguno
	Protozoo tipo Haplosporidio	Infiltración hemocítica en tejido conectivo	Coquimbo, Biobío, Los Lagos	Histología, PCR	Seguimiento
	Tremátodos (Platelmintos)	Metacercaria Alteración del tejido branquial, insuficiencia respiratoria	Coquimbo, Biobío, Los Lagos	Histología	Ninguno
<i>M. edulis</i>	Ciliados	No detectado	Biobío	Histología y citología	Ninguno
	Tremátodos (Platelmintos)	Metacercaria en Branquias. Alteración del tejido branquial, insuficiencia respiratoria	Biobío	Histología	Ninguno
<i>M. donacium</i>	Poliquetos perforadores	Formación de tubos y ampollas en las valvas, lleva a la fragilidad de la valva	Coquimbo	Observación microscopía óptica	Ninguno
	Apicomplexa (Coccidia,	En el tracto digestivo de los bivalvos. Impacto no	Coquimbo	Histología	Ninguno

	Protista)	detectado en el hospedero.			
	Platelmintos tipo <i>Bucephalus</i> (Digenea)	Desarrollo de cercarias en esporocistos. Reduce el potencial reproductivo. Castración	Los Lagos	Histología, PCR, pruebas moleculares	Ninguno
	Tremátodos	Metacercarias	Los Lagos	Histología	Ninguno
<i>T. dombeii</i>	Platelmintos tipo <i>Bucephalus</i> (Digenea)	Desarrollo de cercarias en esporocistos. Reduce el potencial reproductivo. Castración	Biobío, Los Lagos	Histología, PCR, pruebas moleculares	ninguno
	Protozoo No identificado	Infiltración glándula digestiva	Coquimbo, Biobío, Los Lagos	Histología	Ninguno
<i>A. purpuratus</i>	Poliquetos perforadores	Formación de tubos y ampollas en las valvas. Debilitamiento de las valvas	Coquimbo	Examen macroscópico	Ninguno
<i>O. chilensis</i>	Haplosporidia ( <i>Bonamia</i> sp)	Severa infiltración hemocítica en todos los tejidos	Los Lagos	Histología, PCR	Seguimiento
	Poliquetos perforadores	Formación de tubos y ampollas en las valvas. Debilitamiento de las conchas	Los Lagos	Examen macroscópico	Ninguno
<i>A. ater</i>	Poliquetos perforadores	Formación de tubos y ampollas en las valvas. Debilitamiento de las conchas	Biobío	Examen macroscópico	Ninguno

#### 6.2.4. Programa Monitoreo Preventivo

##### ➤ Evaluación inicial de la situación:

Al igual que los programas de monitoreo de agentes infecciosos de otras especies, este plan sería realizado en un principio para evaluar la situación de los Bancos naturales y áreas de manejo respecto a los haplosporidios considerando áreas y especies afectadas:

Después del primer año se podrán realizar los ajustes necesarios para decidir acerca de la periodicidad del muestreo y las medidas de control en las diferentes Bancos naturales o AMERB de bivalvos.

Las empresas cultivadoras de ostras y otros bivalvos de cultivo (pectínidos y mitílidos) están frecuentemente entregando información a Sernapesca referente a los Reglamentos: Ambiental y Sanitario (caso de la ostra) (D.S. 320 y 319/2001 del MINECOM) relativo a: estado sanitario de la población en cultivo y las condiciones aeróbicas del fondo marino, además de informar sobre los

monitoreos periódicos de EAR, se espera que las AMERB se incorporen luego de un periodo de capacitación donde se prepare a los encargados y se les capacite para entregar la información requerida, además de capacitarlos para la detección de problemas sanitarios.

➤ **Frecuencia del muestro**

Del Programa Sanitario, los moluscos deberán ser muestreados y analizados anualmente.

➤ **Tamaño y obtención de la muestra**

A diferencia del tamaño de la muestra en el programa de vigilancia de las EAR, que son 30 individuos de una misma especie, se sugiere aumentar el tamaño de la muestra para detectar al menos un individuo infectado asumiendo una prevalencia 5% o bien utilizar la tabla del número de muestras a obtener según la especificidad y sensibilidad de la técnica que se utilizará para la detección. Para la obtención de la muestra de tejido ésta se realiza siguiendo las indicaciones señaladas en el Código sanitario para los animales acuáticos (OIE, 2021) como se indica a continuación:

- Si el molusco mide de 1 a  $\leq$  2 cm se analiza el individuo completo sin valvas
- Para el diagnóstico por histología del Haplosporidia tal como se realiza para *B. exitiosa* se requiere un corte de tejido de 3–5 mm de espesor de branquias, manto, gónadas o glándula digestiva.
- Para ciertas pruebas, como las improntas o la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) son preferibles las branquias y/o el corazón.

➤ **Técnica de análisis**

Siempre es recomendable utilizar métodos generales como histopatología para garantizar la detección de cualquier alteración de la normalidad en la estructura de los tejidos, lo que sería indicativo de modificación del estado saludable.

Según OIE (2021) el método de referencia para los haplosporidios (como *Bonamia*) es la histología y es el método de vigilancia recomendado.

➤ **Evaluación**

Al final del primer año de aplicar el programa de monitoreo, se podrá obtener una Base de Datos de la situación de las almejas en los bancos naturales y AMERB respecto del protozoo de interés, lo que permitiría generar los mapas sinópticos respecto a la distribución de los casos en las almejas. Al concluir el periodo anual se espera obtener información relativa a:

- Caracterizar y cuantificar la población afectada (especie susceptible, especie afectada)
- Zonas de Banco o AMERB de mayor prevalencia
- Épocas de mayor prevalencia o presencia del protozoo

La información generada permitirá establecer los procedimientos para un programa de vigilancia específico para el control del protozoo haplosporidio en las almejas venus y ploma.

En resumen, a excepción del haplosporidio *Bonamia* sp. en ostra, ninguna de las patologías o condición patológica encontradas en este estudio es considerada de alto riesgo por la OIE, por lo que no sería necesaria una vigilancia anual, pero se recomienda un monitoreo bianual para la condición del protozoo tipo haplosporidio en almejas venus y ploma (*L. antiqua* y *M. edulis*) ya que se encontró ampliamente distribuida y con prevalencia en algunas zonas alrededor 35% (16/45).

## 7 DISCUSIÓN

En la actualidad los moluscos que han recibido mayor atención sanitaria corresponden a los mitílidos probablemente porque en el país se ha desarrollado una industria de cultivo de moluscos bastante significativa, constituida principalmente de mitílidos como el chorito (*Mytilus chilensis*). En tanto otros bivalvos de importancia comercial en el país, como son la mayoría de los moluscos enterradores (por ejemplo, la almeja, *Leucoma antiqua* y la macha, *Mesodesma donacium*), no han logrado ser cultivados a nivel comercial y por lo tanto la explotación de ellos se realiza a través de las AMERB, las que se encuentran distribuidas a lo largo de toda la costa del país, o directamente por la extracción desde bancos naturales de explotación abierta. Por esta razón, no existe un registro acerca los problemas sanitarios que pudieran afectar a las especies de moluscos no cultivadas que son explotadas, por lo cual se conoce poco de los patógenos y patologías que los afectan.

Las enfermedades más importantes que conocemos hasta ahora en moluscos son aquellas señaladas por la OIE como peligrosas. De esta manera el primer objetivo de la búsqueda en este estudio ha estado dedicado en encontrar los parásitos causantes de estas patologías.

Los resultados de la búsqueda de agentes patógenos en las especies del estudio tanto en cultivo como en Áreas de Manejo y Bancos naturales en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos han proporcionado información sobre diversos tipos de organismos, algunos de los cuales se describen asociados por primera vez a estos bivalvos. De esta manera, se determinó; la presencia de diversas condiciones patológicas, observación de microorganismos procariotas y diversas larvas de tremátodos, además de otros organismos no patógenos.

Algunos de los parásitos encontrados podrían constituir un problema sanitario como es el caso de la presencia de células uninucleadas y plasmodios multinucleados de un protista similar a los haplosporidios, así también podría ocurrir con la presencia de larvas de tremátodos digeneos (Platyhelminthes: Trematoda) localizadas en las gónadas de sus hospederos. También resulta compleja la presencia de neoplasia hemocítica diseminada en dos especies de bivalvos.

En resumen, se puede señalar que se detectaron posibles patógenos tanto organismos metazoarios como microorganismos, así como algunas condiciones patológicas no asociada a agentes patógenos y parásitos de valvas o poliquetos.

### **Organismos invasores posibles patógenos**

Corresponden a: protozoos de la familia Haplosporidiidae **a) *Bonamia* sp.**, y **b) *Haplosporidium*-like**, además de los Apicomplexos **c) *Nematopsis* sp.**, y **d) coccidios** no identificados, también numerosos metazoarios tales como **e) Tremátodos** en estado de esporoquistes y metacercarias, **f) procariotos** similares a Rickettsias (RLO), **g) microsporidios**, **h) protozoos** asociados a branquia y finalmente **i) parásitos** asociados a las valvas y **j) poliquetos** perforadores.

### **Phylum Haplosporidia**

#### **a) Protozoo *Bonamia***

El patógeno *Bonamia* sp. se presenta en ostras (*O. chilensis*) solamente en la campaña de verano en una prevalencia baja en las ostras provenientes del banco natural y de un centro de cultivo. Llama la atención que no haya sido observado en ninguna de las casi 300 ostras analizadas en el invierno de 2019. En otras latitudes el protozoo *Bonamia ostreae* que afecta a ostras del hemisferio norte, presenta un ciclo de mortalidades que tiende a declinar después de dos o más años en que se presenta en una localidad. En estos lugares, la mortalidad en las ostras durante el primer año se aproxima a un 100% y luego tiende a declinar a niveles de 20% a 60% después que el protozoo ha estado presente por dos o más años (Elston, 1994). La enfermedad se puede presentar en cualquier momento del año, pero generalmente se asocia con el alza de temperatura por sobre los 13°C que se producen durante primavera y verano. Los índices importantes de mortalidad ocurrirían cuando las temperaturas oscilan entre los 12°C y los 20°C y no con temperaturas superiores (Elston, 1994).

La ausencia de este protozoo en los individuos analizados, la mayoría de ellos provenientes de la zona de Ancud, puede deberse al ciclo entre años del parásito. En Argentina Kroeck & Montes

(2005) reportan mortalidades de *Bonamia* sp., tipo *exitiosa* en el 95% de las ostras de cultivo, no pudiendo establecer un patrón de prevalencia debido a que los cultivos se descontinuaron. En cambio, en los bancos naturales se presenta un patrón de prevalencia bianual en donde se encuentran bajos porcentajes de ostras infectadas en un año y al siguiente alcanzan valores elevados, cayendo nuevamente en el tercer año para aumentar en el cuarto año. Una situación similar podría estar ocurriendo en la zona Ancud, aunque el ciclo de *Bonamia* sp. aún no ha sido descrito en las ostras chilenas.

La baja prevalencia detectada en el presente estudio plantea la interrogante acerca de lo que sucede realmente con este protozoo y su relación con la ostra nativa en los últimos 10 años, donde se observa una disminución en la producción de la ostra con un leve aumento en los últimos 3 años (Sernapesca 2021), aunque no es posible conocer las causas reales de este comportamiento debido a que es un recurso con bajos volúmenes producción (alrededor de 200 ton/año), con un aumento a partir del año 2017 donde la producción superó las 300 toneladas. Aunque existan pérdidas asociadas a los patógenos no serán advertidas porque la producción es suficiente para abastecer los requerimientos del mercado interno

Otra posibilidad que podría explicar la baja prevalencia es que las ostras altamente infectadas mueran antes de ser cosechadas y la población analizada en la campaña de invierno correspondería a una población de ostras sobrevivientes, no obstante, es difícil de comprobar ya que los cultivadores no se llevan un registro de las mortalidades v/s patógeno.

#### **b) Protozoos tipo Haplosporidium**

Este tipo de protozoos se encontraron en las almejas (*L. antiqua* y *M. edulis*) y en la mayoría de los casos asociados a una fuerte infiltración hemocítica principalmente de manto, con pérdida de la arquitectura normal del tejido conectivo en áreas del manto cercanas a las gónadas. Se conoce que los parásitos del género *Haplosporidium* infectan a los moluscos bivalvos en todo el mundo, y algunos de ellos han causado una alta mortalidad, como es el caso de *Haplosporidium nelsoni* y *H. costale* en la ostra *Crassostrea virginica*.

Dentro del mismo Phylum Haplosporidia se encuentran los protozoos *Bonamia ostreae* y *B. exitiosa* que infectan a las ostras planas *Ostrea* spp., y son causante de grandes epizootias (Burreson & Ford, 2004; Arzul & Carnegie, 2015; Carballal *et al.*, 2020). En Chile, la presencia de *Bonamia* sp. en las ostras (*O. chilensis*) de cultivo se conoce desde hace más de 20 años, no obstante, hasta ahora su patogenicidad es desconocida. (Campalans *et al.*, 2000, Lohrmann *et al.*, 2009).

Los signos clínicos no específicos de parasitismo por haplosporidiosis son más graves en la ostra y pueden incluir recesión del manto, valvas abiertas, tejido demacrado acuoso, glándula digestiva pálida y en ocasiones, depósitos de conquiolina de color marrón amarillento que se forman en el interior de la concha. La diseminación de las etapas plasmodiales del parásito se encuentra en todos los tejidos. La infiltración de la célula hospedera y necrosis celular son evidentes mediante examen histológico (Meyer & Burton, 2009).

La almeja venus (*L. antiqua*) es el segundo molusco con mayor desembarque histórico, concentrándose la mayor actividad en las regiones de Los Lagos y Aysén, siendo la región de Los Lagos desde donde proviene más del 90% del volumen desembarcado a nivel nacional, en los últimos dos años los desembarques son cercanos a las 14.000 t. (Sernapesca 2018). Es uno de los pocos recursos pesqueros bivalvos que se encuentran principalmente en bancos naturales de libre acceso. Aunque los desembarques han disminuido en la última década, el volumen anual de extracción es elevado. La alta vulnerabilidad de la almeja en los bancos naturales se debe a que es un recurso sin vedas y es una pesquería sin medidas de administración solo Tallas Mínimas Legales (FIPA 2018-32) a diferencia de la ostra chilena cuyo banco natural se encuentra protegido por el Estado como Reserva Marina.

Estos antecedentes sobre la explotación de la almeja se suman al riesgo de tener un patógeno importante, que en condiciones ambientales adversas puede ocasionar altas mortalidades en el Banco de almejas.

## Phylum Apicomplexos

### c) Gregarinas *Nematopsis* sp

También constituye un hallazgo interesante en este estudio, la presencia de gregarinas, principalmente en la especie almeja venus (*L. antiqua*). La estructura del ooquiste encontrado en los ejemplares de almeja corresponde a la descrita para la esporogonia de especies de la familia Porosporidae que infectan tejidos de moluscos. Esta familia contiene solo dos géneros, *Porospora* y *Nematopsis*.

La distinción taxonómica es la presencia o ausencia de una pared rodeando el ooquiste. Las especies de *Porospora* se caracterizan por poseer un ooquisto desnudo sin pared, mientras que las de *Nematopsis* tienen ooquistes con una pared gruesa que encierra un solo esporozoito (Abdel-Azeem S. *et al*, 2012). Por estas razones la especie de gregarina encontrada en almeja venus corresponde a *Nematopsis* sp. Las gregarinas del género *Nematopsis* tienen importancia por la severa patogenicidad en crustáceos, que es su hospedero definitivo (Chakraborti & Bandyopadhyay, 2010) Al parecer en bivalvos, que es el hospedero intermediario, la reacción es leve, limitándose a la invasión de hemocitos, que rodean los esporozoítos.

La presencia en almejas venus de la Región del Biobío también nos estaría indicando que en esa zona se encuentra el hospedero final de esta gregarina. Estos parásitos apicomplexos estuvieron presentes en alta prevalencia en ambas campañas de muestreo, en almejas venus (*L. antiqua*) provenientes de todas las regiones del estudio. En la región de Coquimbo (86% y 39% invierno-verano) desde la Región del Biobío (86% - 48 % invierno-verano) y en la región de Los Lagos (0 -32% invierno-verano) no fue detectado en almejas provenientes del banco natural, ni se encontraron en almeja ploma. La prevalencia tanto en invierno como en verano indicaría que los factores ambientales no serían determinantes para su presencia. Uno de los signos relevantes de la presencia de *Nematopsis* fue la infiltración hemocítica en tejido conectivo y muscular, principalmente en branquias y manto.

En las infecciones leves, la branquia conservaba su arquitectura normal, pero en las infecciones altas la branquia se caracterizaba por una intensa respuesta inflamatoria alrededor del

hemocito que fagocitaba los esporoquistes de la gregarina, en ocasiones las células fagocitando los esporoquistes se desprendían o rompían, dejando en el lugar de la branquia un hueco donde se podía observar la capa gruesa de hemocitos formando un círculo alrededor del sitio vacío. En resumen, la *Nematopsis* requiere ser observada porque las infecciones por *Nematopsis* podrían jugar un papel en el debilitamiento de los bivalvos afectados, en este caso fundamentalmente la almeja venus. Los autores Azevedo y Cachola (1992) señalan que *Nematopsis* sp. puede estar asociado con la mortalidad masiva de almejas en Portugal debido a sus efectos nocivos sobre el hospedador.

#### **d) Coccidios no identificados**

Estos protozoos se encontraron en todos los especímenes muestreados provenientes de todos los orígenes y todas las regiones. Los parásitos Apicomplexa son comunes en los invertebrados y especialmente en los moluscos (Lester & Davis 1981, Hillman *et al.*, 1982, Perkins 1988, Duszynski *et al.*, 1999, Duszynski *et al.* 2004). Diversos trabajos señalan la presencia de coccidios en varias especies de bivalvos, pero sin identificar; Baqueiro *et al.*, (2007) describe un coccidio no identificado en *Strombus gigas* un molusco gasterópodo marino, el parásito se ubica en la glándula digestiva y alcanza una alta intensidad. Por otro lado, Morado *et al.*, (1984) describen un coccidio no identificado que afecta el riñón de la almeja *Protothaca staminea*.

En todos los trabajos se menciona que incluso si el coccidio no causa directamente la mortalidad, el debilitamiento debido a una carga alta de estos microorganismos haría a las almejas más susceptibles a la depredación.

La presencia de coccidios no identificados en la glándula digestiva o riñón en los moluscos del estudio, algunos con alta prevalencia como fue el caso de navajuelas en la región del Biobío donde la prevalencia en invierno fue del 90% seguida por la navajuela del banco natural en la misma región con un 60%. En el verano los máximos de prevalencia los tuvo la macha en la región de Coquimbo (40%) y navajuela del banco natural (69%). En porcentajes más reducidos, se encontró en el resto de las especies analizadas.

En el caso de coccidia renal en las almejas de cuello pequeño nativas de EE. UU. se ha observado que causa una modificación del comportamiento, de modo que las almejas parasitadas vivas se encuentran en la superficie del sustrato de arena ("expulsadas") en lugar de enterrarse debajo. No hay otros signos clínicos macroscópicos de enfermedad o mortalidad. El examen histológico de rutina detecta estos coccidios con diversos grados de daño celular o respuesta del hospedero que van desde ninguno hasta significativo en el caso de ciertos coccidios renales (Meyer & Burton, 2009).

Aparentemente el coccidio desconocido observado en este estudio no causa ninguna reacción del molusco, no obstante, es necesario investigar su posible relación con el signo atrofia de los túbulos en la glándula digestiva que se presentó en algunos de los moluscos del estudio.

## **Metazoarios**

### **e) Tremátodos Digeneos: esporoquistes y metacercarias**

Otra condición de importancia encontrada en almeja venus, navajuela, almeja ploma, todos de la Región del Biobío y macha en la Región de Los Lagos, fue la presencia de tremátodos en la forma de esporoquistes ocupando todo el tejido gonadal. Aparte de la castración que produce esta infestación, puede interferir en la condición del molusco y por consecuencia interferir con la habilidad de responder ante estímulos ambientales adversos o bien entorpecer actividades normales como la capacidad de enterramiento, quedando así más expuesto a predadores o deshidratación.

El efecto de castración por esporoquistes en gónadas en la especie huepo (*Ensis macha*) fue reportado por Orellana & Lohrmann (2015) y Vásquez *et al.* (2013). Estos investigadores encontraron que los esporoquistes de tremátodos ocupaba el lugar de las gónadas impidiendo así la reproducción del hospedero afectado.

Como ha sido observado en investigaciones anteriores, la presencia de esporoquistes no parece generar una reacción celular evidente en el hospedero, lo que sugiere que de alguna manera

no generan una respuesta inmune, a pesar de esto, en algunos casos como los mencionados antes, tienen un efecto en la condición del organismo y evidentemente en todos los casos observados en este estudio los esporoquistes se encontraban ocupando toda la gónada sin dejar espacio para el desarrollo de los gametos.

En el resto de las regiones, los tremátodos fueron encontrados en estado de metacercarias, lo que indicaría que corresponde al segundo hospedero intermediario, probablemente corresponden a otra especie de tremátodo y el primer hospedero no fue detectado en las especies examinadas. Esto se vio tanto en ostiones como en machas, algunos se encontraban encapsulados indicando una reacción del organismo ante la invasión. Los Tremátodos Digéneos en estado larval son los parásitos metazoos de bivalvos más importantes tanto en número como en daños que son capaces de provocar (Cremonte, 2011).

## **Procariontos**

### **f) Organismos tipo Rickettsiales RLO**

Las bacterias intracelulares conocidas como organismos tipo Rickettsiales (RLOs) se presentan en la mayoría de las especies analizadas de las regiones de Coquimbo y Biobío, no obstante, se destaca que la prevalencia fue baja a nula en la Región de Los Lagos, especialmente en la ostra chilena. En navajuela también se observó ausencia de colonias intracelulares, independiente de la región de origen.

En los ostiones los RLO se presentan con mayor prevalencia en los centros de cultivo comparado con las áreas de manejo, probablemente asociada a la densidad. Sin embargo, la especie con mayor prevalencia de estas colonias bacterianas resulta ser la macha de la AMERB Tongoy y la almeja venus de la AMERB Apollillado, y en la región del Biobío la mayor frecuencia se encuentra en la almeja ploma y en navaja, indicando con ello que esta patología es independiente de la zona de origen. En tanto en la Región de Los Lagos esta patología bacteriana presenta una prevalencia baja en todas las especies de ese origen en la campaña de invierno, pero en verano se observa una

prevalencia de 4,6% en el banco natural de almeja venus, lo que representa un aumento moderado respecto a la campaña anterior señalando con ello una posible vinculación con los factores ambientales.

En general, los estudios que abordan la investigación de la presencia de los RLOs en los moluscos la asocian a los ambientes contaminados (Malek & Cheng, 1975, Sidermann, 1990) sin embargo, dado que los moluscos en especial los bivalvos poseen la capacidad de acumular fauna rica en bacterias comensales, la identificación de las bacterias patógenas es difícil y por lo tanto resulta imposible conocer si existen diferencias entre las bacterias según el molusco afectado (Paillard *et al.*, 2004). Algunos estudios asocian la presencia de estas bacterias a la contaminación por níquel en las costas de USA (Kim *et al.*, 1998), también se han encontrado altas prevalencias en mitilidos expuestos a filtraciones por petróleo, sin embargo, aún no se ha encontrado una relación directa entre la contaminación y la prevalencia del procarionto. (Powell *et al.*,1999).

En todas las descripciones de organismos tipo Rickettsia en moluscos existen características comunes que incluyen entre otras, el ser parásito obligado con formación de inclusiones citoplasmáticas observables histológicamente, tener morfología pleomórfica y carácter Gram-negativo.

## **Phylum Microsporidia**

### **g) Microsporidios\_(Protista)**

Los microsporidios son un grupo diverso y ubicuo de parásitos intracelulares obligados que infectan una variedad de hospedadores, incluidos los moluscos marinos (Bower *et al.* 1994, Wittner & Weiss 1999). En los bivalvos, se presentan en varios tejidos de numerosas especies (Comtet *et al.* 2003). En particular, se ha descrito que algunas especies de microsporidios pertenecientes al género *Steinhausia* infectan los ovocitos de varias especies de bivalvos: *S. ovicola* en la ostra plana europea *Ostrea edulis* en los mejillones *Mytilus edulis* y *M. galloprovincialis* (Bower *et al.* 1994, Wittner & Weiss 1999). El *Microsporidium rapua* Jones, 1981 afecta a la ostra *O. chilensis* en Nueva Zelanda, encontrándose en el tejido conectivo que rodea al intestino (Jones, 1981).

Diversos autores señalan que no se conoce aún el efecto de *Steinhausia mytilovum* sobre su hospedero (González *et al.*, 1987, Bower & Figueras 1989), en ese sentido la revisión de Balseiro (2008) indica que a pesar de que se ha informado de una fuerte respuesta hemocítica del hospedero *Mytilus galloprovincialis*, no se ha presentado ninguna evidencia concluyente con respecto a la viabilidad de los ovocitos infectados. No obstante, debido a que los microsporidios de estas especies se encuentran en los ovocitos, numerosos autores consideraron que *S. mytilovum* puede afectar la reproducción de su hospedador (Revisión de Balseiro, 2008).

En el presente estudio, la prevalencia del microsporidio similar a *S. mytilovum* fue baja presentándose principalmente en almeja venus, de todos los orígenes y no hubo infiltración de hemocitos en los casos positivos. La mayor prevalencia se presentó en verano en almejas del banco natural en la Región de Los Lagos (12%). Debido al riesgo de que esta condición afecte la reproducción de la población de almejas podría ser conveniente conocer el comportamiento de este protista a lo largo de algunos ciclos de reproducción mediante alguna forma de monitoreo

#### **h) Ciliados (Protista: Ciliophora)**

Los ciliados branquiales se encuentran entre las lamelas branquiales o cerca de la base de los filamentos branquiales. Los ciliados parecen moverse libremente en la superficie branquial. No obstante, aún no se determina si estos ciliados son comensales, parásitos o su presencia es fortuita.

La presencia de ciliados fue observada en todas las especies y en todas las regiones del estudio con una mayor prevalencia en la región del Biobío y una menor en la región de Los Lagos, lo que puede estar asociado, en el caso de la ostra donde se encontraron las menores prevalencias, con la técnica de cultivo suspendido que se utiliza. En la mayoría de los casos con alta presencia de ciliados como en navajuela, las branquias presentan algunos signos como infiltración hemocítica y presencia de hemocitos en el mucus, aunque dada la presencia de otras condiciones patológicas en las branquias, como tremátodos no es posible asociar solo a los ciliados las alteraciones observadas

Los ciliados, cuando se encuentran en intensidades muy elevadas pueden provocar infecciones muy intensas en las branquias interfiriendo con el proceso de intercambio gaseoso (Vásquez, 2011).

### **Patologías o Condiciones Patológicas no asociadas a un agente**

Como condición patológica se identificó: **i)** Neoplasia hemocítica en ostras (*O. chilensis*) y por primera vez en la almeja venus (*L. antiqua*), también la **j)** Atrofia de los túbulos digestivos en las especies de macha en la región de Coquimbo y en la región del Biobío se detecta en macha, navajuela, navaja y cholga. También como condición patológica se presentó el **k)** cuadro de infiltración hemocítica en glándula digestiva con formación de cápsulas en forma de círculos concéntricos, también llamados remolinos o espirales, en alta prevalencia en la campaña de invierno en los ostiones analizados de la región de Coquimbo, provenientes de Tongoy y en menor porcentaje en navajuelas de la región de Los Lagos, las muestras de verano revelan una prevalencia baja de esta condición

#### **i) Neoplasia Hemocítica**

Esta condición patológica se presentó en ostras chilenas con una alta prevalencia en centros de cultivo y aunque con prevalencias menores, también se presenta en ostras del Banco Natural de Pullinque. Se destaca la presencia de un cuadro patológico de alta infiltración y presencia de células en mitosis por primera vez en almeja venus en la Región del Biobío, aunque con prevalencia menor en la época de verano, es constante en las dos campañas de muestreo.

La neoplasia, es una condición patológica que se ha visto en muchas especies de moluscos, mayoritariamente en tejidos sanguíneos. Los procesos hematopoyéticos que regulan la proliferación y diferenciación de hemocitos son importantes no solo para la función inmune sino también para la supervivencia del molusco en su conjunto ya que también participan en otros procesos vitales como la curación de heridas, la reparación nerviosa, y la formación de conchas (Pila *et al*, 2017).

La causa de la neoplasia es incierta, se atribuye a sustancias carcinogénicas como presencia de hidrocarburos, herbicidas, toxinas, sustancias químicas etc. Salvo en algunos casos en que puede ser ocasionada por la presencia de virus. La condición de neoplasia ha sido asociada a mortalidades en muchas especies de moluscos (Villalba *et al*, 2001).

En este caso, en ambos muestreos se observó una prevalencia similar 7% en invierno y 9% en verano, indicando que se mantiene una proporción similar de la condición patológica durante los años involucrados en el estudio (agosto 2019 y enero 2021). En ostras chilenas, la condición se presenta con mayor prevalencia en invierno donde los 4 centros de cultivo muestreados presentaron la condición con prevalencia cercanas al 15% y un 6% en el banco natural, en cambio en las muestras de verano solo se presenta en el 1,7% de las ostras del banco natural.

Respecto a la prevalencia detectada en la almeja (*L. antiqua*) en este estudio no parece existir diferencia entre invierno y verano, un comportamiento que difiere con la mayor parte de los estudios epidemiológicos realizados en otras latitudes donde se han documentado variaciones estacionales en la prevalencia de la neoplasia diseminada. Sin embargo, según Figueras & Novoa (2011) es casi imposible obtener correlación entre las condiciones ambientales de distintas zonas geográficas

Según Barber (1990) se predicen impactos potenciales sobre la población que presentan prevalencias elevadas de neoplasia diseminada. Entre las especies de moluscos bivalvos, que presentan habitualmente niveles epidémicos de neoplasia diseminada, cabe destacar por su importancia comercial: las almejas *Mya arenaria* y *Macoma balthica*, habiéndose descrito prevalencias y tasas de mortalidad elevadas en ambas especies (Elston *et al*. 1992; Pekkarinen 1993; Barber 2004; Smolarz *et al*. 2005).

Se puede señalar que la neoplasia diseminada observada en almeja venus y ostra chilena se presenta con características citológicas y patológicas similares. Según Elston *et al*. (1992) para que la neoplasia diseminada se considere en niveles epidémicos en una población debe tener una prevalencia mínima del 5%. De acuerdo con esta última afirmación se puede indicar que las almejas

(*L. antiqua*) provenientes de una AMERB en la región del Biobío se encuentran en una condición de alto riesgo y requiere una supervisión inmediata.

#### **j) Atrofia de túbulos digestivos**

La atrofia de los túbulos es una condición con baja presencia en las especies analizadas en el estudio, se presenta principalmente en machas del Banco Natural de la Región de Coquimbo y en navajuelas, navajas y cholga de las AMERB de la Región del Biobío. La prevalencia es baja en la región de Los Lagos a excepción de las navajuelas, lo que puede deberse a la disponibilidad de alimento y también a la presencia de contaminantes por metales junto a los efectos antropogénicos en el área donde se encuentran los moluscos. Rodríguez de La Rúa (2005) indica que entre los efectos por acumulación de cobre en la *Cassostrea angulata*, se encuentra la infiltración y alteración del tejido de branquias y/o adelgazamiento de los epitelios de los túbulos de la glándula digestiva, aunque también se ha visto que esta anomalía se presenta asociada con una degeneración de los túbulos y necrosis en ostras de estuarios donde existe una alta actividad humana (Couch, 1985). Por otro lado, se conoce que las enfermedades, el estrés y el estado de ayuno modifican la apariencia de los túbulos digestivos, los que presentan un reducido epitelio de absorción (Lowe, 1988; Meyers, 1981). Esta condición no estaría representando un problema sanitario para los moluscos donde fue observada, se trataría más bien de una reacción a condiciones ambientales y no una patología.

#### **k) infiltración hemocítica en glándula digestiva con formación de cápsulas en forma de espiral o capas concéntricas**

Esta condición patológica llama la atención por la prevalencia y por lo complejo del cuadro de signos que presentó durante la campaña de invierno. Se presentó en un centro de cultivo proveniente de la Bahía de Tongoy y en un Área de manejo de ostiones (*A. purpuratus*) (70 y 20% respectivamente). Estos signos se deben a la respuesta inflamatoria del hospedador que trata de aislar al patógeno envolviéndolo con fibroblastos. En el estudio presentado por Vázquez (2011) a partir de la investigación en el ostión tehuelche (*Aequipecten tehuelchus*) dicho cuadro de signos es ocasionada por un protozoo similar a un traustocítrido, en forma de infiltración y encapsulación hemocitaria formando agregaciones densas en forma de “remolinos” (whirls) que en el estudio de

Vazquez (2011) fue observado en el tejido conectivo principalmente de la glándula digestiva y en menor prevalencia en manto y gónada.

En el presente estudio la condición se presenta principalmente en tejido conectivo de la glándula digestiva, entre los túbulos. Durante la campaña de verano esta condición fue mínima siendo observada en prevalencias de 2 a 6%, en los centros de cultivos analizados en este estudio, ambos ubicados en la Bahía de Tongoy.

## **Parásitos en Valvas**

### **I) Poliquetos (Polychaeta)**

En cuanto a las enfermedades causadas por gusanos perforadores pertenecientes a la clase Polychaeta, las especies estudiadas presentaron una excelente condición la mayor parte de ellas ya que no presentaron evidencias de presencia de poliquetos en las valvas, estas fueron *T. dombeii*, *E. macha*, *L. antiqua* y *M. edulis*. Las especies que si presentaron algún daño valvar fueron *Argopecten purpuratus*, *M. donacium* y *O. chilensis*. Las especies exóticas introducidas al país *Polydora uncinata* y *Terebasabella heterouncinata* no fueron detectadas en ninguna de las especies de bivalvos comprometidos en el presente estudio, lo que da a entender que estas especies fueron contenidas en el país, evitando hasta ahora su propagación.

La totalidad de los ejemplares de ostión, *A. purpuratus* tenían evidencia de daño ocasionado por el poliqueto *P. ricketsii*, el cual era mayor según la procedencia de los ejemplares, los de cultivo estaban más infestados. La macha, *M. donacium* en cambio, era parasitada por *P. bioccpitalis*, en una proporción menor, ya que el 67% no se encontraba afectado. El banco natural era el que presentaba mayor infestación (58%).

Se destaca que, al presente, *P. uncinata* no se ha descrito en moluscos de otras regiones del país y aparentemente el brote detectado el año 2004 en abalón japonés fue contenido en el hatchery de Coquimbo, donde se detectó por primera vez (Radashesky & Olivares, 2004; Rojas & Olivares, 2006). Sin embargo, se sugiere una vigilancia permanente en aquellos centros de cultivo dedicados a la producción de esta especie para determinar definitivamente si puede ser

considerada una especie invasora propagada en la costa chilena o una introducción fallida o erradicada del país.

En el caso del poliqueto sabélido *Terebrasabella heterouncinata*, que fue introducido a la costa chilena en la Región de Coquimbo o de Valparaíso, aparentemente fue contenido ya que no existen registros actualizados que informen sobre su establecimiento y propagación a otros moluscos gasterópodos, en este estudio ninguna de las 8 especies de moluscos analizados presentó evidencia de este poliqueto exótico. Sin embargo, se sugiere una vigilancia permanente de parte del Estado en aquellos centros de cultivo dedicados a la producción de gasterópodos para determinar definitivamente si puede ser considerada una especie invasora propagada en la costa chilena o una introducción fallida o se encuentra erradicada del país.

La ostra, *O. chilensis* era infestada por tres tipos de poliquetos: *Dodecaceria* sp y los polidóridos *Dipolydora* sp y *Polydora rickettsi*, pudiendo tener un efecto multiplicado por efecto conjunto de los tres gusanos.

### **Virus OsHV-1**

El virus herpes de la ostra (OsHV-1) constituye una amenaza para la producción de ostras en el mundo ya que ha causado grandes pérdidas económicas en poblaciones de ostra susceptibles, por esta razón se ha incluido en la Lista 1 de las EAR del RESA (D.S. 320 / 2002) debido a que este virus no se encuentra en el país. Esto sumado a que no existe tratamiento preventivo eficiente lo hace especialmente peligroso, consecuentemente es necesario mantener una vigilancia sistemática en esta especie.

Actualmente la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) constituye la mejor herramienta de detección del virus OsHV-1 en moluscos debido a la inexistencia de líneas celulares para este grupo de organismos y en comparación a otras técnicas tales como microscopía electrónica, hibridación *in situ* o inmunohistoquímica, es una técnica más sensible, específica y menos laboriosa.

La PCR ha sido ampliamente aplicada en estudios de patógenos en moluscos y se han desarrollado varios protocolos con este fin (Batista *et al.* 2007). Sin embargo, como tratamiento de control con resultados positivos es la selección de individuos resistentes, ya que tratamientos preventivos como vacunación no son aplicables a moluscos (Degremont, 2011; OIE, 2021).

Considerando que las muestras analizadas fueron de animales adultos, la probabilidad de encontrar el virus podría haberse visto disminuida dado que este virus afecta a larvas y juveniles, pero se ha demostrado que ostras aparentemente sanas, incluidos individuos adultos muestran una PCR positiva en poblaciones que han sufrido la enfermedad por OsHV-1.

Se conoce que algunas poblaciones positivas al OsHV-1 no presentan signos aparentes de la enfermedad, por lo que el resultado de la PCR podría discrepar del estado sanitario de la ostra, en este caso los ejemplares obtenidos no presentaban signos y el resultado de PCR confirma la ausencia del virus en todas las muestras analizadas.

### **Factores ambientales**

Con relación a las mediciones de los parámetros ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto (OD) y Cloa), éstas se realizaron principalmente para determinar la presencia de alguna irregularidad o anomalía en algún parámetro, provocada por algún forzante externo que pudiera incidir en la mayor presencia y efecto de patógenos en el cuerpo de agua.

Se conoce que la mayoría de los moluscos marinos son osmo y termo conformistas, razón por la cual las variaciones de temperatura y salinidad dentro de un rango normal en su hábitat no se considerarían como un factor estresante. Algunos estudios indican que ciertos parámetros fisiológicos de los moluscos, como las tasas de aclaramiento, de ingestión y de respiración, son independientes de la temperatura ambiente. Por ejemplo, algunos estudios han sugerido que los moluscos tienen diferentes capacidades de adaptación a la temperatura y salinidad dependiendo de las condiciones ambientales que experimentan en sus respectivos hábitats. Los estudios realizados por Navarro *et al.*, (2000) demuestran que *A. purpuratus* adapta sus tasas fisiológicas

(aclaramiento, ingestión, respiración) dentro de un rango de temperatura entre 16 y 20°C y en salinidades en un rango de 27 a 30 psu.

Respecto al efecto de los factores ambientales en la inmunología de los moluscos, algunos estudios establecen que las variaciones de salinidad y temperatura afectan la locomoción de hemocitos. Las altas salinidades aumentan el tiempo de difusión de los hemocitos, disminuyendo así su locomoción, mientras que las altas temperaturas inhibirían la difusión y locomoción de éstos afectando su recuento y, por ende, su actividad fagocítica (Gijo-Ittoop *et al.*, 2001; Gagnaire *et al.*, 2006). Por lo tanto, cuando ambos factores ambientales (temperatura y salinidad) se encuentran en los rangos superiores, los moluscos sufrirían un estrés adicional que podría reducir la capacidad de defensa dejándolos más susceptibles a enfermedades y parásitos.

Por otro lado, los factores físicos que afectan la concentración de oxígeno disuelto en ambientes marinos son la temperatura y la salinidad, dado que dichas concentraciones disminuyen cuando estos factores físicos aumentan. Otro factor que controla las concentraciones de OD es la actividad biológica (fotosíntesis que produce oxígeno y la nitrificación que consume el oxígeno). La concentración de OD tiene diversos efectos sobre las especies marinas. Algunos estudios han demostrado que la disminución de éste afecta el comportamiento de la almeja *Macoma balthica* (Tallqvist M., 2001), la presión osmótica en la hemolinfa del abalón *Haliotis diversicolor supertexta* (Cheng W. *et al.*, 2004), el metabolismo de la ostra *Crassostrea virginica* (Wilson & Burnet, 2000), y la supervivencia y crecimiento de la ostra *C. virginica* (Sagasti *et al.*, 2001). Además, se han detectado efectos en la respuesta inmune de los moluscos (Cheng *et al.*, 2004). Por ejemplo, cuando se expuso a *H. diversicolor supertexta* a bajas concentraciones de OD por 24 hrs., se observó una disminución significativa en los hemocitos totales, por ende, en la fagocitosis (Cheng *et al.*, 2004).

En el presente estudio los valores obtenidos para los parámetros ambientales considerados resultaron ser normales y están dentro del promedio esperado para los sectores estudiados. Con frecuencia la proliferación de bacterias patógenas en los organismos poiquilotermos se ha asociado a aumentos de la temperatura del agua o a cambios en los factores ambientales (Farley, 1977; Fisher, 1988). En forma más categórica los autores Stewart (1969) y Lauckner, (1983), señalan que el aumento de temperatura es el factor clave que permite la invasión bacteriana en los organismos

poiquilotermos situación inversa a lo sucedido durante el estudio, donde las más altas prevalencias de las condiciones patológicas, como la neoplasia, por ejemplo, se presentaron en los meses de otoño e invierno, mismo caso que para los ciliados y los procariotos que fueron mas frecuentes en invierno.

Resumiendo, se puede señalar, que, en general se observa un buen estado sanitario de las especies del estudio, ya que ninguna de las patologías que presentan son de declaración obligada a la OIE, los parásitos identificados, aparentemente no están causando daño evidente por lo que se puede esperar que no sean de especial cuidado por lo que no requieren un seguimiento o vigilancia específica.

La mayoría de los parásitos detectados en los moluscos estudiados pertenecen al filo Protozoa, mismo grupo asociado a los principales agentes causantes de patologías en bivalvos marinos. Cinco protozoos *Perkinsus marinus*, *Perkinsus olseni*, *Marteilia refrigens*, *Bonamia exitiosa* y *Bonamia ostreae* se encuentran en el listado de agentes infecciosos peligrosos en la OIE y en la Lista 1 de patologías de Alto Riesgo en Chile (Res. ex 1741/2013 modificada Res. ex. 2571/2018), la mayoría de ellos son parásitos intracelulares.

Cabe hacer notar que el conocimiento de los posibles patógenos asociados a los moluscos de este estudio en el país es bastante escaso, menos aún se conoce el efecto en la producción. No obstante, por tratarse de especies nativas en su hábitat natural, se esperaba que no tuvieran los patógenos que afectan a las especies de cultivo. En este estudio, la mayoría de los agentes infecciosos o comensales que se detectaron no demostraron estar afectando al hospedero.

Considerando los resultados anteriores es posible establecer que los moluscos provenientes de bancos naturales o áreas de manejo, así como los ejemplares provenientes de centros de cultivo, no presentan las enfermedades de alto riesgo determinadas por la legislación nacional o de declaración obligada según el listado de patógenos de moluscos de la OIE; sin embargo, no es posible afirmar que se encuentran saludables, ya que presentan algunas alteraciones extendidas, tales como la presencia constante de infiltración hemocítica de branquias y glándula digestiva,

neoplasia hemocítica, inclusiones intracitoplasmática de hemocitos, además la importante presencia de poliquetos perforadores de valvas.

La mayor parte de las alteraciones encontradas no presentan un patrón claro estacional o latitudinal, sugiriendo que el efecto no está asociado a estas variables. Lo anterior debido probablemente a que las variaciones de prevalencia (espacio-temporal) e intensidad dependen de numerosos factores, incluyendo aquellos que afectan al hospedero (como estrés), a los patógenos (como temperatura) y la interacción de ambos, los que no han sido evaluados totalmente en esta oportunidad.

## 8. CONCLUSIONES

1. No se detecta el herpesvirus de la ostra OsHv 1 en ninguna de las ostras chilenas analizadas en ambas campañas de muestreo, indicando que las ostras chilenas se encuentran libres de esta enfermedad de Lista 1.
2. La condición patológica neoplasia hemocítica se presenta en dos especies: ostra (*O. chilensis*) y almeja (*L. antiqua*) de la región del Biobío, siendo la primera vez que se detecta esta condición en la almeja. La prevalencia de la patología en ostra chilena es mayor en los meses de invierno y en almeja venus se mantiene una prevalencia similar en ambas estaciones de muestreo.
3. La presencia de protozoos del género *Nematopsis* (Apicomplexa: Eugregarinida) en prácticamente la totalidad de los tejidos blandos de almeja venus estaría indicando que corresponde a un hospedero intermediario de este parásito.
4. La almeja venus en la Región de Coquimbo y Biobío se encuentra parasitada por el protozoo *Nematopsis* sp. con prevalencias cercanas al 90% de la población analizada. En tanto la almeja venus de la Región de Los Lagos se encuentra libre del protozoo *Nematopsis* sp con excepción de las muestras estivales de los ejemplares provenientes de una de las 2 localidades estudiadas en la Región de Los Lagos
5. Se detecta presencia de un protozoo semejante a los *Haplosporidium* sp. (Haplosporidia; Haplosporidiidae) en almeja venus (*L. antiqua*) y almeja ploma (*M. edulis*) siendo la primera observación de esta condición en el país.
6. El parásito *Bonamia* sp. (Haplosporidia; Haplosporidiidae) no fue encontrado en los ejemplares de ostra (*O. chilensis*) obtenidos durante el muestreo de invierno. En la campaña de verano aparece en baja prevalencia (3%).
7. En la macha (*M. donacium*) y en navajuela (*T. dombeyi*) el parásito que se presenta con mayor frecuencia y abundancia corresponde a coccidios (Sporozoa: Coccidia) en glándula digestiva.

8. Se han detectado solo dos enfermedades provocadas por poliquetos perforadores durante la temporada invernal 2019 y estival 2021 en las regiones de Coquimbo Biobío y Los lagos: Polydoriasis y Cirratulidosis.
9. No se detectó presencia de poliquetos introducidos a la costa de Chile *Polydora uncinata* (Spionidae) y *Terebrasabella heterouncinata* (Sabellidae) en los moluscos analizados en este estudio.
10. Se identificaron sólo 5 especies de poliquetos perforadores nativos de la costa de Chile: *Polydora rickettsi*, *P. biocccipitalis*, *Dipolydora socialis*, *D. huelma* y *Dodecaceria opulens*.
11. Las especies navajuela (*T. dombeii*), huepo (*E. macha*) y almejas (*L. antiqua* y *M. edulis*) no presentan daño provocados por poliquetos perforadores durante la campaña muestreo invernal 2019 y estival 2021.
12. La ostra (*O. chilensis*) presenta el mayor número de especies perforadoras (3): *D. huelma*, *P. rickettsi* y *Dodecaceria* sp en el muestreo invernal 2019, para el muestreo estival se agrega *Dipolydora* sp, pero solo en 1 ejemplar.
13. El bajo nivel de daño en las valvas causado por los poliquetos perforadores presentes en la mayoría de los ejemplares analizados indica que tienen una escasa importancia para la salud de los moluscos analizados.
14. No se detectó ninguna patología de Alto Riesgo Lista 1 ni de la Lista 3 del listado de enfermedades de los Moluscos. Resolución exenta N° 1741 de 2013, modificada por R. Exenta 2571-2018., en ninguna de las 8 especies analizadas en este estudio

## **9. TALLER DE DISCUSIÓN Y DIFUSION FIPA 2018-14**

El primer Taller de Discusión, se realizó en la ciudad de Valparaíso en las dependencias del Club Alemán el 5 de febrero del año 2020 y contó con la participación de la especialista internacional Dra. Florencia Cremonte del Laboratorio de Parasitología (LAPA), Instituto de Biología de Organismos Marinos (IBIOMAR), (CCT CONICET-CENPAT), Argentina quien presentó una ponencia acerca de los tremátodos y participó en la mesa de trabajo junto a profesionales sectorialistas, investigadores invitados y el equipo del proyecto.

El segundo Taller de Difusión de Resultados se realizó en la ciudad de Valparaíso, vía telemática a través de la plataforma Zoom el día 5 de abril del año 2022. Contó con la asistencia de especialistas en patologías, profesionales sectorialistas de diferentes puntos del país, además de los investigadores y colaboradores del proyecto. Información detallada de los talleres, así como el listado de asistentes se presenta en el ANEXO 7.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abe H, Sato-Okoshi W. 2021. Molecular identification and larval morphology of spionid polychaetes (Annelida, Spionidae) from northeastern Japan. *ZooKeys* 1015: 1-86. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1015.54387>.
- Abdel-Azeem S. Abdel-Baki, S. Al-Quraishy, M.A. Dkhil, I. Al Nasr , E. Oliveira , G. Casal and C. Azevedo. 2012. Ultrastructural characteristics of *Nematopsis* sp. Oocysts (Apicomplexa: Porosporidae), a parasite of the clam *Meretrix meretrix* (Veneridae) from the Arabian Gulf, Saudi Arabia. *Folia Parasitologica* 59 [2]: 81–86, 2012.
- Allam, B. and D. Raftos. 2015. Immune responses to infectious diseases in bivalves. *Journal of Invertebrate Pathology* May (2015) pp. 16.
- Arzul, I.; J.L. Nicolas; A.J. Daviso y T. Renault. 2001<sup>a</sup>. French scallops: a new host for ostreid herpesvirus-1. *Virology* 290(2):342-9
- Arzul, I. and R.B. Carnegie. 2015. New perspective on the Haplosporidian parasites of mollusks. *Journal of Invertebrate Pathology* (2015).
- Arzul, I.; B. Chollet, J. Michel, M. Robert, C. Garcia, J.-P. Joly, C. François and L. Miossec. 2012. One *Perkinsus* species may hide another: characterization of *Perkinsus* species present in clam production áreas of France. *Parasitology* November 2012, Volume 139 (13), Pages 1757-1771.
- Arriagada, D. 2005. Cultivo larval y post larval de *Ensis macha* en ambiente controlado. Resumen Workshop Internacional: Estado actual de la biología y cultivo de bivalvos enterradores. Universidad de Concepción, Concepción.
- Arriagada, D.; I. Lépéz; M. Ruiz and I. Contreras. 2013. Inducción al desove de la navaja *Ensis macha* mediante inyección de serotonina. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* vol.48 no.3 Valparaíso dic. 2013.
- Asencio, G.; E. Clasing; C. Herrera; R. Stead y J. Navarro. 1993. Copépodos harpacticoideos de las comunidades de *Venus antiqua* y *Mulinia* sp. en la planicie máreal de Yaldad, Quellón, Chiloé, Chile. *Revista chilena de historia natural* 66:455-465 · January 1993.
- Azevedo, C. y R. Cachola. 1992. Fine structure of the Apicomplexa oocyst of *Nematopsis* sp. of two marine bivalve mollusks. *Dis. aquat. Org.* Vol. 14: 69-73, 1992

- Azevedo, C.; Padovan I. 2004. *Nematopsis gigas* n. sp. (Apicomplexa), a parasite of *Nerita ascensionis* (Gastropoda, Neritidae) from Brazil. J Eukaryot Microbiol 2004; 51(2): 214-219. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1550-7408.2004.tb00548.x>. PMID: 15134258.
- Bailey-Brock, J.H. & A. Ringwood. 1982. Methods for control of mud blister worm, *Polydora websteri*, in Hawaiian oyster culture. Sea Grant Quarterly 4: 1-6.
- Balseiro, P. 2008. Diagnóstico de epizootias en moluscos de interés comercial cultivados en Galicia. Contribución al conocimiento patológico de *Haliotis tuberculata* L. Tesis Doctor en Biología. Instituto de Investigaciones Marinas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C). Vigo 341 pp. <https://digital.csic.es> › Tesis\_Pablo\_Balseiro
- Baquero Cárdenas, E., L. Frenkiel, A. Zetina Zarate and D. Aldana Aranda. 2007. Coccidian (Apicomplexa) parasite infecting *Strombus gigas* Linné, 1758 Digestive gland. Journal of shellfish research 34 (1); 4-8.
- Barber, B.J., 1990. Seasonal prevalence and intensity and disease progression of neoplasia in soft shell clams, *Mya arenaria*, from the Shrewsbury River, New Jersey. Pathology in Marine Science. 377-386.
- Barber, B.J. 2004. Neoplastic diseases of commercially important marine bivalves. Aquatic Living Resources 17(04):449 – 466. DOI:10.1051/alr:2004052
- Basilio, C. D.; Cañete, J. I. and N. Rozbaczylo. 1995. *Polydora* sp. (Sipionidae), un poliqueto perforador de la valva de ostión *Argopecten purpuratus* (Bivalvia: Pectinidae) en Bahía Tongoy, Chile. Revista Biología Marina, Valparaíso, 30(1): 71-77.
- Ben-Horin, T.; Bidegain, G.; Huey, L.; Narvaez, D.A. & D. Bushek. 2015. Parasite transmission through suspension feeding. Journal of Invertebrate Pathology 131 155-176.
- Berthe, F.; F. Le Roux; R.D. Adlard and A. Figueras. 2004. Marteiliosis in molluscs: A review. Aquat. Living Resour. 17, 433-448. [https://www.researchgate.net/publication/29489683\\_Marteiliosis\\_in\\_molluscs\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/29489683_Marteiliosis_in_molluscs_A_review)
- Bertrán, C.; L. Vargas & P. Quijón. 2005. Infestation of *Polydora rickettsi* (Polychaeta: Spionidae) in shells of *Crepidula fecunda* (Mollusca: Calyptraeidae) in relation to intertidal exposure at Yaldad Bay, Chiloé, Chile. Sci Mar 69:99-103.
- Blake, J.A. 1983. Polychaetes of the family Spionidae from South America, Antarctica and adjacent seas and islands. In: Biology of the Antarctic Seas XIV. Antarct Res Ser 39:205-288.

- Blake, J.A. 1983. *Polydora* and related genera as borers in molluscs shells and other calcareous substrates. *Veliger* 15:235–249
- Blake, J.A. & K.H. Woodwick 1972. New species of *Polydora* (Polychaeta: Spionidae) from the coast of California. *Bull South Calif Acad Sci* 70:72–79.
- Bower, S.M., S.E. McGladdery and L.M. Price. 1994. Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish. *Annual Review of Fish Diseases*, Vol. 4, pp. 1-199, 1994.
- Burreson, E.M. and S.E. Ford. 2004. A review of recent information on the Haplosporidia, with special reference to *Haplosporidium nelsoni* (MSX disease). *Aquat. Living Resour.* 17, 499–517 (2004).
- Bushek D.; Landau B. & E. Scarpa. 2008. *Perkinsus chesapeaki* in stout razor clams *Tagelus plebeius* from Delaware Bay. *Dis Aquat Organ.* 2008. Jan 24; 78 (3):243-7.
- Buss, J.; K. Wiltshire; T. Prowse; J. Harris & M. Deveney. 2018. *Bonamia* in *Ostrea angasi*: Diagnostic performance, field prevalence and intensity. *J Fish Dis.* 2019; 42:63–74.
- Campalans, M., Rojas, P., Gonzalez, M. 2000. Haemocytic parasitosis in the farmed oyster *Tiostrea chilensis*. *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 20.
- Campalans, M. 2005. Bases científicas para el diseño de protocolos de traslado de recursos hidrobiológicos para evitar la dispersión de organismos constituyentes de plagas. Proyecto FIP 2005-16. [https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89098\\_informe\\_final.pdf](https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89098_informe_final.pdf)
- Campalans, M. & K. Lohrmann. 2009. Histological survey of four species of cultivated molluscs in Chile susceptible to OIE notifiable diseases. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(3): 561-569, diciembre de 2009. *Rev. biol. mar. oceanogr.* [online]. 2009, vol.44, n.3, pp.561-569.
- Campalans, M. 2012. Descripción de la infección por *Bonamia* sp. en ostra chilena (*Ostrea chilensis*). Tesis Doctorado Programa Cooperativo Universidad de Chile (U. de Chile), Universidad Católica del Norte (UCN) y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV).
- Cáceres-Martínez, J. y R. Vásquez-Yeomans. 2008. La patología en moluscos bivalvos: principales problemas y desafíos para la producción de bivalvos en América Latina. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (Eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO. Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 327–337.

- Cañete, J.I. 1988. Efectos de *Polydora* (Polychaeta: Spionidae) sobre cultivos de pectínidos , con especial referencia al ostión del norte *Argopecten purpuratus* (Bivalvia: Pectinidae). EN: IV Taller de Acuicultura- Problemática actual en el cultivo del Ostión del Norte y Ostra Japonesa. H. Flores & J.C. Maureira (eds.), Universidad del Norte, Coquimbo, Chile, 50-604 figs.
- Cañete, J.I., R. Rojas & C. Olivares. 2004. Guía Laboratorio para el reconocimiento de poliquetos perforadores endémicos e introducidos a la costa de Chile: Polydoriasis, Bocardiosis, Sabelidosis y Cirratulidosis. Curso teórico-práctico internacional “Diagnóstico de Enfermedades de alto riesgo en moluscos”. K. Lohmann (ed.), Coquimbo, Chile, Universidad Católica del Norte, 7-8 octubre, Proyecto FONDEF D02I1129, 17 pp.
- Carballal, M.J.; A. Cao; D. Iglesias; A. I. González and A. Villalba. 2020. Temporal dynamics of infection of cockles *Cerastoderma edule* with the protistan parasite *Minchinia tapetis* (Rhizaria: Haplosporida) in Galicia (NW Spain).
- Carballal, M.J.; D. Iglesias; S. Darriba; A. Cao; J.C. Mariño; A. Ramilo; E. No & A. Villalba. 2016. Parasites, pathological conditions and resistance to *Marteilia cochillia* in lagoon cockle *Cerastoderma glaucum* from Galicia (NW Spain). Dis Aquat Org. Vol. 122: 137–152, 2016
- Cárdenas, C. & J.I. Cañete. 2004. Poliquetos polidóridos perforadores y su impacto en el cultivo de moluscos marinos en Chile. Austro Universitaria (Chile)15: 52-63.
- Carell, F.; S.W. Feist; J.P. Bignell & G. De Vico. 2015. Comparative pathology in bivalves: Aetiological agents and disease processes. Journal of Invertebrate Pathology 131 (2015) 107–120.
- Carrasco, F.D. 1976. Larvas de la familia Spionidae (Polychaeta) en el plancton de la bahía de Concepción, Chile. Gayana 38: 1-63.
- Carrasco, F.D. 1977. *Dodecaceria choromyticola* sp. n. (Annelida, Polychaeta, Cirratulidae) perforador de *Choromytilus chorus*. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile) 51: 63-66
- Carnegie, R.B.; B.J. Barber; S.C. Culloty; A.J. Figueras & D.L. Distel. 2000. Development of a PCR assay for detection of the oyster pathogen *Bonamia ostreae* and support for its inclusion in the Haplosporidia. *Diseases of Aquatic Organisms* 42(3): 199-206
- Castilla, J.C., M. Uribe, N. Bahamonde, M. Clarke and others. 2005. Down under the southeastern Pacific: marine nonindigenous species in Chile. Biol Invasions 7:213–232.

- Ceschia G.; Zanchetta S.; Sello M.; Montesi F. y A. Figueras. 2001. Presenza di parassiti in cannolicchi (*Ensis minore*, *Ensis siliqua*) pescatine ll'área costiera del Mar Tirreno meridionale e del Mar Adriatico. Bol. Soc. Ital. Patol. Ittica 13, 20-27.
- Chakraborti, J. & P.K. Bandyopadhyay. 2010. First record of a parasitic septate gregarines (Apicomplexa: Sporozoea) in the shrimp *Peneaus monodon* in Sundarbans of West Bengal. J. Parasit. Dis.; 34(1):40-3.
- Cheng, W.; I-S. Hsiao; C. -H. Hsueh and J.-C. Chen. 2004. Change in water temperature on the immune response of Taiwan abalone *Haliotis diversicolor supertexta* and its susceptibility to *Vibrio parahaemolyticus*. Fish & Shellfish Immunology 17 (2004) 235- 243.
- Çinar M.E. 2013. Alien polychaete species worldwide: current status and their impacts. J Mar Biol Assoc UK 93: 1257–1278
- Cochennec, N.; T. Renault; P. Boudry; B. Chollet & A. Gerard. 1998. *Bonamia*-like parasite found in the Suminoe oyster *Crassostrea rivularis* reared in France. Diseases of Aquatic Organisms 34(3):193-197.
- Cochennec, N.; F. Le Roux; F. Berthe & A. Gerard. 2000. Detection of *Bonamia ostreae* Based on Small subunit Ribosomal Probe. Journal of Invertebrate Pathology 76(1):26-32.
- Comtet, . T.; C. Garcia; Y. Le Coguic and J.-P. Joly. 2003. Infection of the cockle *Cerastoderma edule* in the Baie des Veys (France) by the microsporidian parasite *Steinhausia* sp. Dis Aquat Org 57: 135–139, 2003.
- Conchas, R.F.; Alonso, B. y Montes, J. 2002. Patologías asociadas a los solénidos: *Ensis arcuatus* (navaja) y *Ensis siliqua* (longueirón) en Galicia. IX European Multicollouquium of Parasitology – EMOP. 507Valencia, Spain, July 18-23, 2004.
- Couch, J.A. 1985. Prospective study of infectious and non-Infectious diseases in oysters and fishes in three Gulf of Mexico estuaries. Dis aquat Org 1:59-82.
- Cremonte, F.; M.A. Kroeck and S.R. Martorelli. 2001. A new monorchiid cercaria (Digenea) parasitising the purple clam *Amiantis purpurata* (Bivalvia: Veneridae) in the Southwest Atlantic Ocean, with notes on its gonadal effect. Folia Parasitologica 48: 217-223, 2001
- Cremonte F. 2011. Enfermedades de moluscos bivalvos de importancia comercial causadas por metazoos. En: Figueras, A. & B. Novoa. 2011. Enfermedades de moluscos bivalvos de interés en Acuicultura. Fundación Observatorio Español de Acuicultura. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

[https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/enfermedades\\_moluscos\\_obra\\_completa.pdf](https://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/adjuntos/libros/enfermedades_moluscos_obra_completa.pdf)

- Culver, C. S. & A.M. Kuris. 2004. Susceptibility of California gastropods to an introduced South African sabellid polychaete, *Terebrasabella heterouncinata*. *Invertebrate Biology*, 123(4), 316-323.
- Culloty, S.C.; B. Novoa; M. Pernas; M. Longshaw; F.M. Mulcahy; S.W. Feist and A. Figueras. 1999. Susceptibility of a number of bivalve species to the protozoan parasite *Bonamia ostreae* and their ability to act as a vector for this parasite. *Diseases of Aquatic Organisms* 37, 73-80.
- Culloty, S.C.; Cronim, M.A. and M.F. Mulcahy. 2001. An investigation into the relative resistance of Irish flat oysters *Ostrea edulis* L. to the parasite *Bonamia ostreae*. *Aquaculture*, 199, 229-244.
- Da Silva, P.M.; F. Cremonte; R. Costa Sabry; R. D. Rosa; L. Cantelli & M.A. Barracco. 2009. Presence and histopathological effects of the *Parvatrema* sp. (Digenea, Gymnophallidae) in the stout razor clam *Tagelus plebeius* (Bivalvia, Psammobiidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 102 (2009) 14–20.
- Dégremont, L. 2011. Evidence of herpesvirus (OsHV-1) resistance in juvenile *Crassostrea gigas* selected for high resistance to the summer mortality phenomenon. *Aquaculture* 317 (2011) 94–98.
- Diez, M.E.; J.M. Orensanz; F. Márquez & F. Cremonte. 2013. Shell damage in the Tehuelche scallop *Aequipecten tehuelchus* caused by *Polydora rickettsi* (Polychaeta: Spionidae) infestation. *J Invertebr Pathol* 114: 107–113.
- Diggles, B.K.; N. Cochenec and P.M. Hine. 2003. Comparison of diagnostic techniques for *Bonamia exitiosus* from flat oyster *Ostrea chilensis* in New Zealand. *Aquaculture* 220, 145-156.
- Dungan, C.F.; Hamilton, R.M.; Hudson, K.L.; McCollough, C.B. and Reece, K.S. 2002. Two epizootic diseases in Chesapeake Bay commercial clams, *Mya arenaria* and *Tagelus plebeius*. *Dis Aquat Organ*. 2002 Jun 21; 50(1):67-78.
- Dunphy, B.J.; R.M.G. Wells & A.G. Jeffs. 2005. Polydorid infestation in the flat oyster, *Tiostrea chilensis*: hyposaline treatment for an aquaculture candidate. *Aquacult. Int.*, 13: 351–358.
- Duszynsky, D. W.; Upton, S. J. A. and Couch, L. 1999. Coccidia (Apicomplexa: Eimeriidae) of amphibians of the world. Supported by NSF-PEET DEB 9521687. 40 pp.

- Eastman, J.R. 2001. Guide to GIS and image processing. IDRISI 32 V. 2.1. Clark University, Worcester, M.A., USA, 298 pp.
- Elston, R.A.; J.D. Moore and K.M. Brooks. 1992. Disseminated neoplasia of bivalve molluscs. Rev. Aquat. Sci. 6: 405-466.
- Elston, R. 1994. Hematopoietic neoplasm of bivalve molluscs. In: J.C. Thoesen (Editor). Suggested Procedures for the Detection and Identification of Certain Finfish and Shellfish Pathogens. 4th Edition, version 1, Fish Health Section, American Fisheries Society.
- FAO, 2006. Cultivo de bivalves en criadero. In manual práctico. Funcionamiento, Acondicionamiento de los reproductores, puesta y fecundación. Doc. Técnico de Pesca N° 471.
- Figueras A. y B. Novoa. 2011. Enfermedades de moluscos bivalvos de interés en Acuicultura. Serie: Publicaciones Científicas y Tecnológicas de la Fundación Observatorio Español de Acuicultura.
- Fisher, W. and M. Tamplin. 1988. Environments Influence on Activities and Foreign-Particle Binding by Hemocytes of American Oysters, *Crassostrea virginica*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 1389-1315.
- Gagnaire, B.; H. Frouin; K. Moreau; H. Thomas-Guyon and T. Renault. 2006. Effects of temperature and salinity on haemocyte activities of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). Fish & Shellfish Immunology 20 (2006) 536-547.
- Gijo-Ittoop, G.; K.C. George; N.K. Sanil; K.S. Sobhana and P.C. Nisha. 2001. Maintenance of Haemocytes of edible Oyster, *Crassostrea madrasensis* (Preston) in artificial media. January, 2001. Indian Journal of Fisheries 48(2):177-182
- Glaspie, C.N.; R.D. Seitz; M.B. Ogburn; C.F. Dungan and A.H. Hines. 2018. Impacts of habitat, predators, recruitment, and disease on soft-shell clams *Mya arenaria* and stout razor clams *Tagelus plebeius* in Chesapeake Bay. MEPS Vol. 603. Online publication date: September 17, 2018.
- Godoy, M. 2017. Parasitismo por tremátodos en macha (*Mesodesma donacium*) extraídos de la Isla de Chiloé, región de Los Lagos, Chile. <https://goo.gl/OFI5AH>.
- Gorny M.; R. Alarcón; E. Estay; S. Oyarzún; R. León & A. Carmona. 2002. Investigación biológico-pesquera del recurso huepo (*Ensis macha*) en la XII Región, 201 pp. Informe Final. Instituto

de la Patagonia, Universidad de Magallanes - Gobierno Regional de Magallanes, Punta Arenas, Chile.

<http://164.77.209.178/gorenew/ESTUDIOS/Archivos/Economia/20136577/Infofin.pdf>

- González P, Pascual C, Quintana R, Morales J (1987) Parásitos del mejillón gallego cultivado: 1. Protozoos con especial referencia a *Marteilia maurini* y *Steinhausia mytilovum*. Alimentaria 24:37–44
- Guerra, A.; Lodeiros, C.; Gaspar, M.; da Costa, F. (eds.). 2011. Razor clams: Biology, Aquaculture and Fisheries. 428 p. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia. ISBN 978-84-453-4986-1 (P) 978-84-453-4546-7.  
[https://mar.xunta.gal/sites/default/files/fileadmin/arquivos/cima/razor\\_clams\\_2011.pdf](https://mar.xunta.gal/sites/default/files/fileadmin/arquivos/cima/razor_clams_2011.pdf)
- Guizado, Ch. 2002. Desarrollo de la tecnología de cultivo de la navajuela (*Tagelus dombeii*), en la zona centro sur de Chile. Proyecto D02I1160. [http://www.conicyt.cl/wp-content/themes/fondef/encuentra\\_proyectos/PROYECT](http://www.conicyt.cl/wp-content/themes/fondef/encuentra_proyectos/PROYECT)
- Hégaret, H.; K. Brokordt; C. Gaymer, K. Lohrmann; C. García & D. Varela .2012. Effects of the toxic dinoflagellate *Alexandrium catenella* on histopathological and escape responses of the Northern scallop *Argopecten purpuratus*. Harmfull Algae. Volume 18, June 2012, Pages 74-83.
- Hernández, A.F.; L. A. Cubillos y R. A. Quiñones.2011. Evaluación talla estructurada de los stocks de *Ensis macha* y *Tagelus dombeii* en el Golfo de Arauco, Chile. Rev. biol. mar. oceanogr. vol.46 no.2 Valparaíso ago. 2011.
- He, Y.; A. Jouaux; S.E. Ford; C. Lelong; P. Sourdain; M. Mathieu & X. Guo. 2015. Transcriptome analysis reveals strong and complex antiviral response in a mollusc. Fish & Shellfish Immunology 46: 131-144.
- Hillman, R.E.; N.J. Maciolek; J.I. Lahey and C.I. Belmore. 1982. Effects of Haplosporidian parasite, *Haplosporidium* sp. on species of the molluscan woodborer *Teredo* in Barnegat Bay, New Jersey. J. Invertebr. Pathol. 40:307-319
- Hudson P. J.; A.P. Dobson and K. Lafferty. 2006. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? Trends in Ecology & Evolution, 21: 381–385.
- Illanes, E. 2006. Acuicultura para la recuperación del recurso macha *Mesodesma donacium*, en áreas de manejo de comunidades artesanales. Informe Final Proyecto DO2I1131. Pág. 256. <http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/113046>

- Irrarrázabal, A.; Toledo, C.; Nilo, M.; Jerez, G.; Pezo, V.; Barahona, N.; Lozada, E. y V. Asencio. 1997. Caracterización bioeconómica de las pesquerías de huepo (*Ensis macha*) y navajuela (*Tagelus dombeii*) en la X Región. Proyecto FIP 1995-20B. [http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89525\\_informe\\_final.pdf](http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89525_informe_final.pdf)
- Islas-Ortega, A.G. and R. Aguilar-Aguilar. 2014. *Trichodina mutabilis* (Protozoa: Ciliophora: Trichodinidae) from the characid fish *Astyanax mexicanus* in the Cuatro Ciénegas region, northern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 613-616, 2014.
- Itoh, N.; T. Yamamoto; H. Kang; K.S. Choi; T.J. Green; N. Carrasco; M. Awaji and S. Chow. 2014. A Novel Paramyxean Parasite, *Marteilia granulaspnov* (Cercozoa), from the Digestive Gland of Manila Clam *Ruditapes philippinarum* in Japan. *Fish Pathology* 49(4):181-193. December 2014.
- de Kantzow, M.C. ; P.M. Hick; N.K. Dhand & R.J. Whittington. 2017. Risk factors for mortality during the first occurrence of Pacific Oyster Mortality Syndrome due to Ostreid herpesvirus – 1 in Tasmania, 2016. *Aquaculture* 468: 328–336.
- Kim, Y.; E.N. Powell; T.L. Wade; B.J. Presley & J. Sericano. 1998. Parasites of sentinel bivalves in the NOAA Status and Trends Program: Distribution and relationship to contaminant body burden. *Marine Pollution Bulletin*, 37, 45-55.
- Koganezawa, A. 1974. Present status of studies on the mass mortality of culture oysters in Japan and its prevention. In: *Proceedings of the Third U.S.–Japan Meeting on Aquaculture*, Tokyo, Japan.
- Kroeck, M. y J. Montes. 2005. Occurrence of the haemocyte parasite *Bonamia* sp in flat oysters *Ostrea puelchana* farmed in San Antonio Bay (Argentina). *Dis Aquat Org* Vol. 63: 231–235, 2005.
- Lajtner, J; Luciae, A.; Marušiae, M. & R. Erben .2008. The effects of the trematode *Bucephalus polymorphus* on the reproductive cycle of the zebra mussel *Dreissena polymorpha* in the Drava River. *Acta Parasitologica*, 53(1), 85–92; ISSN 1230-2821
- Le Gall, G.; D. Chagot; E. Mialhe and H. Grizel. 1988. Branchial Rickettsiales-like infection associated with a mass mortality of sea scallop *Pecten maximus*. *Dis Aquat Org*. Vol 4:229-232.
- López, M. 2004. Optimización del cultivo de bivalvos enterradores: Navaja, navajuela y macha en las etapas de post larval y de engorde. Proyecto AQ0411022

- López, M.I.; F. Véjar y D. Arriagada. 2005. Cultivo de la navaja (*Ensis macha*) en Chile. En: Navajas y Longueirones: biología, pesquerías y cultivo. Capítulo 9.
- López, I., Santos, C, y Bustos, E. 2000. Proyecto FONDEF D9611095 “La navaja en la VIII Región: cultivo de engorde”. Documento Nº 3. 20 pp (Registro Propiedad Intelectual Nº 132575).
- Lester R.J.G. and G.H.G. Davis. 1981. A new *Perkinsus* species (Apicomplexa, Perkinsea) from the abalone *Haliotis ruber*. *Journal of Invertebrate Pathology* 37, 181-187 (1981).
- Levine, N. D. 1985. Phylum II. Apicomplexa Levine, 1970. En: An Illustrated Guide to the Protozoa, Eds. John J. Lee, Seymour H. Hunter and Eugene C. Bovee. Society of Protozoologists, Lawrence, Kansas. 1985. pp. 322 ñ 341.
- López, Z.; L. Cárdenas & M. T. González. 2014. Metazoan Symbionts of the Yellow Clam, *Mesodesma donacium* (Bivalvia), in Southern Chile: Geographical Variations. *Journal of Parasitology*, 100(6), 797-804.
- Lohrmann, K.B.; Brand, A.R. and Feist, S.W. 2002. Comparison of the parasites and pathogens present in a cultivated and in a wild population of scallops (*Argopecten purpuratus* Lamarck, 1819) in Tongoy Bay, Chile. *J. Shellfish Res.*, (21): 557–561.
- Lohrmann, K.B.; P.M. Hine and M. Campalans. 2009. Ultrastructure of *Bonamia* sp. in *Ostrea chilensis* in Chile. *Dis Aquat Org*85:199–208
- Lowe, D.M., 1988. Alterations in the cellular structure of *Mytilus edulis* resulting from exposure to environmental contaminants under field and experimental conditions. *Marine Ecology Progress Series* 46, 91-100.
- Malek, E. and T.C. Cheng. 1974. *Medical and economic malacology*. Academic, Nueva York. 398 p.
- Martin, D. and T. Britayev. 1998. Symbiotic Polychaetes: Review of known species. January 1998. *Oceanography and Marine Biology* 36:217-340.
- Martenot, C.; E. Oden; E. Travailé; J.P. Malas & M. Houssin. 2010. Comparison of two real-time PCR methods for detection of ostreid herpesvirus 1 in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *J Virol Methods* 2010 Dec;170(1-2):86-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20837066/>
- Meyers, T.R. 1981. Endemic diseases of cultured shellfish of Long Island, New York: adult and juvenile American oysters (*Crassostrea virginica*) and hard clams (*Mercenaria mercenaria*). *Aquaculture* 22:305-330.
- Meyers, T.R. 1981, J. D.; Juhasz, C. I.; Robbins, T. T. & Grosholz, E. D. 2007. The introduced sabellid polychaete *Terebrasabella heterouncinata* in California: transmission, methods of control

- and survey for presence in native gastropod populations. *Journal of Shellfish Research*, 26(3), 869-876.
- Morado, J.F.; Sparks, A.K. and S.K. Reed. 1984. A coccidian infection in the kidney of the native little neck clam, *Protothaca staminea*. *J. Invertebr. Pathol.* 43, 207–217
  - Morales, A. 2011. Evaluación del potencial reproductivo de la ostra chilena (*Ostrea chilensis*, Philippi 1845) proveniente de diferentes bancos naturales de la X Región y su efecto en el crecimiento. Tesis para optar al Título de Ingeniero en Acuicultura. UCh. 38 pág.
  - Moreno, R.A.; P. E. Neill & N. Rozbaczylo. 2006. Native and non-indigenous boring polychaetes in Chile: a threat to native and commercial mollusc species. *Rev Chil Hist Nat* 79: 263–278.
  - Morriconi, E. & J. Calvo. Fertilidad y periodicidad del desove en *Ostrea puelchana*. *Rev. Invest. Desarro. Pesq. (Argentina)* 2: 57-62.
  - Muñoz, G. 2005. Metacercarias de la familia Microphallidae (Trematoda: Digenea) en el anfípodo *Hyale grandicornis* en la costa de Maule, Chile Central. *Parasitol. latinoam.*, dic. 2005, vol.60, no.3-4, p.165-169. ISSN 0717-7712.
  - Neumann, A. C., 1966. Observations on coastal erosion in Bermuda and measurements of the boring rate of the sponge, *Cliona lampa*. *Limnology and Oceanography*, 11(1), 92–108.
  - Olave, S.; Lépiz, I. y E. Bustos. 1999. “La navaja en la VIII Región: Producción de semillas de navaja (*Ensis macha*) en sistema controlado”. Proyecto FONDEF D96I1095 Documento N° 2. 16 pp (Registro Propiedad Intelectual N° 132575).
  - Oliva, M.E; Herrera, H.; Matulic, J. y B. Severino. 1986. Parasitismo en el ostión del norte *Chlamys (Argopecten) purpuratus* (Lamarck, 1819). *Parasitología al Día*, (10): 83–86.
  - Oliva, M.E. and Sánchez, M.F. 2005. Metazoan parasites and commensals of the northern Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) as tools for stock identification. *Fish. Res.*, (71): 71–77.
  - Olivares, C. 2006. Asociación de *Polydora biocipitalis* (Polychaeta: Spionidae) y *Mesodesma donacium* (Bivalvia: Mesodesmatidae) en Bahía Tongoy: su caracterización y dinámica poblacional del hospedero. BSC Thesis, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.
  - Ojeda, J. A., & Chaparro, O. R. 2004. Morphological, gravimetric, and biochemical changes in *Crepidula fecunda* (Gastropoda: Calyptraeidae) egg capsule walls during embryonic development. *Marine Biology*, 144 (2), 263-269.

- Orellana, E. y K. Lohrmann. 2015. Histopathological Assessment of Broodstock of the Razor Clam *Ensis macha* (Pharidae) from the Tongoy Bay, Chile. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 34, No. 2, 367–372, 2015.
- Osorio, C. 2002. Moluscos marinos en Chile. Especies de importancia económica: Guía para su identificación. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile, 215 p.
- Osorio, C., J. Atria y S. Mann. 1979. Moluscos marinos de importancia económica en Chile. *Biología Pesquera*, 11: 3-47.
- OIE, 2012. Organización Mundial de Sanidad Animal. <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/2012/>
- OIE, 2021 Capítulo 1.4. Vigilancia de la Sanidad de los Animales Acuáticos [https://www.oie.int/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-acuatico/?id=169&L=1&htmfile=chaptre\\_aqua\\_anisurveillance.htm](https://www.oie.int/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-acuatico/?id=169&L=1&htmfile=chaptre_aqua_anisurveillance.htm)
- Paillard, C.; B. Allam and R. Oubella. 2004. Effect of temperature on defense parameters in Manila clam *Ruditapes philippinarum* challenged with *Vibrio tapetis*. *Dis. Aquat. Organ.* 59, 249–262. 10.3354/dao059249 [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- Pekkarinen, M. 1983. Seasonal changes in condition and biochemical constituents in the soft part of *Macoma balthica* (Lamellibranchiata) in the Tvärminne brackish water area (Baltic Sea). *Ann. Zool. Fenn.* 20: 311-322
- Perkins, O.F. 1988. Parasite morphology, strategy and evolution. In: W. S. Fisher, (ed.). *Disease Processes in Marine Bivalve mollusks*. US: American Fisheries Soc. Special Publication 18. pp. 93-111
- Powell, E.N.; Barber R.D. & M.C. Kennicutt. 1999. Influence of parasitism in controlling the health, reproduction and PAH body burden of petroleum seep mussels. *Deep Sea Res Pt I* 46:2053-2078
- Ravdashevsky, V.I. & H.-L. Hsieh. 2000. *Polydora* (Polychaeta: Spionidae) species from Taiwan. *Zoological Studies* 39: 203-217.
- Radashevsky, V.I. & C.A. Cárdenas. 2004. Morphology and biology of *Polydora rickettsi* (Polychaeta: Spionidae) from Chile. *NZ J Mar Freshw Res* 38: 243–254
- Radashevsky, V.I. & C. Olivares. 2005. *Polydora uncinata* (Polychaeta: Spionidae) in Chile: an accidental transportation across the Pacific. *Biol Invasions* 7: 489–496.

- Ramilo, A.; Pintado, J.; Villalba, A. and E. Abollo. 2016. *Perkinsus olseni* and *P. chesapeaki* detected in a survey of perkinsosis of various clam species in Galicia (NW Spain) using PCR-DGGE as a screening tool. *Journal of Invertebrate Pathology* 133, 50-58.
- Reyes, F. 2004. Generalidades y potencialidad en biocontrol de las Gregarinas entomoparasitas. *Ciencia Uanl / vol. Vii, no. 3, julio-septiembre.*
- Riascos, J.M., O. Heilmayer, M.E. Oliva, J. Laudien & W.E. Arntz. 2008. Infestation of the surf clam *Mesodesma donacium* by the spionid polychaete *Polydora biocipitalis*. *J Sea Res* 59:217–
- Riascos, J.M., N. Guzmán, J. Laudien, M. E. Oliva, O. Heilmayer & L. Ortlieb. 2009. Long-term parasitic association between the boring polychaete *Polydora biocipitalis* and *Mesodesma donacium*. *Dis. Of Aquat. Org.* 85: 209-215.
- Rodríguez de la Rúa, A.; J.M. Arellano; M.L. González de Canales; J. Blasco & C. Sarasquete. 2005. Acumulación de cobre y alteraciones histopatológicas en el ostión *Crassostrea angulata*. *Ciencias Marinas (2005), 31(3): 455–466.*
- Rojas, P.; M. Campalans & M. González. 1999. Haemocytic neoplasia in the Chilean oyster (*Tisotrea chilensis*) cultured in the south of Chile. *New record. Invest. Mar., Valparaíso, (27): 15–18.*
- Rojas, R. & C. Olivares. 2006. Manual para la detección e identificación de gusanos polidóridos en el cultivo de abalón. Universidad católica del Norte, Coquimbo, Chile, 36 pp.
- Rojas, R.; Blanco-Hortas, A.; Kehlet-Delgado, H.; Lema, A.; Miranda, C.D.; Romero, J.; Martínez P.; Barja, J.L. & J. Dubert. 2021. First description outside Europe of the emergent pathogen *Vibrio europaeus* in Shellfish aquaculture. *J Invertebr Pathol.* 2021 Mar;180: 107542.
- Rozbaczylo, N.; P. Schmiede & M. Sánchez. 1980. *Polydora* sp. (Polychaeta, Spionidae) a parasite of the clam *Mesodesma donacium* (Mollusca, Mesodesmatidae). *ArchBiolMedExp* 13:105
- Rozbaczylo N. 1980. Clave para el Reconocimiento de Familias de Anélidos Poliquetos del Mar Chileno. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 15(3-4):167-196. September 1980.
- Rozbaczylo, N., M.A. Méndez & J. Bravo. 1994. Presencia del poliqueto excavador *Boccardia tricuspa* (Hartman, 1939) (Polychaeta: Spionidae) en las valvas de *Perumytilus purpuratus* (Mollusca: Bivalvia). *Gayana Oceanología (Chile)* 2: 25-31.
- Rozbaczylo, N. & F.D. Carrasco. 1996. Polychaete annelids associated to mollusks shellfish shells in the Chilean coast. *Journal of Medical Applied Malacology* 8: 98.

- Rozbaczylo, N. and J.I. Cañete. 1993. A new species of scale-worm, *Harmothoe commensalis* (Polychaeta: polynoidae), from mantle cavities of two Chilean clams. Proc. Biol. Soc. Wash. 106(4), 1993, pp. 666-672
- Rozbaczylo, N.; F. Avilés; M. Hervé & M. Godoy. 2007. First report of *Dodecaceria* sp (Polychaeta: Cirratulidae) in red abalone in Chile. Journal of Shellfisheries Research 26: 855-857.
- Rubo, S.; M. Aguirre; S. Richiano; R. Medina & B. Schone. 2018. *Leukoma antique* (Bivalvia) - A high-resolution marine paleoclimate archive for southern South America? Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Volume 505, 15 September 2018, Pages 398-409.
- Ruck, K. R. and P. A. Cook. 1998. Sabellid infestations in the shells of South African molluscs; Implications for abalone mariculture. Journal of Shellfish Research 17:693-699.
- Sagasti, A.; L.C. Schaffner and J.E. Duffy. 2001. Effects of periodic hypoxia on mortality, feeding and predation in an estuarine epifaunal community. Journal of Experimental Marine Biology & Ecology 258(2):257-283.
- Sánchez, L. 2018. Análisis sectorial de la cadena de valor, bajo el enfoque value links, para la concha de abanico en la Bahía de Sechura. Tesis Universidad Agraria La Molina, Perú.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/b766/5dd9a2f761e4041734c1718d2d4e2823c184.pdf>
- Sato-Okoshi, W. & M. Takatsuka. 2001. *Polydora* and related genera (Polychaeta: Spionidae) around Puerto Montt and Chiloé Island (Chile), with description of a new species of *Dipolydora*. Bull Mar Sci 68:485–503.
- Sauvage, C.; Pépin, J.F.; Lapègue, S.; Boudry, P.& T. Renault. 2009. Ostreid herpes virus 1 infection in families of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, during a summer mortality outbreak: Differences in viral DNA detection and quantification using real-time PCR. Virus Research 142: 181–187.
- Simon, C.A. & W. Sato-Okoshi. 2015. Polydorid polychaetes on farmed molluscs: distribution, spread and factors contributing to their success. Aquacult Environ Interact Vol. 7: 147–166.
- Smolarz, K; T. Renault; P. Soletchnik and M. Wolowicz. 2005. Neoplasia detection in *Macoma balthica* from the Gulf of Gdansk: Comparison of flow cytometry, histology, and chromosome analysis. Dis Aquat Org Vol. 65: 187–195, 2005.
- Tallqvist, M., 2001. Burrowing behaviour of the Baltic clam *Macoma balthica*: effects of sediment type, hypoxia, and predator presence. Mar Ecol Prog Ser 212: 183–191, 2001.

- Tillería, J. 2011. Estudio de la captación natural del recurso ostra chilena, *Ostrea chilensis* (Philippi, 1845), en la reserva marina de Pullinque, utilizando dos tipos de colectores. Tesis Universidad Austral de Chile. 47 pág.
- Uriarte, I. 2008. Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO. Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 61–75.
- Urban H. 1996. Population dynamics of the bivalves *Venus antiqua*, *Tagelus dombeii*, and *Ensis macha* from Chile at 36°S. J. Shellfish. Res. 15: 719-727.
- Vásquez, N. 2011. Patologías que afectan a poblaciones comercialmente explotadas de moluscos bivalvos del litoral norpatagónico y la vinculación con sus historias de vida. Tesis presentada para obtener el título de Doctora en Biología. Universidad Nacional del Comahue, Argentina. Pp. 228.
- Vásquez, N.; E. Perez Bruno; F. Marquez; S. Van der Molen; C. Gilardoni & F. Cremonte. 2013. A histopathological survey of the razor clam *Ensis macha* (Pharidae) along the Patagonian Argentina coast. J. Invertebr. Pathol. 112:253–259
- Vásquez, N. & F. Cremonte. 2017. Review of Parasites and Pathologies of the Main Bivalve Species of Commercial Interest of Argentina and Uruguay, Southwestern Atlantic Coast. Arch Parasitol 1: 112.
- Verduin, J. 1982. Components contributing to light extinction in natural waters: Method of isolation. Archiv. Hydrobiol, 93: 303-3 12.
- Villalba, A., M.J. Carballal and C. López. 2001. Disseminated neoplasia and large foci indicating heavy haemocytic infiltration in cockles *Cerastoderma edule* from Galicia (NW Spain). Diseases of Aquatic Organisms. 46, 213-216.
- Willson, L.L. and L.E. Burnett. 2000. Whole animal and gill tissue oxygen uptake in the Eastern oyster, *Crassostrea virginica*: Effects of hypoxia, hypercapnia, air exposure, and infection with the protozoan 1 parasite *Perkinsus marinus*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 246 (2000) 223 – 240.

- Xu, K.; W. Song, & A. Warren. 2002. Taxonomy of trichodinids from the gills of marine fishes in coastal regions of the Yellow Sea, with descriptions of two new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1830 (Protozoa: Ciliophora: Peritrichia). *Systematic Parasitology* 51: 107–120.

## **ANEXOS**

ANEXO 1.-Solicitud y resolución Pesca de Investigación

ANEXO 2.-Carta de sensibilización

ANEXO 3.- Formulario de Encuesta

ANEXO 4.- Ficha de muestreo

ANEXO 5.- Informe Laboratorio de referencia

ANEXO 6.- Morfología *Polydora rickettsii*

ANEXO 7.- Taller Discusión/Difusión

ANEXO 8.- Personal participante por actividad

ANEXO 1.-  
Solicitud y resolución Pesca de Investigación

90  
AÑOS  
1929 - 2019



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO

Escuela Ciencias del Mar

Valparaíso, 11 de Junio 2019

Señor  
Eduardo Riquelme  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura  
Delavista 159, Piso 10.  
Valparaíso

Ref: Pesca de Investigación

De mi consideración

Aquello hago llegar a usted Cíala solicitud de Pesca de Investigación y curriculum vitae del personal técnico participante del Proyecto FIPA 2018-14 "Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile", adjudicado a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Este proyecto actualmente se encuentra en etapa de planificación del primer muestreo de invierno.

Esperando una respuesta positiva a nuestra solicitud, le saluda atentamente a usted

Dra. Mariel Campatans-Hamler  
Profesora Adjunta-PUCV  
Jefe Proyecto FIPA 2018-14



c.c Archivo  
Adj. La indicado

MINISTERIO DE ECONOMÍA,  
FOMENTO Y TURISMO  
**SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA**  
P.N.V. 192/2019/FPA 2018-14



AUTORIZA A LA MARIELA CAMPALANS BARNIER  
PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE  
INDICA.

VALPARAISO, 21 AGO. 2019

RESOL. EXENTA Nº 2899

**VISTO:** Lo solicitado por doña Mariel Campalans Barnier mediante la carta C.I. SUBPESCA Nº 7464 de 2019; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, en Informe Técnico (P.INV.) Nº 192/2019 contenido en Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 192/2019, de fecha 05 de agosto de 2019; los Términos Técnicos de Referencia de la pesca de investigación para el proyecto *"Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile"*; las Leyes Nº 19.880, Nº 20.560 y Nº 20.657, la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, el D.F.L. Nº 5 de 1983 y el D.S. Nº 461 de 1995, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

**CONSIDERANDO:**

Que Mariel Campalans Barnier ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia de la pesca de investigación para el proyecto *"Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile"*.

Que, mediante Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 192/2019 citado en Visto, el Jefe de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación, acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2º de la Ley General de Pesca y Acuicultura, dado que es una actividad extractiva sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico.

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

#### RESUELVO:

1.- Autorízase a Mariel Campalans Barnier, R.U.T. N° 7.737.606-2, domiciliada en Los Carrera N° 689, comuna Quilpué, Región de Valparaíso, casilla electrónica [mariel.campalans@opucv.cl](mailto:mariel.campalans@opucv.cl), para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del proyecto "**Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile**", elaborados por el peticionario y aprobados por esta Subsecretaría, y el Informe Técnico (P.INV) N° 192/2019, citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza consiste en determinar la situación sanitaria basal de moluscos nativos de importancia económica en centros de cultivo, áreas de manejo y bancos naturales de las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos.

3.- La pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza durará 22 meses contados a partir de la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con el artículo 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, a ejecutarse en las regiones de Coquimbo, Biobío y Los Lagos, en conformidad a lo indicado en el Informe Técnico (P.INV) N° 192/2019 citado en Visto, el cual se considera parte de la presente resolución.

4.- En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigación, la peticionaria podrá extraer con retención permanente un máximo de 665 individuos de molusco con concha, por región y campaña, de los recursos ostión del norte **Argopecten purpuratus**, almeja **Leukoma antiqua**, macha **Mesodesma donacium**, huepo **Ensis macha**, navajuela **Tagelus dombeii**, ostra chilena **Ostrea chilensis**, mediante buceo semiautónomo, en conformidad a lo indicado en el Informe Técnico (P.INV) N° 192/2019, citado en Visto, el cual se considera parte de la presente resolución.

5.- En el evento de desarrollar parte del muestreo al interior de un área marina protegida, espacio costero marino para pueblo originario o de un área de manejo y explotación de recursos bentónicos, el ejecutor deberá coordinar dichas actividades con la organización que esté a cargo de dichas áreas.

6.- La peticionaria deberá informar con a lo menos 72 horas de anticipación la fecha y localización exacta de las actividades a desarrollar, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, para su control y fiscalización.

7.- El solicitante deberá entregar dos informes a esta Subsecretaría. El primero, deberá contener un reporte resumido de las actividades realizadas, que contenga, a lo menos, información de la obtención de muestras, de los materiales y método utilizados. Asimismo, deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización. Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato *shape* el cual deberá estar en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al Dátum WGS-84 considerando como atributo las categorías antes mencionadas.

Lo anterior deberá ser entregado a esta Subsecretaría, en el plazo de 30 días corridos contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, entregándose impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada. El segundo informe corresponderá al informe final, en el cual se enmarca la solicitud de investigación.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

8.- Designase al Jefe de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría como el funcionario encargado de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

9.- Los buzos mariscadores que participen de la actividad deberán contar con toda la documentación al día, con inscripción vigente en el Registro Pesquero Artesanal para los recursos a extraer, de acuerdo a la normativa vigente y deberán ser informados al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura con un plazo de 72 horas de anticipación a las labores de muestreo.

10.- La peticionaria designa como persona responsable esta pesca de investigación a doña Mariel Campalans Barnier, R.U.T. N° 7.737.606-2, domiciliada en calle Los Carrera N° 689, comuna de Quilpué, Región de Valparaíso, casilla electrónica [mariel.campalans@pucv.cl](mailto:mariel.campalans@pucv.cl).

11.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

12.- La solicitante deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N° 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en el Título IX y X de la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.



13.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

14.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

15.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de cinco días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

16.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado.

17.- Transcribese copia de esta resolución al interesado, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante y a la División Jurídica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

**ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DEL INTERESADO Y A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA Y ARCHÍVESE.**

  
**JOSE PEDRO NUÑEZ BARRUEL**  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)

  
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO

  
DIVISIÓN JURÍDICA  
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO

ANEXO 2.-  
Carta de sensibilización



Concepción, 29 de julio de 2019

Señor  
Cristian Garrido  
Presidente  
Sindicato de Punta Lavapié  
Región del Biobío  
Presente

De mi consideración

Junto con saludarlo y en el marco del desarrollo del proyecto FIPA 2018-14: "Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile", desarrollado por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y en asociación con la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), informo a Ud. que su organización ha sido seleccionada, en la Región del Biobío, para realizar muestreos del recurso cholga (*Aulacomya ater*) en el Área de Manejo y Explotación de Recursos Bivalvos (AMERB). Estos muestreos se deben realizar en época de invierno y primavera.

Para tal efecto, se comunicará con Ud. el Prof. Christian Díaz, Investigador de la UCSC para la coordinación de los muestreos con el personal técnico. Los resultados de los análisis químicos y microbiológicos del recurso permitirán conocer el estado sanitario (enfermedades) de este importante recurso para su AMERB.

Sin otro particular, y agradeciendo desde ya su colaboración en este proyecto, le saluda cordialmente,



Dra. Mariel Campalans B.  
Jefa de Proyecto FIPA 2018-14

cc: Caterina Sobenes, Investigadora-UCSC  
Christian Díaz, Investigador-UCSC

Concepción, 29 de julio de 2019

Señor  
José Miguel Ponce  
Presidente  
Sindicato de Cerro Verde, Lirquén  
Región del Biobío  
Presente

De mi consideración

Junto con saludar, en el marco del proyecto FIPA 2018-14: "Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile", desarrollado por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y en asociación con la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), informo a Ud. que su organización ha sido seleccionada, en la Región del Biobío, para realizar muestreos del recurso Navajuela (*Tagelus dombeii*) y Almeja (*Venus antiqua*) en el Área de Manejo y Explotación de Recursos Bivalvos (AMERB). Estos muestreos se deben realizar en época de invierno y primavera.

Para tal efecto, se comunicará con Ud. el Prof. Christian Díaz, Investigador de la UCSC para la coordinación de los muestreos con el personal técnico. Los resultados de los análisis químicos y microbiológicos del recurso permitirán conocer el estado sanitario (enfermedades) de este importante recurso para su AMERB.

Sin otro particular, y agradeciendo desde ya su colaboración en este proyecto, le saluda cordialmente,



Dra. Mariel Campalana  
Jefa de Proyecto FIPA 2018-14

cc.: Catterina Sobenes, Investigadora-UCSC  
Christian Díaz, Investigador UCSC



Concepción, 29 de julio de 2019

Señor  
Tránsito Leal  
Presidente  
Sindicato de Laraquete  
Región del Biobío  
Presente

De mi consideración

Junto con saludar, en el marco del proyecto FIPA 2018-14: "Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile", desarrollado por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) y en asociación con la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), informo a Ud. que su organización ha sido seleccionada, en la Región del Biobío, para realizar muestreos del recurso Navaja/huepo (*Ensis machel*), Navajuela (*Tagelus dombeii*) y Almeja (*Venus antiqua*) en el Área de Manejo y Explotación de Recursos Bivalvos (AMERB). Estos muestreos se deben realizar en época de invierno y primavera.

Para tal efecto, se comunicará con Ud. el Prof. Christian Díaz, Investigador de la UCSC para la coordinación de los muestreos con el personal técnico. Los resultados de los análisis químicos y microbiológicos del recurso permitirán conocer el estado sanitario (enfermedades) de este importante recurso para su AMERB.

Sin otro particular, y agradeciendo desde ya su colaboración en este proyecto, le saluda cordialmente,

Dra. Mariel Campalao PUCV

Jefa de Proyecto FIPA 2018-14

c.c: Catterina Sobenes, Investigadora-UCSC

Christian Díaz, Investigador-UCSC

ANEXO 3.-  
Formulario de Encuesta

FORMULARIO  
ÁREAS DE MANEJO

Este formulario tiene por finalidad identificar y recabar información básica sobre características de las Áreas de Manejo.

**Identificación del formulario**

Encuestador:
Fecha:
Número de la formulario:

**I. Datos del entrevistado**

1.0 Nombre:
1.1 Cargo:

**II. Datos del Área de Manejo**

2.0 Nombre del Área de Manejo:
2.1 Ubicación:
2.2 Georreferenciación:
2.3 Organización a la que pertenece:
2.4 Especie objetivo del estudio:

**2.5 Identificación de los asociados**

2.5.0 ¿De cuántos asociados se compone la AMERB?	
2.5.1 ¿Cuántas mujeres son asociadas en la AMERB?	
2.5.2 ¿Cuántos asociados trabajan permanentemente?	

**III. Caracterización del Área de Manejo**

3.1 ¿Qué otras especies se desarrollan en la AMERB?

3.2 ¿Cuál es el porcentaje de extensión del área destinada a la producción de la especie objetivo del estudio?

3.3 ¿Cuál es la profundidad marina en la que se encuentra la especie objetivo del estudio?

3.4 ¿Cuál es el tipo de sustrato (fondo) en el que se desarrolla la especie objetivo del estudio?  
(Debe especificar a qué tipo de sustrato corresponde, puede marcar más de una alternativa)

a) Fondo blando 1.conchuela	b) Fondo semi duro 1.tertel	c) Fondo duro 1.roca
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------

2.grava 3.arena 4.limo 5.arcilla	2.sedimento 3.compacto	2.bolones
---	---------------------------	-----------

#### IV. Antecedentes de producción

4.0 ¿En cuales meses del año se realiza la siembra?

a) Enero	b) Febrero	c) Marzo	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio	h) Agosto	i) Septiembre	j) Octubre	k) Noviembre	l) Diciembre

4.1 ¿Han realizado repoblamiento de la especie objetivo? ¿Cuántas veces?

4.1 ¿En cuales meses del año se realiza cosechas de la especie objetivo del estudio?

a) Enero	b) Febrero	c) Marzo	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio	h) Agosto	i) Septiembre	j) Octubre	k) Noviembre	l) Diciembre

4.2 ¿Cuántas cosechas realizan al mes/ año?

#### V. Métodos de Cultivo

5.0 Insumos de producción (responda si posee o no, y la cantidad de cada insumo de producción que posee)

Producción en mar

Insumo			Cantidad
5.0.0 Balsas	a) Si	b) No	
5.0.1 Líneas	a) Si	b) No	
5.0.2 Balsas de trabajo	a) Si	b) No	
5.0.3 Botes	a) Si	b) No	
5.0.4 Motor fuera de borda	a) Si	b) No	
5.0.6 Otros, Especificar			

Producción en tierra

Insumos			Cantidad
5.0.7 Embarcadero o muelle	a) Si	b) No	
5.0.8 Galpón o pieza de trabajo	a) Si	b) No	
5.0.9 Equipo de buceo	a) Si	b) No	
5.0.10 Hatchery	a) Si	b) No	
5.0.11 Pescante (grúa)	a) Si	b) No	
5.0.12 Otro, Especificar			

#### VI. Antecedentes ambientales

6.0 ¿Existe alguna fuente de agua cercana?

a) Planta procesadora de aguas servidas	b) Planta procesadora de peces y/o moluscos	c) Desembocadura de río	e) Otro, especifique
---	---	-------------------------	----------------------

6.1 ¿Cuáles son los principales factores ambientales que afectan a la producción?

a) Cambios en las condiciones climáticas (marejadas)	b) Aumento de la temperatura del agua	c) Desastres naturales	c) Otros, especifique.
--	---------------------------------------	------------------------	------------------------

6.2 ¿La AMERB ha sido afectada por algún tipo de contaminación por agentes externos?

a) Derrames químicos	b) Derrame de petróleo	c) Otro, especifique
----------------------	------------------------	----------------------

6.3 ¿Presentan algún tipo de actividades en las cercanías?

a) Cultivo de salmones	b) Cultivo de moluscos	c) Actividades deportivas acuáticas	e) Turismo	f) Otro, especifique
------------------------	------------------------	-------------------------------------	------------	----------------------

6.4 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en los ciclos de la especie? (Ejemplo: mayor o menor tiempo de crecimiento, disminución o aumento en la fecundidad)

6.5 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en el aspecto físico de la concha de la especie? (concha perforada, aumento de incrustantes, deformaciones, mayor fragilidad, etc.)

6.6 Del total de su producción ¿Qué porcentaje de conchas entran vacías? ¿Este porcentaje ha ido en aumento los últimos años?

## FORMULARIO:

### Bancos Naturales

Este formulario tiene por finalidad identificar y recabar información básica sobre características del banco natural.

#### Identificación del formulario

Encuestador:
Fecha:
Número del formulario:

#### I. Datos del entrevistado

1.0 Nombre:
1.1 Vínculo con el banco natural:

#### II. Datos del Banco Natural

2.0 Nombre del banco natural:
2.1 Ubicación:
2.2 Georreferenciación:
2.3 Especie objetivo:

2.4 ¿Qué organizaciones están autorizadas para extraer la especie objetivo?

2.5 ¿Qué tipo de manejo tiene el banco natural?

#### III. Caracterización del Banco Natural

3.0 ¿Qué otras especies se desarrollan en el banco natural

3.2 ¿Cuál es la profundidad en la que se encuentra la especie?

3.3 ¿Cuál es el tipo de sustrato (fondo) en el que se desarrolla la especie? (Debe especificar a qué tipo de sustrato corresponde, puede marcar más de una alternativa)

a) Fondo blando	b) Fondo semi duro	c) Fondo duro
1. conchuela	1. tertel	1. roca
2. grava	2. sedimento	2. bolones
3. arena	3. compacto	
4. limo		
5. arcilla		

#### IV. Antecedentes Ambientales

4.0 ¿Existe alguna fuente de agua cercana?

a) Planta procesadora de agua servidas	b) Planta procesadora de peces y moluscos	c) Desembocadura de río	d) Cloacas	e) Otro, especifique
--	---	-------------------------	------------	----------------------

4.1 ¿El banco natural ha sido afectado por algún evento de tipo ambiental?

a) Cambios en los	b) Aumento de la	c) Desastres naturales	c) Otros, especifique.
-------------------	------------------	------------------------	------------------------

parámetros químicos del agua (ph, durezas, etc.)	temperatura del agua		
--	----------------------	--	--

4.2 ¿El banco natural ha sido afectado por algún tipo de contaminación por agentes externos?

a) Derrames químicos	b) Derrame de petróleo	c) Otro, especifique
----------------------	------------------------	----------------------

4.3 ¿Presentan algún tipo de actividades en las cercanías?

a) Cultivo de salmones	b) Cultivo de moluscos	c) Actividades deportivas acuáticas	e) Turismo
------------------------	------------------------	-------------------------------------	------------

## FORMULARIO: CENTROS DE CULTIVOS

Este formulario tiene por finalidad identificar y recabar información básica sobre características de los Centros de cultivo.

### Identificación del formulario

Encuestador:
Fecha:
Número de formulario:

### I. Datos del entrevistado

1.0 Nombre:
1.1 Cargo:

### II. Datos del Cultivo

2.0 Nombre del centro de cultivo:
2.1 Ubicación:
2.2 Georreferenciación:
2.3 Organización a la que pertenece:
2.4 Especie objetivo del estudio:

#### 2.5 Identificación de los trabajadores

3.3.0 ¿Cuántas personas trabajan en el cultivo?	
3.3.1 ¿Cuántas mujeres trabajan en el cultivo?	
3.3.2 ¿Cuántas personas trabajan temporalmente?	

### III. Caracterización del Cultivo

3.0 ¿Cultivan otras especies dentro del centro? ¿Cuál?

3.1 ¿Cuál es la extensión del cultivo?

3.2 ¿Qué tipo de arte utiliza para el cultivo?

### IV. Antecedentes del Cultivo

4.0 ¿Cuál es el origen de las semillas?

a) Captación propia	b) Adquirida a terceros ¿Dónde?
---------------------	---------------------------------

4.1 ¿Cuál es el tipo de sustrato (fondo) en el que se desarrolla la especie objetivo del estudio?  
 (Debe especificar a qué tipo de sustrato corresponde, puede marcar más de una alternativa)

d) Fondo blando 1.conchuela	e) Fondo semi duro 1.tertel	f) Fondo duro 1.roca
--------------------------------	--------------------------------	-------------------------

2.grava 3.arena 4.limo 5.arcilla	2.sedimento 3.compacto	2.bolones
---	---------------------------	-----------

4.2 ¿En cuales meses del año se realiza la siembra?

a) Enero	b) Febrero	c) Marzo	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio	h) Agosto	i) Septiembre	j) Octubre	k) Noviembre	l) Diciembre

4.3 ¿En cuales meses del año se realiza cosechas?

a) Enero	b) Febrero	c) Marzo	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio	h) Agosto	i) Septiembre	j) Octubre	k) Noviembre	l) Diciembre

4.4 ¿Cuántas cosechas realizan al mes/ año?

\_\_\_\_\_

### V. Métodos de cultivo

5.0 Insumos de producción (responda si posee o no, y la cantidad de cada insumo de producción que posee)

Producción en mar

Insumo			Cantidad
5.0.0Balsas	a) Si	b) No	
5.0.1Líneas	a) Si	b) No	
5.0.2Balsas de trabajo	a) Si	b) No	
5.0.3Colectores	a) Si	b) No	
5.0.4Botes	a) Si	b) No	
5.0.5Motor fuera de borda	a) Si	b) No	
5.0.6Otros, Especificar		b) No	

Producción en tierra

Insumos			Cantidad
5.0.9Embarcadero o muelle	a) Si	b) No	
5.0.10Galpón o pieza de trabajo	a) Si	b) No	
5.0.11Equipo de buceo	a) Si	b) No	
5.0.12Hatchery	a) Si	b) No	
5.0.13Pescante (grúa)	a) Si	b) No	
5.0.14Otro, Especificar			

### VI. Antecedentes Ambientales

6.0 ¿Cuáles son los principales factores ambientales que cree que afecta a la producción?

a) Cambios en las condiciones climáticas (marejadas)	b) Aumento de la temperatura del agua	c) Desastres naturales	c) Otros, especifique.
--	---------------------------------------	------------------------	------------------------

6.1 ¿Existe alguna fuente de agua cercana?

a) Planta procesadora de aguas servidas	b) Planta procesadora de peces y/o moluscos	c) Desembocadura de río	e) Otro, especifique
---	---	-------------------------	----------------------

6.2 ¿El cultivo ha sido afectada por algún tipo de contaminación por agentes externos?

a) Derrames químicos	b) Derrame de petróleo	c) Otro, especifique
----------------------	------------------------	----------------------

6.3 ¿Presentan algún tipo de actividades en las cercanías?

a) Cultivo de salmones	b) Cultivo de moluscos	c) Actividades deportivas acuáticas	e) Turismo	f) Otro, especifique
------------------------	------------------------	-------------------------------------	------------	----------------------

6.4 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en los ciclos de la especie? (Ejemplo: mayor o menor tiempo de crecimiento, disminución o aumento en la fecundidad)

6.5 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en el aspecto físico de la concha de la especie? (concha, aumento de incrustantes, deformaciones, mayor fragilidad, etc.)

6.6 Del total de su producción ¿Qué porcentaje de conchas entran vacías? ¿Este porcentaje ha ido en aumento los últimos años? -

FORMULARIO:

ÁREAS DE MANEJO

Este formulario tiene por finalidad identificar y recabar información básica sobre características de las Áreas de Manejo.

Identificación del formulario

Encuestador: <i>Christina Diaz</i>
Fecha: <i>12/08/2019</i>
Número de la formulario:

I. Datos del entrevistado

1.0 Nombre: <i>José Miguel Ponce</i>
1.1 Cargo: <i>Procedente, STI de 4 para 2.ª etapa (Bolsa Corvalán)</i>

II. Datos del Área de Manejo

2.0 Nombre del Área de Manejo: <i>Punto H12 - Sector Cerro Verde</i>
2.1 Ubicación: <i>Cerro Verde</i>
2.2 Georreferenciación: <i>36°43'45"40"S 72°59'48,09"O</i>
2.3 Organización a la que pertenece: <i>STI</i>
2.4 Especie objetivo del estudio: <i>Musculos y Almejas, chalya</i>

2.5 Identificación de los asociados

2.5.0 ¿De cuántos asociados se compone la AMERB?	<i>37</i>
2.5.1 ¿Cuántas mujeres son asociadas en la AMERB?	<i>0</i>
2.5.2 ¿Cuántos asociados trabajan permanentemente?	<i>12</i>

III. Caracterización del Área de Manejo

3.1 ¿Qué otras especies se desarrollan en la AMERB?  
*lago eventualmente, puer, choyto*

3.2 ¿Cuál es el porcentaje de extensión del área destinada a la producción de la especie objetivo del estudio?  
*3/5 Hs.*

3.3 ¿Cuál es la profundidad marina en la que se encuentra la especie objetivo del estudio?  
*3m*

3.4 ¿Cuál es el tipo de sustrato (fondo) en el que se desarrolla la especie objetivo del estudio?  
 (Debe especificar a qué tipo de sustrato corresponde, puede marcar más de una alternativa)

a) Fondo blando	b) Fondo semi duro	c) Fondo duro
1. conchuela	1. tertel	1. roca
2. grava	2. sedimento	2. bolones
<input checked="" type="checkbox"/> 3. arena	3. compacto	
<input checked="" type="checkbox"/> 4. limo		
5. arcilla		

IV. Antecedentes de producción

4.0 ¿En cuales meses del año se realiza la siembra?

a) Enero	b) Febrero	c) Marzo	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio	h) Agosto	i) Septiembre	j) Octubre	k) Noviembre	l) Diciembre

4.1 ¿Han realizado repoblamiento de la especie objetivo? ¿Cuántas veces?

4.1 ¿En cuales meses del año se realiza cosechas de la especie objetivo del estudio?

a) Enero	b) Febrero	c) Marzo	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio <input checked="" type="checkbox"/>	h) Agosto <input checked="" type="checkbox"/>	i) Septiembre <input checked="" type="checkbox"/>	j) Octubre <input checked="" type="checkbox"/>	k) Noviembre	l) Diciembre

4.2 ¿Cuántas cosechas realizan al mes/año?

*Una vez al año, en chofes por una vez*

V. Métodos de Cultivo

5.0 Insumos de producción (responda si posee o no, y la cantidad de cada insumo de producción que posee)

Producción en mar

*No poseen cultivos.*

Insumo	a) Si	b) No	Cantidad
5.0.0 Balsas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.0.1 Líneas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.0.2 Balsas de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.0.3 Botes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.0.4 Motor fuera de borda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.0.6 Otros, Especificar			

Producción en tierra

Insumos	a) Si	b) No	Cantidad
5.0.7 Embarcadero o muelle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
5.0.8 Galpón o pieza de trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 planta de proceso
5.0.9 Equipo de buceo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.10 Hatchery	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.11 Pescante (grúa)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1 tacle.
5.0.12 Otro, Especificar			Comer y fuel de propio.

VI. Antecedentes ambientales

6.0 ¿Existe alguna fuente de agua cercana?

a) Planta procesadora de aguas servidas <i>Planta de Esbri</i>	b) Planta procesadora de peces y/o moluscos. <i>Planta</i>	c) Desembocadura de río <i>Ambstia</i>	e) Otro, especifique <i>Cosco - Penco</i> <i>Pto Ligueros</i>
---	---	---	---

6.1 ¿Cuáles son los principales factores ambientales que afectan a la producción?

a) Cambios en las condiciones climáticas (marejadas)	b) Aumento de la temperatura del agua <input checked="" type="checkbox"/>	c) Desastres naturales <i>Marisma 2010</i>	e) Otros, especifique. <i>Envenenamiento del Heremita en el borde costero</i>
--	--	---	--

6.2 ¿La AMERB ha sido afectada por algún tipo de contaminación por agentes externos?

a) Derrames químicos	b) Derrame de petróleo	c) Otro, especifique <i>Derrame de Esbri 2010</i>
----------------------	------------------------	--

6.3 ¿Presentan algún tipo de actividades en las cercanías?

a) Cultivo de salmones	b) Cultivo de moluscos	c) Actividades deportivas acuáticas	e) Turismo <i>gestión turística</i>	f) Otro, especifique <i>Pos. 21</i> <i>ser y abito</i>
------------------------	------------------------	-------------------------------------	--	--

6.4 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en los ciclos de la especie? (Ejemplo: mayor o menor tiempo de crecimiento, disminución o aumento en la fecundidad)

*Ultimas 10 años disminucion el alza y moluscos principales.*

6.5 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en el aspecto físico de la concha de la especie? (concha perforada, aumento de incrustantes, deformaciones, mayor fragilidad, etc.)

*No se ha observado.*

6.6 6 Del total de su producción ¿Qué porcentaje de conchas entran vacías? ¿Este porcentaje ha ido en aumento los últimos años?

*Ultimos años en Chile se observa mucha actividad en conchas vacías.*

*José Miguel Ronce*  
*7.863.151-7*



FORMULARIO:

ÁREAS DE MANEJO

Este formulario tiene por finalidad identificar y recabar información básica sobre características de las Áreas de Manejo.

Identificación del formulario

Encuestador: <i>Christian Di 23</i>
Fecha: <i>09/08/2018</i>
Número de la formulario:

I. Datos del entrevistado

1.0 Nombre: <i>Trinidad Leal</i>
1.1 Cargo: <i>Presidente, Sindicato Pesqueros Artesanales Longote</i>

II. Datos del Área de Manejo

2.0 Nombre del Área de Manejo: <i>Longote</i>
2.1 Ubicación: <i>Longote</i>
2.2 Georreferenciación:
2.3 Organización a la que pertenece: <i>STI Área Manejo Artesanal Longote</i>
2.4 Especie objetivo del estudio: <i>Huepo, Huepo</i>

2.5 Identificación de los asociados

2.5.0 ¿De cuántos asociados se compone la AMERB?	<i>32</i>
2.5.1 ¿Cuántas mujeres son asociadas en la AMERB?	<i>8</i>
2.5.2 ¿Cuántos asociados trabajan permanentemente?	<i>18</i>

III. Caracterización del Área de Manejo

3.1 ¿Qué otras especies se desarrollan en la AMERB?  
*lupos, erizos, jiribos peludos, jiribos lino*

3.2 ¿Cuál es el porcentaje de extensión del área destinada a la producción de la especie objetivo del estudio?  
*30% Huepo*

3.3 ¿Cuál es la profundidad marina en la que se encuentra la especie objetivo del estudio?  
*8-12 m*

3.4 ¿Cuál es el tipo de sustrato (fondo) en el que se desarrolla la especie objetivo del estudio?  
 (Debe especificar a qué tipo de sustrato corresponde, puede marcar más de una alternativa)

a) Fondo blando	b) Fondo semi duro	c) Fondo duro
1. conchuela	1. tertel	1. roca
<input checked="" type="checkbox"/> 2. grava	2. sedimento	2. bolones
<input checked="" type="checkbox"/> 3. arena	3. compacto	
4. limo		
5. arcilla		

IV. Antecedentes de producción

4.0 ¿En cuales meses del año se realiza la siembra?

a) Enero	b) Febrero	c) Marzo	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio	h) Agosto <input checked="" type="checkbox"/>	i) Septiembre <input checked="" type="checkbox"/>	j) Octubre <input checked="" type="checkbox"/>	k) Noviembre <input checked="" type="checkbox"/>	l) Diciembre <input checked="" type="checkbox"/>

4.1 ¿Han realizado repoblamiento de la especie objetivo? ¿Cuántas veces?

No se hizo, si de esto

4.1 ¿En cuales meses del año se realiza cosechas de la especie objetivo del estudio?

a) Enero <input checked="" type="checkbox"/>	b) Febrero <input checked="" type="checkbox"/>	c) Marzo <input checked="" type="checkbox"/>	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio	h) Agosto	i) Septiembre	j) Octubre	k) Noviembre	l) Diciembre

4.2 ¿Cuántas cosechas realizan al mes/ año?

2 cosechas

V. Métodos de Cultivo

5.0 Insumos de producción (responda si posee o no, y la cantidad de cada insumo de producción que posee)

Producción en mar

Insumo			Cantidad
5.0.0 Balsas	a) Si	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.1 Líneas	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No	4
5.0.2 Balsas de trabajo	a) Si	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.3 Botes	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No	8
5.0.4 Motor fuera de borda	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No	1
5.0.6 Otros, Especificar	<u>motor bote</u>		2

Producción en tierra

Insumos			Cantidad
5.0.7 Embarcadero o muelle	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>	2 2
5.0.8 Galpón o pieza de trabajo	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>	1 sede
5.0.9 Equipo de buceo	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No <input type="checkbox"/>	4 lentes
5.0.10 Hatchery	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.11 Pescante (grúa)	a) Si <input type="checkbox"/>	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.12 Otro, Especificar			

VI. Antecedentes ambientales

6.0 ¿Existe alguna fuente de agua cercana?

a) Planta procesadora de aguas servidas <i>PTR Domicilio de la zona de la zona</i>	b) Planta procesadora de peces y/o moluscos	c) Desembocadura de río <i>estero la zona</i>	e) Otro, especifique <i>- Emisión de aguas servidas - se proyecta el 2º año</i>
---	---	--	--

6.1 ¿Cuáles son los principales factores ambientales que afectan a la producción?

a) Cambios en las condiciones climáticas (marejadas) <input checked="" type="checkbox"/>	b) Aumento de la temperatura del agua <input checked="" type="checkbox"/>	c) Desastres naturales <input checked="" type="checkbox"/>	c) Otros, especifique. —
--	---	--	-----------------------------

6.2 ¿La AMERB ha sido afectada por algún tipo de contaminación por agentes externos?

a) Derrames químicos	b) Derrame de petróleo	c) Otro, especifique <i>No</i>
----------------------	------------------------	-----------------------------------

6.3 ¿Presentan algún tipo de actividades en las cercanías?

a) Cultivo de salmones	b) Cultivo de moluscos	c) Actividades deportivas acuáticas <i>Surf / Body</i>	e) Turismo <i>precio en hotel</i>	f) Otro, especifique
------------------------	------------------------	---	--------------------------------------	----------------------

6.4 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en los ciclos de la especie? (Ejemplo: mayor o menor tiempo de crecimiento, disminución o aumento en la fecundidad)

*Si, el loco con conchas blancas, se queda pequeño*

6.5 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en el aspecto físico de la concha de la especie? (concha perforada, aumento de incrustantes, deformaciones, mayor fragilidad, etc.)

*en el loco,*

6.6.6 Del total de su producción ¿Qué porcentaje de conchas entran vacías? ¿Este porcentaje ha ido en aumento los últimos años?

*No se observan mortalidades permanentes.*

*Trusilo Leo l*

*11.689.102-0*

*Alejandro l*

FORMULARIO:  
ÁREAS DE MANEJO

Este formulario tiene por finalidad identificar y recabar información básica sobre características de las Áreas de Manejo.

Identificación del formulario

Encuestador:	Christian Diaz
Fecha:	3/10/2019
Número de la formulario:	01

I. Datos del entrevistado

1.0 Nombre:	Castro González
1.1 Cargo:	Presidente Sindicato STIPuerto 280 @ Puerto Lampa

II. Datos del Área de Manejo

2.0 Nombre del Área de Manejo:	Pto Lampa
2.1 Ubicación:	Dpto Lampa
2.2 Georreferenciación:	
2.3 Organización a la que pertenece:	STI - Buzo cooperador y pescador de P. Lampa
2.4 Especie objetivo del estudio:	Cholpo

2.5 Identificación de los asociados

2.5.0 ¿De cuántos asociados se compone la AMERB?	26
2.5.1 ¿Cuántas mujeres son asociadas en la AMERB?	5
2.5.2 ¿Cuántos asociados trabajan permanentemente?	14

III. Caracterización del Área de Manejo

- 3.1 ¿Qué otras especies se desarrollan en la AMERB?  
Laca, Cochuyuyo, lugas, chuly y pene
- 3.2 ¿Cuál es el porcentaje de extensión del área destinada a la producción de la especie objetivo del estudio?  
3%
- 3.3 ¿Cuál es la profundidad marina en la que se encuentra la especie objetivo del estudio?  
14 m

3.4 ¿Cuál es el tipo de sustrato (fondo) en el que se desarrolla la especie objetivo del estudio?  
 (Debe especificar a qué tipo de sustrato corresponde, puede marcar más de una alternativa)

a) Fondo blando	b) Fondo semi duro	c) Fondo duro
1. conchuela	1. tertel	<input checked="" type="checkbox"/> roca
2. grava	2. sedimento	2. bolones
3. aren <input checked="" type="checkbox"/>	3. compacto	
4. limo		
5. arcilla		

IV. Antecedentes de producción

4.0 ¿En cuales meses del año se realiza la siembra? *Cosecha*

a) Enero	b) Febrero	c) Marzo	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio	h) Agosto <input checked="" type="checkbox"/>	i) Septiembre <input checked="" type="checkbox"/>	j) Octubre	k) Noviembre	l) Diciembre

4.1 ¿Han realizado repoblamiento de la especie objetivo? ¿Cuántas veces?

*No*

4.1 ¿En cuales meses del año se realiza cosechas de la especie objetivo del estudio?

a) Enero	b) Febrero	c) Marzo	d) Abril	e) Mayo	f) Junio
g) Julio	h) Agosto	i) Septiembre	j) Octubre	k) Noviembre	l) Diciembre

*No hay cosecha especifica*

4.2 ¿Cuántas cosechas realizan al mes/ año?

*3 veces cosechando, 2m loco, Permuta → Chalyss*

V. Métodos de Cultivo

5.0 Insumos de producción (responda si posee o no, y la cantidad de cada insumo de producción que posee)

Producción en mar

Insumo			Cantidad
5.0.0 Balsas	a) Si	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.1 Líneas	a) Si	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.2 Balsas de trabajo	a) Si	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.3 Botes	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No	
5.0.4 Motor fuera de borda	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No	
5.0.6 Otros, Especificar	<i>Compueral</i>		

*Canas de  
 Ujilucos*

Producción en tierra

Insumos			Cantidad
5.0.7 Embarcadero o muelle	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No	
5.0.8 Galpón o pieza de trabajo	a) Si	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.9 Equipo de buceo	a) Si <input checked="" type="checkbox"/>	b) No	
5.0.10 Hatchery	a) Si	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.11 Pescante (grúa)	a) Si	b) No <input checked="" type="checkbox"/>	
5.0.12 Otro, Especificar	Wacha de 2/11 he.		

VI. Antecedentes ambientales

6.0 ¿Existe alguna fuente de agua cercana?

a) Planta procesadora de aguas servidas	b) Planta procesadora de peces y/o moluscos	c) Desembocadura de río	e) Otro, especifique No.
---	---	-------------------------	-----------------------------

6.1 ¿Cuáles son los principales factores ambientales que afectan a la producción?

a) Cambios en las condiciones climáticas (marejadas) <input checked="" type="checkbox"/>	b) Aumento de la temperatura del agua	c) Desastres naturales invernal terrestre <input checked="" type="checkbox"/>	c) Otros, especifique.
--	---------------------------------------	---	------------------------

6.2 ¿La AMERB ha sido afectada por algún tipo de contaminación por agentes externos?

a) Derrames químicos	b) Derrame de petróleo	c) Otro, especifique denario
----------------------	------------------------	---------------------------------

6.3 ¿Presentan algún tipo de actividades en las cercanías?

a) Cultivo de salmones	b) Cultivo de moluscos <input checked="" type="checkbox"/>	c) Actividades deportivas acuáticas	e) Turismo <input checked="" type="checkbox"/>	f) Otro, especifique
------------------------	--	-------------------------------------	--	----------------------

6.4 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en los ciclos de la especie? (Ejemplo: mayor o menor tiempo de crecimiento, disminución o aumento en la fecundidad)

Los ciclos disminuyen y se separan. Chapas semirutinas. Crecimiento se interfiere.

6.5 Según su apreciación, ¿Han ocurrido cambios en el aspecto físico de la concha de la especie? (concha perforada, aumento de incrustantes, deformaciones, mayor fragilidad, etc.)

No se observan cambios en el tiempo.

6.6 Del total de su producción ¿Qué porcentaje de conchas entran vacías? ¿Este porcentaje ha ido en aumento los últimos años?

2% se incrementa en el tiempo.

**FORMULARIO:**

**Bancos Naturales**

Este formulario tiene por finalidad identificar y recabar información básica sobre características del banco natural.

**Identificación del formulario**

Encuestador:	<i>Christian Diaz</i>
Fecha:	<i>06/08/2019</i>
Número del formulario:	

**I. Datos del entrevistado**

1.0 Nombre:	<i>Alder Garrido Martínez</i>
1.1 Vínculo con el banco natural:	<i>Buzo Marisentero</i>

**II. Datos del Banco Natural**

2.0 Nombre del banco natural:	<i>TUBUL</i>
2.1 Ubicación:	<i>Sector Tubul, comuna de Aruco</i>
2.2 Georreferenciación:	<i>37°11'13,01" S 73°24'56,63" O</i>
2.3 Especie objetivo:	<i>Navajuela y almeja plana (trípula)</i>

2.4 ¿Qué organizaciones están autorizadas para extraer la especie objetivo?

*Apro de Libre Acceso a Recursos y Buzos marisenteros con RPA vigente en la VIII Región*

2.5 ¿Qué tipo de manejo tiene el banco natural?

*Plan de Manejo de Golfo Aruco, Límite de extracción para el recurso: hongo, navajuela y trípula. Res. Ex. N° 2078/2019*

**III. Caracterización del Banco Natural**

3.0 ¿Qué otras especies se desarrollan en el banco natural

*jaiba reina, jaiba pelada*

3.2 ¿Cuál es la profundidad en la que se encuentra la especie?

*Entre 7 a 12 m.*

3.3 ¿Cuál es el tipo de sustrato (fondo) en el que se desarrolla la especie? (Debe especificar a qué tipo de sustrato corresponde, puede marcar más de una alternativa)

<input checked="" type="checkbox"/> Fondo blando 1. conchuela	<input type="checkbox"/> Fondo semi duro 1. tertel	<input type="checkbox"/> Fondo duro 1. roca
--	---	--

ANEXO 4  
Ficha de muestreo

Proyecto FIPA 2018-14

1° muestreo VIII Región

Nombre del Centro de Cultivo/AMERB/BN  
Código

AMERB PUNTA LAVAPIÉ INVIERNO

WBA3chXX

Especie Cholga (*Aulacomya ater*)

Unidades 45

BN/CC/AMERB AMERB

Fecha del Muestreo

01 08 19

Nombre Muestreador

Nº	CODIGO	Long (mm)	Alto (mm)	Anc (mm)	Peso Total (gr)	Peso carne (gr)	Hist	frotis	♥	Mole PCR	foto	Observaciones
1	WBA3ch01	123,8	46,2	69,6	232,95	52,72	✓	✓	✓	✓	✓	sin rpediob, semillas de Cholga
2	WBA3ch02	101,4	36,4	54,2	107,33	47,35	✓	✓	✓	✓	✓	Con rpediob.
3	WBA3ch03	66,5	58,5	76,3	319	74,35	✓	✓	✓	✓	✓	u
4	WBA3ch04	99,5	71,4	55,2	87,21	25,33	✓	✓	✓	✓	✓	u
5	WBA3ch05	100,5	45,4	62,2	191,58	54,80		✓				u
6	WBA3ch06	120,2	49,5	66,4	109,11	68,29		✓			✓	u
7	WBA3ch07	109,9	34,9	59,9	115,08	35,83		✓			✓	u
8	WBA3ch08	65,1	41,8	63,5	155,99	42,67		✓			✓	u
9	WBA3ch09	119,7	40,5	66,7	140,15	36,78		✓			✓	u
10	WBA3ch10	136,6	55,2	71,4	29,5	82,47		✓			✓	u
11	WBA3ch11	121,1	51,4	64,7	172,09	47,93		✓			✓	u
12	WBA3ch12	111,4	48,8	67,3	116,81	61,56		✓			✓	u rpediob
13	WBA3ch13	111,4	41,5	57,4	115,51	40,96		✓			✓	u, u

"Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile"

Inicio 13<sup>er</sup> Enc.

Proyecto FIPA 2018-14

CODIGO

W10Bav

CAMPAÑA INVIERNO 2019

Región  Los Lagos

Fecha del Muestreo 01 09 2019

N° Unidades 175

Indique Banco Natural

Amerb

Centro Cultivo

Nombre Aulín

Especie *Almeja venus*

Acopio  sí  no

Código W10Bav

06/09/2019

N°	Largo (mm)	Alto (mm)	Anc (mm)	Peso Total (gr)	Peso valvas (gr)	Observaciones
1	64,8	40,2	75,1	127,9	71,4	
2	49,5	28,6	34,8	48,3	27,9	toda katesia
3	64,5	41,3	69,7	135,1	85,8	onda en punto café (foto)
4	51,3	31,9	57,8	66,4	37,6	
5	64,3	37,9	70,4	114,6	69,4	
6	51,7	29,7	53,3	57,5	32,3	
7	52,6	33,7	62,9	75,8	42,1	
8	52,8	30,2	57,9	57,3	32,2	toda katesia
9	60,6	38,5	69,3	111,4	66,3	algunos puntos café potenciales, interior valva,
10	58,0	34,4	65,9	86,0	51,5	
11	50,8	30,7	55,4	59,5	36,8	
12	64,1	43,2	72,0	140,1	80,4	1/2 katesia, punto café andar, valva, folículo
13	74,0	37,5	63,0	120,5	69,0	
14	75,1	41,0	61,0	136,5	82,6	Valva 1/2 puntas blancas en relieve

"Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de

ANEXO 5  
Informe Laboratorio de referencia



### INFORME DE RESULTADOS

Datos de Muestreo			
# Informe de análisis	Informe OsHV-1		
Solicitante de análisis	<b>Mariel Campalans PUCV</b>	# Proyecto	<b>FIPA 2018-14</b>
Centro de cultivo	<b>NA</b>	Código de centro de cultivo	<b>NA</b>
Fecha de muestreo	<b>Invierno 2019 y verano 2021</b>	Hora de Muestreo	<b>NA</b>
Análisis	PCR en tiempo real		
Fecha de Análisis	<b>Agosto 2021</b>	Hora de Análisis	<b>9:30 a 17:00</b>
Metodología	Detección virus: Martenot C, Oden E, Travaillé E, Malas JP, Houssin M (2010). Comparison of two real-time PCR methods for detection of ostreid herpes virus 1 in the Pacific oyster <i>Crassostrea gigas</i> . Journal of Virological Methods 170: 86-89. Control endógeno; Detección del gen del factor de elongación I alfa con método propio del laboratorio.		
Observaciones	<b>Muestras provenientes de banco natural y centro de cultivo</b>		



**Muestras:**

**Verano 2021**

Código	Epoca	Región	Origen	Total por bolsa
S10B oc 1 a 90-	Verano	Los Lagos	Banco Natural	90
S10B oc 91-175				85
S10 C1 oc 1-30			Centro Cultivo	30
S10 C2 oc 1-30				30
S10 C3 oc 1-30				30
S10 C4 oc 1-30				30

**Invierno 2019**

Código	Epoca	Región	Origen	Total por bolsa
W10B oc 1 a 70	Invierno	Los Lagos	Banco Natural	70
W10B oc 71-120				50
W10B oc 121-175				55
W10 C1 oc 1-30			Centro Cultivo	30
W10 C2 oc 1-30				30
W10 C3 oc 1-30				30
W10 C4 oc 1-30				30

**Observaciones:**

Las muestras se encontraban fijadas en etanol al momento de su entrega al laboratorio.



### Conformación de pools:

Se conformaron 199 pools de acuerdo con el código de muestreo. Cada pool contó con un máximo de 3 ejemplares (Instructivo de Extracción de Ácidos Nucleicos con QiAMP DNA Mini Kit).

# pool	# Código
1-30	S10B oc 1 a 90
31-59	S10B oc 91-175
60-69	S10 C1 oc 1-30
70-79	S10 C2 oc 1-30
80-89	S10 C3 oc 1-30
90-99	S10 C4 oc 1-30
100-122	W10B oc 1 a 70
123-139	W10B oc 71-120
140-158	W10B oc 121-175
159-168	W10 C1 oc 1-30
169-179	W10 C2 oc 1-30
180-189	W10 C3 oc 1-30
190-199	W10 C4 oc 1-30

Observación 1: Los pools 20, 32, 121 se conformaron sólo con 2 muestras ya que una muestra de cada uno de estos pools no fue enviada con el número correlativo (muestras 58, 96 y 65 respectivamente). Por la misma razón el pool 59 sólo se conformó con una muestra (175).

Observación 2: En el pool 177 se realizaron 2 muestras con el número 26, ya que esta numeración estaba repetida.



**Resultados:**

# pool	Ct OsVII-1	Ct Control Endógeno
1	No detectado	22.98
2	No detectado	24.80
3	No detectado	24.14
4	No detectado	23.44
5	No detectado	23.37
6	No detectado	24.51
7	No detectado	23.87
8	No detectado	23.99
9	No detectado	24.02
10	No detectado	23.96
11	No detectado	23.49
12	No detectado	21.92
13	No detectado	23.71
14	No detectado	22.99
15	No detectado	23.73
16	No detectado	23.37
17	No detectado	24.31
18	No detectado	23.01
19	No detectado	22.46
20	No detectado	22.10
21	No detectado	23.93
22	No detectado	23.38
23	No detectado	23.17
24	No detectado	22.46
25	No detectado	22.90
26	No detectado	21.95
27	No detectado	24.13
28	No detectado	22.94
29	No detectado	22.24
30	No detectado	23.78
31	No detectado	22.65
32	No detectado	25.23
33	No detectado	25.14



34	No detectado	24.95
35	No detectado	23.80
36	No detectado	24.37
37	No detectado	23.91
38	No detectado	22.90
39	No detectado	24.37
40	No detectado	22.97
41	No detectado	22.50
42	No detectado	22.41
43	No detectado	22.89
44	No detectado	20.22
45	No detectado	19.99
46	No detectado	22.43
47	No detectado	19.79
48	No detectado	21.96
49	No detectado	23.51
50	No detectado	22.86
51	No detectado	20.05
52	No detectado	19.38
53	No detectado	22.81
54	No detectado	24.26
55	No detectado	19.76
56	No detectado	23.04
57	No detectado	19.40
58	No detectado	23.10
59	No detectado	22.31
60	No detectado	21.95
61	No detectado	22.17
62	No detectado	22.31
63	No detectado	19.44
64	No detectado	22.86
65	No detectado	19.18
66	No detectado	20.31
67	No detectado	19.26
68	No detectado	20.40
69	No detectado	20.81
70	No detectado	20.90



71	No detectado	23.03
72	No detectado	22.95
73	No detectado	24.88
74	No detectado	21.12
75	No detectado	19.90
76	No detectado	19.80
77	No detectado	21.51
78	No detectado	24.43
79	No detectado	20.29
80	No detectado	19.29
81	No detectado	20.30
82	No detectado	19.15
83	No detectado	19.65
84	No detectado	19.28
85	No detectado	21.12
86	No detectado	21.20
87	No detectado	20.33
88	No detectado	21.05
89	No detectado	24.66
90	No detectado	20.98
91	No detectado	21.29
92	No detectado	24.54
93	No detectado	24.35
94	No detectado	25.73
95	No detectado	25.59
96	No detectado	21.99
97	No detectado	24.89
98	No detectado	25.13
99	No detectado	24.67
100	No detectado	24.81
101	No detectado	23.76
102	No detectado	24.82
103	No detectado	23.33
104	No detectado	24.33
105	No detectado	25.01
106	No detectado	23.87
107	No detectado	24.11



108	No detectado	24.87
109	No detectado	23.12
110	No detectado	24.95
111	No detectado	24.36
112	No detectado	23.82
113	No detectado	24.22
114	No detectado	24.24
115	No detectado	23.84
116	No detectado	24.19
117	No detectado	24.63
118	No detectado	24.56
119	No detectado	20.35
120	No detectado	24.66
121	No detectado	24.23
122	No detectado	19.61
123	No detectado	23.80
124	No detectado	24.59
125	No detectado	24.35
126	No detectado	25.44
127	No detectado	25.12
128	No detectado	24.30
129	No detectado	25.34
130	No detectado	25.35
131	No detectado	25.85
132	No detectado	24.76
133	No detectado	26.16
134	No detectado	24.88
135	No detectado	25.66
136	No detectado	24.87
137	No detectado	24.64
138	No detectado	25.47
139	No detectado	24.63
140	No detectado	27.41
141	No detectado	25.69
142	No detectado	25.18
143	No detectado	21.76
144	No detectado	23.61



Laboratorio de Referencia de Especies Hidrobiológicas  
Universidad de Valparaíso

145	No detectado	25.17
146	No detectado	25.08
147	No detectado	24.56
148	No detectado	25.31
149	No detectado	24.93
150	No detectado	24.21
151	No detectado	25.88
152	No detectado	21.35
153	No detectado	22.11
154	No detectado	24.42
155	No detectado	25.40
156	No detectado	24.40
157	No detectado	21.05
158	No detectado	24.24
159	No detectado	25.04
160	No detectado	20.95
161	No detectado	25.96
162	No detectado	21.75
163	No detectado	24.85
164	No detectado	24.76
165	No detectado	20.21
166	No detectado	20.96
167	No detectado	21.45
168	No detectado	24.98
169	No detectado	21.97
170	No detectado	25.65
171	No detectado	22.27
172	No detectado	24.78
173	No detectado	24.74
174	No detectado	21.54
175	No detectado	21.03
176	No detectado	20.52
177	No detectado	24.53
178	No detectado	24.51
179	No detectado	25.73
180	No detectado	24.17
181	No detectado	23.76



182	No detectado	25.81
183	No detectado	26.07
184	No detectado	21.97
185	No detectado	25.75
186	No detectado	26.28
187	No detectado	25.75
188	No detectado	22.44
189	No detectado	22.08
190	No detectado	22.41
191	No detectado	21.80
192	No detectado	22.69
193	No detectado	26.17
194	No detectado	27.02
195	No detectado	24.66
196	No detectado	25.81
197	No detectado	25.07
198	No detectado	24.56
199	No detectado	26.01
Control Negativo	No detectado	No detectado
Control Positivo pooles 1-24	27.28	No aplica
Control Positivo pooles 25-40	27.27	No aplica
Control Positivo pooles 41-84	28.18	No aplica
Control Positivo pooles 85-128	22.53	No aplica
Control Positivo pooles 129-174	24.73	No aplica
Control Positivo pooles 175-199	26.61	No aplica

Observación 1: Los extractos de ADN fueron diluidos a 1:10 cuando las concentraciones fueron mayores a 200 ng/µl, para la evaluación del control endógeno. El ensayo OsHV fue realizado sobre el extracto sin diluir.

Observación 2: El control positivo corresponde al ADN extraído de la muestra H48792 PT2-Round 1 del Programa PT SIMA-Austral, organizado por Semapesca.



**Interpretación:** Todas las muestras resultaron negativas al virus OsHV. El control positivo resultó como esperado, confirmándose la validez del ensayo en general. Los controles endógenos resultaron positivos lo que indica un buen estado de preservación de las muestras y un correcto procedimiento de extracción.

Fecha informe: 26 de agosto de 2021

  
\_\_\_\_\_  
MSc. Orietta Beltrami

  
\_\_\_\_\_  
Jefe Sección OsHV  
Dr. Pablo Cúñejeos

Juan Carlos Espinoza Ibañez  
\_\_\_\_\_  
Jefe Calidad  
MSc. Juan Carlos Espinoza

Firmado digitalmente por Juan Carlos Espinoza Ibañez

Juan Sigurd Kuznar Hammerstrand  
\_\_\_\_\_  
Director  
Laboratorio Referencia  
Dr. Juan Kuznar

Firmado digitalmente por Juan Sigurd Kuznar Hammerstrand

ANEXO 6  
Morfología *Polydora rickettsi*

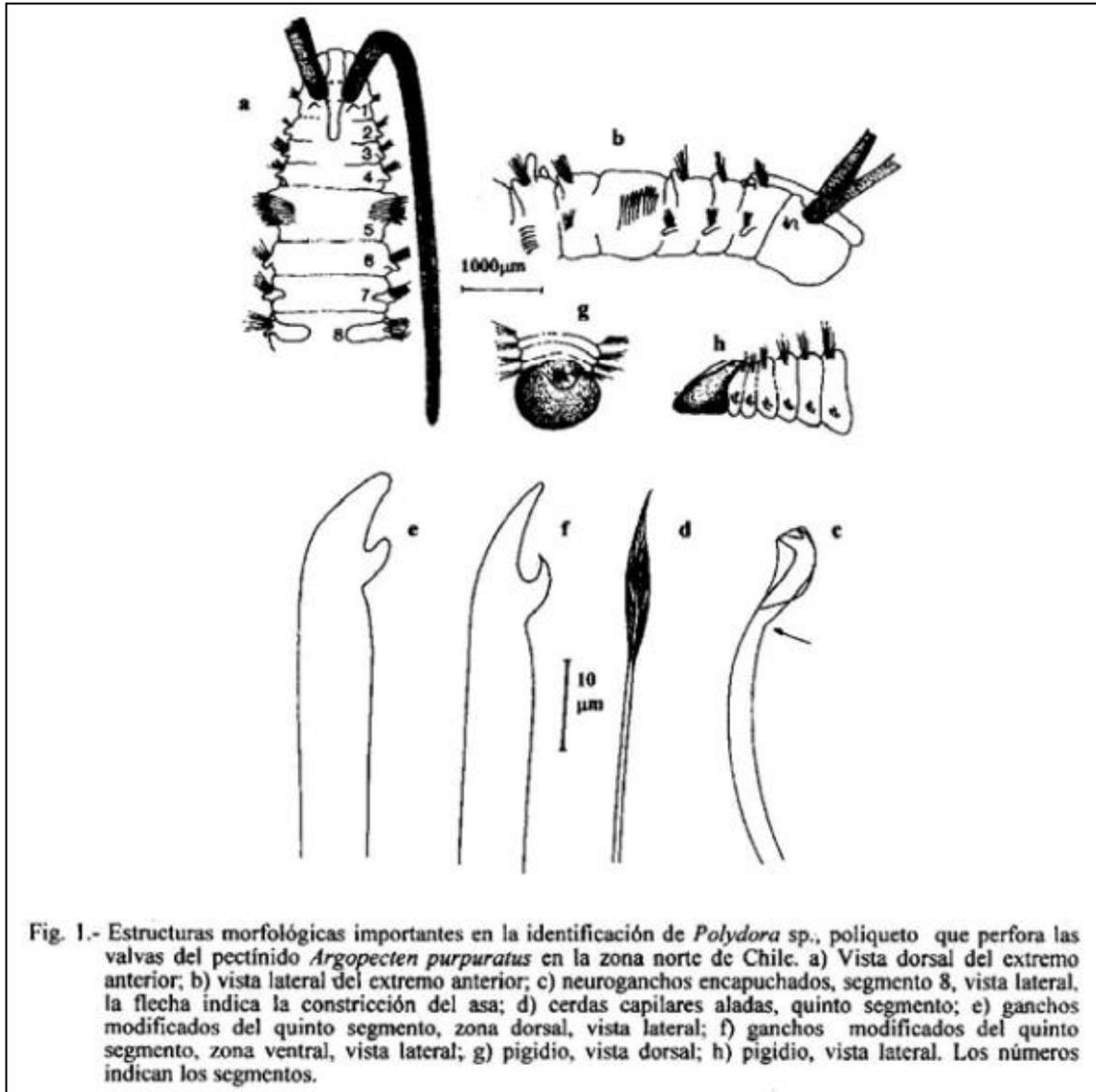


Fig. 1.- Estructuras morfológicas importantes en la identificación de *Polydora* sp., poliqueto que perfora las valvas del pectínido *Argopecten purpuratus* en la zona norte de Chile. a) Vista dorsal del extremo anterior; b) vista lateral del extremo anterior; c) neuroganchos encapuchados, segmento 8, vista lateral, la flecha indica la constricción del asa; d) cerdas capilares aladas, quinto segmento; e) ganchos modificados del quinto segmento, zona dorsal, vista lateral; f) ganchos modificados del quinto segmento, zona ventral, vista lateral; g) pigidio, vista dorsal; h) pigidio, vista lateral. Los números indican los segmentos.

**MORFOLOGIA *POLYDORA BIOCCIPITALIS* (BLAKE & WOODWICK, 1971)**

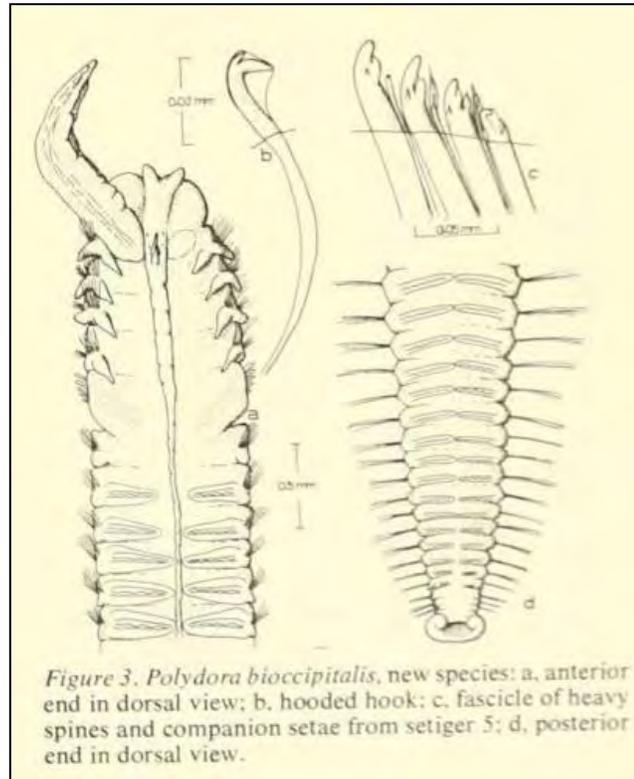


Figure 3. *Polydora biocipitalis*, new species: a, anterior end in dorsal view; b, hooded hook; c, fascicle of heavy spines and companion setae from setiger 5; d, posterior end in dorsal view.

**JUVENIL DE *P. BIOCCIPITALIS* (BLAKE & WOODWICK, 1972)**

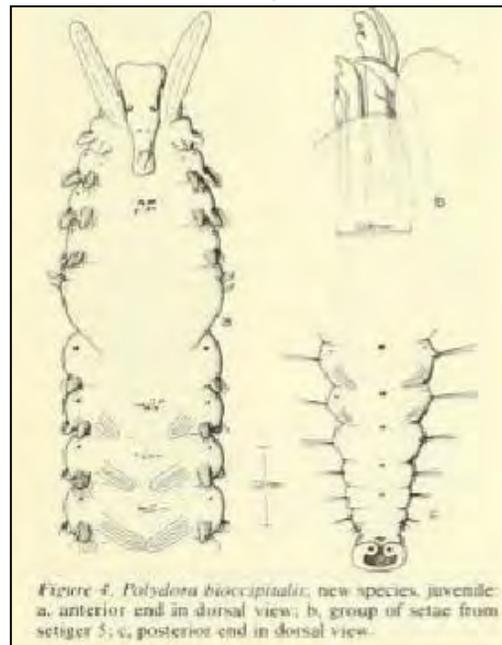


Figure 4. *Polydora biocipitalis*, new species, juvenile: a, anterior end in dorsal view; b, group of setae from setiger 5; c, posterior end in dorsal view.

ANEXO 7  
Taller Discusión/Difusión

# TALLER DE DISCUSIÓN y DIFUSION

## Taller de Discusión

### Objetivos y Programa

El Taller *“Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile”* tuvo como objetivo dar a conocer los resultados parciales obtenidos durante la realización de este estudio, principalmente los hallazgos en los especímenes colectados durante la primera campaña de muestreo correspondiente al muestreo de invierno y generar una discusión acerca de la importancia de los descubrimientos encontrados en las distintas especies y regiones y cuáles podrían llegar a ser potenciales patógenos de relevancia.

En vista de los escasos estudios de patógenos que afectan a las poblaciones de moluscos bivalvos nativos en el país, este estudio forma parte de la línea base de la situación sanitaria de los mismos, para tomar decisiones en torno a mantener una situación sanitaria saludable con énfasis en los enterradores.

Para cumplir con este objetivo se trabajó en primer lugar para determinar a los especialistas que podrían apoyar al equipo de trabajo dada la experiencia en este grupo de especies, basado en los trabajos publicados. Posteriormente se seleccionó las personas que podrían ser un aporte en la discusión de manera de ser invitadas al taller. De este modo el trabajo del taller se realizó con la exposición de los objetivos y contexto del proyecto, luego una exposición de los principales problemas sanitarios de este grupo de especies en el hemisferio efectuada por la Dra Florencia Cremonte. También fueron expuestos los resultados parciales del proyecto.

Entre los patógenos de los moluscos, que revisten importancia en las especies estudiadas y que han sido encontrados en la región, como se deduce de la revisión bibliográfica, podemos destacar los metazoarios, que de alguna manera han desarrollado mecanismos para burlar las eficientes defensas de los moluscos. Estos metazoos pueden llegar a ocasionar la castración del huésped, con la evidente pérdida de producción.

Otros patógenos de importancia son bacterias y poliquetos que afectan fundamentalmente estadios larvales, estadios que no fueron considerados en el desarrollo de este estudio.

El programa detallado del Taller de discusión se presenta a continuación:

## “Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile”

**FIPA N° 2018- 14**

---

### TALLER DE DISCUSIÓN

Fecha: 5 de febrero de 2020

Lugar: Club Alemán de Valparaíso

### PROGRAMA

---

09:30- 09:40 hrs.                      Inscripción

#### Primera Parte: Ponencias

---

09:40 - 10:00 hrs.                      Contexto y descripción del Proyecto FIPA 2018-14.  
Expositora: *Dra. Mariel Campalans B.*

10:00 - 10:30 hrs.                      Patógenos y patologías de moluscos enterradores en Argentina.  
Expositora: *Dra. Florencia Cremonte.*

10:30 - 10:50 hrs.                      Coffee Break

10:50 - 11:20 hrs.                      Presencia de poliquetos en valvas.  
Expositor: *M. Sc. Iván Cañete A.*

11:20 - 12:00 hrs.                      Principales hallazgos histológicos.  
Expositora: *Dra. Mariel Campalans B.*

#### Segunda Parte: Mesa de Discusión

---

12:00 - 14:00 hrs.                      Mesa Discusión. Trabajos grupales.

14:00 - 14:45 hrs.                      Almuerzo

14:45 - 15:15 hrs.                      Conclusiones del Taller  
Expositora: *Dra. Catterina Sobenes V.*

---



El trabajo de discusión con los expertos invitados se desarrolló en la forma de foro, considerando los antecedentes presentados en las exposiciones y los potenciales peligros que podrían ser derivados de las posibles consecuencias de los hallazgos presentados hasta el momento. Las interrogantes que se intentaron resolver fueron las siguientes:

1. De los hallazgos de enfermedades, **¿cuáles podrían ser candidatas de provocar enfermedades emergentes en los stocks de moluscos?**
2. ¿Esperarían ser encontradas otras enfermedades en estos moluscos?, ¿Cuáles?, ¿En qué estadio?
3. Según los objetivos del proyecto, ¿Qué sugerencias o consideraciones se deben atender para el próximo muestreo del proyecto?

La nómina de los participantes en el Taller se presenta en la siguiente Tabla.

**Tabla:** Participantes del Taller “Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile”

	Nombre	Institución	Correo electrónico
1	Florencia Cremonte	CENPAT-CONICET	<a href="mailto:fcremont@cenpat-conicet.gob.ar">fcremont@cenpat-conicet.gob.ar</a>
2	Karin Lohrmann	UCN	<a href="mailto:klhorman@ucn.cl">klhorman@ucn.cl</a>
3	Rosanna Rojas	UCN	<a href="mailto:rosanna.rojasz@gmail.com">rosanna.rojasz@gmail.com</a>
4	Fabián Avilés	PUCV	<a href="mailto:fabian.aviles@pucv.cl">fabian.aviles@pucv.cl</a>
5	Camila Leiva	Aquagestión	<a href="mailto:camila.leiva@abbott.com">camila.leiva@abbott.com</a>
6	Maureen Alcayaga	Subpesca	<a href="mailto:malcayaga@subpesca.cl">malcayaga@subpesca.cl</a>
7	Carla Anguita	Sernapesca	<a href="mailto:canguita@sernapesca.cl">canguita@sernapesca.cl</a>
8	Anita Espinosa	Sernapesca	<a href="mailto:aespinosa@sernapesca.cl">aespinosa@sernapesca.cl</a>
9	Mariel Campalans	PUCV	<a href="mailto:mariel.campalans@pucv.cl">mariel.campalans@pucv.cl</a>
10	J. Iván Cañete	UMAG	<a href="mailto:ivan.canete@umag.cl">ivan.canete@umag.cl</a>
11	Jacqueline Campalans	PUCV	<a href="mailto:jacampal@gmail.com">jacampal@gmail.com</a>
12	Catterina Sobenes	UCSC	<a href="mailto:csobenes@ucsc.cl">csobenes@ucsc.cl</a>
13	Christian Diaz	UCSC	<a href="mailto:chdiaz@ucsc.cl">chdiaz@ucsc.cl</a>
14	Enrique Rocha	PUCV	<a href="mailto:enriquerp@vtr.net">enriquerp@vtr.net</a>
15	Laura González	Independiente	<a href="mailto:l.laura.gonzalez@gmail.com">l.laura.gonzalez@gmail.com</a>
16	Mariajesus Vásquez	PUCV	<a href="mailto:m.jesu92@gmail.com">m.jesu92@gmail.com</a>
17	Edith Tapia	PUCV	<a href="mailto:etbritto1@pucv.cl">etbritto1@pucv.cl</a>

## Conclusiones del taller

Los principales problemas que se muestran de los moluscos objeto de este estudio se conocen a partir de la revisión bibliográfica realizada por el equipo de trabajo y además por la síntesis de los estudios realizados y expuestos por la Dra. Cremonte. Se destaca que las investigaciones realizadas por el equipo de trabajo de la Dra. Cremonte, han sido realizadas en las mismas especies o muy cercanas taxonómicamente. Los resultados de dichos estudios entregan una visión clara de que los problemas detectados en el hemisferio norte no son los mismos encontrados en el cono sur, esto presenta desafíos para nuestros países en el sentido de determinar la importancia de cada uno de los hallazgos en nuestras especies nativas.

Hasta el momento, en las especies nativas de moluscos de Chile no ha sido encontrado ninguno de los patógenos declarados peligrosos por la OIE, tampoco han sido reportados mortalidades masivas en estos grupos de especies atribuibles a algún tipo de patógeno, generalmente las varazones o mortalidades masivas que impactan a los recursos en el país, se debe a algún problema de tipo eventual como FAN, marejadas o hipoxia.

De los hallazgos encontrados, se define la Neoplasia en almeja (*Venus antiqua*) como el más idóneo para tener una atención especial, para lo que se debe confirmar su presencia con apoyo de literatura referente.

Por otro lado, dentro de los poliquetos perforadores, *Polydora* en *Mulinia edulis* es otro hallazgo interesante para hacer un seguimiento.

Respecto a las posibles sugerencias a la metodología para el próximo muestreo en verano, se discutió la posibilidad de almacenamiento de las muestras de tejidos de distintos órganos en etanol al 96% o fijarlas en glutaraldehído para futuros análisis de confirmación de enfermedades de alto riesgo u otra condición patológica.



Se recomienda el análisis de los resultados biológicos (morfométricos, histológicos y valvas) y ambientales de manera integrada, a fin de identificar relaciones causa-efecto de la prevalencia de parásitos y simbioses. Reportar también el sondeo de prevalencia de patógenos en las muestras como una forma de incluir en el futuro monitoreos de éstos.

Por último, se instruirá a los buzos-colectores de las muestras que incorporen un amplio rango de tallas manteniendo el número de muestras por especies y zona.

A continuación, se presentan imágenes del taller:



Expositores del Taller” Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile”



Vista parcial de la audiencia del Taller



Académicos especialistas en moluscos y vista general de los participantes del Taller

### **Reuniones de trabajo**

Posterior al Taller se realizaron reuniones de trabajo con la experta invitada donde se revisaron preparaciones histológicas y se resolvieron dudas. Se muestran una imagen del trabajo con la Dra Cremonte



Observación y análisis de preparados histológicos junto a la investigadora Dra Florencia Cremonte

## TALLER DE DIFUSION

### Objetivos y Programa

El Taller de Difusión del proyecto realizado el pasado 5 de abril vía telemática **“Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile”**, (FIPA 2018-14) tuvo como objetivo dar a conocer los resultados obtenidos durante la realización de este estudio, enfocado en los hallazgos de patógenos y patologías de los moluscos analizados.

Para cumplir con este objetivo se convocaron a los profesionales de Sernapesca y Subpesca que se relacionan con la Sanidad de moluscos y las áreas de manejo de las especies analizadas en este estudio, además de profesionales e investigadores del área. De este modo el taller se realizó con la exposición de los objetivos y contexto del proyecto, luego una exposición de los principales problemas sanitarios que se detectaron como resultados de este, finalizando con una propuesta para seguimiento de patologías de importancia.

Entre los patógenos de los moluscos, que revisten importancia en las especies analizadas, se encuentran algunos microorganismos con potencial para provocar un daño significativo a las poblaciones afectadas, entre los que se destacan a *Bonamia* sp. y los protozoos tipo haplosporidios observados en ostras (*O. chilensis*) y en las almejas (*L. antiqua* y *M. edulis*) respectivamente. Entre los metazoarios detectados podemos destacar aquellos que de alguna manera han desarrollado mecanismos para burlar las eficientes defensas de los moluscos y causar daño en la reproducción de sus hospederos.

El programa detallado del Taller de difusión se presenta a continuación:

**“Determinación de la situación sanitaria base de moluscos bivalvos nativos de importancia comercial en Chile”**

**FIPA N° 2018- 14**

---

**TALLER DE DIFUSIÓN**

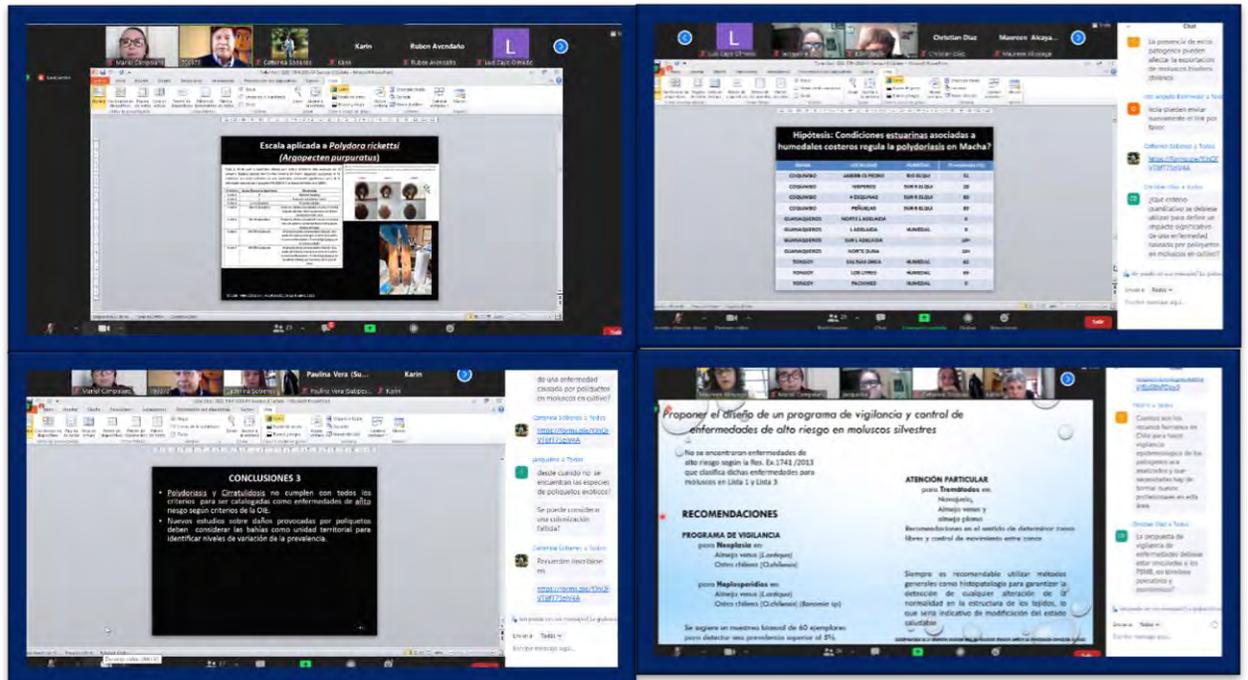
Fecha: 5 abril 2022

Vía remota, plataforma Zoom

**PROGRAMA**

09:40 - 10:00hrs.	Contexto y descripción del Proyecto FIPA 2018-14. Dra Catterina Sobenes.
10:00 - 10:30hrs.	Principales hallazgos histológicos Expositora: <i>Dra. Mariel Campalans</i>
10:30 -11:00hrs.	Presencia de poliquetos en valvas. Expositor: <i>M. Sc. Iván Cañete A.</i>
11:00 - 11:20hrs.	Propuesta de Programa de Vigilancia Expositora: <i>Dra. Jacqueline Campalans B.</i>
11:20- 11:45 hrs.	Palabras finales, Conclusión y Cierre Dra. Catterina Sobenes

A continuación, se presentan imágenes del Taller de Difusión de resultados realizado en línea por la plataforma Zoom, primero con las presentaciones de los integrantes del proyecto y posteriormente se realizaron las preguntas a los expositores Figuras 7 y 8.



Figura; 7; Se presenta las capturas de pantalla mostrando las exposiciones durante la realización del Taller

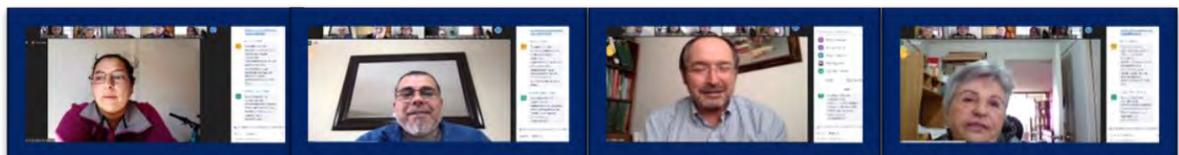


Figura 8 Se presenta el momento de las preguntas a los expositores

### Conclusiones del Taller

- Durante la presentación de los hallazgos a través de la histología se destacó una nueva especie para una patología ya conocida como es Neoplasia hemocítica en choritos y ostra chilena, ahora presente en Almeja venus
- La presencia de *Polydora biocipitalis* se manifiesta en poblaciones naturales y en AMERB de *Mesodesma donacium* en la Región de Coquimbo, Chile.
- *Polydora rickettsi* predomina en poblaciones cultivadas de Ostión y Ostra chilena
- Se debe vigilar e identificar la especie de poliqueto cirratulido *Dodecaceria* sp por su gran abundancia y fuerte daño provocado en las valvas de la Ostra chilena.
- Para la observación de los patógenos en las poblaciones estudiadas se sugiere un muestreo bianual de 60 ejemplares para detectar una prevalencia superior al 5%. ESTE VALOR DEBE SER REVISADO CONSIDERANDO LA RECOMENDACIÓN DE LA OIE DE 175 individuos.
- Varias interrogantes sobre muestreo adecuado (estacionalidad, temporalidad, efecto de mortalidades)
- Evaluar extensión de publicación científica.
- Debe definirse la Lista a la que corresponde cada una de las enfermedades propuestas. Sin embargo, ninguna cae formalmente en ninguna de ellas, se puede sugerir basarse en una Lista 2 para desarrollar un plan o programa.
- Este estudio constituye una línea base para planificar un programa de vigilancia futura en moluscos nativos de interés comercial.

ANEXO 8.-  
Personal participante por actividad

### Personal por cargo y actividades desarrolladas

Nombre	Cargo	Actividad
Mariel Campalans B.	Jefa de Proyecto	Coordinación general, organización bases de datos, diseño de muestreos, análisis muestras y resultados, preparación, organización y realización Taller.
Catterina Sobenes V.	Investigadora	Organización muestreo Región del Biobío, encuestas y toma de muestras. Procesamiento primario de muestras. Participación Taller. Análisis estadísticos resultados. Preparación Informes.
Jacqueline Campalans B.	Investigadora	Organización información recopilada, Preparación Bases de datos, procesamiento muestras histología, Análisis histología, Organización y Participación Taller. Preparación informes.
Juan Iván Cañete A.	Investigador	Recopilación y análisis información epibiontes valvas, identificación parásitos en valvas, análisis resultados parásitos, participación Taller. Preparación informes.
Christian Díaz P.	Investigador	Organización muestreo Región del Biobío, aplicación encuestas, Toma muestras de moluscos. Participación Taller. Preparación Informes.
Jaime Aguilera F.	Colaborador	Georreferenciación centros, AMERB y bancos naturales. Confección y Análisis mapas satelitales, participación Taller, preparación Informes.
Tania Figueroa	Colaboradora	Coordinadora Análisis muestras valvas. Análisis muestras de valvas de Machas y Almejas. Toma de Fotografías.
Enrique Rocha P.	Técnico	Toma de muestras en terreno de variables ambientales Campañas Invierno y verano. Confección Informe ambiental.
María Eugenia Gallardo L.	Técnico	Contactos muestreo moluscos, toma de muestras terreno, aplicación encuestas. Proceso primario muestras. Preparación informe.
Mariajesús Vásquez C.	Técnico	Logística y contactos muestreos de moluscos. Diseño y toma de encuestas en terreno regiones Coquimbo y Los Lagos. Logística y participación Taller. Toma de muestras terreno, preparación Informes.
Edith Tapia B.	Técnico	Recopilación información bibliográfica y preparación Bases de datos. Preparación y logística muestreos en terreno, procesamiento primario muestras, observación muestras histológicas. Participación Taller. Preparación Informes.
Francisca Sandoval	Técnico	Toma de muestras de moluscos en terreno. Procesamiento primario muestras. Preparación informe valvas.
Samantha Kusch S.	Técnico	Análisis muestras de valvas de Navajuela, Huepo, Ostra chilena
Alvaro Medina M.	Técnico	Análisis muestras de valvas Ostión, Cholga. Conteos poliquetos en valvas de Ostión, Cholga, Macha y Ostra.
Maite Lohaus F.	Técnico	Toma encuestas y muestras en terreno regiones de Coquimbo y Los Lagos

