



INFORME FINAL

Propuesta de diseño e implementación de un plan de monitoreo del estado y de la actividad extractiva de las algas pardas en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo.

FIPA N.º 2020-34 / agosto 2023



INFORME FINAL

Propuesta de diseño e implementación de un plan de monitoreo del estado y de la actividad extractiva de las algas pardas en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo.

FIPA N° 2020-34 / agosto 2023

REQUIRENTE FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA Director Ejecutivo Rafael Hernández Vidal
EJECUTOR INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO Director Ejecutivo Gonzalo Pereira Puchy Jefe División Investigación Pesquerías Carlos Montenegro Silva Jefe Proyecto Pablo Araya Castillo
Autores Objetivos específicos N° 1 y N° 2 Pablo Araya Castillo Nancy Barahona Toledo Alejandro Roldán Heredia Pedro Romero Maltrana Eliana Velasco Vinasco. Objetivo específico N° 3 Pablo Araya Castillo Carlos Montenegro Silva Objetivo específico N° 4 Luis Ariz Abarca Carlos Cortes Segovia Alejandro Roldán Heredia Carlos Techeira Tapia Pedro Romero Maltrana Coordinación de campo Gonzalo Muñoz Herrera Carolina Navarro Peña Omar Yañez Barrera Contrapartes técnicas HPMAR - Alonso Vega Reyes M&S Ltda. - Pedro Pizarro Fuentes Digitación y validación Diego González Simon José fuentes Villar Data manager Jhon Gajardo Llanos



RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al Informe Final del proyecto del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) 2020-34 **“Propuesta de diseño e implementación de un plan de monitoreo del estado y de la actividad extractiva de las algas pardas en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo”** el cual inició sus actividades en enero del 2021. El informe se encuentra estructurado conforme a lo indicado en las bases técnicas, describiendo cada uno de los objetivos como el mandante lo especifica. Se detallan las actividades correspondientes a la fase de diseño, implementación, ejecución de una red de monitoreo (piloto) y resultados comprometidos en el primer y segundo objetivo específico como también una evaluación del monitoreo y selección de indicadores apropiados como asesoría al manejo en los dos objetivos siguientes.

El primer objetivo se abordó al inicio de este estudio donde se definieron los diseños de muestreos, se realizó la difusión de la iniciativa al sector extractivo y al institucional a nivel regional, como también se acordó de forma participativa una red piloto de observación en los ámbitos biológico, pesquero, socioeconómico y poblacional de huiros en la zona norte del país. Debido a la contingencia por pandemia se realizaron reuniones de trabajo de forma telemática con sectorialistas del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) de cada región y comités de manejo regionales. Los sectores y sitios de muestreo se seleccionaron integrando la información oficial regional de desembarque entre el periodo 2017 – 2019, en áreas de libre acceso (ALA) – planes de manejo (PM), áreas de manejo y extracción de recursos bentónicos (AMERB), vinculándola a la información georreferenciada de caletas y sitios evaluados en estudios anteriores, a lo cual se sumó el conocimiento en terreno de cada sector. Todo este proceso contó con el apoyo de los servicios públicos, tanto a nivel central como regional. Finalmente se definió una red piloto de monitoreo, conformada por 20 sectores para el monitoreo en el ámbito poblacional de huiro negro y huiro palo y 11 centros de monitoreo para datos de los ámbitos biológico, pesquero y socioeconómico para todas las especies de huiros desembarcados en cada punto de observación. Si bien los diseños propuestos no son únicos y existen otras metodologías para levantar datos desde poblaciones naturales, han sido ampliamente utilizados para asesorar a la administración pesquera. Hay claridad en que los diseños seleccionados centran sus observaciones en



variables tradicionales y consideran escasa información en otros ámbitos como los ambientales o ecosistémicos que son relevantes en este tipo de recursos. Sin embargo, se consideran adecuados como punto de partida al monitoreo de los huiros, los cuales pueden ir adaptándose e incorporando otro tipo de información en la medida que se establezcan consensos para su utilización.

En el segundo objetivo se abordó la implementación y ejecución de la red piloto de monitoreo propuesta. Se ejecutaron los diseños de muestreo establecidos y se analizaron los datos levantados en los diferentes ámbitos (poblacional, biológico, pesquero y socioeconómico). La implementación de los diseños no estuvo exenta de dificultades, principalmente por la contingencia de pandemia, condiciones ambientales, conflictos locales, entre otros. No obstante, se pudo conformar la totalidad de la red de observación acordada. Los muestreos poblacionales comenzaron en la temporada de invierno del año 2021 y se extendieron hasta el invierno del año 2022, este documento entrega una síntesis de análisis referenciales de variables y/o indicador en los diferentes ámbitos, como también datos de algunas actividades complementarias en estaciones experimentales tales como: Crecimiento, reclutamiento, coalescencia y mortalidad. La naturaleza de los diseños propuestos permite analizar los datos de forma espacial y temporal de forma particular, según el objetivo o requerimiento del usuario. Las bases de datos y las rutinas de análisis del presente estudio, quedarán disponibles al mandante para los fines que estime conveniente. La cobertura espacial de la red de monitoreo fue ampliada incorporando los centros de monitoreo de algas pardas del programa de seguimiento bentónico de IFOP de la Región de Valparaíso. Los resultados muestran gran diversidad de funciones y artes utilizados para la recolección o extracción de huiros en la zona de estudio, con alta variabilidad de las variables y con patrones sitio específicos en los diferentes ámbitos. Las tendencias aún no son claras y no permiten distinguir características globales de los huiros en el área y periodo que abarcó la investigación. Los monitoreos de este tipo alcanzan su máximo potencial con el tiempo, si bien el objetivo principal de establecer y ejecutar un monitoreo de huiros en la zona fue alcanzado, es necesario buscar mecanismos que permitan entregarles continuidad a este tipo de iniciativas, al igual que los seguimientos de otras pesquerías, de una manera estandarizada en el país.



El tercer objetivo se abordó desde un punto de vista estadístico, como desde uno logístico, teniendo en cuenta todos los aspectos que influyen en el resultado de los parámetros. En términos generales la precisión en la estimación de los indicadores fue buena, con coeficientes de variación menores al 10%, con tamaños de muestra posibles de ser alcanzados con los recursos humanos y financieros disponibles. No obstante, es fundamental tomar en consideración que cada una de las cuatro regiones consideradas poseen realidades diferentes en términos de acceso a la costa, niveles de presión extractiva, regímenes de administración, aspectos sociales y culturales, entre los principales factores. La evaluación del plan de monitoreo propuesto y ejecutado durante el proyecto, es positiva en términos que fue posible el levantamiento de datos en los puntos de muestreo propuestos en cada una de las regiones y en zonas de operación extractiva (ZOE). Esta evaluación se fundamenta en que en general, fue posible implementar los diseños de muestreo en los centros propuestos. Un aspecto clave en este éxito fue la selección de estos en conjunto con los Comités de Manejo. La ampliación de la red de monitoreo está condicionada por las características administrativas regionales y locales de cada sector. Se considera adecuado iniciar el monitoreo de hueros en el norte de Chile considerando las macrozonas propuestas en este estudio (norte grande y norte chico) e incorporar a esta red los resultados de las AMERB en cada zona operativa. Se recomienda trabajar en el ordenamiento regional al interior de cada comité de manejo para ir incorporando de forma paulatina nuevos puntos de observación a la red de monitoreo propuesta.

En el cuarto objetivo se abordaron de forma independiente los ámbitos socio – económico y biológicos- pesquero. En el ámbito socioeconómico, con el propósito de definir los objetivos, indicadores, puntos de referencias y reglas de decisiones que permitieran construir una propuesta de programa de monitoreo acorde a los requerimientos de los administradores pesqueros, se realizó una revisión bibliográfica y se desarrollaron talleres con la institucionalidad pública y con el equipo de trabajo del proyecto. Los resultados mostraron que la institucionalidad administrativa no tiene objetivos definidos en este ámbito, considerando que el monitoreo debe ser dirigido a un conjunto de variables que sean funcionales al cálculo de indicadores socioeconómico descriptivos de la actividad pesquera. Esta ampliamente documentado que el proceso de selección de indicadores y la proposición de reglas de decisión está directamente relacionada al objetivo de manejo acordado en este ámbito. Dentro de la institucionalidad, el



ámbito socioeconómico se encuentra relegado a un segundo orden de importancia en las decisiones de manejo, por debajo de los biológicos - pesqueros, por lo cual no se encuentran claramente definidos y acordados. Muchas de las acciones sugeridas por la FAO a las administraciones pesqueras escapan de la capacidad administrativa de la subsecretaría de pesca y acuicultura (Subpesca- SSPA) y requieren la integración con otros organismos del estado. Finalmente se generó una propuesta de acciones para abordar los obstáculos identificados por los profesionales de la Unidad de Recursos Bentónicos (URB) de la Subpesca (SSPA), que ayudó en la comprensión de la dinámica socio-económica y se realizó un ejercicio de definición de un objetivo administrativo, elaborado por el equipo de trabajo del proyecto, proponiendo un conjunto de indicadores, puntos de referencias para la evaluación del ámbito socioeconómico y acciones de manejo.

En el ámbito biopesquero la revisión de los Planes de Manejo vigentes en la zona de estudio, no mostró la existencia de reglas de decisión y puntos de referencia para los recursos huiro palo y huiro negro. La proposición de reglas decisionales, en base al análisis de los indicadores levantados en el estudio, están en el contexto de los regímenes administrativos Planes de Manejo (PM) y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB), a pesar que este último no es considerado dentro de los objetivos del presente estudio, se justifica dada la participación indistinguible en los desembarques monitoreados de ambos sistemas de manejo, sin haber distinción en la práctica sobre los orígenes, trazabilidad o usuarios.

La gestión de estas pesquerías, a través de un sistema de asignación de cuotas en escalas regionales, correspondiente a la de aplicación del Plan de Manejo, cuya implementación presenta una alta incertidumbre en la trazabilidad del desembarque, sumado a la ausencia de un monitoreo continuo y brechas de conocimiento que permitan parametrizar los procesos de su dinámica, plantean la necesidad de disponer de indicadores vinculados a un estado de las praderas, que permita su administración sostenible, lo anterior apoyado por la variabilidad local de características vinculadas a la evaluación del estado de los recursos, registrada en este estudio.

Asumiendo la baja conectividad de las especies involucradas, las diferencias metodológicas de los estudios precedentes, la temporalidad y espacio acotado de los estudios FIPA no permite la



evaluación de series históricas tendenciales, las dificultades de interpretación de las series de desembarques del Servicio Nacional de Pesca por falta de corrección de los desembarques históricos y los cambios en la dinámica de la pesquería, la proposición de manejo considera, secuencialmente:

- Definir unidades espaciales de manejo dentro de la zona geográfica de operación de cada Plan de Manejo por recurso.
- Implementar un sistema de monitoreo en cada unidad espacial de manejo. Considerar las ZOE implementadas en el actual estudio como base.
- Determinar e implementar, en cada unidad espacial el diámetro máximo de disco, por especie, como Tamaño Mínimo Legal de extracción. Estimado estadísticamente al Lc100%.
- Monitorear la selectividad de la remoción activa (barroteo) en cada unidad espacial para la construcción de ojivas de selectividad de la pesquería.
- Detener la extracción cuando la ojiva de selectividad de la remoción activa vulnere la ojiva de selectividad reproductiva.
- Realizar un muestreo poblacional, por unidad espacial de manejo, que permita estimar standing stock y standing crop, con parámetros locales para la estimación de biomasa (frecuencias de tamaños, relación talla – peso, ancho de cinturón la HN, densidades).
- Determinar un excedente disponible para la extracción local, en la escala de la unidad espacial de manejo dentro de cada Plan, en base a la razón de estudios históricos previos y nuevos en las zonas de incorporación posterior a la pesquería.

De este procedimiento, se desprenden las siguientes reglas de decisión:

- Cierre temporal de extracción cuando la ojiva de selectividad del barroteo vulnere la talla Lc₁₀₀. Esto se aplica en las unidades espaciales de manejo, y está vinculado a la implementación de monitoreo extractivo del barroteo por ZOE. La extensión del tiempo de cierre estará determinada por: remanente de cuota; crecimiento de la pradera.
- Se considera al Lc₁₀₀ como punto de referencia local, que como ha sido resultado de este estudio, presenta alta variabilidad y en general valores superiores a los 20 cm referidos en la literatura revisada.



La decisión de cuota tiene dos escalas: i.- una escala regional, en la dimensión geográfica del Plan de Manejo, que actualmente define el CCTB manteniendo una situación de status quo de la pesquería (volumen de capturas constantes desde el año 2017) y ii.- la escala de la unidad espacial de manejo, con una cuota local estimada por la razón entre biomasa total y cosechable, presentada en forma previa.



EXECUTIVE SUMMARY

This document corresponds to the Pre - Final Report of the project of the Fisheries and Aquaculture Research Fund (FIPA) 2020-34 "Proposal for the design and implementation of a monitoring plan of the status and extractive activity of brown algae in the maritime area of the Region of Arica and Parinacota to the Coquimbo Region" which began its activities in January 2021. The report is structured as indicated in the technical bases, describing each of the objectives as specified by the client. It details the activities corresponding to the design phase, implementation, execution of a monitoring network (pilot) and results committed to in the first and second specific objectives, as well as an evaluation of the monitoring and selection of appropriate indicators as management advice in the following two objectives

The first objective was addressed at the beginning of this study, where sampling designs were defined, the initiative was disseminated to the extractive and institutional sectors at the regional level, and a pilot observation network was agreed upon in a participatory manner in the biological, fishing, socioeconomic and population areas of hueros in the northern part of the country. Due to the pandemic contingency, telematic work meetings were held with sector specialists from the National Fisheries and Aquaculture Service (Sernapesca), the Undersecretary of Fisheries and Aquaculture (Subpesca) in each region, and regional management committees. The sectors and sampling sites were selected by integrating the official regional information on landings between the period 2017 - 2019, in open access areas (ALA - management plans (PM)), management areas and extraction of benthic resources (AMERB), linking it to the georeferenced information of fisheries places (caletas) and sites evaluated in previous studies, to which was added the field knowledge of each sector. This entire process was supported by public services, both at the central and regional levels. Finally, a pilot monitoring network was defined, consisting of 20 sectors for monitoring the population of huiro negro and huiro palo and 11 monitoring centers for biological, fishing and socioeconomic data for all huiro species landed at each observation point. While the proposed designs are not unique and other methodologies exist for collecting data from natural populations, they have been widely used to advise fisheries management. It is clear that the selected designs focus their observations on traditional variables and consider little information in other areas such as environmental or ecosystemic variables that are relevant in this type of resource. However, they are considered adequate as a starting point for monitoring



huiros, which can be adapted and incorporate other types of information as consensus is established for their use.

The second objective addressed the implementation and execution of the proposed pilot monitoring network. The established sampling designs were executed and the data collected in the different areas (population, biological, fishing and socioeconomic) were analyzed. The implementation of the designs was not without difficulties, mainly due to the pandemic contingency, environmental conditions, local conflicts, among others. Nevertheless, the entire observation network agreed upon was completed. The population sampling began in the winter season of 2021 and was extended until the winter of 2022. This document provides a synthesis of referential analysis of variables and/or indicators in the different areas, as well as data from some complementary activities in experimental stations such as: growth, recruitment, coalescence and mortality. The nature of the proposed designs allows the data to be analyzed spatially and temporally in a particular way, according to the user's objective or requirement. The databases and analysis routines of this study will be made available to the client for the purposes it deems appropriate. The spatial coverage of the monitoring network was extended by incorporating the brown algae monitoring centers of IFOP's benthic monitoring program in the Valparaíso Region. The results show a great diversity of functions and gears used for the collection or extraction of huiros in the study area, with high variability of variables and site-specific patterns in the different areas. The trends are not yet clear and do not allow us to distinguish global characteristics of huiros in the area and period covered by the research. Monitoring of this type reaches its maximum potential over time, although the main objective of establishing and executing a monitoring of huiros in the area was achieved, it is necessary to seek mechanisms to provide continuity to this type of initiative, such as monitoring in other fisheries, in a standardized manner in the country.

The third objective was approached from a statistical and logistic point of view, taking into account all the aspects that influence the result of the parameters. In general terms, the precision in the estimation of the indicators was good, with variation coefficients of less than 10%, with sample sizes that could be achieved with the human and financial resources available. However, it is essential to take into consideration that each of the four regions considered has different realities in terms of access to the coast, levels of extractive pressure, access regimes, social and



cultural aspects, among the main factors. The evaluation of the monitoring plan proposed and executed during the project is positive in terms of the fact that it was possible to collect data at the proposed sampling points in each of the regions and in the extractive operation zones (ZOE). This evaluation is based on the fact that in general, it was possible to implement the sampling designs in the proposed centers. A key aspect of this success was the selection of these centers in conjunction with the Management Committees. The expansion of the monitoring network is conditioned by the regional and local administrative characteristics of each sector. It is considered appropriate to initiate the monitoring of hiuros in the north of Chile considering the macro-zones proposed in this study (Norte Grande and Norte Chico) and to incorporate the results of the AMERBs in each operational zone into this network. It is recommended to work on regional planning within each management committee to gradually incorporate new observation points to the proposed monitoring network.

In the fourth objective, the socio-economic and biological-fishing areas were addressed independently. In the socioeconomic area, in order to define the objectives, indicators, reference points and decision rules that would allow the construction of a monitoring program proposal in accordance with the requirements of fisheries administrators, a literature review was carried out and workshops were held with public institutions and the project team. The results indicate that the administrative institutions do not declare defined objectives in this area, considering that monitoring should be directed at a set of variables that are functional to the calculation of socioeconomic indicators that describe fishing activity. It is widely documented that the process of selecting indicators and proposing decision rules is directly related to the management objective agreed upon in this area. Within the institutional framework, the socio-economic area is relegated to a second order of importance in management decisions, below the biological-fisheries area, which is why they are not clearly defined and agreed upon. Many of the actions suggested by FAO to fisheries administrations are beyond the administrative capacity of Subpesca and require integration with other state agencies. Finally, a proposal of actions was generated to address the obstacles identified by the professionals of the Benthic Resources Unit of Subpesca (URB -SSPA), which helped in the understanding of the socio-economic dynamics and an exercise was carried out to define an administrative objective, elaborated by the project team, proposing a set of indicators, reference points for evaluation in the socio-economic area and management actions.



In the biofishing area, the review of the Management Plans in force in the study area did not show the existence of decision rules or reference points for the huiro palo and huiro negro resources. The proposal of decision rules, based on the analysis of the indicators collected in the study, are in the context of the administrative regimes Management Plans (PM) and areas of management and exploitation of benthic resources (AMERB), although the latter is not considered within the objectives of this study, it is justified given the indistinguishable participation in the monitored landings of both management systems, with no distinction in practice on the origins, traceability or users.

The management of these fisheries, through a system of quota allocation at regional scales, corresponding to the application of the Management Plan, whose implementation presents a high uncertainty in the traceability of the landing, coupled with the absence of continuous monitoring and knowledge gaps that allow parameterizing the processes of its dynamics, raise the need for indicators linked to a state of the meadows seaweeds (Kelps), allowing their sustainable management, supported by the local variability of characteristics related to the evaluation of the state of the resources, recorded in this study.

Assuming the low connectivity of the species involved, the methodological differences of the previous studies, the temporality and limited space of the FIPA studies do not allow the evaluation of historical trend series, the difficulties in interpreting the landings series of the National Fisheries Service due to the lack of correction of historical landings and the historical changes in the dynamics of the fishery, the management proposal considers, sequentially:

- Define spatial management units within the geographic zone of operation of each Management Plan by resource.
- Implement a monitoring system in each spatial management unit. Consider the ZOE implemented in the current study as a base.
- Determine and implement, in each spatial unit, the maximum diameter of the disc, by species, as the Minimum Legal Size of extraction. Statistically estimated at Lc100%.
- Monitor the selectivity of active removal (barroteo) in each spatial unit for the construction of fishery selectivity warheads.



- Stop harvesting when the active removal selectivity warhead violates the reproductive selectivity warhead.
- Carry out a population sampling, by spatial management unit, that allows estimating standing stock and standing crop, with local parameters for biomass estimation (size frequencies, length-weight relationship, belt width of the HN, densities).
- Determine a surplus available for local extraction, at the scale of the spatial management unit within each Plan, based on the ratio of previous and new historical studies in the areas of subsequent incorporation to the fishery.

From this procedure, the following decision rules can be derived:

- Temporary closure of harvesting when the selectivity warhead of the trawl violates the size L_{c100} . This is applied in the spatial management units, and is linked to the implementation of trawl harvesting monitoring by ZOE. The extent of the closure time will be determined by: remaining quota; meadow growth.
- The L_{c100} is considered as a local reference point, which as a result of this study, presents high variability and in general values higher than the 20 cm referred to in the literature reviewed.

The quota decision has two scales: i.- a regional scale, in the geographic dimension of the Management Plan, which currently defines the CCTB maintaining a status quo situation of the fishery (constant catch volume since 2017) and ii.- the scale of the spatial management unit, with a local quota estimated by the ratio between total and harvestable biomass, presented previously.



ÍNDICE GENERAL

	Página
1	OBJETIVOS 27
1.1	Objetivo General 27
1.2	Objetivos Específicos 27
2.	ANTECEDENTES 28
2.1	Generales..... 28
2.2	Extractivos..... 30
2.3	Administrativos 31
3.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3.2.1 35
3.1	Antecedentes 35
3.2	Metodología..... 37
3.2.1	Diseño de muestreo para la implementación de indicadores..... 37
3.2.2	Socialización del proyecto con el sector productivo 37
3.2.3.	Revisión de antecedentes técnicos y bibliográficos 38
3.2.4	Selección de los sectores de muestreo o Zonas Operativas de Extracción (ZOE) 38
3.3	Resultados 40
3.3.1.	Diseño de muestreo y elaboración de indicadores..... 40
3.3.2.	Socialización del proyecto con el sector productivo y técnico (CCTB)..... 44
3.3.3.	Revisión de antecedentes técnicos y bibliográficos 45
3.3.4	Selección de los sectores de muestreo o Zonas Operativas de Extracción (ZOE) 47
3.4.	Discusión..... 51
4.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3.2.2 55
4.1	Antecedentes 55
4.2.	Metodología..... 56



4.2.1	Personal participante	56
4.2.2	Capacitaciones	56
4.2.3.	Ejecución de los monitoreos poblacionales, biológico, pesquero y socioeconómico. 57	
4.2.3.1.	Muestreos poblacionales	57
4.2.3.2.	Muestreos biopesqueros.....	62
4.2.3.3.	Muestreos socioeconómicos.....	63
4.2.4	Georreferenciación	65
4.3	Resultados	66
4.3.1	Personal participante	66
4.3.2	Capacitación	67
4.3.3	Ejecución de los diseños de monitoreos en los diferentes ámbitos.	68
4.3.3.1	Muestreo poblacional macrozona norte grande (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta).	68
4.3.3.2	Muestreo poblacional macrozona norte chico (regiones de Atacama y Coquimbo) 75	
4.3.4	Monitoreo de los ámbitos biológico, pesquero y socioeconómico.....	82
4.3.5	Monitoreo socioeconómico	87
4.4.	Discusión.....	93
5.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3.2.3	100
5.1	Antecedentes	100
5.2	Metodología.....	102
5.2.1	Evaluación del diseño	102
5.2.2.	Evaluación de la posibilidad de escalamiento espacial del monitoreo propuesto	104
5.3	Resultados	106
5.3.1	Criterios de evaluación.....	106



5.3.2.	Evaluación de la posibilidad de escalamiento espacial del monitoreo propuesto	111
5.4	Discusión.....	113
6.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3.2.4.	118
6.1.	Antecedentes	118
6.2.	Metodología.....	121
6.2.1	Ámbito económico – social	121
6.2.2	Ámbito biológico – pesquero.....	123
6.3.	Resultados	129
6.3.1	Ámbito social – económico	129
6.3.2	Ámbito biológico – pesquero.....	136
6.4	Discusión.....	152
7.	CONCLUSIONES.....	160
8.	PERSONAL PARTICIPANTE Y HORAS DE TRABAJO POR OBJETIVO	163
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
10.	FIGURAS	173
11.	TABLAS.....	254
12.	ANEXOS	289



ÍNDICE FIGURAS Y TABLAS

INDICE FIGURAS

- Figura 1. Desembarque de alga nacional entre 1974 – 2021. Línea negra desembarque nacional de Huiro negro (HN), línea roja desembarque nacional de Huiro palo (HP) y línea azul desembarque nacional de Huiro flotador (HF) (Fuente: Anuarios estadísticos de pesca, Sernapesca)..... 173
- Figura 2. Desembarque acumulado regional de huiros (HN, HP y HF) entre 2000 – 2021 (Fuente: Anuarios estadísticos de pesca, Sernapesca). 173
- Figura 3. Desembarque acumulado de huiro negro y huiro palo por caleta y por Región. Período 2017 – 2019 para selección de las zonas de operación extractivas. 174
- Figura 4. Diagrama de flujo para la selección preliminar, validación y definición de las ZOE en el área de estudio. 175
- Figura 5. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comité de manejo de la Región de Arica/Parinacota. 175
- Figura 6. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comité de manejo de la Región Tarapacá. 176
- Figura 7. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comité de manejo de la Región Antofagasta. 176
- Figura 8. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comité de manejo de la Región Atacama. 177
- Figura 9. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comité de manejo de la Región Coquimbo. 177
- Figura 10. Estimación de densidad en transectos de 10 m de longitud. B): medición de atributos morfológicos (longitud total) en cuadrante de 1m². C): medición de atributos morfológicos (diámetro de disco) en cuadrante de 1m². 178
- Figura 11. **Utilización de transectos para evaluación directa de “huiro palo”. A: los transectos son ubicados en el sustrato ocupado por las praderas de “huiro palo”. B: los transectos son marcados cada 5 m y plomados (Ver círculo rojo)**..... 178
- Figura 12. Marcas utilizadas en los experimentos de marcaje para evaluar crecimiento y mortalidad de huiro negro y huiro palo en las regiones de Atacama y Coquimbo (A),



y marcaje de una planta (B) y de plantas de la población de huiro negro en Chungungo (C). 179

Figura 13. Fotografías de las plataformas seleccionadas utilizadas como tratamiento de “Remoción de huiro negro” y otra “Control referencial”. 180

Figura 14. Evolución espacial y temporal del indicador densidad (Individuos por 1 m²) +/- DS en huiro negro (*Lessonia berteroana*) para la macrozona norte grande (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). 181

Figura 15. Boxplot de la evolución espacial del indicador densidad (Individuos por 1 m²) en reclutas, juveniles y adultos de huiro negro (*Lessonia berteroana*) para la macrozona norte por localidad (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). 182

Figura 16. Boxplot de la evolución espacial del indicador diámetro máximo del disco (cm) en huiro negro (*Lessonia berteroana*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja denota talla mínima sugerida de 20 cm. Rombos negros indican valor promedio. 183

Figura 17. Evolución espacial de los histogramas de la estructura del diámetro máximo del disco (cm) en huiro negro (*Lessonia berteroana*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja denota plantas mayores a 20,1 cm. 184

Figura 18. Relación del diámetro máximo del disco (cm) vs peso total de las plantas (kg) en huiro negro (*Lessonia berteroana*) para la macrozona norte, por sitio de muestreo (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja muestra el ajuste del modelo exponencial. 185

Figura 19. Evolución espacial y temporal del indicador densidad (Individuos por 1 m²)+/- D:S. en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). 186

Figura 20. Boxplot de la evolución espacial del indicador densidad (Individuos por 1 m²) en reclutas, juveniles y adultos de huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por localidad (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). 187

Figura 21. Boxplot de la evolución espacial del indicador diámetro máximo del disco (cm) en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja denota plantas mayores a 20,1 cm. Rombos negros indican valor promedio. 188

Figura 22. Evolución espacial histograma de la estructura del diámetro máximo del disco (cm) en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja denota plantas mayores a 20,1 cm. 189

Figura 23. Relación del diámetro máximo del disco (cm) vs peso total de las plantas (Kg) en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y



Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja muestra el ajuste del modelo exponencial.	190
Figura 24. Crecimiento medio (cm) del DD y largo total de fronda en huiro negro y huiro palo para la macrozona norte grande.....	191
Figura 25. Estructura de diámetro del disco de adhesión de la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Quebrada Onda, Región de Antofagasta. En T0 - experimento se muestra la estructura de tallas de la población previo a la denudación de todas las plantas, mientras que en T0 – control no se realizó denudación. (barras ploma: reclutas DD <5 cm, barra azul: juveniles DD >5,1 y <20 cm, barra azul oscuro: DD > 20,1 cm).	192
Figura 26. Densidad de plantas reclutas, juveniles y adultas (Individuos por m ²) de huiro negro (<i>Lessonia berteroana/spicata</i>)+/- DS por estación del año y sitio de estudio en la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo).	193
Figura 27. Boxplot de la densidad de plantas reclutas, juveniles y adultas (Individuos por m ²) de huiro negro (<i>Lessonia berteroana/spicata</i>) por sitio de estudio en la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo).	194
Figura 28. Histograma de la estructura de tallas basado en el diámetro máximo del disco de adhesión (cm) de huiro negro (<i>Lessonia berteroana/spicata</i>) en los sitios de estudio de la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo). Línea roja punteada denota plantas mayores a 20,1 cm.	195
Figura 29. Boxplot del tamaño basado en el del diámetro máximo del disco de adhesión (cm) en huiro negro (<i>Lessonia berteroana/spicata</i>) por sitio de estudio de la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo). Línea roja punteada denota plantas mayores a 20,1 cm.....	196
Figura 30. Relación del diámetro máximo del disco (cm) vs peso total de las plantas (Kg) en huiro negro (<i>Lessonia berteroana</i>) para la macrozona norte por procedencia (Atacama y Coquimbo). Línea roja muestra el ajuste del modelo exponencial.	197
Figura 31. Densidad de plantas reclutas, juveniles y adultas (Individuos por 1 m ²) de huiro palo (<i>Lessonia trabeculata</i>)+/- DS durante la campaña de primavera 2021 por sitio de estudio en la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo).....	198
Figura 32. Boxplot de densidad de plantas reclutas, juveniles y adultas (Individuos por 1 m ²) de huiro palo <i>Lessonia trabeculata</i> por sitio de estudio en la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo).....	199
Figura 33. Histograma de estructura de tallas basado en el diámetro máximo del disco de adhesión (cm) de huiro palo <i>Lessonia trabeculata</i> en los sitios de estudio de la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo). Línea roja punteada denota plantas mayores a 20,1 cm.	200



- Figura 34. Boxplot de las tallas basadas en el diámetro máximo del disco de adhesión (cm) en huiro palo *Lessonia trabeculata* por sitio de estudio de la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo). Línea roja punteada denota plantas mayores a 20,1 cm. 201
- Figura 35. Relación del diámetro máximo del disco (cm) vs peso total de las plantas (Kg) en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por procedencia (Atacama y Coquimbo). línea roja muestra el ajuste del modelo exponencial. 202
- Figura 36. Crecimiento medio \pm DS de las algas marcadas utilizando las variables diámetro máximo de disco y largo total de la fronda de huiro negro y huiro palo en las regiones de Atacama y Coquimbo. 203
- Figura 37. Estructura de tallas (basado en el diámetro del disco de adhesión) de la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1 (124 días), T2 (222 días), T3 (367 días) en Chañaral de Aceituno, Región de Atacama. E– T0 – experimento se muestra la estructura de tallas de la población previo a la denudación de todas las plantas, mientras que en T0 – control no se realizó denudación. (barras ploma: reclutas DD <5 cm, barra azul: juveniles DD >5 y <20 cm, barra azul oscuro: DD > 20 cm)..... 204
- Figura 38. Estructura de tallas (basado en el diámetro del disco de adhesión) de la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1 (137 días), T2 (233 días), T3 (377 días) en Chungungo, Región de Coquimbo. E– T0 – experimento se muestra la estructura de tallas de la población previo a la denudación de todas las plantas, mientras que en T0 – control no se realizó denudación. (barras ploma: reclutas DD <5 cm, barra azul: juveniles DD >5 y <20 cm, barra azul oscuro: DD > 20 cm). Previo al monitoreo T3 – control hubo un evento de barroteo de plantas que elimino la fracción adulta de la población de huiro negro (barra naranja)..... 205
- Figura 39. Proporciones de reclutas, juveniles y adultos de huiro negro (*Lessonia berteroaana/spicata*) y huiro palo (*Lessonia trabeculata*) en las diferentes estaciones evaluadas en el área de estudio (Barras blancas indican temporadas sin datos). 206
- Figura 40. Densidades, biomاسas y tamaños medios \pm DS de huiro negro (*Lessonia berteroaana/spicata*) y huiro palo (*Lessonia trabeculata*) en los diferentes sitios evaluadas en el área de estudio..... 207
- Figura 41 a. Boxplot del desembarque para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona norte grande. 208
- Figura 41 b. Boxplot del desembarque para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona norte chico. 209
- Figura 42 a. Desembarque promedio (\pm sd) para las especies de huiros monitoreados en la macrozona del norte grande, en función de las distintas estaciones del año. 210



Figura 42 b. Desembarque promedio (\pm sd) para las especies de huiros monitoreados en la macrozona del norte chico, en función de las distintas estaciones del año.....	211
Figura 43 a. Boxplot del esfuerzo pesquero (horas de buceo y/o recolección por viaje) para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte grande.	212
Figura 43 b. Boxplot del esfuerzo pesquero (horas de buceo y/o recolección por viaje) para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona norte chico.	213
Figura 44 a. Esfuerzo promedio (\pm sd) (horas de buceo y/o recolección por viaje) por viaje para las especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte grande, en función de las distintas estaciones del año.....	214
Figura 44 b. Esfuerzo promedio (\pm sd) (horas de buceo y/o recolección por viaje) por viaje para las especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte chico, en función de las distintas estaciones del año.....	215
Figura 45 a. Boxplot del rendimiento pesquero para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte grande.....	216
Figura 45 b. Boxplot del rendimiento pesquero para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte chico.....	217
Figura 46 a. Rendimiento promedio (\pm sd) para las especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte grande, en función de las distintas estaciones del año.....	218
Figura 46 b. Rendimiento promedio (\pm sd) para las especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte chico, en función de las distintas estaciones del año.....	219
Figura 47 a. Estructura de tallas para el huiro negro y el huiro palo en los centros de monitoreo correspondientes a la macrozona del norte grande.....	220
Figura 47 b. Estructura de tallas para el huiro negro y el huiro palo en los centros de monitoreo correspondientes a la macrozona del norte chico.	221
Figura 48 a. Boxplot de las tallas para el huiro negro y el huiro palo en función del tipo de extracción (varado y barreteado), en los centros de monitoreo correspondientes a la macrozona del norte grande.....	222
Figura 48 b. Boxplot de las tallas para el huiro negro y el huiro palo en función del tipo de extracción (varado y barreteado), en los centros de monitoreo correspondientes a la macrozona del norte chico.	223
Figura 49. Indicadores principales de huiro negro y huiro palo los centros de monitoreo del área de estudio.....	224
Figura 50. Cantidad de recolectores/extractores operando mensualmente sobre huiros, en los centros de monitoreo del Norte Grande (Tarapacá y Antofagasta), periodo 2021-2022.	225



Figura 51.	Cantidad de recolectores/extractores operando mensualmente sobre huiros, en los centros de monitoreo del Norte Chico (Atacama, Coquimbo y Valparaíso), periodo 2021-2022. (En Chañaral de Aceituno no se pudo continuar con el monitoreo) ...	226
Figura 52.	Nivel de Dependencia mensual a la extracción de algas pardas separado por región, periodo 2021 -2022 (Fuente: Servicio Nacional de Pesca).	227
Figura 53.	Evolución del precio playa mensual según tipo de recurso y destino.	228
Figura 54.	Variación de los ingresos mensuales de la extracción de algas pardas, periodos 2021-2022.	229
Figura 55.	Evolución de los ingresos brutos mensuales según caleta de procedencia, norte grande (regiones de Tarapacá y Antofagasta). Periodo 2021-2022	230
Figura 56.	Evolución de los ingresos brutos mensuales según caleta de procedencia, norte chico (regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso), periodo 2021-2022	231
Figura 57	Evolución de los precios FOB (Free On Board) para la línea de proceso de alga seca, periodo 2000 – 2021. (Fuente: IFOP-Aduana).	232
Figura 58.	Relación entre el tamaño muestral y la incertidumbre de estimación (representada por el coeficiente de variación (CV) en la estimación del desembarque para las tres especies de algas pardas consideradas en el estudio.	233
Figura 59.	Relación entre el tamaño muestral y la incertidumbre de estimación (representada por el coeficiente de variación (CV) en la estimación del esfuerzo de pesca para las tres especies de algas pardas consideradas en el estudio.	234
Figura 60.	Relación entre el tamaño muestral y la incertidumbre de estimación (representada por el coeficiente de variación (CV) en la estimación del rendimiento de pesca para las tres especies de algas pardas consideradas en el estudio.	235
Figura 61.	Relación entre el tamaño muestral y la incertidumbre de estimación (representada por el coeficiente de variación (CV) en la estimación del precio de venta en playa para las tres especies de algas pardas consideradas en el estudio.	236
Figura 62.	Relación entre el tamaño muestral y la incertidumbre de estimación (representada por el coeficiente de variación (CV) en la estimación del tamaño medio de huiro negro y huiro palo.....	237
Figura 63.	Relación entre el tamaño muestral y la incertidumbre de estimación (representada por el coeficiente de variación (CV) en la estimación de la densidad media de huiro palo.	238
Figura 64.	Relación entre el tamaño muestral y la incertidumbre de estimación (representada por el coeficiente de variación (CV) en la estimación de la densidad media de huiro negro.	238
Figura 65.	Origen de desembarques monitoreados de macroalgas por régimen de acceso..	239



Figura 66. Desplazamiento mensual de centros de masa de las capturas de huiro negro monitoreadas en la Región de Antofagasta.....	240
Figura 67. Desplazamiento mensual de centros de masa de la CPUE de huiro negro monitoreadas en la Región de Antofagasta.	240
Figura 68. Desplazamiento mensual de centros de masa de las capturas de huiro negro monitoreadas en la Región de Atacama.....	241
Figura 69. Desplazamiento mensual de centros de masa de la CPUE de huiro negro monitoreadas en la Región de Antofagasta.	241
Figura 70. Representación de ojivas reproductivas con el valor de $LC_{99\%}$ para huiro negro por sitio de muestreo poblacional.	242
Figura 71. Representación de ojivas reproductivas con el valor de $LC_{99\%}$ para huiro palo por sitio de muestreo poblacional.	243
Figura 72. Selectividad de barroteo versus ojiva reproductiva de fase esporofítica de huiro negro para procedencias de pesca monitoreadas en el desembarque geográficamente aledañas a sitios de muestreo poblacional (punto rojo y línea señala $LC_{99\%}$). Indicadores construidos con valores de diámetro máximo de disco en muestreos poblacionales y del desembarque.....	244
Figura 73. Selectividad de barroteo versus ojiva reproductiva de fase esporofítica de huiro palo para procedencias de pesca monitoreadas en el desembarque geográficamente aledañas a sitios de muestreo poblacional (punto rojo y línea señala $LC_{99\%}$). Indicadores construidos con valores de diámetro máximo de disco en muestreos poblacionales y del desembarque.	245
Figura 74. Parámetros de potencia de relación talla – peso para huiro palo determinados en los sitios de monitoreo poblacional.	246
Figura 75. Parámetros de potencia de relación talla – peso para huiro negro determinados en los sitios de monitoreo poblacional.	246
Figura 76. Estimaciones de biomasa, standing stock y standing crop para huiro negro de Chañaral de Aceituno. Porcentaje referido a la fracción de potencial extraíble.	247
Figura 77. Estimaciones de biomasa, standing stock y standing crop para huiro negro de Chañaral. Porcentaje referido a la fracción de potencial extraíble.	247
Figura 78. Estimaciones de biomasa, standing stock y standing crop para huiro palo de Chañaral de Aceituno. Porcentaje referido a la fracción de potencial extraíble.	248
Figura 79. Estimaciones de biomasa, standing stock y standing crop para huiro palo de Carrizal bajo. Porcentaje referido a la fracción de potencial extraíble con respecto al total.	248



Figura 80. Zonas de evaluación directa en la Región de Atacama en la estación de verano de 2022. En rojo se presenta el área evaluada por el proyecto FIPA 2020-34 y en azul las áreas evaluadas por el Programa de seguimiento bentónico de IFOP (ASIPA).....	249
Figura 81. Estimaciones de standing stock y standing crop para huiro negro en los sitios de evaluaciones de Chañaral de Aceituno y Chañaral, Región de Atacama.....	249
Figura 82. Estimaciones de standing stock y standing crop para huiro palo en los sitios de evaluaciones de Chañaral de Aceituno y Carrizal Bajo, Región de Atacama.....	250
Figura 83. Serie de densidades medias de huiro negro en localidades de Chañaral de Aceituno y Chañaral, estación estival, Región de Atacama. Año 2022 presenta resultados FIPA 2020-34 y ASIPA.....	250
Figura 84. Serie de densidades medias de huiro palo en localidades de Chañaral de Aceituno y Chañaral, estación estival, Región de Atacama. Año 2022 presenta resultados FIPA 2020-34 y ASIPA.....	250
Figura 85 Participación porcentual de respuestas en la consulta a usuarios sobre indicadores y medidas de manejo en los Planes de Manejo de macroalgas.....	251
Figura 86. Frecuencia de respuesta a la consulta sobre medidas de manejo a implementar en una situación de deterioro de la praderas o sitios de extracción de macroalgas.....	251
Figura 87. Frecuencia de respuesta a la consulta sobre indicadores a considerar en un monitoreo biopesquero en praderas o sitios de extracción de macroalgas.....	251
Figura 88. Frecuencia de respuesta a la consulta sobre indicadores a considerar en un monitoreo poblacional en praderas o sitios de extracción de macroalgas.	252
Figura 89. Punto de referencia empírico en base a biomasa desovante para <i>M. pyrifera</i> de bahía Chasco. PR: línea continua, intervalo de cumplimiento: línea segmentada	252
Figura 90. Matriz de toma de decisiones en función de punto de referencia de indicador biomasa reproductiva y cumplimiento de cuota para <i>M. pyrifera</i> de plan de manejo de bahía Chascos (modificado de COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO BENTÓNICO CCT-B INFORME TÉCNICO CCT-BENTÓNICO/2022	253



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resumen de la batería de indicadores a implementar por tipo de muestreo en las ZOE o estaciones que conformaran la red de monitoreo en la zona de estudio.....	254
Tabla 2.	Antecedentes técnicos y bibliográficos revisados para la selección preliminar de las ZOE en el área de estudio.....	255
Tabla 3.	Zonas de operación extractiva (ZOE) seleccionadas y estudios FIPA realizados en las mismas zonas o sus cercanías. (HN= Huiro negro (<i>Lessonia berterona/spicata</i>), HP= Huiro palo (<i>Lessonia trabeculata</i>), HF= Huiro flotador (<i>Macrocystis pyrifera</i>).	257
Tabla 4.	Indicadores de densidad media (a) y tamaños medios (b) de huiro negro y huiro palo reportados en estudios previos del FIPA y AMERB.	258
Tabla 5.	Propuesta de ZOE preliminares emanadas del análisis de datos para su validación y posterior definición participativa con el sector productivo.....	260
Tabla 6.	Información de los experimentos de marcaje en huiro negro y huiro palo en las regiones de Tarapacá y Antofagasta.....	262
Tabla 7.	Localidad de estudio, fecha y número de plantas marcadas en poblaciones de algas pardas en el norte chico (Atacama y Coquimbo).....	262
Tabla 8.	Porcentaje de coalescencia de plantas en la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Quebrada Onda, Región de Antofagasta.	263
Tabla 9.	Porcentaje de mortalidad de plantas en la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Quebrada Onda, Región de Antofagasta.	263
Tabla 10.	Porcentaje de coalescencia y de mortalidad de plantas en la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Chañaral de Aceituno, Región de Atacama.	263
Tabla 11.	Porcentaje de coalescencia y de mortalidad de plantas en la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Chungungo, Región de Coquimbo.	264
Tabla 12.	Desembarques monitoreados por centro de muestreo. Regiones de Arica y Parinacota a Valparaíso. Periodo enero 2021 a enero de 2022.	264
Tabla 13.	Proporción de pescadores activos según función extractiva realizada por caleta y Región, periodo 2021-2022.	265
Tabla 14.	Promedio y rango de edad (años) de los pescadores registrado en monitoreo de algas por caleta y Región, periodo 2021-2022.....	265



Tabla 15.	Porcentaje de pescadores formales e informales por caleta y Región, periodo 2021-2022.	266
Tabla 16.	Principales destinos de comercialización según tipo de alga y caleta de monitoreo.	266
Tabla 17.	Porcentajes de áreas de procedencias y/o varaderos por centro de muestreo con y sin georreferenciación.	267
Tabla 18.	Principales objetivos socioeconómicos utilizados en el manejo pesquero a nivel internacional.	267
Tabla 19.	Indicadores económicos (mercado y/o financieros) y sociales utilizados en manejo de pesquerías a nivel internacional.	269
Tabla 20.	Objetivos generales y específicos de aspectos socioeconómicos establecidos en Planes de Manejo actualmente en ejecución.	270
Tabla 21.	Descripción de los indicadores propuestos para Planes de Manejo, separados por ámbito.	274
Tabla 22.	Acciones de manejo propuestas por organismos internacionales para el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Agenda 2030. Ámbito económico y social	276
Tabla 23.	Identificación de obstáculos y acciones de manejo identificado por los tomadores de decisiones.	277
Tabla 24.	Objetivos biopesqueros del plan de manejo de macroalgas de la Región de Tarapacá y de la Región de Antofagasta.	277
Tabla 25.	Objetivos biopesqueros del plan de manejo de macroalgas de la Región de Atacama.	278
Tabla 26.	Objetivos biopesqueros del plan de manejo de macroalgas de bahía Chascos....	279
Tabla 27.	Objetivos biopesqueros del plan de manejo de macroalgas de la Región de Coquimbo.	279
Tabla 28.	Asignación porcentual de los desembarques de macroalgas monitoreados por puerto de desembarque y régimen de comanejo.	280
Tabla 29.	Coefficientes de la función logística reproductiva de huiro negro en los sitios de muestreo poblacional. Se incluye error en la estimación, coeficiente de variación y valor p.	281
Tabla 30.	Valores de parámetro $L_{c99\%}$ para huiro negro por sitio de muestreo poblacional ..	282
Tabla 31.	Coefficientes de la función logística reproductiva de huiro palo en los sitios de muestreo poblacional. Se incluye error en la estimación, coeficiente de variación y valor p.	283



Tabla 32.	Valores de parámetro $L_{c99\%}$ para huiro palo por sitio de muestreo poblacional. ...	284
Tabla 33.	Resultados de t – student en sitios de muestreo de talla media para el recurso <i>L. trabeculata</i> (huiro palo) del denominado Norte Grande.....	284
Tabla 34.	Resultados de t – student en sitios de muestreo de talla media para el recurso <i>L. berteroana</i> (huiro negro) del denominado Norte Chico.	285
Tabla 35.	Resultados de t – student en sitios de muestreo de talla media para el recurso <i>L. berteroana</i> (huiro negro) del denominado Norte Grande.....	285
Tabla 36.	Capturas oficiales corregidas por humedad y densidad poblacional asociada, registrada de estudios FIPA (2015 – 2019) y de proyecto ASIPA Planes de Manejo de IFOP (2020 – 2022).....	286
Tabla 37.	Resultados de t – student en sitios de muestreo de densidad para el recurso <i>L. trabeculata</i> (huiro palo) del denominado Norte Grande.....	286
Tabla 38.	Resultados de t – student en sitios de muestreo de densidad para el recurso <i>L. berteroana</i> (huiro negro) del denominado Norte Grande.....	287
Tabla 39.	Resultados de t – student en sitios de muestreo de densidad para el recurso <i>L. berteroana</i> (huiro negro) del denominado Norte Chico.	288



ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1.	Actas reunión de trabajo estandarización de metodologías de muestreos poblacionales en los ZOE definidas en la zona de estudio.	289
Anexo 2.	Formularios utilizados para el muestreo biopesquero socioeconómico.....	292
Anexo 3.	Acta reunión inicial entre IFOP – mandante y contrapartes técnicas.	294
Anexo 4.	Material visual de difusión del proyecto FIPA 2020-34.....	296
Anexo 5.	Actas de las reuniones de validación y definición de las ZOE en los comités de manejo regionales.....	297
Anexo 6.	Descripción, fotografías y mapas de los sitios de monitoreo en el ámbito poblacional	307
Anexo 7.	Descripción detallada de la implantación de la red de monitoreo en el ámbito biológico, pesquero y socioeconómico.	317
Anexo 8.	Encuesta realizada de indicadores económicos para el manejo de algas pardas.	326
Anexo 9.	Narración de talleres para la determinación de indicadores Económicos y Reglas de decisión para los Planes de Manejo Algas Pardas.....	328
Anexo 10.	Taller interno para la proposición de indicadores Económicos para la evaluación y seguimiento de los Planes de Manejo Algas Pardas.....	332



1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Implementar y evaluar un diseño de monitoreo de indicadores poblacionales, pesqueros, sociales y económicos básicos, asociados a la pesquería de algas pardas de los recursos huiro negro, huiro palo y huiro flotador en las regiones que van desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo y el sector de Bahía Chasco, que permita evaluar el desempeño y proponer medidas de administración y manejo, con la menor incertidumbre posible.

1.2 Objetivos Específicos

- Propuesta de un diseño de muestreo que permita disponer de indicadores poblacionales, pesqueros, sociales y económicos para los recursos huiro negro, huiro palo y/o flotador en áreas marítimas de la macro zona norte del país comprendida entre las Regiones de Arica y Parinacota y de Coquimbo.
- Implementar en escala piloto, el diseño de muestreo propuesto en los recursos y las zonas seleccionadas y realizar el seguimiento de los indicadores definidos.
- Evaluar el diseño y recomendaciones/sugerencias respecto del escalamiento espacial del monitoreo propuesto.
- Proponer reglas de decisión asociadas a las medidas de administración y manejo de los planes de manejo (PM) en función de la batería de indicadores propuesta.



2. ANTECEDENTES

2.1 Generales

Entre las algas que son sujetas a recolección o remoción activa se encuentra el grupo compuesto por las grandes algas café del orden Laminariales, Fucales y Durvilleales (Vásquez y Vega, 2004), también llamadas macroalgas pardas. Estos organismos habitan ambientes intermareales y submareales someros (30 m profundidad) de fondos duros, conformando los llamados “Kelps” o bosques submarinos, los cuales son sistemas altamente productivos y desempeñan importantes funciones ecológicas en los ecosistemas marinos costeros (Makino *et al.* 2009, Mansilla y Alveal, 2004). Por lo que se genera una dualidad, son extraídas por tener importancia económica/social y además requieren ser protegidas por su valor ecológico, lo que conlleva la necesidad de conjugar diferentes visiones de manejo.

La recolección de algas pardas es una actividad tradicional en la costa de Chile, la cual es **asimilada con el término de “pesquería” por ser una actividad productiva que se desarrolla en el ambiente marino** y comprende los ámbitos biológico, social y económico. Los registros oficiales de **desembarque de estas macroalgas conocidas como “huiros”, son diferenciados por especie y los primeros datan desde la década de los ochenta** (anuarios estadísticos Sernapesca). En la zona norte de Chile los huiros comprenden los géneros *Lessonia spp.* y *Macrocystis spp.*, el huiro negro (HN) se compone de dos especies *Lessonia berteroa* distribuida en la zona norte (Regiones de Arica y Parinacota hasta Coquimbo) y *Lessonia spicata* por el sur (Regiones de Valparaíso hasta Magallanes) (González *et al.*, 2012), encontrándose una zona de transición entre los 28° y 31° de latitud Sur (sur de la Región de Coquimbo y hasta Valparaíso), donde es posible encontrar ambas especies (Tellier *et al.*, 2009). El huiro palo (HP) comprende la especie *Lessonia trabeculata* y habita ambientes submareales desde la Región de Arica y Parinacota hasta Los Lagos (Puerto Montt). La especie *Macrocystis pyrifera* es submareal y posee diferentes denominaciones comunes, tales como huiro, huiro flotador, huiro canutillo, huiro pato o sargazo (HF), se caracteriza porque sus frondas se mantienen erguidas y pueden flotar en la superficie gracias a estructuras denominadas aerocistos, tiene una amplia distribución en todo Chile con excepción de la Antártica.



En sus inicios la recolección de “huiros” era considerada una actividad marginal dentro de las pesquerías bentónicas, realizada por recolectores informales y sin participación en organizaciones legalmente constituidas. Los volúmenes varados de forma natural eran suficientes para los recolectores dedicados a la actividad, quienes las obtenían preferentemente en lugares de acopio natural (varaderos) a lo largo de la costa, el secado y enfardado se realizaba en sectores con acceso a un intermediario (comprador o proveedor) para su comercialización y traslado a plantas exportadoras de secado y picado. El huiro era comprado por intermediarios a los recolectores con dinero en efectivo o bien se pagaba con víveres y agua potable. Hace ya dos décadas, específicamente a partir del año 2002, esta actividad cambió. El aumento del precio de estos recursos en playa, la incorporación de nuevas empresas al negocio del secado y el incremento en la demanda internacional, incentivó el ingreso a esta actividad y la conversión de buzos de recursos bentónicos tradicionales a recolectores de huiros por orilla y desde el submareal. Además, el mejoramiento de la accesibilidad a sectores costeros en algunas regiones, contribuyó al aumento del esfuerzo.

La actividad extractiva de huiros se incrementó rápidamente en la zona norte del país (Región de Arica y Parinacota hasta Coquimbo), las condiciones ambientales de esta zona (alta temperatura y baja humedad) favorecen el secado, lo que disminuye significativamente los costos del proceso productivo (Vásquez 2008, 2016). El cambio más drástico fue un nuevo arte de extracción del HN y HP, el cual pasó de recolección de alga varada (mortalidad natural) a la remoción activa de la planta (mortalidad por pesca), a través de una técnica denominada “barroteo”, la cual consiste en la extracción completa del sustrato, eventualmente, el alga varada de forma natural no fue suficiente para satisfacer las expectativas del esfuerzo creciente y el “barroteo” genera mayores rendimientos. En la actualidad, la extracción de “huiros” es una actividad rentable, de alta importancia económica, que constituye una fuente de ingresos permanente para algueros, pescadores artesanales y sus familias, transformándose en la principal actividad productiva del sector bentónico del norte de Chile.

Estos recursos son utilizados por la industria como materia prima para la producción de alginatos, los que a su vez se emplean extensamente en productos alimenticios, dentales, cosméticos, biocombustible, emulsionantes, entre otros, de alta demanda internacional. Su proceso productivo



es simple, consiste en secar el alga hasta alcanzar un grado de humedad necesario para ser picado o molido y luego es exportado como commodities ¹ principalmente a países asiáticos.

También la especie huiro flotador en estado fresco es usada en Chile como alimento en cultivos de especies de importancia comercial como abalones y erizos. Su distribución es en parche y acotada y se concentra una fuerte presión de extracción en bahía Chasco, en la Región de Atacama y en menor escala en el norte de la Región de Valparaíso.

2.2 Extractivos

Los niveles de desembarques de huiros que registran las regiones del norte del país son relevantes en el conjunto de recursos bentónicos explotados por la flota artesanal, donde el huiro negro presenta magnitudes anuales en orden de los cientos de miles de toneladas, el huiro palo, decenas de miles y el huiro flotador, miles.

A nivel nacional las cantidades de algas extraídas experimentaron un fuerte aumento a partir de la década del 2000, relacionado directamente con la extracción de los huiros, los que en conjunto representaron el 70% de los desembarques oficiales del grupo de las algas y modularon la tendencia de las capturas en las últimas décadas (Figura 1).

El desembarque acumulado a escala regional de huiros evidencia una concentración de la actividad extractiva en especial entre las regiones de Antofagasta a Coquimbo. La mayor representación la tiene la especie *Lessonia berteriana* o huiro negro (HN) identificado como Chascón en la estadística oficial, seguida de *Lessonia trabeculata* o huiro palo (HP) y *Macrosystis pyrifera* o huiro flotador (HF), esta última especie también presenta importantes desembarques en la Región de Los Lagos (Figura 2). En la zona norte del país la actividad extractiva puede ser calificada de multirecurso, ya que contempla las tres especies de huiros; las cantidades informadas en el desembarque de las últimas décadas muestran que se han recogido y extraído millones de toneladas de macroalgas de los bosques de esta macrozona, cifras que incluso podrían estar subestimadas, debido que poseen incertidumbre en cuanto al nivel de humedad con que fueron corregidos e informados estos datos.

¹(1) Se les llama de esta manera a los bienes básicos, destinados para uso comercial y no cuentan con ningún valor agregado, se encuentran sin procesar o no poseen ninguna característica diferenciadora con respecto a los demás productos que encontramos en el mercado, por esto se utilizan como materias primas para elaborar otros bienes.



En términos de proporciones, el HN predomina históricamente en los desembarques, representando cada año, en promedio, el 75% del total informado, seguido en orden de importancia por el HP con un 20% y por el HF con un 5% del desembarque oficial.

2.3 Administrativos

La administración pesquera ha establecido diversas normas para una explotación racional y sustentable de los huiros. La Subpesca adoptó la estrategia del co-manejo, generando planes de manejo (PM) regionales, además de uno sectorial específico en la Región de Atacama (para manejar las praderas de huiro flotador en bahía Chasco), promoviendo la participación de todos los agentes de esta actividad extractiva (Res.Ex. N° 2673/2013, 2672/2013, 2187/2010, 169/2013, 171/2013, 181/2013, del Ministerio de Economía, Subpesca). En la actualidad todos se encuentran en funcionamiento y han aplicado diferentes medidas de administración, según la realidad productiva de cada región, tales como: disponer de registros pesqueros artesanales, nómina de inscritos por zona, control del esfuerzo pesquero, autorizar días y zonas de operación, distribuir cuotas de extracción y varado, establecer límites de recolección y varado por recolector (<https://www.subpesca.cl/portal/616/w3-propertyvalue-38010.html>)

Los planes de manejo consideran diferentes medidas de administración, tendientes a la conservación y extracción sustentable de estos recursos, pero resulta difícil su correcta operación y fiscalización, por las particulares características de la pesquería, entre las que destacan: a) Complejidad de la fiscalización, dado que opera en zonas con aislamiento geográfico en una extensa línea de costa; b) Es una actividad económica atractiva (Laukaitite y Riera, 2022) que genera el ingreso de personas no inscritas en la actividad; c) La existencia de mínimas barreras de ingreso (<https://www.agendasustentable.cl/pesca-ilegal-de-algas-en-chile-genera-una-cadena-de-infracciones-y-amenaza-su-existencia-como-generadoras-de-oxigeno/>); d) Los diferentes estados humedad que presentan estos recursos en la cadena de comercialización (húmedo, semi húmedo, semi seco y seco), que requiere factores de conversión, dificultando estimar la biomasa real que está siendo extraída de las praderas naturales y la reconstrucción histórica para las series de desembarques (Molinet et al, 2019); e) Son especies altamente sensibles a cambios ambientales y eventos oceanográficos (ej. ENSO) (Vega et al, 2005), por lo cual es difícil realizar



proyecciones de biomasa a largo plazo; f) Puede ser considerada una pesquería de data pobre, dificultando la evaluación y por ende la toma de decisiones (Molinet et al, 2019); g) El desembarque está compuesto por recolección y extracción, una alga recolectada varada naturalmente (mortalidad natural) y otra fracción de alga extraída en forma manual a través de una técnica llamada “barroteo” (mortalidad por pesca), siendo desconocida sus proporciones reales (Araya y Barahona, 2018); h) Presentan varazones o desprendimientos naturales desconociéndose magnitudes y cambios potenciales en las praderas; i) Son especies estructuradoras de comunidades y altamente productivos (Bullarz et al, 2022); y j) En el caso del huiro flotador es segado y posee crecimiento con variaciones intra anuales (Techeira et. al 2019), siendo difícil predecir la biomasa estacional, entre otras características que las transforman en una actividad productiva compleja de evaluar con las técnicas pesqueras tradicionales (Araya y Barahona, 2018). Además de tener ciclos de vida que los diferencian de peces u otros animales.

Las medidas administrativas actuales (www.subpesca.cl) se basan en los antecedentes disponibles (evaluaciones directas puntuales) y las estadísticas oficiales de desembarque (www.sernapesca.cl). El rango de las cuotas actuales propuestas por el Comité Científico Técnico Bentónico (CCTB), **responden a la consideración de “*Statu quo*” de las pesquerías en las** regiones del norte chico (Atacama y Coquimbo), tratando de mantener el desembarque medio desde el año 2017 y limitar la declaración de varado sin límites ante la incertidumbre asociada a su origen (www.subpesca.cl, CCTB, 2017a). En las regiones del norte grande (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) su administración considera criterios y límites de extracción, vedas extractivas y nóminas de recolectores autorizados en los planes de manejo. En bahía Chasco existe un plan de manejo para el recurso huiro flotador cuyas medidas corresponden a una nómina de pescadores inscritos, límites de extracción por buzo, programación semanal y veda extractiva total en el mes de julio (www.subpesca.cl; Informe técnico N°8_2022 CCTB).

Los planes de manejo tienen dificultades para evaluar las medidas implementadas, ya que no existe un monitoreo permanente que genere insumos para hacer operativos indicadores, tanto del estado de los diversos huiros como de la actividad ejercida sobre ellos. Los datos disponibles son el resultado de evaluaciones directas ejecutadas para conocer el estado de las praderas en un momento determinado y como se mencionó anteriormente han permitido estimar biomásas explotables poco explicativas del desembarque en algunas regiones, sin embargo, existe



incertidumbre en su estimación dada la gran escala espacial donde se distribuyen las praderas de algas. Los datos de estadísticas oficiales del Sernapesca presentan poca precisión porque han considerado diferencias en la humedad de los registros informados sólo en los últimos años. Así también, no se dispone de datos de desembarque según el tipo de extracción (varado, segado o barreteado) y consideran solo recolectores formales (con Registro Pesquero Artesanal (RPA)), lo que nuevamente genera dudas respecto al real esfuerzo que se ejerce sobre esta pesquería. Al tratarse de una actividad difícil de fiscalizar existen desembarques informales que no son cuantificados (<https://es.mongabay.com/2022/05/investigacion-a-empresas-sospechosas-de-traficar-algas-en-chile/>).

En las evaluaciones directas, para las cuales existe una diversa experiencia local gracias a la implementación del régimen AMERB, se identifican como limitantes el alto costo, la falta de oportunidad con que se cuenta con los resultados finales, la imposibilidad de realizar proyecciones dada brechas de conocimiento de los procesos asociados al ciclo de vida de las algas y una modelación *ad hoc* que considere estos *input*, la ausencia de periodicidad que permita conocer la dinámica de las poblaciones, la extensión geográfica de los planes de manejo que implica periodos de evaluación directa de extensa duración y en el caso particular del huiro negro, la dificultad inherente a evaluar en zonas de alta exposición y energía, sumado a la falta de validación de métodos tecnológicos alternativos (Romero et al. 2020).

Los métodos indirectos, que han abordado el desafío con modelos de producción excedentaria (modelos de producción), que conceptualmente pueden responder a una aproximación de una dinámica general para las poblaciones, han tenido que salvar la brecha de la ausencia de datos para su implementación, recurriendo al empleo de datos oficiales de desembarque como indicadores de rendimiento (con alta incertidumbre por la falta de corrección de los desembarques y la presencia de la fracción de alga removida en forma activa como varada) o con aproximaciones a través de métodos de datos limitados o pobres, que consideran métodos alternativos de corrección de desembarques, percepciones de usuarios, aproximaciones empíricas de los parámetros por relaciones invariantes (generalmente obtenidos de bases de datos de peces) y/o las escasas señales de abundancia *in situ* obtenidas de los mismos estudios, con las limitaciones ya mencionadas (Molinet *et al*, 2019, Canales *et al*. 2018, CCTB 2017a, CCTB 2017b).



En consideración a lo anterior, la respuesta que puede dar el administrador es limitada, así como también lo son las recomendaciones que puede ofrecer el CCTB, planteándose la posibilidad de **una gestión errónea debido a “errores de implementación”, respecto a tomar medidas con información técnica equivocada** (Caddy & Mahon, 1996). En consecuencia, la situación actual de *status quo* de las pesquerías de macroalgas obedecen al enfoque precautorio, asociado a mantener una cuota constante, bajo el supuesto que las poblaciones naturales al menos han podido mantener los niveles productivos dados por el valor medio de los desembarques de cinco años previos al 2017.

Sin embargo, se hace necesario salir de esta situación de *status quo* para evaluar con mayor certeza los riesgos de los niveles de explotación actuales, conocer el estado de conservación de los recursos involucrados, responder los requerimientos de los usuarios de los planes de manejo, determinar estados deseados y no deseados de las poblaciones según objetivos de manejo explícitos y evaluar el potencial de satisfacción de los requerimientos económicos de los usuarios.

A pesar de la gran importancia de estos recursos no se dispone a la fecha de un monitoreo permanente de la actividad extractiva, como tampoco de un estudio que dé cuenta del estado de las praderas explotadas, como los programas permanentes que existen en otras pesquerías. A diferencia de la experiencia internacional, donde predomina el cultivo, en nuestro país el desembarque de algas proviene casi exclusivamente desde praderas naturales, las cuales no cuentan con información continua que pueda contribuir a evaluar su estado.

En consideración a lo anterior, es relevante implementar un diseño de monitoreo que levante indicadores *in situ* de la actividad en forma permanente a través del tiempo, que permita recolectar y proveer antecedentes de las zonas contempladas por los planes de manejo.



3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3.2.1

“Propuesta de un diseño de muestreo que permita disponer de indicadores poblacionales, pesqueros, sociales y económicos para los recursos huiro negro, huiro palo y/o flotador en áreas marítimas de la macro zona norte del país comprendida entre las Regiones de Arica y Parinacota y de Coquimbo”.

3.1 Antecedentes

Diversos autores promueven el uso de indicadores poblacionales para evaluar los efectos de la extracción en poblaciones naturales de algas pardas (Thompson *et al.*, 2012, Omoregie *et al* 2010, Ugarte 2011, Ugarte y Sharp, 2012). La evaluación de parámetros demográficos en estudios en zonas libres (PM) de la Región de Atacama mostró que las densidades de adultos y juveniles, reclutamientos, estructura de tallas, biomاسas disponibles y cosechables varían entre praderas (Vega *et al.* 2014; Vásquez, 2018). Los diseños de muestreo implementados para levantar datos poblacionales de forma directa han consistido principalmente en aleatorios simples, estratificados y sistémicos, utilizando como método el uso de transectos y cuadrantes, en la zona intermareal o submareal, dependiendo de los lugares donde habitan las especies. Han existido estimaciones de biomasa utilizando imágenes espectrales mediante la utilización de vehículos remotos no tripulados en sectores de libre acceso de la Región de Coquimbo (Varela *et. al*, 2015) y Atacama (Manzano y Pacheco, 2021), pero ambos han necesitado validar las estimaciones de densidades con métodos tradicionales (transectos o cuadrantes). Para el huiro palo, que posee distribución submareal, se ha estimado su biomasa utilizando técnicas de prospección hidroacústica (Thomas, *et al.* 2020). Todos estos métodos se han empleado con el fin de poder mejorar la superficie de ocupación de los huiros y de este modo poder expandir las estimaciones locales a escalas mayores, disminuyendo la incertidumbre. El seguimiento de AMERB de IFOP ha realizado esfuerzos en estandarizar los protocolos de levantamiento de información poblacional en estas áreas que tienen a los huiros como especie objetivo (Romero *et. al*, 2019).

Otro tipo de indicadores biológicos - pesqueros como el desembarque, esfuerzo, rendimiento, precio en playa y tamaño de los huiros recolectados, muestran que la pesquería de huiro negro en Atacama es atípica y secuencial, al parecer un aumento del precio fomenta el barroteo, el que a su vez selecciona individuos más grandes (Araya, *et al.* 2018). En la actualidad no existe un



monitoreo biopesquero de la actividad productiva de los huiros a gran escala, la primera experiencia piloto se basó en el diseño establecido para el levantamiento de datos de un grupo de recursos bentónicos contemplados por el proyecto de seguimiento de las principales pesquerías bentónicas de IFOP. El programa bentónico, dentro de su asesoría a la administración, consideró relevante avanzar hacia el monitoreo de los huiros, generando un monitoreo piloto de huiros acotado en las regiones de Atacama y Coquimbo (Araya en Barahona *et. al.* 2019 y Araya *et. al.* 2018), donde se levantó información relevante en cuanto a tipos de extracción, estados de humedad y tamaños de los huiros recolectados, vinculando la información extractiva a la productiva. Este trabajo incorporó algunas modificaciones a los protocolos de levantamiento de datos del programa de seguimiento bentónico que conduce IFOP para incorporar la observación de estos recursos, estudio que ha considerado el monitoreo de ellos por más de una década, pero sólo en dos caletas de la Región de Valparaíso (Barahona *et al.*, 2022). Al parecer la mejor estrategia para establecer el estado de las praderas no está en tratar de cuantificar o modelar la biomasa de cada especie de huiro en su extensa zona de distribución, sino buscar indicadores puntuales en zonas de operación extractivas (ZOE) en los diversos ámbitos de la actividad pesquera, que permitan evaluar el estado demográfico de las praderas y los factores que pueden estar produciendo algún cambio en su dinámica (Vasquez 2004; SSPA, 2009; Araya en Barahona *et. al.* 2019)

Este objetivo tiene como finalidad proponer y establecer diseños para levantamiento de datos estandarizados en los ámbitos pesqueros, biológicos, socioeconómicos y poblacionales en praderas de algas pardas dentro de zonas de operación extractivas (ZOE) a lo largo del área de estudio. Los sectores o sitios de monitoreo se han seleccionado de forma participativa integrando la información previa disponible con el conocimiento local de los representantes del sector en las instancias de manejo establecidas para cada región. Los diseños propuestos fueron aplicados en el segundo objetivo específico de este estudio.



3.2 Metodología

3.2.1 Diseño de muestreo para la implementación de indicadores.

El diseño de muestreo para desarrollar la batería de indicadores en los ámbitos de la actividad productiva de algas pardas, tuvo como referencia lo realizado por IFOP en los programas de seguimiento de recursos bentónicos contenido dentro del convenio de asesoría integral en pesca y acuicultura (ASIPA) que realiza anualmente desde hace más de una década.

La selección de los indicadores del ámbito biopesquero y socioeconómico en este estudio se basaron en el trabajo ejecutado por el programa de seguimiento bentónico (Barahona *et al.*, 2019) y seguimiento de áreas de manejo (Romero, *et al.*, 2020). En el caso de los estudios poblacionales se empleó como base lo ejecutado por el seguimiento de planes de manejo (Techeira *et al.*, 2019), sumado a los aportes y experiencia de los profesionales de HPMAR (2020) y M&S consultores (2020). En las estaciones seleccionadas para conformar la red de monitoreo biopesquero y socioeconómico se consideró como insumo el diseño de observación ejecutado por Araya *et al.* (2018), donde el levantamiento de los datos fue realizado por observadores científicos locales relacionados y con acabado conocimiento de la actividad productiva de cada sector.

Considerando el trabajo previo realizado por IFOP y la experiencia de los diferentes grupos de investigación relacionados a recursos bentónicos se propusieron indicadores en los diferentes ámbitos de la actividad extractiva. Además, se desarrolló un trabajo, teóricamente fundado, para la implementación de una red de estaciones o puntos de observación en zonas de operación extractiva (ZOE) de algas pardas en el área de estudio.

3.2.2 Socialización del proyecto con el sector productivo

Una de las actividades principales en todo el periodo de ejecución de este estudio ha sido su difusión y divulgación en toda la cadena productiva (pescadores, institucionalidad pública e industria), como también hacia la sociedad civil. Desde el inicio del proyecto se establecieron reuniones con representantes sectoriales, institucionales, comités de manejo, industria y sindicatos que agrupan a los extractores y/o recolectores, actividad que fue gestionada a través de las bases zonales de IFOP, en coordinación con los directores regionales del Sernapesca en el área geográfica que cubre el proyecto y con la Subpesca, tanto a nivel central como regional.



Para estos efectos se ejecutaron reuniones en cada región, donde, además, se disponen de planes de manejo cuyos recursos objetivos son las algas pardas. Debido a la situación sanitaria que ha afectado al país desde el 2020 se utilizaron medios virtuales, sin embargo, se mantuvo la comunicación de forma continua durante todo el proyecto con los diversos grupos de interés, ya sea por los medios antes mencionados o directamente en terreno (en forma mensual, cuando se visitaban las diversas zonas que conformaron la red de muestreo establecida). Para aumentar el alcance del proyecto en tiempos de pandemia se desarrolló material de difusión gráfico.

No obstante, lo anterior los avances y resultados de este estudio estuvieron disponibles para todas aquellas instancias que lo solicitaron o fue considerado pertinente su entrega por el mandante.

3.2.3. Revisión de antecedentes técnicos y bibliográficos

Para seleccionar los sectores más representativos de la actividad sobre las algas pardas (ZOE) en cada región, al inicio del estudio se realizó un análisis de la información contenida en diferentes fuentes de información dentro del área, tales como; i) revisión de documentos de PM en cuanto a la zonificación acordada en las diferentes instancias de manejo, ii) desembarques oficiales del Sernapesca, en el periodo comprendido entre el año 2017 al 2019, en zonas de libre acceso y AMERB, iii) estudios anteriores relacionados con la temática financiados por el FIPA, Gobierno regional (informes técnicos sectoriales), entre otros. Esta revisión generó capas de información que se analizaron en forma espacial, lo que contribuyó a la categorización de los sectores en base a diversas características y se estableció un ranking de importancia de los mismos.

3.2.4 Selección de los sectores de muestreo o Zonas Operativas de Extracción (ZOE)

a) Selección preliminar de las ZOE

Para que una ZOE clasificara para formar parte de la red de muestreo se consideraron las siguientes características:

1. Estar inserta en el área de operación de un plan de manejo con acceso a la actividad extractiva de huiros.
2. Disponer de información oficial de desembarques en las estadísticas del Sernapesca.



3. Las praderas de huiros del ZOE debían haber sido evaluadas con antelación en proyectos de investigación, independiente de la fuente de financiamiento (FIPA; GORE, etc.)
 4. Contar con recolectores/extractores que operan en forma permanente en las praderas presentes y que manifestaron disposición a participar con el levantamiento de la actividad extractiva.
 5. Presentar praderas de huiro negro, palo y/o flotador asociadas o cercanas con el fin de poder evaluar los efectos de la actividad extractiva sobre la dinámica de ellas.
 6. Un último atributo considerado fue la extensión geográfica latitudinal de la ZOE.
- b) Validación de la propuesta de sectores de monitoreo con la contraparte técnica.

Una vez establecidos los sectores por región conforme a la revisión de la información existente, fueron socializados con los integrantes de los comités de manejo, sectorialistas de Subpesca y funcionarios regionales de Sernapesca, con el propósito de tener acuerdos en la selección de la ZOE definitivas que conformaron la red de monitoreo con adecuada representación regional. Posteriormente fueron socializados junto con la institucionalidad en cada comité de manejo.

Los PM en actual ejecución en las diversas regiones (Arica y Parinacota hasta Coquimbo), contemplan áreas administrativas que en algunos casos tienen cuotas diferenciadas, por ejemplo, en la Región de Atacama existen tres áreas asociadas a cada provincia, mientras que en la Región de Coquimbo las cuotas están asociadas a comunas. Considerando lo anterior, la instalación de las ZOE al interior de la red de muestreo quedó distribuida de manera tal, que representaron adecuadamente la actividad extractiva (ver distribución en capítulo de resultados), conforme al manejo sectorial que funciona a través de los planes de manejo. En este contexto la participación de los comités de manejo en la definición de la red fue fundamental.

La longitud lineal de costa de cada ZOE seleccionada incidió en su selección para formar parte de la red de monitoreo, dado que se contempló que el observador científico trabajara en un área que fuera posible cubrir diariamente, de forma tal que los datos que se iban a recopilar representarían adecuadamente la operación extractiva.

El número de estaciones establecidas de forma regional estuvo condicionada al presupuesto y capacidad operativa del equipo de trabajo del proyecto.



3.3 Resultados

Este objetivo estructuró una propuesta de diseños de muestreos para la recopilación de datos que permitieran disponer de diversas variables o indicadores en los ámbitos biológicos, poblacionales, pesqueros y socioeconómicos. Por tanto, los resultados están enmarcados en este contexto. En el objetivo siguiente se da cuenta de las actividades desarrolladas para la implementación y ejecución de dichos diseños.

3.3.1. Diseño de muestreo y elaboración de indicadores

Para la obtención de las variables o indicadores se definieron dos tipos de muestreo en las estaciones de monitoreo definidas dentro de las diferentes ZOE: 1) muestreo poblacional, el que se planteó con una frecuencia estacional (abarcando 5 estaciones), comenzando en invierno del 2021 y culminando el invierno del 2022 (estación de invierno contrastante) y 2) muestreo biológico pesquero socioeconómico, con una frecuencia de observación permanente durante el periodo y continua por 18 meses, iniciando la observación en los meses de junio y julio del 2021 hasta noviembre y diciembre del 2022, conforme a la fecha de implementación.

a) Muestreo poblacional

Antes de la primera campaña de terreno para la implementación y ejecución del diseño poblacional propuesto (mayo de 2021) se organizó, en formato virtual, un taller de trabajo para estandarizar las metodologías de levantamiento de datos poblacionales en el área de estudio. En dicha reunión se realizó una presentación de la metodología establecida en la propuesta técnica y se revisaron los protocolos de levantamiento de datos en terreno, el futuro procesamiento de la información, estructura y almacenamiento de las bases de datos (ver acta en Anexo 1). En base a los resultados de la reunión se acordó lo siguiente:

- Se consideró como individuo a una planta o esporofito, formado por un grupo de estipes que se levantan desde una misma estructura de fijación, denominado disco basal de adhesión.
- Las especies contempladas para el estudio poblacional fueron el huiro negro *L. berteriana/spicata* y el huiro palo *L. trabeculata*. Al tratarse de especies con diferentes características se realizaron algunas consideraciones particulares a los diseños de muestreos para la obtención de los indicadores.



- El huiro negro se ubica en una franja del intermareal rocoso bajo a lo largo de toda la zona de estudio. La extensión vertical y la abundancia relativa del cinturón o pradera de huiro negro es variable dependiendo del grado de inclinación de las rocas y de la exposición al oleaje. Conforme a su distribución el diseño de muestreo fue aplicado durante mareas bajas (sicigia).
- El huiro palo tiene una distribución en el submareal rocoso entre los 2 m y 30 m de profundidad, su extensión depende de la topografía y la batimetría de la costa, por lo cual el diseño de muestreo fue **implementado mediante buceo semiautónomo “hooka” desde embarcaciones artesanales**. La limitación fue que la actividad de buceo se realiza solo hasta los 20 m de profundidad.

Teniendo presente lo señalado en párrafos anteriores, para ambas especies de huiros, se establecieron estaciones donde se implementaron diseños aleatorios sistémicos con muestreos consistentes en líneas de transectos y cuadrantes. Para el caso de huiro negro en cada estación de monitoreo se establecieron 10 transectos en paralelo a la costa, dispuestos en forma sistemática con una separación máxima de 500 m, abarcando un máximo lineal de costa de 5 km. Cada transecto tuvo una longitud de 10 m y en una franja de 1 m sobre él, se contaron las plantas categorizándolas morfológicamente en reclutas, juveniles y adultas, conforme al diámetro máximo del disco de adhesión: reclutas (< 5 cm), juveniles (entre 5 cm y 20 cm) y adultas (> 20cm) Además, en cada uno de estos transectos (inicio, medio y final) se dispuso de unidades de muestreo de 1 m² (cuadrantes de 1 m x 1 m), para obtener un dato de densidad de manera más acotada (Nº de individuos en el m²), pero principalmente las muestras para la medición de variables morfométricas, tales como tamaño (diámetro de disco y largo total) y estados reproductivos. Para huiro palo se estableció el mismo diseño muestral, utilizando transectos en forma perpendicular a la línea de costa, hasta una profundidad máxima de 20 m. Ambos recursos consideraron muestreos aleatorios sistémicos en dos etapas (transectos y cuadrantes). Los muestreos destructivos para las estimaciones de talla/peso se realizaron en zonas adyacentes a la de muestreo, con el objetivo de no alterar la densidad.

Estos diseños fueron ejecutados en sitios o estaciones muestrales dentro de una ZOE, con periodicidad estacional durante 15 meses contemplando las cuatro estaciones del año, más una contrastante, para disponer datos comparativos de una misma estación del año (invierno 2021-



2022), lo que permitió estimar los siguientes indicadores de estado de las praderas para ambas especies de huiros:

- Densidad
- Biomasa
- Estructuras de tamaños
- Relaciones morfométricas (relación talla/peso)
- Estados reproductivos

Adicionalmente para huiro negro dentro de una ZOE por región se desarrolló un experimento manipulativo para determinar la frecuencia de reclutamiento, coalescencia, crecimiento y mortalidad en los 15 meses del estudio.

b) Muestreo biológico, pesquero y socioeconómico

El diseño que se definió para la colecta de datos en estos ámbitos, se obtuvo del análisis de los protocolos de monitoreo empleados en los seguimientos de IFOP asociado a recursos bentónicos, el cual fue puesto a prueba en un piloto realizado en las regiones de Atacama y Coquimbo por el equipo de trabajo del programa de seguimiento bentónico (PSB) en el año 2018, dicha iniciativa se basó en los protocolos históricos validados del PSB. El diseño de muestreo consideró disponer de datos asociados a la actividad de recolección/extracción ejercida por la flota huirera (huiro negro, palo y flotador) en algunas de las ZOE seleccionadas, donde se emplean diversos tipos y sistemas **de recolección pasivo (varado) y activo (barreteado), además del buceo “hooka” o apnea** en su operación. El diseño comprende un período de recopilación de datos biopesqueros y socioeconómicos continuos, pero dada la figura administrativa del presente estudio, se acotó a 18 meses, iniciándose en junio/julio 2021 y abarcando hasta noviembre/diciembre del año 2022. Para todos los efectos se consideró el término desembarque como el equivalente a recolección/extracción. La población objetivo se definió por los viajes (actividad) de orilleros o flota proveniente de diferentes áreas de procedencias donde se explotaron los huiros. Se consideró registrar la mayor cantidad de viajes o actividad extractiva realizada en el centro de monitoreo dentro de cada ZOE seleccionada expuesta a la toma de datos, en el horario de mayor actividad conforme a la experiencia del observador científico. Los niveles de resolución espacial para cada una de las estimaciones correspondieron a: especie, espacio (área de procedencia, ZOE (caleta



o puerto), región) y tiempo (semana, mes), sin perjuicio que los datos permitieran realizar algún análisis a una resolución más fina.

Para los indicadores de la actividad extractiva se propuso un diseño de muestreo estratificado por semanas con submuestreo aleatorio de conglomerados en dos etapas (Young 1994, Robotham et al, 1993), donde las unidades de primera etapa correspondieron a los días con extracción y las de segunda etapa a los viajes con actividad extractiva (recursos extraídos). Para este efecto, se propuso analizar el número total de viajes monitoreados diariamente, como también el número total de días monitoreados en el mes con actividad de desembarque. La estimación de la estructura de tallas de lo recolectado se propuso para cada recurso y procedencia dentro de cada ZOE de acuerdo a un diseño de muestreo estratificado aleatorio de conglomerados en dos etapas, entendiéndose por estratos las procedencias o sitios de extracción y conglomerados al conjunto de viajes con huiros, en el cual las unidades de primera etapa fueron los viajes de recolectores o flota con huiros encuestados y las de segunda etapa los ejemplares que se les midió el diámetro máximo de su disco de adhesión.

Para el registro de datos asociado a la fase extractiva de los huiros se propuso aplicar una encuesta de desembarque diario a los extractores y recolectores de los huiros en los diversos sitios de acopio y desembarque. También se realizará un muestreo aleatorio de tamaños, las muestras serán obtenidas de una fracción de los viajes encuestados, siguiendo los procedimientos estandarizados para recursos bentónicos y empleando los formularios disponibles a la fecha de inicio de este proyecto (Anexo 2). Se realizaron visitas a algunas plantas de proceso de secado de macroalgas, con el fin de conocer los procesos productivos.

Los datos requeridos para la implementación de los indicadores en los ámbitos pesqueros, biológicos y socioeconómico fueron los siguientes:

Pesqueros: a) Desembarque y/o capturas (extracción) en peso de los huiros recolectados o extraídos, b) esfuerzo de recolección/extracción c) arte y tipo de recolección (varado o barreteado), c) rendimiento de recolección/extracción por hora.

Biológicos: a) Estructura de tallas (diámetro máximo del disco de adhesión) de lo varado o barreteado, b) talla media por arte de recolección.



Socioeconómicos: a) Número de recolectores/extractores operando, b) edad y sexo, c) grado de formalidad, d) nivel de dependencia, e) precios en playa de los huiros comercializados, f) mercado de destino, g) precios FOB, h) ingresos brutos.

Los indicadores (biológicos, pesqueros, socioeconómicos y poblacionales) (Tabla 1) poseen distintos grados de resolución, lo que permitió seleccionar y sugerir los más apropiados para el manejo de los recursos objetivos (ver objetivo específico N° 4). Para complementar la información socioeconómica se propuso integrar fuentes externas de información

3.3.2. Socialización del proyecto con el sector productivo y técnico (CCTB)

Reconociendo la importancia de este estudio para el sector productivo se realizaron acciones para socializar el proyecto a todos los integrantes de la cadena productiva. Si bien la contingencia por pandemia dificultó la difusión presencial en caletas pesqueras o sitios de recolección, dentro de las regiones consideradas por el estudio, se utilizaron plataformas digitales para sostener reuniones virtuales con los actores relevantes en cada región.

Las actividades del proyecto se iniciaron con la reunión de coordinación entre el organismo ejecutante (IFOP) con el mandante (FIPA/SSPA) sostenida de forma virtual el 29 de enero del 2021, una vez realizada la firma del contrato (Anexo 3). En esta reunión se presentó el plan de actividades y se solicitó incorporar a los sectorialistas regionales (Subpesca, Sernapesca) para colaborar con el proyecto, divulgar la iniciativa en los comités de manejo e informar a los recolectores para incentivarlos a participar en su ejecución.

Se sostuvieron numerosas reuniones informativas y de trabajo con profesionales de Subpesca/ Sernapesca y con cada comité de manejo regional. Las primeras reuniones (febrero-marzo de 2021) con los servicios públicos relacionados con la actividad productiva (Sernapesca y Subpesca) fueron para informar de la ejecución del proyecto y solicitar información oficial del desembarque para la selección de los sitios de monitoreo en cada región. La segunda vuelta de reuniones virtuales (abril de 2021) fue para validar el análisis realizado y coordinar reuniones con los comités de manejo para la selección definitiva de las ZOE. La tercera ronda de reuniones (mayo de 2021) fue con los comités de manejo de cada región para definir las estaciones de monitoreo conforme al análisis realizado y al número establecido en la propuesta técnica. Una vez definidas las ZOE de manera participativa, se iniciaron las visitas presenciales a los sitios de recolección por parte



de los coordinadores de campo de las bases zonales de IFOP en la zona de estudio. La base regional de Iquique estuvo a cargo de las actividades del norte grande (Arica/Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) y la base de Coquimbo, del norte chico (Atacama y Coquimbo). Los coordinadores de campo, que participaron en este estudio, explicaron en terreno los alcances del proyecto a recolectores y realizaron entrevistas a aquellas personas que tenían los perfiles para realizar el trabajo de observador científico para levantar datos de la actividad extractiva de su sector.

Se desarrolló material de difusión el cual entregó contenidos sistematizados del proyecto, las principales características de los recursos y su actividad productiva. El material comprendió un documento impreso de fácil y rápida lectura, mientras que el formato electrónico fue bajo tipo de dossier, el cual se distribuyó principalmente entre los meses de marzo y septiembre del 2021 a la comunidad por vía electrónica (redes sociales) y física por los coordinadores de campo de las bases zonales de IFOP en las regiones del estudio (Anexo 4), no obstante, se fue compartiendo a solicitud durante la totalidad del proyecto. En el mes de abril del 2021 se realizó la presentación vía remota del proyecto en sesión del CCTB.

3.3.3. Revisión de antecedentes técnicos y bibliográficos

Para la identificación de las ZOE se utilizaron diferentes fuentes de información (proyectos SSPA, informes o reportes técnicos, FIPA, etc.). Los estudios revisados han estado orientados principalmente a evaluaciones directas de las praderas para poder establecer biomásas que permitan aportar antecedentes técnicos a los PM. Las estimaciones corresponden a un estado temporal y la biomasa estimada es coherente con el periodo que se llevó a cabo la evaluación, no considerando valores contrastantes o seguimientos en el tiempo para poder inferir sobre la dinámica de las praderas evaluadas. La expansión de los estimadores de abundancia para conocer las biomásas totales se realizó sobre sectores con límites administrativos y no biológicos, debido a que los PM operan en áreas consideradas por dicho plan, pero la distribución de los recursos puede ser continua en la costa. En la práctica la actividad extractiva se desarrolla a lo largo de todo el litoral y solo existen restricciones de acceso en algunas AMERB.

La Tabla 2 muestra el material bibliográfico revisado que comprende informes de proyectos ejecutados y documentos técnicos asociados a las algas pardas, en especial de las especies huiro negro y huiro palo en la zona de estudio (Arica y Parinacota a Coquimbo). Se revisaron proyectos



FIPA ejecutados entre los años 2000 al 2019, encontrando seis con información georreferenciada de sitios con información poblacional, entre los que se destacan evaluaciones directas, información de densidades, tamaños y estimaciones de biomásas. Además, se identificaron los sitios evaluados en informes técnicos regionales, destacando a los realizados por M&S consultores, entre las regiones de Arica/Parinacota a Antofagasta.

Se revisó y analizó la información de desembarque oficial de los huiros en el período 2017-2019 en zonas de planes de manejo de cada región, cabe mencionar que este periodo temporal fue seleccionado considerando que solo a partir del 2017 los valores de desembarque incluyen el factor de conversión de humedad en los informes de Sernapesca.

La estructura de las bases de datos fue estándar para cada región, los niveles de resolución **espacial asociada a huiro negro llegaron hasta “sitios de recolección” o varaderos asociados a una caleta**, cuya denominación debió ser estandarizada para su correcta identificación. Para el huiro palo la resolución fue al nivel de caleta, por lo cual se decidió realizar el análisis a este nivel para ambos recursos, pero considerando los sitios de recolección (varaderos) más relevantes asociados a huiro negro. La información de desembarque de las AMERB regionales entre los años 2017-2019, fueron identificadas y filtradas para cada región desde la base de datos del seguimiento áreas de manejo de IFOP.

Se recopiló información geográfica de caletas pesqueras, AMERB y PM disponibles en sitios web de instituciones públicas, tales como:

- 1) Datos de infraestructura: (<https://www.ide.cl/index.php/instalaciones-y-edificaciones>)
- 2) Subpesca: (<https://geoportal.subpesca.cl>), (<https://mapas.subpesca.cl/ideviewer/>).

La sistematización de los documentos bibliográficos revisados sirvió como insumo para la identificación de las ZOE preliminares para su validación por el sector productivo. En las ZOE seleccionadas se han llevado a cabo estudios a lo largo de más de dos décadas y en los últimos 5 años se han enfocado en la Región de Atacama, debido a que el desembarque de algas pardas en dicha región representa alrededor del 40% del total nacional. Se analizaron los principales indicadores de los estudios técnicos y FIPA realizados en las ZOE seleccionados o cercanas a las mismas del año 2000 a la actualidad. En los casos en donde el estudio contaba con más de un año de muestreo, los datos se promediaron para obtener un valor único por proyecto (Tabla 3).



Se analizaron los indicadores de densidad y diámetro de disco para huiro negro y huiro palo en caletas o sitios cercanos a las ZOE contempladas en el presente estudio, reportados en investigaciones previas, considerando como principales fuentes de información al FIPA, planes de manejo de IFOP y AMERB. Las especies con mayor información correspondieron a huiro negro y huiro palo, mientras que para huiro flotador fue escasa y solo presente en proyectos puntuales en las regiones de Tarapacá y Antofagasta, por lo cual no fue incorporado en el análisis (Tabla 4).

El huiro negro posee información regional para ambos indicadores, con excepción del diámetro de discos en la Región de Coquimbo. La densidad fluctuó entre 1 y sobre 20 ind/m², las caletas que presentaron la mayor densidad fueron en sitios relativamente cercanos en el extremo norte, Camarones en el FIPA 2008-32 y Pisagua en FIPA 2017-52 con valores que superaron los 15 ind/m², las demás regiones presentaron densidades inferiores a 10 ind/m². Este indicador para huiro palo fue significativamente más bajo (menor a 5 ind/m²), en todos los sitios de las diferentes regiones (Tabla 4).

En relación a los tamaños de huiro negro todos los registros estuvieron bajo los 20 cm de diámetro máximo del disco (DD), las tallas más pequeñas se reportaron en la Región de Atacama, mientras que para huiro palo fueron notoriamente mayores alcanzando valores de hasta 45 cm en las AMERB de Carrizal Bajo. La mayoría de los sitios de la zona norte grande presentaron valores alrededor de los 20 cm DD. Para la Región de Coquimbo solo hay información de tamaños para ambas especies en AMERB, donde el huiro negro presentó tamaños mayores que el huiro palo (Tabla 4).

Para ambos indicadores analizados se muestran valores diferenciales de manera intra e interregional.

3.3.4 Selección de los sectores de muestreo o Zonas Operativas de Extracción (ZOE)

Con la información obtenida de los antecedentes técnicos y bibliográficos, se procedió a vincular la información de desembarques (PLANES DE MANEJO, AMERB) y estudios anteriores con las coberturas geográficas de caletas pesqueras, AMERB y PM, a través de un sistema de información geográfico y de este modo se identificaron las ZOE de huiros más relevantes de cada región.



a) Selección preliminar

En base a los criterios establecidos se seleccionaron: a) Caletas pesqueras con mayor representación en el desembarque de huiro negro y huiro palo, b) Sitios de recolección con mayor representación asociado a dichas caletas (solo en caso del huiro negro) c) AMERB con mayores desembarques de huiro negro y huiro palo y e) Sitios o caletas con información poblacional previa.

El análisis fue realizado para cada región en forma independiente generando un ranking con las principales caletas pesqueras de huiros. El número de caletas aumentó en un gradiente latitudinal de norte a sur, mientras que los desembarques de huiro negro se concentraron entre las regiones de Tarapacá y Atacama. En la Región de Coquimbo el huiro palo presentó una importancia significativamente más alta. Las regiones presentaron magnitudes de desembarques diferenciales (Figura 3).

Los sitios de recolección de huiro negro en este nivel de análisis no poseían georreferenciación, solo fue posible asociarlos a una caleta pesquera, por lo cual la ubicación específica se realizó en terreno. Cabe señalar que los nombres de los sitios tampoco estaban estandarizados, dado que un mismo sitio (varaderos) podía tener hasta cinco formas distintas de escribirlo, lo que también fue corregido para fines de este estudio.

Con los nombres de los sitios de recolección estandarizados fue posible asociarlos a las caletas pesqueras con mayor actividad extractiva de huiros en áreas de libre acceso, con lo cual se establecieron las ZOE preliminares que luego se ratificaron en reuniones con diversos agentes (institucionales y comités de manejo) (Tabla 5).

b) Validación de la propuesta preliminar de los sitios de monitoreo

La validación y definición de las ZOE preliminares surgidas del análisis regional, fue realizada de manera participativa en dos etapas; i) La primera se llevó a cabo con el Sernapesca, donde los participantes poseían conocimientos de los sectores más relevantes de recolección a nivel regional, a través de reuniones de trabajo vía remota, dichas sesiones se llevaron a cabo entre los meses de marzo y abril del 2021, ii) Con las sugerencias de las instituciones sectoriales se definieron las ZOE con cada comité de manejo regional. La invitación a las sesiones del comité de manejo fue coordinada por la Subpesca y se efectuaron también vía remota entre los meses de abril y mayo del 2021 (Anexo 5; Figura 4).



En general las ZOE identificadas tuvieron consistencias con las zonas con mayor actividad extractiva visualizada por el conocimiento local de los sectorialistas, representantes de los recolectores, industria y organismos asociados al sector productivo de los hueros de cada región. Las modificaciones, aunque menores, fueron aportadas gracias a la experiencia y conocimiento del terreno de los representantes de los algueros, rectificando la información de algunos sitios de recolección que aparecen registrados en la información oficial.

La red de monitoreo quedó conformada por 21 estaciones dentro de sus respectivas ZOE, en 20 de ellas se realizaron muestreos poblacionales de huiro negro y huiro palo, con excepción de la Región de Arica/Parinacota donde los representantes de los recolectores reemplazaron al huiro palo por huiro negro, debido al bajo interés extractivo de la especie en dicha región. En 11 sitios dentro de diferentes ZOE se implementó un muestreo biopesquero socioeconómico (pesquero) con observadores científicos locales levantando datos de la actividad productiva. Una ZOE correspondió a bahía Chasco donde se realizó el monitoreo pesquero de huiro flotador.

A continuación, se muestra el análisis espacial de las zonas con mayor actividad extractiva de hueros y los sitios definidos en conjunto con el sector productivo en cada región.

- En la Región de Arica/ Parinacota se definió una ZOE en la caleta Camarones. Donde se implementaron dos sitios de muestreo poblacional de HN, ubicados al norte y al sur de la caleta (Figura 5). En esta región no se realizó muestreo pesquero.
- En la Región de Tarapacá se definieron cuatro ZOE asociadas a las caletas de: Pisagua, Los Verdes, Caramucho y San Marcos, en cada una de ellas se implementó un sitio de muestreo para HN y HP, en dos de ellas (Pisagua y San Marcos) se ejecutó el muestreo pesquero (Figura 6).
- En la Región de Antofagasta se definieron cinco ZOE asociadas a las caletas pesqueras de: caleta Buena, Isla Sta. María (El Lagarto), El Cobre, Paposo/Taltal y Cifuncho, en todas se implementaron sitios para muestreo de HN y HP, respectivamente. En las ZOE de Caleta Buena, Isla Sta. María y Cifuncho se implementaron centros de monitoreos pesqueros (Figura 7).
- En la Región de Atacama se definieron cinco ZOE asociadas a las caletas de: Chañaral, Barranquilla, Carrizal Bajo, caleta Angosta y Chañaral de Aceituno, todas constituyeron sitios de muestreo poblacional de HN y HP, el monitoreo pesquero se implementó en Barranquilla y



Chañaral de Aceituno (Figura 8). Además, dentro de esta región se estableció un centro pesquero en bahía Chasco.

- En la Región de Coquimbo se definieron cinco ZOE asociadas a las caletas de: Totalillo norte, Puerto Aldea/Total, caleta Río Limarí (El Toro), caletas Sierra y Maintencillo, en todas se implementó el monitoreo poblacional de HN y HP y en tres de ellas (Puerto Aldea/Total, Caleta Río Limarí y Maintencillo) un monitoreo pesquero. Cabe mencionar que las caletas del sur de la Región de Coquimbo (Limarí, Sierra y Maitencillo), fueron incorporadas de a la red de monitoreo en septiembre 2021, ya que estuvo supeditada a la entrega de información presencial por parte de Subpesca a la federación de pescadores que representa a las caletas seleccionadas, lo que de alguna manera explica la implicancia que puede conllevar este tipo de iniciativas para la actividad productiva de los huiros (Figura 9).



3.4. Discusión

Un diseño muestral puede definirse como el conjunto de estrategias y procedimientos estructurados a seleccionar una muestra de una población objetivo de investigación. En el presente estudio se propusieron dos diseños; 1) El poblacional donde el objeto de estudio fueron las praderas de huiro negro y palo en la zona norte de Chile y 2) El biológico, pesquero y socioeconómico donde la población objetivo estuvo constituida por los viajes o recolección por botes y/o orilleros provenientes de diferentes procedencias o varaderos de recolección-extracción, donde las personas explotan los huiros. En términos globales esta metodología ha sido históricamente utilizada en el seguimiento de las pesquerías de recursos bentónicos de IFOP, donde se incorporaron algunas leves modificaciones.

Los diseños poblacionales propuestos en este proyecto se han aplicado extensamente en las AMERB. Sin embargo, a lo largo del tiempo se han realizado estudios enfocados en revisar las metodologías disponibles para recursos bentónicos (Stotz, et. al., 2005) y en específico para macroalgas (Ariz et. al, 2016 y 2018). En diciembre del 2015 el IFOP desarrollo un taller **internacional denominado “Evaluación y manejo de praderas de macroalgas en PM”** donde entre otros participaron exponentes de Canadá, Sudáfrica, Perú y Chile, con el fin de avanzar en el análisis metodológico de las evaluaciones de huiros (Techeira et al, 2016). Tanto la revisión nacional como internacional sugieren que para los huiros es recomendable usar diseños que usan cuadrantes y transectos para la evaluación directa de sus praderas, si bien existen diferencias en cuanto a los tamaños de las unidades muestrales, el diseño aplicado fue ejecutado de forma aleatoria y sistémico, las variables o indicadores que se buscaba investigar fueron los mismos (densidad, biomasa y tamaños de las algas). Si bien existen métodos alternativos para evaluar las poblaciones de macroalgas como análisis de imágenes satelitales, fotografías aéreas usando avión (dron) no tripulados (Manzano y Pacheco, 2020) o hidroacústica (Kerveit, et al., 2022), son metodologías recientes que no pueden ser comparables con la información existente, encontrándose en una etapa de desarrollo en Chile.

Por otra parte, el explosivo desarrollo de la extracción de recursos bentónicos a fines de la década del 70 en Chile, llevó a IFOP a iniciar estudios biológico-pesqueros con el objetivo de generar bases científicas y técnicas que permitieran diseñar políticas, mecanismos de regulación de estas



pesquerías, con el fin de asegurar su explotación sustentable. Así el año 1982 la CORFO a través de IFOP inició el monitoreo biológico pesquero de erizo, para en 1984 iniciarse un programa de **investigación sistemático denominado “Estado de situación de las principales pesquerías nacionales”** siendo uno de sus proyectos el **“Diagnóstico de las principales pesquerías bentónicas”**, cuya cobertura inicial comprendió las regiones de Atacama, Coquimbo y Los Lagos (Barahona et al., 2004), estudio que instaura una red de monitoreo de variables pesqueras, biológicas y secundariamente económicas, cuyos datos fueron recopilados en centros de desembarque mediante el establecimiento de una red de monitoreo y entrega de datos voluntaria (condición esta última que permanece hasta hoy). Este sistema creó las primeras bases de datos biológicos y pesqueros de recursos bentónicos cuya recopilación fue sistematizada y con un diseño de muestreo (Bustos et al., 1986). El programa permaneció hasta el año 1994 y luego en 1995 continuó el programa de Seguimiento de pesquerías bentónicas, donde se amplió su cobertura (si bien se limitaron los estudios biológicos propiamente tales), y el cual está vigente hasta hoy con modificaciones (Barahona et al, 2022). No obstante, en forma complementaria durante ese tiempo también se desarrollaron numerosos estudios de monitoreos para recursos específicos financiados por el FIPA los cuales en muchos casos tuvieron como base el sistema de monitoreo de IFOP (<https://www.subpesca.cl/fipa/613/w3-propertyvalue-61285.html>). En 1990, en particular, el IFOP ejecutó el estudio denominado “Sistema de información para la pesca artesanal en Chile”, financiado por Centro internacional de investigaciones y desarrollo (CIID) de Canadá, donde también se desarrolló un sistema de monitoreo para la estimación de capturas (Barahona et al, 2004). Posteriormente, en 1995, se ejecutó el proyecto FIP 95-26 cuyo objetivo fue el **“Diseñar en un contexto sistémico un plan de monitoreo de variables relevantes en las principales pesquerías bentónicas de Chile”** estudio que incorporó el diseño de la recopilación de datos biológicos, pesqueros, económicos y sociales (Robotham, et al., 1995).

Como se expresa en los párrafos anteriores, los diseños que se decidió aplicar en este estudio son de larga data y no son únicos, existen propuestas metodológicas para levantar datos desde poblaciones naturales que han sido ampliamente utilizados para asesorar a la administración pesquera y se concuerda que permiten establecer estándares de muestreo que son perfectible en el tiempo. Así, también, hay claridad en que los diseños seleccionados centran sus observaciones en variables tradicionales y consideran poca información en otros ámbitos como los ambientales,



sociales o ecosistémicos que son relevantes en este tipo de recursos. Sin embargo, se consideran adecuados como punto de partida al monitoreo de los huiros, los cuales pueden ir adaptándose e incorporando otro tipo de información en la medida que se establezcan consensos para su utilización.

A diferencia de los sistemas de monitoreo tradicionales, Gonzalez *et al.* (2002) y Vasquez (2004, 2008) definieron las zonas de operación extractivas de las algas pardas en la costa, las cuales correspondían a zonas delimitadas pero extensas, las cuales no se ajustan exactamente a las áreas de explotación actuales, como lo recomendado por Araya *et al.*, (2018). Basado en lo señalado, el sistema de monitoreo propuesto en el presente estudio incorporó zonas extractivas más acotadas, considerando que estas zonas operativas se seleccionaron utilizando una estrategia participativa incorporando a sectorialistas de Sernapesca - Subpesca y al sector productivo a través de los comités de manejo regionales. Esta definición, marcó una diferencia con el monitoreo de recursos bentónicos tradicionales y logró consolidar una propuesta de monitoreo de una zona donde se mezclan distintas especies de huiros, sistemas y utensilios de pesca, incluido la extracción y recolección. El equipo de trabajo del proyecto contó con profesionales con experiencia en la zona geográfica en estudio, los cuales han realizado investigaciones poblacionales y han asesorado a los planes de manejo regionales, lo cual permitió también de disponer de información base para la definición de la red. Las estaciones de monitoreo definidas de manera participativa no presentaron grandes diferencias a los sectores propuestos en el análisis bibliográfico previo, que consideró los desembarques oficiales (ALA y AMERB) y sitios con información poblacional de estudios anteriores, se respetó el número de estaciones por región establecido en la propuesta técnica y los cambios sugeridos obedecieron a representar de mejor forma la realidad alguna de cada región.

En el marco de este objetivo se destinaron esfuerzos en una primera etapa de ejecución del proyecto para hacer una revisión de la información previa, lo que permitió definir los diseños de muestreo, junto a la identificación participativa de zonas o sectores. Finalmente, la red de monitoreo quedó conformada por el mismo número de sitios establecidos en la propuesta técnica, es decir 11 centros de monitoreos para el levantamiento de datos en el ámbito biopesquero y socioeconómico, junto a 20 sectores para la evaluación en el ámbito poblacional, representativos para cada recurso y región, que permitieron obtener datos informativos, tanto cuantitativos y



cuantitativos, capaces de proveer indicadores para vigilar, explicar la dinámica extractiva y poblacional de las praderas de las algas pardas sujetas a explotación en la zona norte de Chile.

Finalmente, el huiro flotador (*Macrocystis pyrifera*) fue contemplado solo en el diseño biopesquero socioeconómico, dado que, posee una distribución acotada, características biológicas diferentes a las *Lessonia spp.* (h. negro y h. palo) y un programa de seguimiento poblacional en el plan de manejo de Bahía Chasco, por lo cual se complementa con el registro de la actividad extractiva.



4. OBJETIVO ESPECÍFICO 3.2.2

“Implementar en escala piloto, el diseño de muestreo propuesto en los recursos y zonas seleccionadas y realizar el seguimiento de los indicadores definidos.”

4.1 Antecedentes

Desde el punto de vista administrativo, los monitoreos constituyen una herramienta fundamental en la formulación de políticas basadas en evidencia, entregando información relevante a los tomadores de decisiones respecto de los resultados y efectos generados por el tipo de administración, acción o política evaluada, permitiendo mejorar su calidad, eficiencia y efectividad (Gertler *et al.*, 2017). La identificación y monitoreo de indicadores requiere tener claridad sobre los factores claves que mejor representen el alcance del objeto de medición y el diseño de productos de salidas que responda a las necesidades de evaluación (Beltrán, 2013).

Actualmente existen seis PM para los huiros del norte de Chile, pero a la fecha no existe un monitoreo permanente que permita evaluar su funcionamiento. Las razones pueden ser logísticas (numerosos recolectores dispersos en la línea de costa, alto grado de informalidad y en lugares de difícil acceso) y/o institucionales por falta de recursos para sostener una actividad de esta naturaleza en el tiempo. Es difícil implementar este tipo de estudios por sus requerimientos económicos, técnicos y humanos. No obstante, la creación de PM, obliga la implementación de un monitoreo, que reúna la información necesaria para entender cómo funciona la actividad productiva, incluyendo sus componentes ecológicos y económicos, que permita tomar mejores decisiones de manejo, lo que puede evidenciar que hay un vacío en la ley, ya que no se asegura como los PM van a llevar a cabo sus necesidades de investigación y monitoreo de sus pesquerías. El presente objetivo da cuenta de las actividades que se desarrollaron para implementar una red piloto de monitoreo y sus resultados en los ámbitos biológico, pesquero y socioeconómico registrados durante el proyecto, asociados al ámbito poblacional que contemplaron campañas en las diferentes estaciones del año, las que se iniciaron en invierno de 2021 y finalizaron en invierno de 2022.



4.2. Metodología

4.2.1 Personal participante

La estrategia utilizada para implementar y ejecutar los diseños establecidos para el monitoreo y levantamiento de datos en el ámbito poblacional, fue incorporar contrapartes técnicas a través de las Consultoras M&S Ltda. en las Regiones del norte grande (Arica/Parinacota, Tarapacá y Antofagasta) y HPMAR en el norte chico (Coquimbo y Atacama), ambas, cuentan con vasta experiencia en el monitoreo espacial y temporal de parámetros poblacionales usados como indicadores de estado de las poblaciones explotadas de algas pardas en el norte de Chile. En este contexto, se encargaron de conformar los equipos de trabajo para el despliegue de las campañas a terreno para la recopilación de datos en la red de observación definida de manera participativa con el sector extractivo.

Por su parte la ejecución de los diseños propuestos para el monitoreo de variables en los ámbitos biológico, pesquero y socioeconómico, los desarrolló IFOP ajustándose a los protocolos existentes en el departamento de gestión de muestreo para el levantamiento de datos de carácter pesquero (relacionado a la actividad recolección/extracción), biológico (asociado al tamaño del disco de una muestra de los ejemplares extraídos) y económico (referente a su transacción comercial en playa).

4.2.2 Capacitaciones

Tanto IFOP como las consultoras asociadas realizaron transferencia tecnológica a los recolectores, pescadores y personal contratados con el fin de ejecutar apropiadamente el levantamiento de datos en terreno. El traspaso de conocimientos fue realizado ajustado a los diseños de monitoreo y las limitantes impuestas por la contingencia en pandemia. En el ámbito poblacional las herramientas fueron entregadas con el trabajo colaborativo con los agentes extractivos, durante el desarrollo de las actividades requeridas para el levantamiento de datos desde las praderas de huiros. Para cada campaña de terreno se solicitó la cooperación y el apoyo de los recolectores y extractores locales, tanto para las actividades del intermareal como submareal.



Para los ámbitos biológico, pesquero y socioeconómico el IFOP poseía manuales de muestreo y cursos de perfeccionamiento estructurados para el fortalecimiento de capacidades de los observadores científicos encargados de la toma de información en terreno.

4.2.3. Ejecución de los monitoreos poblacionales, biológico, pesquero y socioeconómico.

4.2.3.1. Muestreos poblacionales

Para llevar a cabo los diseños metodológicos propuestos fue necesario realizar las gestiones administrativas para la autorización de investigación en las praderas de huiros en la zona de estudio.

a) Solicitudes de pesca de investigación

En relación al muestreo poblacional los ejecutores tramitaron las respectivas solicitudes de pescas de investigación con fecha 1 de julio de 2021 para el norte grande (CONSULTORA M&S GESTIÓN Y CONOCIMIENTO LTDA) y el 1 de junio de 2021 para la macrozona norte chico (HPMAR), las que fueron aprobadas por la SSPA el 13 de septiembre y 6 de agosto, de 2021, respectivamente. En ambos casos las especies consideradas y objeto de la solicitud de pesca de investigación fueron: huiro negro o chascón (*Lessonia berteroaana/ Lessonia spicata*) y huiro palo (*Lessonia trabeculata*). Las fechas de aprobación de las solicitudes incidieron en un desfase de las campañas de terreno previamente programadas.

Respecto a las características del muestreo descrito en la solicitud de pesca de investigación, para la macrozona norte grande se indicó que para estimar la biomasa disponible en poblaciones de huiro negro y huiro palo, semestralmente se realizarían muestreos destructivos por cuadrante en veinte sitios de estudio (i.e. primavera-verano y otoño-invierno), mientras que para la macrozona norte chico se haría el mismo trabajo en ocho sitios (i.e. primavera-verano y otoño-invierno). En ambos casos en cada uno de esos sitios se extraerían plantas con tamaños representativos de todo el rango de tallas observado durante las evaluaciones directas. Esta aproximación metodológica fue utilizada para la construcción de la curva talla-peso, minimizando la escasa representación de valores extremos de la curva, además de permitir una estimación más certera de la biomasa disponible en cada sitio evaluado.



En cuanto a la identificación de la zona de estudio, para la macrozona norte grande se indicaron; en la Región de Arica y Parinacota, al sur y al norte de caleta Camarones; en la Región de Tarapacá, Pozo Dorado al norte de caleta Pisagua y sur de Punta Pichalo; Punta Gruesa, Aguadita, entre Río Seco y San Marcos; en la Región de Antofagasta, entre Los Patos y caleta Buena y entre las caletas Punta Arenas y Urco; El Lagarto, El Cobre y Norte Paposos y en torno o al sur de caleta Cifuncho.

En la macrozona norte chico las zonas establecidas fueron: en la Región de Atacama: Los Toyos; Barranquilla, Carrizal Bajo, Caleta Angosta y Chañaral de Aceituno y en la Región de Coquimbo: Totoralillo Norte; Puerto Aldea y Maitencillo.

b) Definición de los sitios poblacionales

Entre los meses de junio y julio del 2021 en la macrozona norte grande, se realizaron visitas a los lugares de muestreos pre definidos en las regiones de Arica y Parinacota (Camarones) y Tarapacá (Pisagua, Los Verdes, Caramucho, Río Seco – San Marcos), para establecer contactos, dar a conocer el proyecto y solicitar la colaboración, especialmente, en el arriendo de embarcaciones para la evaluación de huiro palo y contar con el apoyo de los algueros sobre el conocimiento de las zonas, así también recorrer por tierra los sitios predefinidos para huiro negro, ver la accesibilidad y desplazamiento en los sectores seleccionados. Durante agosto se realizó el mismo procedimiento en Punta Arenas, Constitución, El Cobre, El Blanco, Taltal y Cifuncho, para huiro negro como huiro palo.

Durante la primera evaluación de los indicadores poblacionales de huiro negro y huiro palo se realizaron observaciones para efectuar una descripción de cada sitio de estudio en ambas macrozonas. Cabe destacar que en la macrozona norte grande cada uno de ellos fue seleccionado previamente de manera participativa entre IFOP, M&S y los comités de manejo de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, con criterios de selección basados en las ZOE. La misma metodología se empleó en la macrozona norte chico con la consultora HP MAR y los comités de manejo de la Región de Atacama y de Coquimbo, quedando en ambos casos 5 sectores por región.

Finalmente, no se logró acceder a los sitios asociados a Camarones, ya que de acuerdo a una evaluación *in situ* eran lugares inaccesibles, tanto por tierra como por mar. Mas al sur también se



realizaron modificaciones de acuerdo a la evaluación *in situ* identificando principalmente la presencia de las especies objetivo y de otros factores como: abundancia; tamaño, grado de exposición al oleaje, continuidad del cinturón algal y facilidad de acceso a las zonas de muestreo.

Después del proceso de validación de las estaciones de monitoreo, se dio inicio a las campañas de muestreos poblacionales en ambas macrozonas. La descripción de cada sitio se detalla en el Anexo 6.

Hubo algunos desfases en los periodos de ejecución de las campañas de muestreo correspondientes a las estaciones de invierno y primavera 2021 en toda el área de estudio, debido en la macrozona norte grande a marejadas anómalas, que tuvieron una mayor frecuencia e intensidad en la Región de Antofagasta, no así en Tarapacá, en que se logró completar los muestreos en ambas estaciones del año 2021. En el caso específico de huiro palo, debido a lo señalado anteriormente, no fue posible la concreción de los muestreos en algunas estaciones del año, en Punta Arenas, El Lagarto, El Blanco, norte de Taltal y sur de Cifuncho. En la macrozona norte chico también se presentaron problemas, que incidieron en el inicio de las campañas de invierno y primavera 2021 debido a: dificultades de acceso a los sitios de estudio y respectivos cambios de éstos (e.g., Barranquilla, Totoralillo Norte, Puerto Aldea, Río Limarí), escasa disponibilidad de embarcaciones (e.g., Barranquilla, Río Limarí), condiciones adversas por el aumento de casos positivos de COVID-19 en ambas estaciones del año (contacto estrecho y personas contagiadas en el equipo de HPMAR), las marejadas anómalas durante el período (principalmente afectó las evaluaciones poblacionales de huiro palo durante invierno 2021, en las dos regiones). En conjunto, estas externalidades generaron dificultades operativas en la ejecución efectiva del muestreo durante el periodo de estudio en ambas macrozonas.

A lo anterior se sumó que en la macrozona norte chico cualquier actividad que se lleve a cabo requiere de permisos, autorizaciones de la Subpesca, del control del Sernapesca antes y durante la ejecución de muestreo poblacional, dado los planes de manejo existente en esta área. Finalmente, los muestreos en Río Limarí, Caleta Sierra y Caleta Maitencillo fueron iniciadas en primavera 2021.



c) Metodología específica aplicada en los muestreos poblacionales de huiro negro.

Las evaluaciones poblacionales de huiro negro consideraron la estimación de la densidad de plantas en 10 transectos, cada uno de 10 m de longitud (Figura 10 A). Cada transecto fue georreferenciado en su inicio, y consideró un campo visual de 2 m de ancho (1 m a cada lado), fueron ubicados de tal forma de cubrir espacialmente y representar todo el cinturón de la pradera en cada uno de los sitios evaluados. La posición tuvo una orientación norte-sur, recorriendo el borde costero del intermareal rocoso donde se ubica el huiro negro. El conteo total de plantas fue desagregado en adultas ($DD > 20$ cm), juveniles ($DD > 5$ y < 10 cm) y reclutas ($DD < 5$ cm), siguiendo los criterios establecidos por Vega *et al.* (2014). En los extremos y en el centro de cada transecto, dentro de cuadrantes de 1 m^2 ($n=3$) (Figura 10 B y C), se midieron los siguientes atributos morfométricos de todas las plantas de huiro negro presentes en él: diámetro mayor del disco de fijación, largo total, número de estipes y estado reproductivo (diferenciando de esta forma plantas reproductivas, con estructuras reproductivas en sus frondas), plantas no reproductivas (sin estructuras reproductivas en sus frondas). Complementariamente, al inicio de cada transecto se midió el ancho del cinturón (m) de la pradera de algas pardas en el intermareal.

d) Metodología específica aplicada en los muestreos poblacionales de huiro palo.

La evaluación directa de huiro palo consideró la estimación de la densidad de plantas en 10 transectos cubriendo 100 m de longitud por sitio, entre la zona intermareal y los 20 m de profundidad (límite según reglamento de buceo – Armada de Chile), dada la dificultad de bucear y realizar mediciones en una distancia continua de 100 m, cada transecta fue dividida en 10 estaciones de conteo de $10 * 2$ m. Los transectos fueron dispuestos de forma aproximadamente perpendicular a la costa en cada sitio de estudio y georreferenciados en su coordenada de inicio y fin (UTM). Su distribución fue de manera equidistante de manera que representaran toda el área de distribución de la pradera evaluada. El campo visual del buzo en cada transecto abarcó dos metros de ancho (uno para cada lado) y para facilitar el trabajo de conteo de las plantas presentes por los buzos, los transectos estaban plomados y marcados, lo que permitió también su correcta ubicación en el sustrato rocoso submareal (Figura 11). Junto a lo anterior se registró la profundidad en cada cuadrante.



Para la determinación de variables morfométricas que permitieran posteriormente describir la estructura de tallas de huiro palo en cada sitio evaluado, se midió el DD (cm), el largo total (cm), se contó el número de estipes y se determinó el estado reproductivo de todas las plantas de esta especie presentes en 3 cuadrantes de 1 m²; ubicados en los extremos y en el centro de cada transecto.

Esta aproximación metodológica se repitió en cada uno de los sitios de estudio; es comúnmente utilizada para evaluaciones y monitoreo de praderas de algas pardas submareales, permitió cubrir horizontalmente el área evaluada; incluyendo, además, la variabilidad intrínseca producida por la distribución de huiro palo en el gradiente batimétrico.

d) Monitoreo de plantas usando marcaje/recaptura

Para los experimentos de crecimiento y mortalidad natural de huiro negro y huiro palo se marcaron 100 plantas de diferentes tamaños de ambas especies en las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo, para estimar crecimiento y mortalidad natural a través del seguimiento en el tiempo de las plantas marcadas. Para huiro negro en la Región de Tarapacá se implementó en Huayquique (-20,27217 y -70,13207) y para huiro palo en Punta Gruesa (-20,39286 y -70,17,140), mientras que en la Región de Antofagasta la experiencia fue realizada en huiro negro (-21,68763 y -70,15393) y huiro palo (-21,68666 y -70,15646) ambos sitios en el sector de Quebrada Onda. La zona de marcaje de huiro negro en Atacama fue Chañaral de Aceituno (-29,049633; 71,484882) y Aguas de la Zorra (-28,953122; -71,507015) para huiro palo. En la Región de Coquimbo los sitios fueron Chungungo (-29,418023; -71,321702) para huiro negro e Isla Tilgo (-29,539871; -71,333407) para huiro palo. En el procedimiento de marcaje se utilizaron amarra-cables con placas enumeradas (Figura 12). La fecha de cada campaña de monitoreo y el número de plantas medidas, contadas y marcadas por especie, localidad y región son presentados en las (Tablas 6 y 7).

En cada localidad se monitoreó el crecimiento de la población de plantas marcadas a través del seguimiento de dos atributos morfológicos: a) diámetro mayor del disco de adhesión y b) la longitud máxima de las frondas de la planta. Diversos autores han reportado que ambas variables morfológicas correlacionan positivamente, y pueden ser ocupadas como predictores de peso de la planta a través de sus parámetros de regresión (Santelices 1982, Vásquez 1991).



La mortalidad no fue estimada por la pérdida de las marcas por desprendimiento, un tiempo límite para la búsqueda de plantas marcadas (buceo o marea baja), incorporación de la marca al tejido del alga, lo cual produjo incertidumbre para la estimación de la mortalidad efectiva.

Dada la variedad de actividades que demandó el proyecto no fue posible asignar más recursos a esta experiencia, no obstante, es posible ser replicada en estudios particulares para afinar los datos como por ejemplo a rango de tallas determinados.

e) Estaciones experimentales

Se seleccionaron dos plataformas rocosas en el centro del cinturón de huiro negro en Quebrada Onda (-21,68763 y -70,15393) Región de Antofagasta, con condiciones ambientales similares (e.g. pendiente y exposición al oleaje) para la experiencia de remoción de ejemplares en una superficie de 2 m². El mismo procedimiento se realizó en Chañaral de Aceituno (-29,014963 y -71,48488) y en Chungungo (-29,418023 y -71,32170) Región de Atacama y Coquimbo respectivamente. Se monitoreo en el tiempo el reclutamiento y coalescencia de individuos, contrastándolo con un área similar sin remoción de plantas (área control) (Figura 13).

f) Diseño experimental de parámetros poblacionales para huiros

Para los recursos HN, HP y HF se realizaron evaluaciones estivales en el marco del proyecto de seguimiento de planes de manejo en la Región de Atacama, los que estaban comprometidos como aporte complementario de IFOP en la Propuesta Técnica de este estudio. La metodología en detalle se puede revisar en Techeira *et al.*, (2021).

4.2.3.2. Muestreos biopesqueros

Los datos recopilados en terreno en el muestreo biopesquero, se ingresaron y validaron a través de softwares que IFOP posee para estos fines, los que consistieron en un sistema de ingreso de datos multiplataforma (SID_MP), y en un sistema de información del esfuerzo de muestreo (SIEM), ambos medios con canales independientes de emisión siguen un flujo con distintas etapas relativas a validación, migración, verificación y corrección de datos.

En terreno los observadores científicos codificaron las variables que identificaba la embarcación/recolector, área de procedencia, buzos, puerto, arte de pesca, unidad de la captura y precio de venta, haciendo uso de los maestros de códigos que dispone IFOP.



Como se señaló en párrafos anteriores, el proceso de levantamiento de información fue implementado por el departamento de gestión de muestreo (DGM) de IFOP. La sistematización de información estuvo durante todo el período de proyecto a cargo de un data-manager y un digitador.

El procesamiento de los datos se realizó en el programa de cálculo de indicadores que IFOP desarrolló para estos fines, el que contiene todos los estimadores comprometidos para dar respuesta a los objetivos planteados. Complementariamente, se empleó el software “R” (R Core Team, 2021), para desarrollar diversas gráficas que permiten visualizar los resultados obtenidos en este estudio.

- Resumen de los datos

Se generaron en este estudio cinco archivos incluidos en la base de datos:

- a) Desembarque: Esta base contiene los datos de la recolección de las variables contenidas en el formulario de registro diario de desembarques que incluyen datos económicos de precios en playa.
- b) Tallas: La base se pobló con los registros de tallas de los huiros muestreados por tipo de recolección y mes, lo que son concordante con los datos de la base de captura.
- c) Pesos: Los datos de peso se colectaron de los muestreos poblacionales.
- d) Económicos: Comprende los registros asociados a los procesos de transacción de primera venta de los recursos extraídos por evento.
- e) Usuarios: Contiene la información vinculada a los agentes extractores relacionado con su edad, nivel de formalidad y sexo.

Lo anterior permitió la generación de una base de datos en formato estándar. A su vez, facilitó la construcción y obtención de los distintos indicadores comprometidos en este estudio, lo que lleva a conocer el comportamiento observado de las principales variables e indicadores de desempeño de la actividad extractiva y de los atributos de las algas extraídas y/o recolectadas.

4.2.3.3. Muestreos socioeconómicos

- Número de recolectores/extractores: Para la estimación del número de recolectores/extractores se utilizaron dos fuentes de información asociadas a las declaraciones de



extracción: La primera, proviene del Sernapesca para el periodo 2021-2022, la cual permitió tener una estimación del universo de usuarios participantes en la extracción de algas pardas. La segunda, estuvo referida a los registros realizados por IFOP en este estudio en el marco de las actividades de monitoreo de la actividad extractiva, en el mismo periodo de tiempo, el cual permitió obtener una visión sobre las dinámicas de la actividad para el grupo muestral.

- **Edad y sexo:** La determinación de la edad se realizó mediante la aplicación del modelo de regresión lineal planteado por Villena (2019) correspondiente a $A = 1932.26 + 3.34 * E$, donde “A” representa el año de nacimiento y “R” el rol único nacional (RUT) de los usuarios. Para obtener la edad se resta el año de nacimiento al año actual bajo la ecuación $Edad = Año actual - A$
- **Grado de formalidad:** La estimación del universo de pescadores se realizó por medio de la información de los Registros de Pescadores Artesanales (RPA) proveniente del Sernapesca. Para estimar el nivel de formalidad se cruzaron los datos levantados por IFOP en las zonas de monitoreo con los RPA. De la vinculación se obtuvo información para un total de 198 pescadores, a los cuales se revisó si poseían el registro de las especies objetivo.
- **Nivel de dependencia:** Fue estimado por medio de la relación entre la cantidad de huiros respecto del total desembarcado para cada usuario. Para ello se utilizó la información de desembarque proveniente del Sernapesca para el periodo 2021-2022 entre las regiones de Arica y Parinacota hasta Valparaíso.
- **Precio Playa:** Provinieron del levantamiento de información realizado por IFOP para las caletas monitoreadas (2021-2022) en el marco de este estudio y del proyecto de Seguimiento de Pesquerías Bentónicas (SPB) realizado por la misma institución para las caletas de Chanavayita, Pichicuy y Los Molles. Se utilizó como precio el valor comercial estandarizado a precio kilo alga húmeda para los diferentes formatos y destinos de venta.
- **Mercado de destino:** La estimación se realizó con datos emanados de este estudio y recopilados por IFOP (2021-2022), a lo que se sumó, al igual que para la variable precio en playa, los datos recopilados en Chanavayita, Pichicuy y Los Molles. Para la obtención de una correcta



proporción sobre las cantidades destinadas a cada mercado se utilizó el desembarque estandarizado a peso húmedo.

- Precios FOB: La fuente de información provino de IFOP-Aduana para el periodo 2000 a 2021 para la totalidad de líneas de elaboración. No obstante, y dado que sobre el 99% de los volúmenes de exportación son transados bajo la línea alga seca, se puso especial énfasis en la evolución del valor FOB para dicha categoría.
- Ingresos brutos: Los datos provinieron de los registros obtenidos en la red de monitoreo de este estudio (2021-2022), unido a los datos aportados por el proyecto SPB. Su cálculo corresponde a la multiplicación entre las cantidades comercializadas y el precio de transacción para recolectores de orilla y extractores. En el caso de los buzos, la estimación del ingreso se consideró **el mecanismo de distribución de “a la parte”**, acordado generalmente por los pescadores asociado a una embarcación, donde, se considera a la embarcación como una parte más en la distribución de los ingresos. Este hecho permitió aproximar de mejor manera al ingreso bruto percibido por los usuarios evitando una sobre estimación de los mismos.

4.2.4 Georreferenciación

Toda la información geográfica levantada en el proyecto se guardó siguiendo los protocolos de información utilizados ampliamente por IFOP en sus programas de seguimientos de las distintas pesquerías que monitorea. Para esto se dispuso de equipos de posicionamiento global para **georreferenciar el “área de ocupación de la pradera”, los puntos muestreados dentro de ella,** además de todos los sitios de recolección de algas pardas levantados mediante encuestas.

Con los datos se generaron capas de información en formato shapefiles para su despliegue en sistemas de información geográfico. Las bases de datos georreferenciadas quedaron disponibles de acuerdo a lo señalado en la propuesta técnica.



4.3 Resultados

4.3.1 Personal participante

Para la implementación de los muestreos poblacionales, biológicos, pesqueros y socioeconómicos se gestionaron diversas actividades de capacitación y coordinación, con un equipo multidisciplinario conformado por las contrapartes técnicas (FIPA y SUBPESCA), investigadores, coordinadores territoriales y de campo, digitador, data manager y observadores(as) (capacitados para la toma de los datos en terreno), con el fin de lograr con éxito el desarrollo del conjunto de actividades planificadas que permitieron el levantamiento de datos en los diversos ámbitos del proyecto.

En el ámbito poblacional los muestreos en las praderas (estaciones), durante cada campaña a terreno, lo realizaron las contrapartes técnicas con profesionales y técnicos con experiencia en este tipo de estudio, además, demandaron una acabada planificación y conocimiento del ambiente marino, de las mareas y del estado del mar. La coordinación transversal de muestreos en el inter y submareal, permitió tener datos de calidad y avanzar en conocer la dinámica natural de las praderas de huiros.

Lo anterior, considerando que el trabajo se realizó en la zona de rompientes del intermareal al centro del cinturón de huiro negro y en los bosques submarinos de huiro palo donde se requiere tener licencia de buceo y equipo de apoyo artesanal (embarcación artesanal con motor fuera de borda, compresor y acumulador), patrón de embarcación, asistente de embarcación, con permisos, certificados al día y autorizaciones sectoriales correspondientes.

El IFOP fue el encargado de implementar y ejecutar el diseño de los ámbitos biológico, pesquero y socioeconómico en las áreas definidas con antelación. La descripción detallada del proceso de selección y reclutamiento de los observadores científicos que conformaron la red de monitoreo se explica en detalle en el Anexo 7, así también se describen los centros de monitoreo en la ZOE seleccionadas.

Todas las actividades de terreno desarrolladas en la red de monitoreo establecida, fue supervisada por coordinadores de campo del departamento de gestión de muestreo de IFOP o en su defecto por observadores científicos de planta IFOP calificados para hacer este trabajo. Así también, el



jefe del proyecto como profesionales de este estudio visitaron todos los centros de monitoreo durante el año 2021 y 2022, para conocer la actividad desarrollada y resolver los problemas planteados por los diversos observadores.

4.3.2 Capacitación

En el ámbito poblacional la capacitación fue realizada mediante el trabajo conjunto con el sector productivo (pescadores artesanales). Las consultoras y el personal de apoyo (recolector de orilla, patrón de embarcación, asistente de buzo, buzo y/o pescador), generaron procesos de trabajo colaborativo que favorecieron la transmisión de conocimiento y aprendizaje por parte de los usuarios de la pesquería de algas pardas.

Desafortunadamente fue complejo incentivar y convocar la participación masiva de recolectores/extractores en los muestreos directos, tanto para el levantamiento de datos de huiro negro (HN) y huiro palo (HP). El estado de pandemia no permitió convocar personas externas a los equipos de trabajo, ya que se requería de recursos financieros y disponibilidad de tiempo para realizar test de antígenos a las personas interesadas en la transferencia técnica. Lo cual no estuvo contemplado dentro del presupuesto inicial para personas ajenas a los equipos técnicos.

Por su parte, los observadores científicos contratados por IFOP para el muestreo biológico, pesquero y socioeconómico recibieron inducción a los protocolos de levantamiento de información en terreno. Esto significó entre otros: revisión de los protocolos, llenado de formularios, formas de medición, revisión de aspectos biológicos de los recursos objetivo de estudio, conocer maestros a emplear (códigos de buzos, extractores, flota, artes de pesca, recursos). Junto a lo anterior los observadores también recibieron capacitación asociada a aspectos administrativos propios de la institución. La capacitación realizada fue de forma presencial y/o vía remota dependiendo de la contingencia por pandemia del momento, no obstante, la estrategia utilizada fue aplicada bajo la filosofía del aprender haciendo, se puso énfasis en realizar visitas mensuales a cada centro de monitoreo, donde se revisó la información registrada y se realizaron las correcciones correspondientes, haciendo notar los errores más comunes que conlleva este tipo de trabajo. Lo anterior responde a que el llenado de formularios, solicitudes de códigos, codificación de información y los protocolos de levantamiento de datos exigidos por IFOP requieren de un seguimiento y capacitación continua para integrarlo con la actividad productiva de cada centro de



monitoreo. La transferencia de conocimientos fue un proceso continuo a lo largo del proyecto, que tuvo una mayor intensidad los primeros tres meses de este estudio, para ayudar a esto el departamento de gestión de muestreo preparó un instructivo de muestreo que sirvió de guía y consulta a los observadores contratados en los diferentes centros de monitoreo.

https://drive.google.com/drive/folders/1Y44h4FGZrN43ikr8x_oSoui4cp9pzTli?usp=sharing.

4.3.3 Ejecución de los diseños de monitoreos en los diferentes ámbitos.

Para una mejor comprensión de los datos levantados por la red de monitoreo implementada, en el presente informe, se presenta una síntesis de los resultados ordenados por ámbito (poblacional - biopesquero – socioeconómico), macrozona (norte grande y norte chico) y especies. Sin perjuicio de aquello, los diseños metodológicos de los diferentes ámbitos permiten análisis a diferentes escalas temporales y espaciales como por especie, en caso que existan requerimientos específicos de los usuario.

4.3.3.1 Muestreo poblacional macrozona norte grande (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta).

a) Indicadores levantados en las evaluaciones poblacionales

a.1) Densidad por localidad, estación del año y estrato de tamaño para huiro negro.

El análisis de la evolución espacial y temporal del indicador densidad (individuos por m²) en huiro negro para la macrozona norte grande, discriminó entre individuos reclutas (< 5 cm DD), juveniles (entre 5,1 y 20,0 cm DD) y plantas adultas (> a 20,1 cm DD).

Reclutas. Se observó lugares como Pozo dorado (Pisagua) con una estabilización de las curvas con respecto a la abcisa, lo que implica que se ha mantenido la densidad de planta en un rango de valores muy similares. Otras localidades mostraron una evolución con disminución de la densidad promedio, casos observados en Río Seco, Lagarto, Vicuña (El Cobre) y Cifuncho; siendo las localidades de Río Seco y Los Patos (Punta Arenas) los que presentaron los descensos mayores en sus densidades promedio de reclutas. Sólo en tres localidades se observó un repunte de la densidad promedio de reclutas: Punta Gruesa, Aguadita (Los Verdes) y La Hacienda (El



Cobre), resultando con un incremento más homogéneo en el tiempo la tercera de ellas, dado que las dos anteriores solo expusieron mayores densidades en el último muestreo.

Juveniles. En siete de las 10 localidades estudiadas la fracción juvenil mostró un incremento en la densidad hacia el último periodo de muestreo, con incrementos considerables de este indicador en: Camarones, Río Seco y La Hacienda, con valores superiores a 0,5 plantas/m² con respecto al momento inicial del estudio. Caso contrario se detectaron en las localidades de Lagarto y Cifuncho donde se observó una caída de las densidades promedio.

Adultos. Las curvas de evolución de las densidades promedio, en general presentaron una tendencia a la estabilidad de este indicador en varias localidades, no destacando una temporada que permita indicar que se caracteriza por la presencia de plantas más longevas. En siete de las diez localidades las curvas de tendencia de densidades de plantas adultas muestran una disminución de los valores de densidad promedio, con respecto al primer periodo de muestreo, lo que genera una alarma con respecto a la situación de este estrato de edad y podría esto ser un índice que refleja un estado de sobre explotación del recurso. Sólo en la localidad de Punta Gruesa se ve una evolución ha mayores valores de densidad, pero con incrementos que parecen poco significativos (Figura 14).

En general los adultos presentaron una menor densidad, y sólo en una ocasión, en Punta Gruesa, los valores promediaron más de 1 planta/m². Las densidades de los juveniles mostraron algunas densidades sobre 2 plantas/m² y los reclutas una mayor presencia que les permitió alcanzar valores de densidades superiores a 2 plantas/m².

a.2) Densidad por localidad y estrato de tamaño para huiro negro

El huiro negro presentó densidades entre 0 y 11,9 plantas/m², este último valor en Río Seco. Nueve de las diez localidades estudiadas presentaron periodos en que no se detectó la presencia de adultos ni reclutas, en cambio la fracción juvenil solo mostró esta situación en el 50% de las localidades.

Al hacer un análisis por rango de tamaños, en los adultos las densidades variaron entre 0,0 y 2,8 plantas/m², valor máximo observado en Río Seco. En cada localidad (10), existió temporadas en que no se detectó ninguna planta adulta. Las menores densidades, se presentó en Los Patos, donde la densidad promedio fue 0,14 plantas/m² y la mayor densidad promedio de 0,8 plantas/m²



en Pozo Dorado y sur de Cifuncho. La mayor densidad de plantas adultas se detectó en la localidad de Río Seco, con 2,8 plantas/m², pero de forma muy ocasional.

La situación de los juveniles de huiro negro presentó mejores resultados que la de los adultos y reclutas en varias localidades, lo que se reflejó en que en siete de ellos la mediana de las densidades son superiores a los otros estratos de talla. La mejor condición se observó en Aguadita, en donde la densidad promedio para el total del periodo de estudio alcanzó a 1,92 plantas/m² y el valor de la mediana resultó ser similar. En Río Seco, donde si bien la densidad promedio de juveniles resultó menor y solo llegó a 1,53 plantas/m², hubo periodos en que se detectaron densidades de hasta 6,1 plantas/m². Por el contrario, en Lagarto sobre un 25% de las ocasiones que se muestreó no se detectó la presencia de juveniles y su densidad promedio alcanzó sólo a 0,42 plantas/m².

Para el caso de los reclutas la mejor condición de densidad fue en Río Seco, hasta 12 plantas/m² y su densidad promedio alcanzó a 1,8 plantas/m². Esta localidad también mostró el mayor valor de la mediana para este indicador, lo que significa que el 50% de las densidades obtenidas estaban sobre ese valor (1 plantas/m²). Por otra parte, la condición más precaria de reclutas se observó en Lagarto, la densidad promedio fue de 0,34 plantas/m² y el primer cuartil de los datos entrega una densidad media igual a 0,0 plantas/m² (Figura 15).

a.3) Talla media (diámetro del disco de fijación) de huiro negro

Los muestreos de tallas mostraron que prácticamente en todas las localidades el 75% de las plantas de huiro negro tienen su disco de fijación de tamaño menor a los 20,1 cm. No obstante lo anterior, en nueve de las diez localidades analizadas se encontraron algunas plantas con tallas igual o superior a los 40 cm y solo Aguadita mostró siempre plantas donde este indicador era menor a 40 cm. Camarones y Río Seco presentaron la mayor proporción de plantas con discos de fijación de menor diámetro, si bien la mayor talla se registró en Camarones (55 cm) y en todas las localidades el valor mínimo observado fue de 1 cm. El valor promedio de todos los discos de huiro negro evaluados no superó los 15 cm (Figura 16).

a.4) Estructura de talla en huiro negro:

La distribución de frecuencia de los diámetros de los discos de fijación de las algas por cada localidad indican que la mayor proporción de las algas presentó discos muy pequeños, menores a



2 cm, sobrepasando con esta condición el 20% del total de las algas evaluadas en las localidades de Camarones y Los Patos, lo que es un indicador de la juvenilización de las praderas de estos lugares. En Lagarto la talla muestra una distribución de frecuencia más homogénea que se mantuvo entre 2,5 y 5% para cada valor de los diámetros, situación que se mantuvo hasta los 22 cm, de ahí la frecuencia disminuye a menores valores, situación similar a Pozo Dorado y Punta Gruesa, sin embargo, tallas de 2 cm de diámetro se muestran en una mayor proporción. Por otro lado, en Pozo Dorado, Punta Gruesa y sur de Cifuncho se presentan las frecuencias más importantes de algas con tallas superiores a 20,1 cm de diámetro, lo que estaría indicando que existe una mayor proporción de algas de mayor tamaño con valores de 18%, 22% y 23% respectivamente (Figura 17).

a.5) Relación talla peso huiro negro

En todos los sitios estudiados existió una correlación positiva entre el peso de la planta y el diámetro de su disco (talla). La mejor correlación se presentó en Aguadita, sobre un 80%, aunque su ajuste contempló un rango de tamaños más acotado. En general las curvas de correlación fueron mayores al 50% y presentaron diferencias entre los diversos sectores (Figura 18). Los datos permitieron calcular de manera global un peso medio total por m², como también ajustar un modelo logístico, con el cual se puede estimar el peso a la talla y proporcionarlo con las estructuras de tallas para realizar cálculos de biomasa con mayor exactitud en cada sitio de estudio.

a.6) Densidad estacional huiro palo.

En las densidades medias estacionales de las plantas de huiro palo se observó tres tendencias; lugares y estratos de talla que mantienen su densidad a lo largo del estudio, lo que se manifiesta principalmente a nivel de juveniles y adultos, unos pocos lugares y estratos de talla que muestran un incremento de las densidades con el tiempo y por último lugares - estratos de tamaños que muestran una caída en las densidades promedio hacia la temporada final del análisis.

Las plantas adultas evidenciaron un pequeño incremento de la densidad promedio hacia el final del estudio en Punta Gruesa y sur de Cifuncho, una disminución de su presencia a lo largo del periodo en Aguadita, Lagarto y El Blanco, mostrando ausencia de plantas adultas en esta última localidad mencionada.



Los ejemplares juveniles de huiro palo, mostraron un alto grado de homogeneidad en el valor de la densidad promedio a medida que avanzó el estudio, es así que en siete de las nueve estaciones este parámetro se mantuvo prácticamente en la misma magnitud, lo que se refleja en curvas muy paralelas a la abscisa a lo largo del periodo analizado. No hubo ninguna localidad con un incremento en el número de juveniles y las localidades Aguadita y Río Seco mostraron un decrecimiento de las densidades promedios a medida que se desarrolló el estudio.

Las curvas que muestran la evolución de la densidad promedio de reclutas resultaron ser más irregulares con respecto al tiempo. Es así, que en varias localidades se denota un incremento notorio de las densidades promedio, lo que se puede relacionar con periodos de reclutamiento, estos concuerdan en varias ocasiones con el periodo de verano. Sin embargo, en Lagarto se observó una caída de los reclutas en el tiempo, lo que se correlaciona de la misma manera con los adultos en dicho lugar. Un incremento en la densidad promedio de reclutas se detectó en Punta Gruesa, Río Seco y Norte Taltal. Lugares como Pisagua, Aguadita, Punta Arenas, El Blanco y sur de Cifuncho evidenciaron mantener prácticamente el mismo valor de densidad al final e inicio del periodo de estudio (Figura 19).

a.7) Densidad por localidad de huiro palo

Las densidades de huiro palo en la macrozona norte variaron entre ausencia total de plantas, hasta un máximo de 12,0 plantas/m², situación esta última que se detectó en norte Taltal. La ausencia de algas de distintos tamaños se evidenció en todas las localidades, al menos una vez en alguna de las 10 áreas evaluadas en cada muestreo.

Para las plantas adultas las densidades promedios variaron entre 0,21 y 0,78 plantas/m² situación esta última en Punta Arenas. No obstante, la mayor densidad evaluada se presentó en Aguadita con un valor de 2,9 plantas/m². Es importante hacer notar, que en todas las localidades estudiadas (9), existió temporadas con unidades muestrales en que no se detectó ninguna planta adulta. Al analizar la densidad por localidad se puede indicar que las menores densidades, se presentaron en El Blanco, donde el valor promedio alcanzó a 0,21 plantas/m².

Los juveniles de huiro palo presentaron una mejor condición en Punta Arenas, la densidad promedio para el total del periodo de estudio alcanzó a 0,66 plantas/m². Una vez más los resultados logrados en Río Seco, donde si bien la densidad promedio de juveniles llegó a 0,34



plantas/m² hubo periodos en que se detectaron densidades de hasta 2,4 plantas/m². Al igual que para las plantas adultas El Blanco presentó las menores densidades de juveniles, en donde incluso sobre un 25% de las ocasiones de muestreo no se detectó la presencia de juveniles y su densidad promedio alcanzó a 0,1 plantas/m².

Para el caso de los reclutas la mejor condición de densidad promedio se detectó en Punta Arenas, 0,85 plantas/m². Sin embargo, hubo localidades como Norte Taltal que llegaron a mostrar densidades de hasta 12 plantas/m². Por otra parte, la condición más precaria de reclutas se observó en Sur de Cifuncho y El Blanco donde la densidad promedio alcanzó a 0,01 plantas/m² y el primer cuartil de los datos entrega una densidad media de 0,01 plantas/m². Resalta el caso de los reclutas en la localidad de Punta Gruesa, en que en 368 unidades muestrales no se registró la presencia de reclutas (Figura 20).

a.8) Talla media de huiro palo en la macrozona norte grande

Las plantas con disco de fijación de mayor diámetro (47 cm) se encontraron en Punta Gruesa, Aguadita y Punta Arenas pero con una baja frecuencia. El Blanco y Sur de Cifuncho presentaron la mayor proporción de plantas con discos mayores a 20,1 cm. Por el contrario, en Junín, Río Seco, Lagarto y Norte Taltal, el 75% o más de las algas mostraron tener un disco de diámetro menor a 20 cm, lo que puede dar cuenta de la juvenilización de estas praderas (Figura 21).

a.9) Estructura de talla en huiro palo

En cinco de las nueve localidades hubo una mayor frecuencia de algas de discos pequeños (1cm). Las localidades de Sur de Cifuncho (56%), El Blanco (55%) y Aguadita (45%) mostraron las mayores frecuencias de tamaño del diámetro del disco de fijación, en algas con discos con más de 20,1 cm de diámetro, lo que sugiere la existencia de un número importante de algas con mayor tiempo en la pradera (Figura 22).

a.10) Relación talla peso huiro palo

La correlación entre el peso de las algas y tamaño (diámetro del disco de fijación) fueron mayores al 50% en todos los sitios estudiados en la macrozona norte grande. Cuatro de nueve localidades muestreados mostraron valores de correlación superiores al 70%. Los datos permitieron calcular de manera global un peso medio total por m², como también ajustar un modelo logístico, con el



cual se puede estimar el peso a la talla y proporcionarlo con las estructuras de tallas para realizar cálculos de biomasa con mayor exactitud en cada sitio de estudio (Figura 23).

b) Evaluaciones complementarias

En el norte grande, el incremento promedio anual del DD de las plantas marcadas de huiro negro fue cercano a 5 cm, con valores entre 3 y 8 cm, mientras que la longitud de la fronda presentó un rango de incremento entre 10 y 40 cm, con un incremento promedio anual en torno a los 18 cm. Para huiro palo el primer indicador fue cercano a 4 cm, variando entre 3 y 5 cm; mientras que, el segundo referido a la longitud de la fronda tuvo incremento medio anual alrededor de los 15 cm, con valores mínimos y máximos de 1cm y máximos de 30 cm (Figura 24).

b.1) Estaciones experimentales

- Quebrada Onda

El diámetro mayor del disco de adhesión, se utilizó como estructura de talla para evaluar y monitorear la coalescencia y mortalidad de plantas de huiro negro, en un sitio seleccionado que fue sometido a denudación experimental. En relación a los resultados encontrados, existe una tendencia temporal del proceso de renovación de la población a través del reclutamiento, en el sitio experimental y control (Figura 25). La estructura de talla en el sitio experimental, antes de la remoción de las plantas (T0), se caracterizó por la menor presencia de plantas adultas, junto con una fracción más representativa de plantas reclutas y juveniles; una estructura de tallas similar se presentó en el sitio control (sin remoción de plantas). La estructura de talla de la población en el sitio experimental, monitoreada posterior a la remoción total de plantas (T1), se caracterizó por la presencia de plantas reclutas, por otra parte, que en el sitio control se detectó una leve disminución de la fracción de plantas reclutas, una disminución en la fracción de juveniles y la no presencia de plantas adultas, probablemente asociada a una remoción activa en el sitio experimental. En el siguiente período de monitoreo estacional (T2), la estructura de talla en el sitio experimental siguió dominada por reclutas, sin la presencia de plantas juveniles; mientras que, en el sitio control se presentó un gran aumento de plantas reclutas, una disminución de la incidencia de juveniles y se mantuvo la no presencia de plantas adultas. En el último monitoreo estacional (T3), la estructura de talla en el sitio experimental, siguió siendo dominada por plantas reclutas y se detectó un incremento de la fracción de plantas juveniles. La ausencia de plantas adultas sugirió que la



renovación en la población demora más de un año después de haber efectuado la remoción. En cambio, la estructura de tallas en el sitio control, sugirió una renovación a lo menos anual de plantas adultas a través del crecimiento de los reclutas y juveniles, luego de una actividad de barroteo de plantas adultas.

El proceso de coalescencia de plantas de huiro negro en el sitio experimental no fue posible detectarlo, posiblemente asociado a la baja tasa de reclutamiento. El proceso de coalescencia de plantas de huiro negro en el sitio control también fue detectado en los monitoreos entre plantas reclutas y plantas juveniles, con una incidencia que varió entre 7 y 40% del total de las plantas, desde el primer monitoreo (Tabla 8).

La mortalidad de plantas de huiro negro en el sitio experimental, al igual que la coalescencia, no se pudo detectar (Tabla 8). La mortalidad de plantas de huiro negro en el sitio control también ocurrió principalmente en plantas reclutas y juveniles, variando entre 20 y 27% del total de las plantas (Tabla 9).

4.3.3.2 Muestreo poblacional macrozona norte chico (regiones de Atacama y Coquimbo)

a) Indicadores levantados en las evaluaciones poblacionales

a.1) Densidad por localidad, estación del año y estrato de tamaño para huiro negro

La densidad de huiro negro (*Lessonia berteroana/spicata*) fue analizada en tres clases de tamaños del diámetro máximo del disco de adhesión, al igual como se hizo en la macrozona norte grande: individuos reclutas (< 5 cm), juveniles (entre 5,1 y 20,0 cm) y adultas (> a 20,1 cm)

Reclutas. En todos las localidades de estudio hubo reclutamiento estacional de huiro negro, aunque la densidad de reclutas en las poblaciones fue sitio específico (Figura 26). En los diversos sectores, la densidad de reclutas varió entre estaciones del año, no obstante, este indicador persistió en cada una de ellas, alcanzando un valor promedio que osciló entre 1 y 6 plantas/m². Además, en algunas poblaciones, como por ejemplo, la población de huiro negro en Caleta Hornos se observó una alta variabilidad entorno al valor promedio de densidad de reclutas, sugiriendo reclutamientos en parches.



Juveniles. La presencia de plantas juveniles fue otra característica propia de las poblaciones de huiro negro estudiadas, con un valor de densidad que, al igual que los reclutas, fue sitio específico (Figura 26). La densidad de juveniles osciló estacionalmente entre 1 y 6 plantas/m², aunque persistió durante todo el periodo de estudio

Adultos. La densidad de plantas adultas también fueron sitio específico (Figura 26), variando entre estaciones del año, osciló entre 1 y 2 plantas/m².

Los valores de densidad promedio de reclutas y juveniles obtenidos en este estudio (2021-2022), sugiere que las poblaciones de huiro negro están en proceso de renovación de la fracción de plantas adultas en cada localidad, como también varían entre transectos dentro de un mismo sitio, produciendo una alta variabilidad o valores fuera de rango en la densidad de reclutas y juveniles. Lo anterior, se observó en todas las localidades, pero resaltó particularmente en Caleta de Hornos, El Toro y Maitencillo (Figura 27).

a.2) Estructura de tallas de huiro negro.

La estructura de tallas de este recurso, sugieren que el proceso de renovación de la fracción de plantas adultas es sitio específico y las poblaciones están caracterizadas por una mayor fracción porcentual de plantas juveniles y reclutas en comparación con plantas adultas (esta fracción está indicada por una línea roja punteada en la Figura 28).

La talla media del diámetro máximo del disco de adhesión de las plantas que componen las poblaciones de huiro negro presentaron tamaños que son típicamente juveniles (Figura 29); y además, estaban por debajo de la talla mínima de extracción recomendada en la literatura como criterio de explotación sustentable de poblaciones de huiro negro (>20 cm de diámetro máximo del disco de adhesión).

a.3) Relación talla peso huiro negro

La correlación entre el peso de las algas y tamaño (diámetro del disco de fijación) fueron fuertemente correlacionadas en la macrozona, estimándose en todos los sitios muestreados valores superiores al 90%, con excepción de Carrizal bajo, único sitio que presentó un rango de tallas más amplio con individuos grandes. Se calculó de manera global un peso medio total por m² y se ajustó un modelo logístico, con el cual se puede estimar el peso a la talla y proporcionarlo con



las estructuras de tallas para realizar estimaciones de biomasa con mayor exactitud en cada sitio de estudio (Figura 30).

a.4) Densidad por localidad de huiro palo

La densidad de huiro palo para la macrozona, también fue analizada en tres clases de tamaños del diámetro máximo del disco de adhesión: individuos reclutas (< 5 cm DD, juveniles (entre 5,1 y 20,0 cm DD) y adultas (> a 20,1 cm DD).

Reclutas. La densidad promedio de reclutas varió entre sitios durante el periodo de estudio (Figura 31). En general, este indicador en las poblaciones tuvo valores promedios que oscilaron entre 0,1 y 1 plantas/m². Una excepción ocurrió en Maitencillo donde se observó una alta variabilidad entorno al valor promedio de densidad de reclutas, con un máximo en primavera cercano a 2 plantas/m².

Juveniles. La densidad promedio de juveniles también varió entre sitios durante el periodo de estudio (Figura 31). Al igual que la densidad de reclutas, las plantas juveniles en las poblaciones de huiro palo también tuvieron valores promedios que oscilaron entre 0,1 y 1 plantas/m².

Adultos. La densidad promedio de plantas adultas también fue sitio específico (Figura 31). Tal como fue descrito para la densidad de reclutas y juveniles, la densidad promedio de plantas adultas en las poblaciones de huiro palo durante el periodo en los sitios de estudio osciló entre 0,1 y 1 plantas/m².

Los procesos de renovación de la fracción juvenil o adulta en las poblaciones de huiro palo, varían entre transectos dentro de un mismo sitio de estudio, produciendo una alta variabilidad o valores fuera de rango en la densidad de reclutas y juveniles. Lo anterior, se observa en la mayoría de los sitios de estudios, pero resalta particularmente en Puerto Aldea y Maitencillo (Figura 32).

a.5) Estructura de tallas de huiro palo.

La estructura de tallas de este recurso sugiere que el proceso de renovación de la fracción de plantas adultas es sitio específico (Figura 33). En el norte Chico, las poblaciones están caracterizadas por un balance entre la fracción porcentual de reclutas (cuando están presentes), juveniles y plantas adultas reproductivas (esta fracción está indicada por una línea roja punteada en la Figura 33). En general, los reclutas están presentes en la población cuando se detecta una



compresión de los tamaños de la fracción de plantas adultas (e.g., Puerto Aldea, Maitencillo, Punta Talca), y podría ser una señal de explotación activa (e.g., barroteo) en el sitio de estudio. Además, la talla media del diámetro máximo del disco de adhesión (DD) de las plantas estudiadas presentaron tamaños que oscilaron entorno a la fracción adulta reproductiva (Figura 34); excepto en los sitios ubicados hacia el sur de la Región de Coquimbo, donde los tamaños medios estaban por debajo de la talla mínima de extracción recomendada en la literatura como criterio de explotación sustentable de poblaciones de huiro palo (>20 cm de diámetro máximo del disco de adhesión).

a.6) Relación talla peso huiro palo

La correlación entre el peso de las algas y tamaño (diámetro del disco de fijación) fueron fuertemente correlacionadas, observándose en todos los sitios muestreados valores superiores al 90%, los rangos de tamaños, lo que evidencia que resulta más eficiente cosechar plantas sobre los 20 cm. Al igual que para huiro negro se calculó de manera global un peso medio total por m², y se ajustó un modelo logístico, con el cual se puede estimar el peso a la talla y proporcionarlo con las estructuras de tallas para realizar cálculos de biomasa con mayor exactitud en cada sitio de estudio (Figura 35).

b) Evaluaciones complementarias

b.1) Monitoreo de plantas usando marcaje/recaptura

En el norte chico, el incremento promedio anual del diámetro del disco de las plantas marcadas de huiro negro fue cercano a 10 cm, mientras que la longitud de la fronda tuvo un incremento promedio anual alrededor de 40 cm. Para huiro palo el primer indicador fue cercano a 10 cm, mientras que el segundo referido a la longitud de las frondas tuvo un incremento promedio anual en torno a los 25 cm, que fue notorio al comienzo del monitoreo (Figura 36).

b.2) Estaciones experimentales

- Chañaral de Aceituno (Región de Atacama)

La estructura de talla (basado en el diámetro mayor del disco de adhesión) en la estación de denudación experimental para monitorear la coalescencia y mortalidad de plantas de huiro negro mostró una tendencia temporal del proceso de renovación de la población a través del reclutamiento, tanto en el sitio experimental como en el sitio control.



La estructura de talla en el sitio experimental, antes de la remoción de las plantas (T0), se caracterizó por la presencia de plantas adultas, junto con una fracción representativa de plantas reclutas y juveniles; una estructura de tallas semejante ocurrió en el sitio control (sin remoción de plantas). La estructura de talla de la población en el sitio experimental, posterior a la remoción de todas las plantas (T1), es decir 124 días o 4 meses después de la remoción, se caracterizó por la presencia de reclutas, mientras que en el sitio control se detectó una disminución de la fracción de plantas reclutas, un aumento en la fracción de juveniles y la presencia de plantas adultas. En el siguiente monitoreo estacional (T2), luego de 222 días o 7 meses posterior a la remoción, la estructura de talla en el sitio experimental siguió dominada por reclutas, con un porcentaje mínimo de plantas juveniles; mientras que, en el sitio control hubo una disminución de la fracción de plantas reclutas, y un aumento de juveniles, así como de plantas adultas. En el último monitoreo estacional (T3), luego de un año de la remoción, la estructura de talla en el sitio experimental, continuó siendo dominada por plantas reclutas, aunque se observó un incremento de la fracción de plantas juveniles. La ausencia de la fracción adulta sugiere que la renovación de plantas adultas en la población demora más de un año después de haber efectuado la remoción. En cambio, la estructura de tallas en el sitio control, sugiere una renovación anual de adultos a través del crecimiento de los reclutas y juveniles, luego de una actividad de barroteo de tamaños mayores (Figura 37).

El proceso de coalescencia de plantas de huiro negro en el sitio experimental fue activo entre plantas reclutas y juveniles, a través del monitoreo, con una ocurrencia que varió entre el 22 y 28% del total de las plantas. Aunque el proceso de coalescencia pudo haber comenzado en las plantas reclutas antes del primer monitoreo (T1), no obstante, no pudo ser efectivamente documentado, y el registro reflejó la ausencia de coalescencia. El proceso de coalescencia de plantas de huiro negro en el sitio control, también fue activo entre plantas reclutas y plantas juveniles, a través del monitoreo, con una ocurrencia que varió entre el 9 y 23% del total de las plantas. El proceso de coalescencia entre plantas reclutas en el sitio control fue activo desde el primer monitoreo (T1) (Tabla 10).

La mortalidad de plantas de huiro negro en el sitio experimental ocurrió preferentemente en plantas reclutas y juveniles, variando entre el 21 y 26% del total de las plantas. La mortalidad de plantas de huiro negro en el sitio control también ocurrió principalmente en plantas reclutas y juveniles, a



través del monitoreo, variando entre 5 y 6% del total de las plantas. El menor porcentaje de mortalidad registrado en el sitio control en comparación con el sitio experimental durante el período de monitoreo (Tabla 10), ha sido atribuido al efecto de protección que ejercen las frondas de las plantas adultas en los reclutas, que evitan la herbivoría y la desecación.

- Chungungo Región de Coquimbo

Similar a lo descrito en Chañaral de Aceituno, la estructura de talla (basado en el diámetro mayor del disco de adhesión) en la estación de denudación experimental para monitorear la coalescencia y mortalidad de plantas de huiro negro hubo una tendencia temporal del proceso de renovación de la población, a través del reclutamiento, en el sitio experimental y en el sitio control. La estructura de talla en el sitio experimental, antes de la remoción de las plantas (T0), se caracterizó por una representación mínima de plantas adultas y juveniles, junto con una fracción mayor de reclutas (80%), similar a lo registrado en el sitio control (60% de reclutas), muy típico de una población explotada en proceso de renovación. La estructura de talla de la población en el sitio experimental, posterior a la remoción de todas plantas (T1), 137 días después (casi 5 meses), se caracterizó por los reclutas y una mínima representación de plantas juveniles, mientras que en el sitio control se mantuvo la proporción de reclutas, juveniles y plantas adultas registrada en T0. En el siguiente monitoreo estacional (T2), a 233 días de la remoción (casi 8 meses) la estructura de talla en el sitio experimental indicó que la población continuó siendo dominada por la fracción de reclutas, con una menor representación de plantas juveniles; mientras que, en el sitio control hubo una disminución de reclutas, y una persistencia de juveniles y plantas adultas. En el último monitoreo estacional (T3), después de un año, la estructura de talla en el sitio experimental, estuvo dominada por plantas juveniles, junto con reclutas; la menor presencia de plantas adultas en la población sugiere que la renovación de esta fracción demora más de un año en la población después de haber efectuada la remoción. En cambio, la estructura de tallas en el sitio control, sugiere una renovación anual de plantas adultas a través del crecimiento de plantas reclutas y juveniles luego de una actividad de post barroteo. Destaca el efecto de un evento de barroteo de plantas adultas al final del monitoreo en el sitio control (Figura 38)

El proceso de coalescencia de plantas de huiro negro en el sitio experimental fue activo entre plantas reclutas y plantas juveniles, a través del monitoreo, con una ocurrencia que varió entre el 40 y 33% del total de las plantas. Aunque el proceso de coalescencia pudo haber comenzado en



las plantas reclutas antes del primer monitoreo (T1); no obstante, semejante a Chañaral de Aceituno, no pudo ser efectivamente documentado, y el registro reflejó la ausencia de coalescencia. El proceso de coalescencia de plantas de huiro negro en el sitio control también fue activo entre plantas reclutas y plantas juveniles, a través del monitoreo, con una ocurrencia que varió entre 16 y 28% del total de las plantas. El proceso de coalescencia entre plantas reclutas en el sitio control fue activo desde el primer monitoreo (T1) (Tabla 11).

La mortalidad de plantas de huiro negro en el sitio experimental ocurre preferentemente en plantas reclutas y plantas juveniles, a través del monitoreo, variando entre el 33 y 40% del total de las plantas. La mortalidad de plantas de huiro negro en el sitio control también ocurre principalmente en plantas reclutas y juveniles, a través del monitoreo, variando entre 24 y 50% del total de las plantas. El mayor porcentaje de mortalidad registrado en el sitio control en comparación con el sitio experimental al final del período de monitoreo, se atribuye al barroteo de plantas adultas, mientras que el efecto de protección que ejercen las fondas de las plantas adultas sobre los reclutas (Santelices 1982), se observa al comparar la mortalidad de plantas entre sitio experimental y control en el monitoreo T2 (Tabla 11).

En síntesis, los sitios experimentales del norte chico presentaron diferencia en las estructuras de tamaño al inicio del experimento (T0) de remoción, pero presentaron resultados similares. En los sitios donde fueron removidos la totalidad de las plantas, al cabo de un año no presentaron una fracción adulta representativa en la población, pero en ambos casos existió un buen reclutamiento. Los sitios controles demostraron que los adultos son importantes para disminuir la mortalidad natural de juveniles y reclutas, mientras que las proporciones de coalescencia fueron activas en la fracciones juveniles y reclutas de ambos sitios, siendo mayor en las zonas de remoción total.

El análisis global muestra que las proporciones de tamaños en las praderas evaluadas de huiro negro presentan variabilidad y no se pueden establecer patrones temporales. Los cambios de las proporciones son sitio – específicas. En general las praderas de huiro negro presentaron una menor representación de la fracción adulta, la juvenilización fueron más evidentes en las regiones del norte chico (Atacama y Coquimbo), aunque los sitios de Río Seco y Los Patos, ubicadas en las regiones del norte grande mostraron escasa presencia de adultos en el período de estudio (Figura 39).



El análisis comparativo de los principales indicadores poblacionales de huiro negro y huiro palo muestran diferencias intra e interespecíficas. En general las densidades de huiro negro fueron mayores que huiro palo en la totalidad de los sitios de estudio. La densidad de huiro palo fue menor a los 3 ind/m² y la de huiro negro estuvieron sobre este valor; la biomasa de huiro negro no superó los 4 kg/m², mientras que la de huiro palo fue mayor, en especial en los sitios de Atacama y Coquimbo. Con relación a los tamaños de las algas el huiro negro estuvo por debajo de los 15 cm de diámetro máximo de disco y el huiro palo cercano a los 20 cm. (Figura 40).

También se observaron algunas diferencias intraespecíficas en ambas especies. En el huiro negro las mayores densidades se registraron en el norte chico (regiones de Atacama y Coquimbo), mientras que la biomasa media fue similar en toda el área de estudio, las tallas del norte grande presentaron menor variación que las del norte chico, pero en ambos casos el valor medio se ubicó en torno a los 12 cm, con excepción de Río Seco y Los Patos con valores incluso más bajos. Respecto al huiro palo la mayor diferencia la presentó la biomasa, siendo mayor en la zona norte chico, pero más variable que los sitios del norte grande, la tallas presentaron variación en torno a los 15 cm en toda la zona de estudio (Figura 40). Todos los indicadores presentaron variabilidad y realidades sitio/específicas.

4.3.4 Monitoreo de los ámbitos biológico, pesquero y socioeconómico

A continuación, se entregan los principales resultados de la información recolectada en los centros de muestreo para el período comprendido entre enero 2021 y enero de 2022. Si bien estos resultados son presentados en una escala temporal y espacial definida, el diseño permite definir escala relacionadas al interés de cada usuario.

4.3.4.1 Desembarques

El desembarque de las especies de huiros que se utilizó para los análisis corresponde al desembarque estandarizado por kilogramo de alga húmeda.

De los 14 sitios analizados, tres de ellos registraron desembarques para las tres especies de huiros (negro, palo y flotador), siendo estos Puerto Aldea, Los Molles y Pichicuy, todos ubicados en la macrozona del norte chico. En otros cinco sectores se monitoreo desembarque de huiro negro y huiro palo (Pisagua, Caleta Lagarto, Cifuncho, Barranquilla y Limarí), mientras que, en Río Seco,



Chanavayita y Caleta Buena los pescadores extrajeron y/o recolectaron solo huiro negro. De similar forma, en Chañaral de Aceituno y Maitencillo solo se registró huiro palo. Finalmente, en bahía Chasco se reportaron desembarques exclusivamente de huiro flotador (Figura 41). Los valores totales monitoreados alcanzaron las 21.035 t, compuestas por 7.494 t de huiro flotador, 6.280 de huiro negro y 7.261 de huiro palo (Tabla 12).

En términos generales, los desembarques monitoreados por viaje presentaron diferencias, conforme a la dinámica extractiva del centro de monitoreo. Las mayores cifras las presentó Pisagua (Barranco Colorado) y Caleta Lagarto que correspondieron a lugares de difícil acceso, por lo cual los recolectores realizaron largas jornadas de recolección y acopio, hasta juntar la cantidad necesaria para entregar a un comprador, por lo cual se realizaron viajes de varios días, pero de alto volumen con cifras concentradas sobre las 5 t. Por su parte, Cifuncho presentó una situación similar, pero solo en la recolección de huiro negro, el huiro palo fue extraído mayoritariamente por buceo desde su AMERB, alcanzando cifras medias en torno a las 2,5 t por viaje. Los centros de Río Seco, Chanavayita y Caleta Buena tuvieron una realidad extractiva diferente, su fácil acceso y cercanía a plantas de picado intermedio, originó viajes de corta duración y bajo volumen con valores en orden de los cientos de kg. En la zona norte chico tomaron relevancia los desembarques de huiro palo, ya sea por buceo desde pozones como sucede en Barranquilla o por barroteo en bote como en la totalidad de los centros de desembarque, alcanzando cifras medias en torno a los 2 t con excepción de Chasco, donde la actividad estuvo concentrada exclusivamente en huiro flotador con desembarques en torno a los 2 t, la actividad extractiva de huiro negro solo fue mayoritaria en Los Molles con viajes que superaron las 2 t (Figura 41).

En relación con el desembarque medio en una escala temporal (estaciones del año, desde el verano del 2021). En la macrozona del norte grande se observó tendencias diferenciales en aquellos centros que presentaron los mayores desembarques de huiro negro. En Pisagua se registró un descenso en los desembarques, alcanzado niveles menores a las 5 t a partir del invierno del 2021. En Caleta Lagarto las capturas aumentaron manteniéndose cercanas a las 10 t desde la temporada de invierno del 2021, en cambio en Cifuncho los valores medios decrecieron en torno a las 5 t en las últimas dos estaciones registradas. Los centros con menor desembarque no presentaron tendencias marcadas, al igual que aquellos puertos con actividad continua sobre huiro palo. Caleta Lagarto mantuvo desembarques variables en torno a las 5 t, mientras que en



Cifuncho estos valores alcanzaron alrededor de las 2,5 t. En la zona del norte chico las tendencias de huiro flotador y huiro palo no presentaron cambios notorios, estos recursos se manejan con cuotas designadas por las organizaciones de recolectores dentro de su plan o área de manejo, autorizando desembarques cercanos a las 2 t en la totalidad del periodo. Para huiro negro tampoco se observaron tendencias claras, las mayores variaciones locales las presentó Los Molles, pero con cifras bajo las 5 t (Figura 42)

Se monitorearon una gran variedad de funciones y artes involucrados en la recolección/extracción de los huiros en la zona de estudio. Los mayores desembarques de huiro negro en la zona norte grande estuvieron asociados a la recolección por orilla de huiro varado, lo siguió en importancia la recolección de orilla, pero usando una extracción activa (barroteo), solo en Caleta Buena se identificó una recolección mezclada entre varado y barroteado. En Cifuncho además, se observó extracción por barroteo en embarcación extractiva, tanto de huiro palo como de huiro negro, aunque los mayores desembarques se consiguieron con la recolección por orilla del huiro varado. En la zona del norte chico las funciones y tipos de extracción fueron más variados, los mayores desembarques de huiro palo lo realizaron embarcaciones extractivas utilizando el barroteo, la recolección por orilla de los huiros varados estuvo presente en la mayoría de los centros monitoreados y en algunos también se usó el barroteo. Por su parte el huiro flotador se concentró en Chasco, con desembarques de huiro segado en bote y recolectado varado por orilla. El buceo apnea fue marginal, pero se utilizó para el segado de huiro flotador y recolección de huiro negro en pozones.

4.3.4.2 Esfuerzo

El esfuerzo pesquero considerado en el presente estudio, se expresa como la sumatoria de las horas de recolección o buceo con que se extrajo una cantidad de recurso. En ambas macrozonas el esfuerzo pesquero por viaje fue mayor para el recurso huiro negro, seguido de huiro palo y en tercer orden se ubica el huiro flotador. El mayor rango de horas de esfuerzo por viaje se observó en Cifuncho, con valores entre las 70 y 230 horas aproximadamente, lo cual está en directa relación con la sumatoria de horas empleadas en acopiar algas en numerosos días y luego transportadas hasta un lugar de venta. En las restantes caletas de la macrozona norte grande las horas de esfuerzo estuvieron relacionadas con las horas de recolección o extracción de menor



tiempo de acopio, cercanas a las 4 o 5 horas día-viaje. En la macrozona norte chico, la escala fue menor, la caleta Rio Limarí registró el mayor esfuerzo por viaje, donde la mayor fracción no superó las 30 horas asociado a huiro negro, en tanto el huiro palo en Puerto Aldea registró los mayores valores en torno a las 20 horas (Figura 43).

Al analizar el esfuerzo pesquero en términos estacionales, se observó que para los sitios de la macrozona del norte grande esta variable mantuvo promedios relativamente homogéneos en las distintas estaciones del año. La excepción la presentó Cifuncho donde el esfuerzo de huiro negro mostró variación estacional, con umbrales en la estación de primavera del 2021 y 2022, el huiro palo presentó su máximo valor solo en la primavera del 2021 estabilizándose el resto del tiempo. Para los centros del norte chico también se reportaron esfuerzos promedios relativamente homogéneos la mayor parte del tiempo para los tres tipos de huiros evaluados en el presente estudio. Las variaciones en el esfuerzo promedio de esta macrozona se observaron en Barranquilla que presentó una leve tendencia a la baja para el huiro negro y huiro palo a través del tiempo. En Limarí el mayor esfuerzo en huiro negro se observó en la primavera del 2021 y en huiro palo en el invierno del 2021. En Los Molles, el huiro negro reportó el mayor valor promedio de esfuerzo en primavera del 2021, mientras que el huiro palo exhibió una leve alza en el otoño del 2022. El esfuerzo promedio para el huiro flotador se mantuvo relativamente homogéneo entre las estaciones analizadas en Bahía Chasco (Figura 44).

4.3.4.3 Rendimiento

El cálculo del rendimiento pesquero realizado en el presente estudio, integró el esfuerzo total con el desembarque, o sea la cantidad de algas (kg) que recolectó o extrajo un recolector o buzo, estandarizada en una hora de trabajo (kg / hr-recolección o extracción). En la macrozona norte grande, el rendimiento pesquero de los buzos solo fue registrado en caleta Cifuncho, siendo levemente mayor el de huiro palo con valores en torno a los 250 kg/h-buceo, para la recolección del varado, los mayores registros de rendimiento se reportaron para el huiro palo en Pisagua con valores que variaron entre 300 y 600 kg/h-recolección aproximadamente, el mayor valor en huiro negro se registró en Caleta Lagarto con 250 a 500 kg/h-recolección (Figura 45 a). En la macrozona norte chico los mayores registros de rendimiento pesquero buceado estuvieron asociados exclusivamente al recurso huiro palo, con valores que estuvieron concentrados entre 1.000 y 1.500 kg por hora, muy superiores a los presentados en los centros de Puerto Aldea y Los Molles, las



diferencias de este indicador esta dado por la eficiencia de la extracción, según el arte de pesca, los buzos que barretean obtienen una captura alta en poco tiempo. Los rendimientos de huiro negro varado fueron bajos en todos los centros monitoreados con cifras menores a los 250 kg/h-buceo (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.45 b).

En lo relativo a la evolución del rendimiento medio por estación del año, la macrozona norte grande registró tendencias sitio específicas, los centros de Río Seco, Chanavayita y Caleta Buena tendieron a mantener homogéneo el rendimiento de huiro negro en el tiempo. En Pisagua el huiro negro presentó una disminución a partir del verano del 2022, en cambio Caleta Lagarto mostró un incremento en el periodo, mientras que Cifuncho registró variabilidad, con una baja en la última temporada monitoreada (primavera del 2022). Por otra parte, en la macrozona del norte chico se reportaron valores más homogéneos, en especial en los recursos huiro negro y huiro flotador en la totalidad de los centros. En el huiro palo se observó un umbral de rendimiento en la temporada de verano del 2022 en Barranquilla, en Pichicuy se registró variabilidad en torno a los 500 kg/h-buceo (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.46).

4.3.4.4 Estructura de tallas

Se midieron las longitudes o tallas basándose en el diámetro máximo del disco de adhesión, expresadas en cm de los huiros negro y huiro palo en los centros de monitoreo de ambas macrozonas, exceptuando de este análisis a bahía Chasco, debido a que allí sólo se extrae huiro flotador, el cual no presenta una buena correlación el diámetro del disco con el tamaño total de la fronda del alga. El huiro negro fue muestreado en la totalidad de los centros de monitoreo del norte grande y el huiro palo en la totalidad de los del norte chico. En la mitad de los centros de monitoreo (7) se registraron ambas especies.

La estructura de tallas del huiro negro exhibió, en la mayoría de los centros de monitoreo, una distribución similar a la normal, excepto en Chanavayita dado su bajo número de muestras. En el norte grande las estructuras presentaron un amplio rango de tallas, desde los 5 cm hasta alrededor de los 50 cm, en todos los centros la moda estuvo cerca de los 20 cm, que corresponde a la talla de extracción recomendada en los planes de manejo, con excepción de Caleta Buena, quien registró desembarque de individuos más grandes. El huiro palo se monitoreó principalmente en Cifuncho presentando recolección de individuos grandes con una moda cercana a 30 cm. En la



macrozona norte chico se reportaron estructuras de talla irregulares para ambas especies de huiros en Barranquilla y Chañaral de Aceituno, en la primera caleta pudo haber existido un problema metodológico por parte del observador y en la segunda el muestreo de huiro palo presentó un bajo número de muestras. Puerto Aldea registró una estructura multimodal amplia, con alta representaciones de individuos de tamaños mayores a 40 cm. En Limarí, Pichicuy y Los Molles se observaron distribuciones de huiro negro con estructuras normales con la moda en torno a los 20 cm. Para huiro palo las estructuras presentaron tamaños mayores, en especial en Maitencillo con una moda alrededor de los 35 cm (Figura 47).

Un análisis interesante son las tallas en función con el tipo de extracción varadas o barreteadas. Un patrón común en los centros de monitoreo de ambas macrozonas, fueron las mayores las tallas promedio de las algas (huiro negro y huiro palo) que se extrajeron mediante el barroteo en comparación con el varado, lo que denota una selección del extractor hacia tallas mayores (Figura 48).

De manera general para huiro negro los mayores desembarques, esfuerzos y rendimientos de recolección/extracción fueron registrados en el norte grande, en especial centros implementados en la Región de Antofagasta. En el huiro palo el mayor desembarque y esfuerzo se monitoreó en Antofagasta, mientras que los mejores rendimientos lo registraron los centros de la Región de Coquimbo (Figura 49).

4.3.5 Monitoreo socioeconómico

- Número de recolectores/extractores

Durante el periodo 2021-2022 hubo alrededor de 3.461 recolectores de orillas que declararon actividades extractivas sobre las algas pardas entre la Región de Arica y Parinacota y la Región de Coquimbo, con una participación promedio mensual de 1.770 personas, con máximos entre los meses de marzo y abril de ambos años, donde se registraron 2.150 recolectores (Fuente Sernapesca).

Durante el mismo periodo, en las 14 caletas monitoreadas, se registró información de 373 recolectores y/o buzos extractores. De este universo hubo alrededor de 115 recolectores que



presentaron actividad mensualmente observando en la mayor parte de los casos el desarrollo de una actividad de forma discontinua.

Entre las regiones de Tarapacá y Antofagasta se observó que en la mayoría de las caletas hubo una extracción constante; no obstante, en caleta Chanavayita, entre los meses de mayo a septiembre, hubo una disminución en la cantidad de los recolectores (Figura 50). En el caso de las regiones de Atacama a Valparaíso, En Bahía Chasco y Puerto Aldea se concentró la mayor cantidad de pescadores operativos, con un promedio de 23 y 35 recolectores mensuales respectivamente. (Figura 51).

Del total de pescadores monitoreados, el 68% de ellos correspondieron a recolectores de orilla, un 27% a buzos y el 5% restante cumplieron la función de proveedores o transportadores de huiros. No obstante, esta proporción varió dependiendo de la región. En el caso de las regiones de Tarapacá y Valparaíso predominaron los pescadores que operaron como recolectores de orilla, concentrando un 92% y 81% respectivamente; mientras que, en las regiones de Atacama y Coquimbo, se observó una proporción importante de buzos extractores, los cuales representaron un 37% y 36% de los pescadores totales, respectivamente. En la Región de Antofagasta, se observó la operación de proveedores de huiros, los cuales representaron el 28% de las funciones, concentrando su actividad en caleta Cifuncho; mientras que en el resto de las caletas monitoreadas predominó la presencia de recolectores de orilla (Tabla 13).

- Edad y sexo

De los 162 recolectores/extractores en las zonas de monitoreo, se obtuvo la información de la edad y sexo para 145 usuarios. La edad media fue de 50 años, con un rango entre los 19 a 86 años; no obstante, se observaron variaciones en las edades medias dependiendo de la caleta monitoreada (Tabla 14). El 90% de las personas monitoreadas correspondieron al género masculino; no obstante, en las caletas de Chanavayita y Pisagua, Región de Tarapacá, la participación femenina alcanzó un 33% y 25% respectivamente, concentrando la mayor proporción de mujeres participantes.

- Grado de formalidad



Entre las regiones de Arica y Parinacota hasta Coquimbo, hubo según Sernapesca 6.366 pescadores inscritos en los Registros de Pescadores Artesanales (RPA) para la extracción de alguno de los recursos huiros existente en la zona.

Respecto de los pescadores monitoreados, el 74% corresponden a agentes inscritos en el RPA para al menos uno de los recursos huiro; no obstante, el nivel de formalidad varió dependiendo de la caleta monitoreada. En Río Seco, Región de Antofagasta, el 92% de los pescadores realizaron la actividad de manera informal; mientras que, en caleta como Los Molles, Región de Valparaíso, el 100% de los pescadores se encuentran inscrito en el RPA (Tabla 15).

- Nivel de dependencia

Durante el año 2021-2022, se observó que los pescadores que recolectan o extraen algas pardas concentraron en promedio cerca del 98% de nivel de dependencia sobre los recursos declarados como extracción, en el Sernapesca. El nivel de dependencia fue similar en las cuatro regiones estudiadas, no evidenciado mayores deferencias geográficas ni entre los periodos de observación. No obstante, en la Región de Antofagasta hubo una leve reducción en los niveles medio de dependencia durante agosto a octubre, alcanzando un 88% mensual, indicando que se está en presencia de agentes que dependen principalmente de la extracción de alga para la generación de ingresos económicos (Figura 52).

- Precio Playa

Los precios playa se encuentran condicionados por su mercado. Los precios de los recursos destinado a plantas de proceso resultaron ser alrededor de 4,5 veces superiores en comparación con el valor obtenido por su venta a centros de cultivo como alga fresca, con un promedio anual de \$473 y \$101 por kg, respectivamente. A su vez, durante el periodo 2021-2022 se observó un incremento en los precios anuales del 31% en el caso de los recursos destinados a plantas de proceso, pasando de \$399 a \$522 por kg.; mientras que los destinados a centros de cultivo presentaron un incremento del 34%, aumentando de \$88 a \$118 el kg.



Por otro lado, se observaron diferencias entre los precios dependiendo del tipo de recurso comercializado, siendo el huiro negro el de mayor valor, con una media de \$457 por kg.; mientras que el huiro flotador concentró las transacciones con precio medio de \$96 por kg.

En el caso del huiro negro, durante el periodo 2021-2022 hubo una tendencia creciente en su precio con un incremento del 3% mensual, pasando de un valor promedio de \$270 kg. en enero de 2021 a \$675 kg en noviembre del 2022, incrementando su valor casi 2,5 veces en dicho periodo; mientras que en el caso de huiro palo, durante el 2021 mantuvo su precio en torno a los \$350 por kg; no obstante, a partir de marzo del 2022 este aumentó hasta alcanzar un valor de \$585 kg. para diciembre del mismo año.

En el caso del huiro flotador destinado a centros de cultivo, se observó una caída en el precio de venta, pasando de \$80 el kg durante el 2021 a \$ 65 por kg durante el segundo semestre del 2022., alcanzando un máximo en mayo del 2022 con un valor cercano a los \$141 por kg (Figura 53).

- Mercado de destino

De los sitios monitoreados, las algas fueron destinadas a dos mercados: la elaboración o extracción de productos derivados de algas y a centros de cultivo para la alimentación de abalones y erizos. No obstante, el principal destino comercial varió según el tipo de recurso. En el caso de huiro palo, el 99% de lo comercializado se destinó a plantas de proceso; mientras que el 99,7% del huiro flotador fueron adquiridos a centros de cultivo de abalones. En el caso del huiro negro, el 78% de los recursos extraídos fueron destinado a plantas de proceso y el resto a centros de cultivo como alga fresca.

Al separar el destino según caletas de monitoreo, se observó que 13 de las 14 caletas destinaron sobre el 100% de los recursos comercializados a un tipo de mercado, centro de cultivo o planta de proceso, salvo en el caso de caleta Pichicuy donde los recursos comercializados fueron destinados tanto a centros de cultivo de erizo (56%) como a plantas de proceso (44%). A su vez, Bahía Chasco se dedicó exclusivamente a la extracción de huiro flotador destinado a centros de cultivo de abalón ubicados en la región de Atacama. A su vez, se observaron caletas donde sólo se realizó extracción de huiro negro como son Chanavayita, Caleta Buena y Río Seco; mientras que



Chañaral de Aceituno y Maitencillo sólo extrajeron huiro palo. El resto de las caletas presentaron diferentes proporciones en la extracción de huiro negro y huiro palo (Tabla 16).

- Ingreso Bruto Nominal (IBN)

Respecto al ingreso bruto de los recolectores, durante los años 2021 y 2022, éstos presentaron un promedio mensual de \$540.000 y \$1.015.000, respectivamente, con una mediana mensual de \$485.000 y \$940.000. Los ingresos presentaron una tendencia a incrementarse desde enero del 2021 hasta diciembre del 2022, pasando de rentas brutas mensuales de \$270.000 a cerca de \$1.100.000, con un máximo en noviembre del 2022 cercano a los \$2.000.000 (Figura 54).

Sin embargo, hubo diferencias en los niveles de ingreso dependiendo de la caleta. En las regiones de Tarapacá y Antofagasta, los ingresos mensuales se incrementaron de \$200.000 el 2021 a \$510.000 durante el 2022, siendo Caleta Lagarto, Región de Antofagasta, donde se registraron los mayores ingresos mensuales, cercanos a \$1.000.000 (Figura 55).

En las regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso se concentraron los mayores ingresos mensuales con valores de \$785.000 el 2021 y \$1.620.000 durante el 2022. Dentro de la zona, las caletas que presentaron los mayores ingresos brutos mensuales corresponden a Maitencillo y Limarí, con valores medios de \$3.000.000 y \$4.300.0000 durante el 2022 respectivamente. En el caso de Bahía Chasco, durante el periodo 2021 y 2022 los ingresos brutos se mantuvieron cercano a \$1.000.0000 mensuales (Figura 56).

- Precios FOB

Las algas fueron exportadas principalmente bajo el formato de alga seca, concentrando el 99,7% de los volúmenes totales para el periodo 1999 a 2021. Durante dicho periodo, la evolución del precio de exportación de alga seca presentó un incremento a una tasa anual del 8%, pasando de 0,36 US\$/kg el año 1999 a 1,39 US\$/kg el 2021. No obstante, a partir del año 2013 se observó un incremento significativo del valor, pasando de 1 US\$/kg el 2012 a 1,46 US\$/kg. A partir del 2013 hasta la fecha, el precio ha presentado una variación temporal sin incrementos significativos, con una tasa anual de crecimiento del precio FOB del 0,3% en el periodo 2013 a 2021 (Figura 57).

4.3.6 Georreferenciación



Durante la ejecución de este estudio se logró registrar 2020 varaderos y/o procedencias de extracción de algas pardas, siendo georreferenciadas un 98% de ellas, mediante GPS en los 14 centros de monitoreo (Tabla 17). Todas las bases de datos quedaran a disposición del organismo pertinente en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1xnasXF3_FPfcev8FXKZhr6RPM6pQKkxS



4.4. Discusión

Sin lugar a dudas este objetivo es uno de los mas relevante de este estudio, ya que fue fundamental para alcanzar el objetivo general. Permitió implementar y ejecutar el diseño de monitoreo de diversos indicadores poblacionales, biológicos, pesqueros, económicos y sociales propuestos en el objetivos específico anterior y por otra parte, los resultados obtenidos quedaron disponibles para alimentar y desarrollar los dos objetivos siguientes, todo lo anterior planteó numerosos desafíos dado el número de personas que se requirieron para su desarrollo como por la dimensión geográfica que este estudio tuvo.

En términos globales el desarrollo de sistemas de monitoreo de esta naturaleza requieren disponer de equipos de trabajo con experiencia y el IFOP posee una larga trayectoria en esta materia, lo cual no significa que este estudio no haya presentado grandes desafíos. El diseño desarrollado en el objetivo específico anterior, se logró implementar en todos los ámbitos propuestos, destacando que el trabajo desarrollado por Araya et al., (2018) contribuyó significativamente como una experiencia piloto a considerar.

Los diversos indicadores propuestos, en términos generales requieren ser recopilados en forma permanente ya que las series de tiempo permiten ver con mayor claridad los ciclos que presentan distintas variables, sobre todo a nivel poblacional.

- Aspectos poblacionales

Los muestreos poblacionales se realizaron en la medida que diversas limitantes lo permitieron, las que fueron ampliamente señaladas en el capítulo de resultados y que afectaron la total ejecución de muestreos de acuerdo a lo programado en todas las estaciones del año como se había comprometido y/o ocurrió un retraso levantándose datos hasta la estación de primavera. No obstante, lo anterior, las metodologías y el diseño fueron aplicadas cabalmente en la totalidad del área de estudio.

Los valores de densidad promedio de reclutas y juveniles obtenidos, sugiere que las poblaciones de huiro negro estan en proceso de renovación de la fracción de plantas adultas en cada localidad estudiada y mostraron tendencias sitio específicos. Esta variabilidad está frecuentemente relacionada a factores naturales (e.g., herviboría, disponibilidad de nutrientes) y antrópicos (e.g., industrialización del borde costero, presión de cosecha, precio en playa), que actuaron a escala



local, así como por la interacción con otros factores a gran escala (e.g., evento El Niño, cambio climático) (Camus 1994, Vásquez 2008, López-Cristoffanini et al. 2013, Vega et al. 2014, Aguilera et al. 2019, Oyarzo-Miranda et al. 2020, Márquez Porra & Vásquez 2020). Complementariamente, los procesos de renovación de la fracción adulta de huiro negro, variaron también entre transectos dentro de un mismo sitio de estudio, produciendo valores fuera de rango en la densidad de reclutas y juveniles. Estos datos unidos a las estructura de tallas indican que las poblaciones de huiro negro corresponden a poblaciones juvenilizadas lo que es concidente con lo registrado por otros autores en estudios previos realizados y que en la última década ha sido atribuido a la presión producida por la extracción directa (e.g., ABIMAR 2017; ECOS 2016, 2020, Vásquez et al. 2012, González-Roca et al. 2021). En general las estructuras de tallas poblacionales muestran que los reclutas están presentes en la población cuando se detecta una compresión de los tamaños de la fracción de plantas adultas lo que ABIMAR (2017) lo reportó e indicó que podría ser una señal de explotación activa (e.g., barroteo).

Por su parte la densidad promedio de reclutas, juveniles y adultos de huiro palo sugieren que sus poblaciones presentan una alta dispersión de individuos sobre el sustrato rocoso disponible (Vega et al., 2005). Por su parte Vásquez et al. (2006) ha señalado que en las poblaciones estudiadas de este recurso compuestas por plantas adultas ocurren procesos de renovación de individuos en forma de parches a través de densos reclutamientos en zonas específicas del gradiente batimétrico de distribución local, lo que también se observó en este estudio. Además, tal como fue indicado para huiro negro, se ha descrito que la renovación de individuos en las poblaciones de huiro palo es regulada también por factores naturales y antrópicos (Vásquez et al. 1999, Vega et al. 2005, Saez et al. 2012, Perreault et al. 2014, Berrios et al. 2021, Campos et al. 2021, Hamilton et al. 2022). En este contexto, los procesos de renovación de la fracción juvenil o adulta se observó que variaban entre transectos dentro de un mismo sitio de estudio, produciendo una diferencias o valores fuera de rango en las densidades de reclutas y juveniles. Los resultados de la densidad promedio de plantas así como en la estructura de tallas encontradas en este estudio indican que las poblaciones de huiro palo en el norte chico caracterizan a poblaciones adultas reproductivas, excepto en los sitios ubicados hacia el sur de la Región de Coquimbo, donde las poblaciones están juvenilizadas, pero en etapa de renovación de plantas adultas y al igual que para huiro negro las



de huiro palo en el norte chico han sido atribuidas al mismo factor de presión, extracción directa (e.g., ABIMAR 2017; ECOS 2016, 2020, Gouraguine et al. 2021, Bularz et al. 2021).

Los dos atributos morfológicos empleados en este estudio para evaluar el crecimiento de huiro negro y palo en ambas macrozonas; DD y longitud máximo de las frondas, según Santelices (1982) y Vásquez (1991) son variables morfológicas que correlacionan positivamente y pueden ser ocupadas como predictores de peso de la planta a través de sus parámetros de correlación.

Por otra parte el incremento promedio anual de la fronda de huiro negro registrado en ambas macrozonas parecen ser menores a lo reportado para poblaciones de huiro negro en la zona central (Santelices 1982), pero con una tendencia semejante a lo registrado para huiro negro en el norte de Chile (Vásquez & Tala 1995, Correa et al. 2006), mientras que el incremento promedio del DD obtenido está dentro del rango de variación reportado para poblaciones de huiro negro en el norte de Chile (Atacama) (Correa et al. 2006). González-Roca et al. (2021) y Vega (2016), han reportado que la presión de pesca en las poblaciones naturales modifica la tendencia temporal de crecimiento, generando frondas más largas y discos más pequeños. No obstante, Vega et al. (2014) señaló que esta tendencia puede ser revertida, disminuyendo la presión de cosecha en la población.

En el caso de huiro palo en la norte chico, el incremento y posterior ralentización en la longitud de la fronda que se registró en este estudio, puede ser el reflejo de la senescencia de las láminas reproductivas de acuerdo a lo indicado por Tala *et al.*, (2004) o de la estacionalidad (Tala & Edding 2007), que afectaron el crecimiento en longitud de las plantas en poblaciones del norte de Chile (Tala & Edding 2005), o en líneas de cultivo (Edding & Tala 2003). Otro aspecto que podría afectar la elongación de las frondas, es la presencia de dos morfos (i.e., arborescente, arbustivo) de plantas en la población, determinado por la profundidad o la presencia de *Macrocystis* (Vásquez 1992, Vega et al. 2005), afectando a esta variable morfológica de las plantas debido a la dispersión de las tallas. El incremento promedio del DD está dentro del rango de variación reportado para poblaciones de huiro palo en el norte de Chile, detectable, por ejemplo, al monitorear estructuras de tallas en la población (González et al. 2002, Vásquez et al. 2005). Se ha reportado que la cosecha de plantas modifica la estructura de tallas, produciendo poblaciones dominadas por plantas reclutas y juveniles (Vásquez et al. 2008), o incluso inhibiendo el reclutamiento (Bularz et al. 2022). No obstante, se ha sugerido que esta tendencia podría ser regulada, aplicando criterios



de cosecha, por ejemplo, rotación de áreas (Vásquez 2008). Por su parte el conocimiento empírico de los pescadores señala que el huiro palo es una especie de crecimiento lento y que plantas adultas podrían tomar aproximadamente 12 años en alcanzar un grosor y tamaño apto para cosecha, mientras que el huiro negro alcanzaría igual condición en torno a los 2 años.

Las experiencias realizadas para monitorear la coalescencia y mortalidad de plantas de huiro negro en Quebrada Onda, Chañaral de Aceituno y Chungungo se caracterizó como una población explotada de huiro negro en proceso de renovación de plantas adultas de acuerdo a lo descrito por Vega et al., (2014, 2019). El menor porcentaje de mortalidad registrado en Chañaral de Aceituno en el sitio control en comparación con el sitio experimental, durante el período de monitoreo, ha sido atribuido al efecto de protección que ejercen las frondas de las plantas adultas en los reclutas, que evitan la herbivoría y la desecación, lo que fue reportado por Santelices (1982), mientras que en Chungungo el mayor porcentaje de mortalidad registrado en el sitio control en comparación con el sitio experimental al final del período de monitoreo, se atribuye al barroteo de plantas adultas, mientras que el efecto de protección indicado por Santelices (1982), se observó al comparar la mortalidad de plantas entre sitio experimental y control en el monitoreo.

Finalmente, en la Región de Arica/Parinacota no vieron la importancia de monitorear las poblaciones de huiro palo, por el bajo interés actual en extraerlo, por lo que decidieron establecer dos sitios de monitoreo de huiro negro. En otras regiones se privilegió tener estaciones de monitoreo relacionadas a la zonificación espacial de cada PM. La Región de Coquimbo presentó particulares diferenciales a otras regiones, la superficie de las áreas de libre acceso es limitada, debido a la gran cantidad de AMERB distribuidas en la región y los desembarques de huiro palo tuvieron una importancia relativa mayor que otras regiones, por lo que las ZOE seleccionadas fueron relevantes en el sentido de recoger todos estos aspectos.

- Aspectos biopesqueros

Para realizar monitoreos dependientes de la pesca es fundamental contar con el respaldo de las comunidades. Se recomienda que previo a los monitoreos se sostengan reuniones con los pescadores como también con sus organizaciones, lo que determinará el éxito del trabajo que se quiere desarrollar, más aún cuando la participación en estos estudios es de carácter voluntario. Asimismo, el trabajo con científicos que se vinculen a las comunidades permite un mayor acercamiento y una oportunidad de aprendizaje para todos los miembros del proyecto. Así también



antes de iniciar un monitoreo pesquero es fundamental conocer el ecosistema que sostiene la pesquería y aprender del conocimiento empírico que poseen los pescadores.

Si bien el IFOP tiene una larga trayectoria de más de cinco décadas desarrollando este tipo de estudios, esta forma de enfrentar el trabajo desde sus inicios a través y con la participación activa de los pescadores, los comités de manejo y la institucionalidad, es relativamente nueva. En este estudio resultó ser exitosa, si bien también incidió en atrasos importantes en la instalación de la red de monitoreo, por tanto, estos son elementos del aprendizaje que hay que considerar. El proyecto aplicó un sistema de mejora continua el cual realizaron los coordinadores de campo en las caletas con los observadores científicos, quienes formaron parte de las comunidades costeras y por tanto requirieron un aprendizaje en las materias propias de la actividad que desempeñaron, asociado al registro de los datos, aspectos técnicos e institucionales y por otra parte, se constató la ventaja de contar con el conocimiento empírico de una persona que habita la caleta a monitorear.

Una situación que estuvo presente durante todo el periodo de este estudio fue la participación de recolectores de algas informales en la mayor parte de los sitios de extracción o recolección de huiros, con mayor énfasis en el norte grande, lo que de alguna manera incidió en tener un sesgo al momento de estimar el real esfuerzo que se realizó sobre las diversas praderas, lo que se subsanó informando en este estudio, sobre el universo que dispone el Sernapesca, sabiendo las limitantes que posee dicha información.

Los resultados obtenidos a través del monitoreo presentaron coherencia respecto a lo observado en terreno, el uso de diferentes utensilios de pesca, el aprovechamiento de huiro varado, incluido el flotador, la variación en los rendimientos según el tipo de huiro (palo o negro), con uso de barroteo o no, entre otros. Cabe mencionar que también se constató en terreno el uso de barroteo en la zona del norte grande donde no está autorizada esta forma de extracción.

Los resultados muestran gran diversidad de funciones y artes utilizados para la recolección o extracción de huiros en la zona de estudio, con alta variabilidad y con patrones sitio específicos en los diferentes ámbitos. Las tendencias aún no son claras y no permitieron distinguir características globales de los huiros en el área y periodo que abarcó la investigación, lo que implica que estos estudios deben formar parte de programas permanentes de monitoreo ya que se requieren de ciclos de información de largo plazo para ver tendencias en el tiempo. Si bien el



objetivo principal de establecer y ejecutar un monitoreo de huiros en la zona fue alcanzado, es necesario buscar mecanismos que permita la continuidad a este tipo de iniciativas, como los seguimientos en otras pesquerías, de manera estandarizada en el país, más aún con la importancia de estos recursos en términos de desembarques anuales, complejidad en el acceso, bajo control, entre otros.

Como este estudio se inició en un escenario de pandemia el uso de las plataformas virtuales con los diferentes agentes del sector público, privado, pescadores y comités de manejo fue fundamental. El apoyo de la institucionalidad regional permitió divulgar el proyecto en instancias oficiales donde participan los representantes de los algueros, permitiendo que la información fluyera a las bases en los diversos puntos de recolección. Se reconoce que siempre es insuficiente, dada la gran cantidad de recolectores, dinámica extractiva, extensión de la costa, dificultad de acceso y escasa comunicación que presentan algunos lugares. Para ayudar a la divulgación de la iniciativa se preparó material de difusión, el cual fue distribuido en forma electrónica (redes sociales) y física (material impreso) y que ayudó al desarrollo de este objetivo como a todo el proyecto en su conjunto.

En términos globales el conjunto de datos propuestos fue factibles de recopilar, salvo en algunas caletas como se mencionó en los resultados, donde se requiere a futuro, un trabajo con mayor intensidad en algunas localidades, lo que se vio afectado en este estudio por la pandemia como se señala en el párrafo precedente.

- Aspectos económicos

En términos de los aspectos socioeconómicos se tuvo continuidad en la recopilación de datos comprometidos, si bien algunos de ellos se obtuvieron de fuentes complementarias. El indicador asociado al número de pescadores presentó una brecha importante entre las dos fuentes analizadas, este estudio y Sernapesca, incidiendo en la recopilación de este proyecto la pesca ilegal presente especialmente en la macrozona norte del país, la alta cantidad de recolectores y la forma de declaración de los desembarques por parte de los intermediarios en playa. En términos del monitoreo se detectó actividad discontinua la que radica en el desplazamiento de los algueros y su forma de trabajo, con acopio y entrega de sus recursos en un lapso de días, como también la gran extensión de las áreas de entrega de los huiros a los intermediarios. Los datos también



mostraron una menor cantidad de buzos, lo que es característico de la pesquería de huiro negro que está más asociada a la recolección por orilla.

Por otra parte, la edad promedio estimada (50 años) está en concordancia con lo observado en otras pesquerías bentónicas, donde el efecto de cierre del RPA afecta la incorporación de nuevos agentes extractivos y/o recolectores en el sistema. Es destacable la participación femenina en este sector la cual se hace más relevante en algunas caletas observándose mayoritariamente en la macrozona norte. El indicador grado de formalidad mostró lo que se observa en terreno, destacando la macrozona norte por la mayor participación de pescadores no registrados en el Sernapesca, lo cual es agravado por las bajas barreras de ingreso para realizar esta actividad. Mientras que el indicador nivel de dependencia mostró una alta correlación con la recolección de algas, la cual sin duda está directamente relacionada con los altos ingresos que los pescadores logran obtener con este recurso, que en algunos meses y caletas sobrepasaron los 4 millones de pesos, siendo los recursos bentónicos en actual explotación que actualmente generan los mayores ingresos brutos mensuales por recolector/extractor.

Finalmente, el mercado de destino fueron principalmente las plantas de proceso de secado y de forma secundaria centros de cultivos. Los precios FOB indican que las algas fueron exportadas principalmente bajo el formato de alga seca, y en las dos últimas décadas la evolución del precio de exportación de alga seca presentó un alto incremento hasta el 2013, para en los años siguientes experimentar una muy baja variación, pero siempre positiva.

La experiencia de monitoreo de estas variables sin lugar a dudas debe ser complementarias con el monitoreo biológico pesquero, de manera tal que el administrador de estas pesquerías por una parte pueda tomar decisiones de manejo con un abanico de datos mayor a los netamente asociados a estos recursos en el agua. Es importante volver a insistir en la incorporación de la industria en este tipo de monitoreo, ya que queda un espacio de información que pueden aportar los intermediarios y la industria propiamente tal, lo que quedó demostrado en el trabajo realizado por Araya et al., (2018) y que no pudo replicarse en este estudio.



5. OBJETIVO ESPECÍFICO 3.2.3

“Evaluar el diseño y recomendaciones/sugerencias respecto del escalamiento espacial del monitoreo propuesto”

5.1 Antecedentes

Para evaluar el diseño de muestreo (o de investigación) y su posible escalamiento espacial, se considerará el diseño de levantamiento de datos como parte del proceso de investigación aplicada para estudios de tipo biológico-pesqueros. En este contexto, se identifican las siguientes etapas del proceso de investigación:

Etapa 1: Definición del problema de investigación. Esta etapa define con precisión el alcance del estudio, los objetivos, las preguntas y resultados esperados de la investigación. Otros aspectos de relevancia que se deben considerar en esta etapa es la recopilación de todos los antecedentes cualitativos y cuantitativos del sistema en estudio. En particular, se debe tener un acercamiento al conocimiento de la dinámica del sistema en estudio y determinar el nivel de acceso a los distintos componentes del sistema.

Etapa 2. Definición del alcance y diseño de investigación. En esta etapa se deben definir con claridad las dimensiones de estudio (poblacional, biológico-pesquero y socioeconómicos) y los indicadores asociados a cada una de ellas. A partir de los antecedentes de la Etapa 1, se proponen los diseños de muestreo preliminares para cada dimensión de estudio. Estos diseños preliminares deben ser contrastados con la real capacidad de acceder a las unidades de estudio y definir el alcance del estudio, es decir, si será del tipo exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. Además, en esta fase se define el diseño de investigación, es decir si será de corte transversal, longitudinal u otro (Hernández *et al.*, 2010).

Etapa 3. Levantamiento y análisis de datos preliminares. Esta etapa es fundamental y consiste en poner en funcionamiento el sistema de levantamiento de datos y evaluar el nivel de acceso a las unidades de la población en estudio, si hay que hacer correcciones en los diseños de muestreo, los indicadores a estimar, el alcance del estudio y el diseño de investigación. Con la puesta en marcha del sistema de levantamiento de datos, junto a análisis preliminares de estos, se podrá verificar si se deben hacer ajustes a la Etapa 2.



Etapa 4. Levantamiento masivo de datos y alojamiento en una base de datos. Esta etapa permite contar con un sistema seguro de almacenamiento de datos, el cual debe considerar además la validación y corrección de datos.

Etapa 5. Procesamiento de datos y estimación de indicadores. En esta etapa se estiman los indicadores de interés de cada dimensión del estudio, tanto en su estimación puntual, de varianza, coeficiente de variación e intervalos de confianza.



5.2 Metodología

5.2.1 Evaluación del diseño

Para la evaluación del diseño de investigación a utilizar se considerarán los siguientes criterios:

a) Cumplimiento de los objetivos del diseño de investigación

Esta evaluación es de tipo cualitativa y tiene como propósito evaluar el diseño de investigación según los siguientes criterios:

- Si el alcance del estudio fue el esperado (exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo).
- Si se cumplieron los objetivos del estudio, las preguntas y resultados esperados de la investigación.
- Si se pudieron estudiar a completitud las distintas dimensiones de estudio (poblacional, biológico-pesquero y socioeconómico).
- Si se pudo implementar el diseño de investigación, en términos de corte transversal, longitudinal u otro.

b) Evaluación respecto de si los diseños de muestreo propuestos fueron posibles de implementar a cabalidad para cada dimensión de estudio

Un aspecto fundamental para evaluar si el diseño de investigación fue exitoso, es evaluar si fue posible implementar el o los diseños de muestreo propuestos para la investigación. Esto significa evaluar:

- Si la(s) población(es) objetivo y los marcos muestrales fueron correctamente definidos.
- Si los parámetros e indicadores de interés fueron definidos correctamente y si pudieron ser estimados.
- Si los estratos y subpoblaciones seleccionados fueron los apropiados.
- Si los procedimientos de selección de las unidades muestrales fueron correctos y si se tuvo acceso a todas o una parte de las unidades del marco muestral
- Si fue posible obtener los tamaños muestrales esperados.



c) La precisi3n y exactitud con que se estimaron los par3metros de inter3s

Las propiedades m3s deseables de un estimador son la precisi3n y la exactitud. Estas se pueden estimar a trav3s del error cuadr3tico medio (ECM), el cual es:

$$ECM(\hat{\theta}) = E[\|\hat{\theta} - \theta\|^2]$$

donde $\|\cdot\|$ es la norma euclidiana, $\hat{\theta}$ es un estimador para un par3metro poblacional $\theta \in R^{r \times 1}$.

En el caso particular que $\theta \in R$, el ECM puede ser expresado como:

$$ECM(\hat{\theta}) = E[(\hat{\theta} - \theta)^2] = E[(\hat{\theta} - E(\hat{\theta}))^2] + (E(\hat{\theta}) - \theta)^2 = V(\hat{\theta}) + B^2(\hat{\theta})$$

Es decir, el ECM es posible definirlo como la suma de la varianza del estimador y su sesgo al cuadrado.

El sesgo es dif3cil de estimar en forma emp3rica y lo que se puede definir a priori es si el estimador propuesto es te3ricamente insesgado o no. Veremos en el anexo metodol3gico de todos los estimadores propuestos son insesgados o asint3ticamente insesgados.

Por su parte, la varianza si puede ser estimada y permitir3 conocer la precisi3n con la se han estimado los par3metros de inter3s. Como una forma de interpretar m3s directamente la incertidumbre de estimaci3n de los indicadores (o par3metros), se utilizar3 el error est3ndar y el coeficiente de variaci3n.

El error est3ndar (EE) y su estimador est3n dados por:

$$EE = \sigma(\hat{\theta}) = \sqrt{V(\hat{\theta})} \quad ; \quad \widehat{EE} = \hat{\sigma}(\hat{\theta}) = \sqrt{\hat{V}(\hat{\theta})}$$

El coeficiente de variaci3n (CV) y su estimador est3n dados por:

$$CV(\hat{\theta}) = \frac{EE}{\theta} = \frac{\sigma(\hat{\theta})}{\theta} \quad ; \quad \widehat{CV}(\hat{\theta}) = \frac{\widehat{EE}}{\hat{\theta}} = \frac{\hat{\sigma}(\hat{\theta})}{\hat{\theta}}$$

Por otra parte, adem3s de realizar una estimaci3n puntual del par3metro en estudio θ , se puede estimar una regi3n entorno a dicho par3metro por medio de un intervalo de confianza del $100(1 - \alpha)\%$ y est3 dado por:



$$\theta \in \left[\hat{\theta} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}} EE(\hat{\theta}); \hat{\theta} + Z_{1-\frac{\alpha}{2}} EE(\hat{\theta}) \right]$$

donde $Z_{1-\alpha/2}$ corresponde a un percentil de la distribución normal estándar que acumula el $100 \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \%$ de la población, donde se asume un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0,05$). En este caso se ha utilizado la cantidad pivotal asociada a una distribución muestral normal del estimador, pero en caso que no se cumpla esta distribución se puede utilizar la cantidad pivotal correspondiente.

Otro aspecto muy relevante a considerar es si los tamaños muestrales fueron los apropiados para obtener buenos niveles de precisión en la estimación de los indicadores de interés.

5.2.2. Evaluación de la posibilidad de escalamiento espacial del monitoreo propuesto

Para evaluar las posibles recomendaciones/sugerencias respecto del escalamiento del plan de monitoreo, se considerarán los siguientes elementos:

a) La evaluación del diseño de investigación, la cual considerará:

- Cumplimiento de los objetivos del diseño de investigación
- Evaluación respecto de si los diseños de muestreo propuestos fueron posibles de implementar a cabalidad para cada dimensión de estudio
- La precisión y exactitud con que se estimaron los parámetros de interés

b) Grado de similitud de las zonas de operación extractivas (ZOE) seleccionadas en el plan piloto, con las otras zonas donde se podría escalar el plan de monitoreo, respecto de:

- Acceso a la toma de datos
- Número de recolectores/extractores y embarcaciones
- AMERB de bajo empoderamiento que operan como áreas de libre de acceso.
- Lugares de acopio de alga para su comercialización

c) Grado de participación e interés del sector extractivo en incorporar una mayor cantidad de sitios de observación:



Una de las consideraciones importantes de esta propuesta es la validación del monitoreo con el sector productivo. Si la iniciativa es capaz de comprometer al sector extractivo con el estudio será deseable incorporar sus recomendaciones en cuanto a los sitios de relevancia, que, conforme a su experiencia, son relevantes de incorporar en la red definitiva de observación.



5.3 Resultados

5.3.1 Criterios de evaluación

a) Cumplimiento de los objetivos del diseño de investigación

El monitoreo contempló dos diseños de muestreo, cuyo objetivo fue obtener datos en los ámbitos poblacionales y biopesqueros/socioeconómicos, para asesorar las instancias de manejo. Ambos diseños han cumplido con su objetivo particular.

El monitoreo poblacional ha permitido levantar datos de forma directa de las praderas de huiro negro, huiro palo y huiro flotador (solo en Bahía Chasco), en una red de observación de 20 estaciones o sitios de muestreo distribuidas a lo largo del área de estudio (ver Anexos 6 y 7). El diseño poblacional contempló el monitoreo estacional, mediante campañas de terreno en la zona de estudio. Uno de los principales desafíos de este diseño fue la reducción meteorológica debido a las condiciones climáticas y topográficas para poder ejecutarlo, en conjunto a las restricciones establecidas en pandemia. Además, en el muestreo de huiro negro existió la limitante de las mareas, estado del mar y acceso a las estaciones de muestreo. Por esto, es fundamental que el muestreo sea aplicado en momentos de baja marea, para localizar el cinturón de huiro negro en el intermareal, condiciones de rompiente apropiadas y emplazar las transectas con cuadrantes, mediciones morfométricas y recolección de las muestras en forma adecuada y en condiciones seguras. Finalmente es necesario poder tener acceso para transportar los materiales y equipos para la ejecución del muestreo. En el caso de huiro palo la limitación fue contar con apoyo logístico de botes o embarcaciones equipadas para realizar actividades de buceo en caletas cercanas a las estaciones de muestreo, junto a condiciones climáticas apropiadas para realizar actividades de buceo.

Por su parte, **el monitoreo biopesquero contempló un diseño basado en encuestas a “viajes”** o actividades extractivas de los desembarques de recolectores/extracción de huiros, asociada con un muestreo del tamaño de los huiros recolectados. Este monitoreo se realizó en 11 centros de observación en el área de estudio y adicionalmente se sumaron 3 centros donde se monitorean algas pardas en el proyecto de seguimiento bentónico (Ver anexo 7). Dentro del diseño se contempló individualizar a la persona que realizó el esfuerzo pesquero, ya sea un recolector o un buzo, si bien este dato no presentó problemas con aquellas personas que desarrollan la actividad



extractiva de manera formal, fue omitido por los recolectores/extractores informales, los cuales fueron observados operando con distinta representación en los centros de monitoreo establecidos en la red. Otra dificultad identificada fue el levantamiento de datos asociados a alguna medida establecida en la administración regional, como en el caso del tipo de extracción (varado o barroteado), en la zona norte grande solo está permitido la recolección de alga varada de forma natural, por lo cual existe una tendencia a sub-reportar cuando el alga es extraída utilizando el **“barroteo” o remoción activa en algunos centros de monitoreo. En la zona del norte chico existen** cuotas por provincia o comunas y prohibición de remoción activa en algunos meses del año. Dadas las cuotas establecidas en zonas de libre acceso y AMERB, para huiro palo existió una tendencia a reportar capturas dentro o fuera del AMERB conforme a las cuotas disponibles, pudiendo existir **incertidumbre (o más bien “error de medición”) en cuanto a la veracidad de la procedencia** extractiva visitada. Para huiro negro, al igual que en la zona norte grande, existe un sub-reporte del barroteo en aquellos meses que se encuentra cerrado.

b) Evaluación respecto de si los diseños de muestreo propuestos fueron posibles de implementar a cabalidad para cada dimensión de estudio.

Algunos de los problemas señalados en el punto anterior no permitieron cubrir a cabalidad las distintas dimensiones del estudio. Los diseños poblacionales presentaron retrasos o discontinuidades temporales de datos en algunas estaciones. Las campañas a terreno estuvieron limitadas a los presupuestos, por lo cual resultó difícil volver a muestrear alguna estación que no haya podido ser evaluada durante la campaña previamente. Los mayores problemas los presentó la zona del norte chico, dadas las condiciones climáticas adversas para el trabajo en invierno, escasa superficie con áreas de libre acceso y cierres de caletas producto de brotes de COVID-19.

En relación con los diseños biopesqueros, este consideró como estrategia seleccionar muestreadores locales, relacionados con la actividad extractiva, con el objetivo de contar con la confianza de los recolectores/extractores para la entrega de los datos. No obstante, en uno de los centros de monitoreo no fue posible para la persona seleccionada, compatibilizar ambas actividades, por lo cual se produjo una discontinuidad del monitoreo. Por otro lado, las disputas territoriales por la toma informal de terrenos fiscales, en un sector de la zona norte grande, no permitieron reclutar a un muestreador desde el inicio del monitoreo. Por último, algunos centros empezaron sus registros con retraso por tener establecidas vedas o bien por la sugerencia de la



federación de pescadores a congelar los apoyos del proyecto hasta tener claro los objetivos del estudio (ver anexo 7).

c) La precisión y exactitud con que se estimaron los parámetros de interés

Existe un patrón claro y diferencial en la actividad extractiva de la zona norte chico y norte grande. La actividad extractiva de recolección de huiro negro varado se presentó en toda la red de monitoreo, mientras que la extracción activa de huiro palo mediante buceo fue mayoritaria en el norte chico.

Respecto de la estimación del desembarque destaca que para el caso de las estimaciones del huiro flotador la precisión en la estimación es alta incluso a tamaños muestrales entre 50 y 100 viajes. Por su parte, para el caso del huiro palo y el huiro negro se observó la esperada tendencia decreciente exponencial negativa entre el tamaño muestral y el coeficiente de variación del desembarque. Para ambas especies se observó que con más de 100 viajes se obtienen buenos niveles de precisión; en particular para el caso del huiro palo con más de 100 viajes se obtuvieron coeficientes de variación en torno a un 10%, mientras que para el huiro negro sobre 150 viajes muestreados se obtienen niveles de precisión similares a los mencionados para el huiro palo (Figura 58).

Respecto de la estimación del esfuerzo pesquero solamente para el caso del huiro flotador se obtienen buenos niveles de precisión, es decir coeficiente de variación por debajo del 10% mientras que para huiro palo y huiro negro los aumentos en los tamaños de muestra no evidencian una clara tendencia en la disminución de la incertidumbre. Por lo anterior las estimaciones de esfuerzo de pesca son más confiables para el caso del huiro flotador seguido por el huiro palo que presenta una leve tendencia decreciente en el coeficiente de variación a medida que aumenta el tamaño muestral, en tanto que para huiro negro no se observa una tendencia decreciente al aumentar el muestreo (Figura 59).

En relación a las estimaciones de rendimiento de pesca se puede observar una tendencia similar a la observada para el desembarque con altos niveles de precisión en la estimación para el huiro flotador con coeficientes de variación por debajo del 5% para tamaños muestrales sobre 50 viajes. Para el caso del huiro negro y el huiro palo se observa la tendencia esperada de disminución de la incertidumbre, es decir disminución del coeficiente de variación, conforme aumentan los



tamaños muestrales, siendo más evidente este comportamiento en el huiro palo, en el cual entre 50 y 100 viajes se obtienen coeficientes de variación por debajo del 10% mientras que para el huiro negro con más de 100 viajes se obtienen coeficiente de variación menores al 10% (Figura 60).

Con respecto al precio de venta en playa su estimación presenta buenos niveles de precisión para las tres especies objetivo del estudio, siendo más evidente el aumento en precisión en el caso del huiro negro en la medida que aumenta el tamaño de muestra, mientras que para huiro palo y huiro flotador los coeficientes de variación se presentan en general por debajo del 5% (Figura 61).

En síntesis, se puede indicar que los mejores niveles de precisión alcanzados en la estimación de los indicadores pesqueros (desembarque, esfuerzo y rendimiento de pesca) los presenta el huiro flotador, con niveles de coeficiente de variación por debajo del 10% para tamaños muestrales incluso menores a 50 viajes, en tanto que para huiro negro y huiro flotador se obtiene niveles de precisión en torno al 10% cuando el número de viajes está en torno a los 100 viajes. De esta forma se puede afirmar que el diseño de muestreo implementado es apropiado para la estimación de los indicadores pesqueros de las especies objetivo del estudio.

Respecto del tamaño medio de las especies de algas pardas se observan buenos niveles de precisión en la estimación del tamaño medio de huiro negro y huiro palo. En particular para esta última especie, se observa por sobre 600 ejemplares medidos, se obtiene un nivel de precisión en torno al 10%, en tanto que para el caso del huiro negro se requieren cerca de 700 ejemplares para alcanzar dicho nivel de precisión (Figura 62).

Respecto de la densidad media estimada se presentaron dos escenarios diferentes respecto de los tamaños muestrales. Para el caso del huiro negro, los tamaños de muestra oscilaron en entre 10 y 130 unidades muestrales por mes, en tanto que para el huiro palo los tamaños muestrales fueron superiores, oscilando entre 100 y 1000 unidades muestrales por mes. Sin perjuicio de que los niveles de precisión alcanzados para ambas especies son buenos ($CV < 15\%$), se observa una más alta precisión para el caso del huiro palo, situación congruente con más altos niveles de muestreo (Figura 63). Además, para esta especie se aprecia claramente la tendencia exponencial negativa del coeficiente de variación conforme aumentaron los tamaños de muestra. En contraposición a lo anterior, en el caso del huiro negro no solo se alcanzaron niveles de



incertidumbre más elevados, sino que también no se aprecia claramente la tendencia esperada de disminución del coeficiente de variación ante aumentos en el tamaño de muestra.

De esta forma, se puede concluir que el diseño de muestreo implementado para estimar la densidad media fue exitoso para el huiro palo, en tanto que para el huiro negro la calidad de las estimaciones es claramente inferior, asociado a menores tamaños muestrales (Figura 64).



5.3.2. Evaluación de la posibilidad de escalamiento espacial del monitoreo propuesto

La red de monitoreo implementada fue apropiada, lo cual se ve reflejado en los resultados de las estimaciones, tanto de los parámetros bioquímicos como los poblacionales. Sin embargo, es importante considerar el régimen de acceso o administración de cada ZOE. En particular donde existan AMERB que tienen como recurso objetivo las especies de huiros consideradas en este estudio, no parece necesario fijar puntos de monitoreo colindantes a ellas, dado que esta figura administrativa obliga al levantamiento de datos poblacionales y se podría avanzar en la obtención de información biopescuera de dichas áreas.

En el caso de la Región de Arica y Parinacota la actividad de extracción y recolección de huiros está fuertemente concentrada al sur de esta región, en particular en la ZOE de Camarones, por lo que bastaría con mantener el monitoreo de huiro negro en esta área. Además, la topografía de la línea de costa en esta Región dificulta el acceso a las especies objetivo y por tanto a la actividad extractiva. De esta forma no parece necesario extender el monitoreo espacial en esta región.

En relación a la Región de Tarapacá existen mejores condiciones para acceder a la costa, por lo que se podrían seleccionar otros sitios de extracción para sumar a la red de monitoreo, lo que permitiría aumentar la cobertura espacial de muestreo y de esta forma mejorar la precisión en la estimación de los indicadores.

Respecto de la Región de Antofagasta, esta presenta mayor facilidad para acceder a la costa, lo que permite el desarrollo de la actividad extractiva a lo largo de gran parte de la Región. Por lo anterior, es recomendable aumentar la cobertura espacial de muestreo. Sin perjuicio de lo anterior, es importante considerar que en esta y en particular en la península de Mejillones, los conflictos territoriales dificultan el establecimiento de centros de monitoreo.

En el caso de la Región de Atacama, que es la que tiene la mayor participación en los desembarques de huiro negro a nivel nacional, ya presenta importantes zonas de extracción consolidadas en el tiempo y claramente identificadas. En esta región a diferencia de las otras, hay dos planes de manejo implementados: uno regional y otro local, específicamente para huiro flotador en Bahía Chasco. En el presente estudio se levantó información biopescuera para



complementar la información poblacional existente para este lugar, la cual es levantada en el marco del Proyecto Seguimiento de Planes de Manejo. La existencia de este plan de manejo en este sitio, permitió acceder con mayor facilidad a la toma de datos y por tanto obtener buenos tamaños muestrales, lo que se vio reflejado en buenos niveles de precisión en la estimación de los indicadores del estudio.

Un caso distinto es lo que sucede en la Región de Coquimbo donde el número de AMERB existentes es bastante elevado y cubre gran parte de la línea de costa de esta Región. Sin perjuicio de lo anterior, se debe tener en consideración que esta situación, si bien es cierto permite contar con información poblacional de las especies de huiro, no asegura el monitoreo de su actividad extractiva, lo que no permite contar con indicadores integrales que puedan informar respecto del real estado de explotación de dichas especies en el tiempo.

Otro aspecto crítico para el posible escalamiento espacial del monitoreo propuesto, es la participación de los usuarios que participan de los Comités de Manejo en la selección de los puntos de monitoreo que sería importante seguir en el tiempo. De todas formas, las recomendaciones de escalamiento espacial de la red de monitoreo, debe ser evaluado una vez seleccionados los posibles nuevos puntos de monitoreo, debido a que existen factores sociales y culturales que podrían condicionar el éxito del levantamiento de datos en dichos puntos.



5.4 Discusión

Los diseños de investigación fueron aplicados con éxito en la red de observación, levantando datos (parámetros, indicadores) en los ámbitos biopesqueros, socioeconómicos y poblacionales. Los diseños poblacionales contemplaron el trabajo directo sobre las praderas de huiro negro y huiro palo a través de la zona de estudio, por lo que su correcta ejecución fue altamente dependiente de las condiciones del mar. En el caso del huiro negro, que se ubica en la zona de rompiente del intermareal, el factor determinante fueron las mareas, el trabajo debió ser realizado con las mareas más bajas de cada mes, por lo cual existió un tiempo acotado para las campañas de terreno. Dada la cantidad de estaciones y el número de sitios establecidos, fue difícil aplicar el diseño bajo condiciones óptimas de marea en cada uno de ellos, lo cual incrementó el error en los datos y produjo un desfase temporal conforme a lo propuesto. Por otro lado, en ocasiones pese a tener buena marea, existió una rompiente fuerte, que dificultaron conteos o mediciones contempladas por el diseño. El huiro palo habita ambientes submareales, por lo cual la metodología fue aplicada mediante buceo, lo que agrega un nuevo factor de error a la toma del dato. El trabajo solo pudo ser realizado cuando el estado del mar permitió la navegación y se ajustó a las restricciones inherentes que implicó la actividad de buceo, situación que también afectó la temporalidad de las campañas propuestas, el mayor problema se observó en el norte chico donde no fue posible implementar este trabajo en la estación de invierno.

El diseño de levantamiento de datos en los ámbitos biopesqueros y socioeconómicos contempló la descripción de la actividad extractiva por medio de encuestas de los “viajes” o actividad de pesca diaria de recolectores/extractores, junto a un muestreo a una fracción de los recursos recolectados. La primera fuente de incertidumbre fue que los datos se basaron en lo señalado por la persona trabajando que se aplicó la encuesta, la cual estuvo condicionada por los instrumentos legales que regularon su trabajo. Esta situación generó algún sesgo en variables importantes como por ejemplo el tipo de extracción (varado o barroteado), esta medida estuvo diferenciada por macrozona, en el norte grande hay prohibición de la remoción activa (barroteo) de huiro negro y palo, por lo cual la normativa legal promueve a la persona (recolector/extractor) a sesgar el dato del varado, sin embargo, en terreno se observó que la medida no se cumple del todo. Lo mismo sucede en el norte chico en aquellos meses con prohibición de remoción activa. En esta macrozona el huiro palo es manejado con cuotas deferenciales para sectores de



libre acceso y en áreas de manejo, lo que promovió el subreporte de procedencias extractivas, dado que se informaron lugares que tuvieran un remanente de cuota. Por su parte los datos levantados en los muestreos de tallas fueron obtenidos de las mediciones del DD, en la práctica los recolectores que tendieron huiro en la playa, parten los discos, para agilizar su secado, por lo cual el muestreo debió ser realizado sobre aquellas plantas con los discos completos. Otro problema visualizado en el levantamiento de los datos de tallas de huiro palo buceado, fue el acceso a la muestra, debido que la operación de desembarque fue realizada mediante un sistema hidráulico de pluma, desde el bote directamente al camión o proveedor de la industria, actividad de corta duración y de alto riesgo para el muestreador, lo que dificultó y en ocasiones imposibilitó tomar el dato. Se observaron datos anómalos en la variable de rendimiento, la cual pudo estar influenciada por los desembarques informados asociado al esfuerzo realizado para obtenerlo. Estos son errores frecuentes en estudios de monitoreo de esta envergadura, no obstante, dada la diversidad de artes y funciones de quien realizó la actividad extractiva necesitaron ser corroborados con mayor precisión. A lo anterior se sumaron lugares de ocurrencia de acopio de algas los que en muchos casos quedaron muy distantes de los sectores de desembarque, lo que también tiene que ser considerado al implementar la metodología de colecta de datos de esta naturaleza.

Se debe tener presente que procesos de este tipo de colecta de datos, no existe obligación de entregar datos por parte de quienes los generaron (pescadores, compradores e industria, entre otros), sumado a los grados de informalidad presente en esta pesquería y recursos económicos escasos, requiere una madurez y capacitación e internalización por parte de los diversos agentes, la que sin duda solo se podrá consolidar en un lapso de tiempo mayor a este estudio.

Como fue presentado en la sección resultados del presente informe, la red de monitoreo implementada fue apropiada, lo cual se vio reflejado en los resultados de las estimaciones tanto de los parámetros bioquesqueros como los poblacionales. Sin embargo, es importante considerar el régimen de acceso o administración existente en cada Región. En particular donde existan AMERB que tienen como recursos objetivo las especies de huiros consideradas en este estudio, no parece necesario fijar puntos de monitoreo poblacionales colindantes a ellas, dado que esta figura administrativa obliga al levantamiento de datos e información de dichas áreas. Un aspecto que debe ser tomado en consideración, es cuanto afecta en la calidad de la red de muestreo



propuesta, la dificultad o imposibilidad de acceder a ciertos puntos de extracción de huiros. Si en dichos puntos los niveles de presión extractiva son elevados y además el estado de situación poblacional de las praderas de huiro son de sobre-explotación y/o sobrepesca, las inferencias que se puedan reportar a nivel regional estarán sesgadas debido a esto. Por lo anterior se debe tener especial precaución en determinar los estados de explotación de huiros en regiones donde las actividades extractivas ilegales y/o no reguladas son frecuentes. Otro aspecto crítico para el posible escalamiento espacial del monitoreo propuesto, es la participación de los usuarios que participan de los Comités de Manejo en la selección de los puntos de monitoreo. De todas formas, las recomendaciones de escalamiento espacial de la red de monitoreo, debe ser evaluada una vez seleccionados los posibles nuevos puntos de monitoreo, debido a que no existe la seguridad que, en los posibles centros de muestreo adicionales, se den las condiciones para el levantamiento de datos que aseguren estimaciones sin sesgos y buenos niveles de precisión en los indicadores de estado de situación de las especies de huiro.

- RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS FINALES

A continuación, se resumen las recomendaciones relevantes para un exitoso monitoreo de la actividad extractiva de los huiros:

- 1) El monitoreo se debería iniciar con las zonas propuestas en este estudio y se deberían ir ampliando de forma paulatina conforme a lo establecido en cada plan de manejo.
- 2) El set de indicadores propuesto fue validado estadísticamente, por lo cual se deben estandarizarse los diseños y métodos propuestos.
- 3) Las AMERB deben ser integradas a esta red de monitoreo para contribuir con indicadores al proceso de manejo.
- 4) El sistema de monitoreo propone recoger eficientemente el estado humedad de los recursos explotados, a diferencia de la estadística oficial que reconoce un déficit en esta materia, lo que repercute en la información oficial.
- 5) Para estudios poblaciones se deberían incorporar áreas de resguardo o protección, en cada plan de manejo, para desarrollar experimentos que permitan conocer los parámetros biológicos de las diferentes especies de huiros.
- 6) Es deseable avanzar en medidas de ordenamiento en toda la cadena productiva para mejorar la trazabilidad de los desembarques y exportaciones.



- 7) Se deberá establecer una política pública para mejorar la participación de los usuarios y la disminución de los pescadores informales (pesca ilegal).
- 8) Todos estos proyectos de investigación deben tener una componente fuerte de difusión y divulgación.

- PROPUESTA DE MONITOREO INICIAL DE ALGAS PARDAS EN LA ZONA NORTE

En una primera etapa la red de monitoreo deberá establecer dos macrozonas de observación, norte grande (AyP, TPCA, ANTOF) y norte chico (ATCMA, COQ). En cada macrozona existirán sitios de observación de la actividad bipesqueros/socioeconómicos de los hueros extraídos y poblacionales en praderas de huero negro y huero palo. El único sector de monitoreo de huero flotador correspondió a Bahía Chasco. Todos estos puntos ubicados en zonas de operación extractiva representativas de cada plan de manejo.

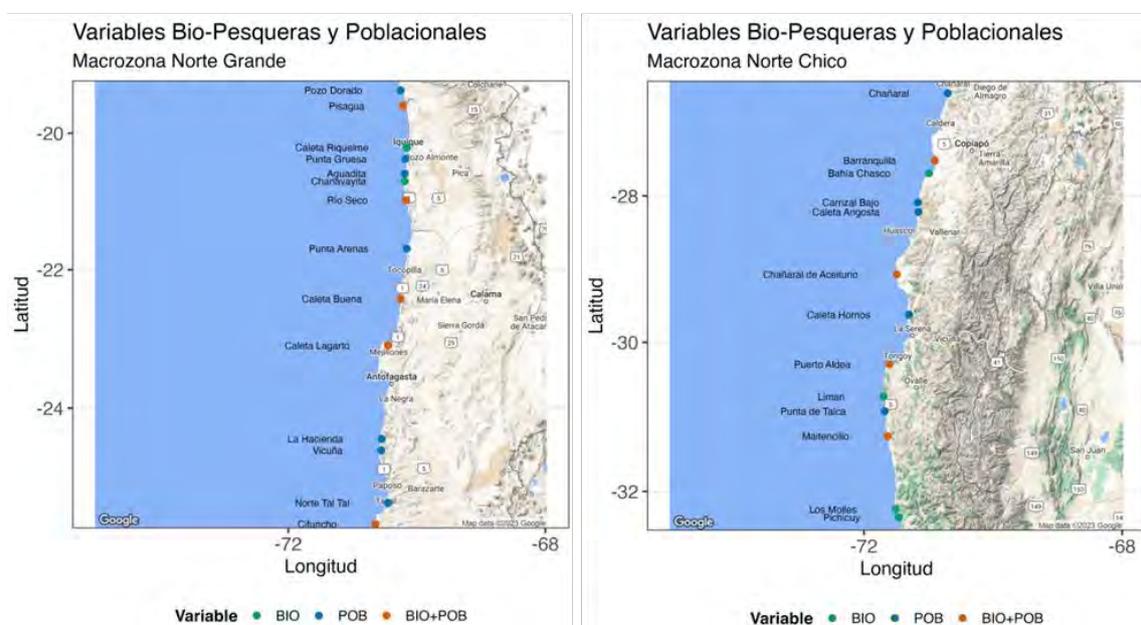
Para comenzar el levantamiento de los datos de hueros en la zona norte, la red debe contar en con al menos 11 centros de monitoreo extractivos (todos los hueros) y 40 estaciones fijas de observación de variables poblacionales (21 de huero negro y 19 de huero palo), las cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Macrozona	Region	ZOE	Límites	Centro de monitoreo extractivo	Estaciones fijas poblacionales		
				Todas las especies	Huero Negro	Huero Palo	
AyP	Camaronos		Norte y sur de la caleta	s/m	2		
			TOTAL		2		
			Pisagua	Norte y sur de la caleta	1 (Pisagua)	1 (Pozo dorado)	1 (Junin)
TPCA	Iquique		Sur de Iquique a Río Loa	1 (Río Seco)	1 (Aguadita)	1 (Aguadita)	
			TOTAL		1 (Río Seco)	1 (Río Seco)	
			TOTAL		2	4	
Norte grande	ANTOF		Tocopilla	1 (Caleta Buena)	1 (Los Patos)	1 (Pta. Arenas)	
			Península de Mejillones	1 (Mejillones sur)	1 (El Lagarto)	1 (El Lagarto)	
			Caleta El Cobre	s/m	2 (Hacienda y Vicuña)	1 (El Blanco)	
			Taltal	1 (Cifuncho)	1 (Cifuncho)	2 (Taltal y Cifuncho)	
			TOTAL	3	5	5	
TOTAL MACROZONA		5	11	9			
ATCMA	Caldera		Sur de Chañaral hasta Caldera	s/m	1 (Porto fino)	1 (Porto fino)	
			Sur de Caldera a norte de huasco	1 (Barranquilla)	1 (Barranquilla)	1 (Barranquilla)	
			Huasco	1 (Bahía Chasco)	1 (Carrizal bajo)	1 (Carrizal bajo)	
			TOTAL	s/m	1 (Caleta Angosta)	1 (Caleta Angosta)	
Norte chico	COQ		Norte Huasco a límite COQ	1 (Chañaral de aceituno)	1 (Chañaral de aceituno)	1 (Chañaral de aceituno)	
			TOTAL	3	5	5	
			Caleta Hornos	Desde Pta. Choros hasta norte de Coquimbo	s/m	1 (Caleta Hornos)	1 (Caleta Hornos)
			Pto. Aldea	Sur de Coquimbo hasta Caleta el Sauce	1 (Pto. Aldea)	1 (Pto. Aldea)	1 (Pto. Aldea)
			Río Limarí	Sur de Caleta el Sauce hasta el norte de Caleta Sierra	1 (Limarí/El toro)	1 (El Toro)	1 (El Toro)
Maintencillo			Sur de Caleta el Sauce hasta el norte de Caleta Sierra	s/m	1 (Punta de Talca)	1 (Punta de Talca)	
			Sur caleta Sierra hasta Puerto Manso	1 (Maintencillo)	1 (Maintencillo)	1 (Maintencillo)	
			TOTAL	3	5	5	
TOTAL MACROZONA		6	10	10			
PROPUESTA DE MONITOREO INICIAL HUIROS ZONA NORTE					11	21	19



Como se mencionó anteriormente esta corresponde a la propuesta inicial de monitoreo que se implementó en este estudio, la cual puede ser potenciada por estudios de AMERB, en especial en sectores de la tercera y cuarta región donde son numerosas y cuentan con organizaciones funcionales y empoderadas. Del mismo modo al interior de cada comité de manejo se deben tratar temas de ordenamiento territorial en los cuales se deben sumar estaciones de observación si se estiman necesarias. Para todo tipo de administración se deben estandarizar las metodologías para que sean comparables entre ellas.

RED PILOTO IMPLEMENTADA



En síntesis, la red piloto implementada se considera adecuada y potente para comenzar con la observación pesquera y poblacional de esta importante actividad productiva en el norte de Chile.



6. OBJETIVO ESPECÍFICO 3.2.4.

“Proponer reglas de decisión asociadas a las medidas de administración y manejo de los Planes de Manejo en función de la batería de indicadores propuesta”.

6.1. Antecedentes

En 1995 la FAO, a través del Código de Conducta para la Pesca Responsable, determina una serie de principios cuyo propósito es guiar hacia una administración responsable de los recursos marinos y su ambiente, previniendo la sobrepesca, tendiendo a un esfuerzo pesquero proporcional a la capacidad productiva de los recursos, concientizando sobre las prácticas de pesca responsable, respetando a las sociedades indígenas y pescadores de pequeña escala. En dicho documento, define a los PM de **pesquería como “el proceso integrado de recolección de información, análisis, planificación, consulta, adopción de decisiones, asignación de recursos, formulación y ejecución, así como imposición cuando sea necesario, de reglamentos o normas que rijan las actividades pesqueras para asegurar la productividad de los recursos y la consecución de otros objetivos”**. Posteriormente, en FAO (2003) surge el Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP), producto de la consideración de dos paradigmas importantes, conservación y ordenación pesquera. El EEP, se basa en la interdependencia entre la salud del ecosistema y el bienestar humano, promoviendo a la adopción de medidas administrativas de co-manejo de los recursos **marinos, indicando que “el éxito de un enfoque ecosistémico dependerá de si estos compromisos de alto nivel y de alguna forma abstractos, pueden ser transformados en acciones de manejo específicas, tratables y efectivas”** (Jennings, 2004).

La aplicación del EEP requiere que los administradores identifiquen objetivos generales y específicos, que fijen puntos de referencia cuantificables, desarrollen reglas de cómo aplicar y adaptar regulaciones pesqueras y evalúen objetivamente el rendimiento de los planes de manejo a través del monitoreo (Purcell *et al.*, 2010). La definición de objetivos ayuda a alinear las opciones para medidas reguladoras y las acciones realizadas por las instituciones de manejo. FAO (1995) señala que los objetivos deben proveer garantías para las poblaciones pesqueras, los intereses socioeconómicos de los pescadores y otros usuarios y la integridad de los ecosistemas. Staples *et al.* (2014), en su curso de entrenamiento sobre la implementación de Enfoque Ecosistémico de la FAO, indica que los indicadores y el monitoreo no son un fin en sí mismo, sino más bien partes



de un instrumento de medición del alcance de los objetivos trazados por los agentes que definen un plan administrativo. Por tanto, la identificación y monitoreo de indicadores requieren claridad sobre los factores que mejor representen el alcance del objeto de medición (Beltrán, 2013). A partir de la definición de objetivos y de los indicadores por los cuales serán evaluados, se adoptan decisiones y definen reglas que generan criterios para proceder ante eventuales escenarios y guiar las decisiones de gestión (Bennett *et al.* 2021).

Con la gestión participativa de los usuarios de las pesquerías bentónicas, la Subpesca privilegió el desarrollo de un enfoque de manejo, que en un principio dio origen a la creación de mesas público-privadas de trabajo, con el propósito de avanzar en la formulación de planes de manejo bentónicos en áreas de libre acceso (ALA), que posteriormente, al amparo de las disposiciones de la Ley 20.560 del año 2012 y la Ley 20.657 del año 2013, generaron los actuales comités de manejo de pesquerías bentónicas.

La operación de los planes de manejo bentónicos requiere asesoría respecto del estado de las pesquerías, de forma de evaluar la condición de sostenibilidad considerada en la Ley de Pesca y mandatorio en estos sistemas de administración de los recursos en ALA. Este requerimiento, aunque no esté explícito en los diversos planes, condiciona la administración de los recursos en un nivel regulatorio superior y obliga al administrador pesquero a una reglamentación a escalas transversales a los planes de manejo que incluyen el acuerdo de los integrantes de los comités respecto a las medidas que se implementen.

La ley de pesca explicita la administración de los recursos hidrobiológicos a través de un punto de referencia, el máximo rendimiento sostenido (MRS) o aproximaciones a él, que emanan del resultado de un proceso analítico derivado de un conocimiento de los procesos y modelamiento de la dinámica de las poblaciones naturales en análisis. La determinación de los puntos de referencia para los comités científicos técnico en diversas pesquerías, fue resultado de un trabajo que consideró asesoría experta de estándares internacionales, una provisión de información y modelado de datos.

Pese a todos los esfuerzos desarrollados aún existen brechas sobre el estado de gestión y conocimiento de los recursos bentónicos en general, y es más acentuada en el caso de las macroalgas pardas, pesquerías que a diferencia de otros recursos bentónicos no ha contado con



sistemas de colecta de datos de la actividad extractiva en forma permanente a través del tiempo. Si bien se han desarrollado diversas investigaciones, estas han sido desarrollados por diversas entidades de manera puntual, en espacios geográficos disimiles, lo que es más complejo es que no tuvieron continuidad en el tiempo, asociado a la falta de un programa gradual de investigación de estos recursos, cuya característica principal es su alta variabilidad y particulares condiciones de explotación, con bajo requisitos de entrada y difícil fiscalización.

El legislador, en la última modificación de la ley de pesca, reconoce la situación de las pesquerías bentónicas y las excluye de la obligación del uso del MRS (que es determinado por el comité científico técnico respectivo (CCTB) y explicita la posibilidad del uso de puntos de referencia alternativos para establecer su manejo.

En consideración a lo anterior, la metodología que se aplicó para alcanzar este objetivo, buscó satisfacer los requerimientos de proponer puntos de referencia alternativos (que requerirán en fases posteriores a la de este estudio la participación del CCTB, según la reglamentación vigente), que satisfagan los requerimientos de sostenibilidad de las poblaciones de algas pardas en estudio y eventualmente de las comunidades ecológicas asociadas. En forma complementaria, se proponen **“reglas de decisión”, dentro de la diversidad posible, para propender a lograr el estado deseado de las poblaciones de macroalgas.** Sobre este último punto, se debe reconocer en el estado del arte de estas pesquerías la existencia de estrategias de extracción (ejemplo: temporalidad en las extracciones, distribuciones interregionales de cuotas globales) ya incorporadas en los planes de manejo establecidos en la actualidad en las primeras cuatro regiones del país (Arica y Parinacota a Coquimbo), objetivos explícitos de conservación y medidas regulatorias ya implementadas por la autoridad pesquera (cuotas, vedas, tallas mínimas, regulación de esfuerzo).



6.2. Metodología

La metodología presenta una línea de desarrollo que considera la existencia de medidas de regulación y objetivos de manejo.

6.2.1 Ámbito económico – social

Este ámbito se subdividió en tres actividades: i) Definiciones de objetivos e indicadores; ii) Selección de medidas administrativas y de manejo; iii) Recomendación de acciones.

- *Definiciones de objetivos e indicadores*

La selección de variables a monitorear respondió a los efectos directos e indirectos esperados a partir de la implementación de un programa o medida administrativa, los cuales fueron coherentes a los instrumentos de medición utilizados para evaluar el cumplimiento de los objetivos establecidos. Es decir, el propósito del levantamiento de información bajo el cual se estructuró el monitoreo, dependió de los objetivos que se deseaban medir, los indicadores de evaluación e instrumentos y acciones correctivas que permitieran alcanzar dichos objetivos.

Fue importante considerar que la adopción de reglas de decisión, requirió previamente de la disposición de puntos de referencia e indicadores que permitieran identificar el estado de situación en la cual se encontraban los objetivos administrativos bajo los cuales se desarrolló el proceso de monitoreo. Por tanto, la selección de reglas de decisión conllevó previamente a poseer una definición clara de los indicadores y objetivos que permitieran identificar y adoptar acciones ante escenarios no deseados. Dado lo anterior, la adopción de reglas de decisión requirió preliminarmente la definición de objetivos de manejo, indicadores y puntos de referencias de evaluación.

- Revisión de objetivos e indicadores internacionales y nacionales

Dada la necesidad de contar con una visión sobre las decisiones económicas y socioeconómicas adoptadas a nivel internacional, se realizó una revisión bibliográfica respecto de los objetivos e indicadores utilizado en la gestión de recursos marinos, principalmente asociados a PM o instrumentos similares. Además, se revisaron los objetivos de Desarrollo Sostenible 2030 (ONU, 2015) con el objeto de identificar los vínculos de éstos en la administración del sector pesquero.



Junto a la revisión internacional se definió en conjunto a SSPA los objetivos perseguidos por la institucionalidad para la medida Plan de Manejo respecto al ámbito socio-económico, estableciendo las distinciones claras y específicas que presenta cada uno de éstos.

La definición se realizó en conjunto con la Unidad de Recursos Bentónicos (URB-SSPA), a través de dos talleres virtuales con la plataforma Mural², donde se buscó definir el objetivo perseguido por la administración para las pesquerías de recursos de algas pardas y las características propias de la misma.

A partir de los objetivos propuestos, se identificaron aquellos indicadores que representaron de mejor manera su logro. Para ello se realizó una revisión bibliográfica sobre la literatura existente que permitió fundamentar su selección. Posteriormente, con el mismo grupo de trabajo se definió la lista de indicadores de evaluación asociados a los objetivos enunciados. Además, en dicha actividad se precisó de forma conjunta los siguientes factores claves propios de los indicadores:

- Factores de éxito: Entendiéndose por éstos a los aspectos fundamentales que se requieren monitorear para garantizar el logro de los objetivos trazados (Bertrán, 2013).
- Puntos de referencia: Relacionado con el espacio comprendido entre los valores mínimos y máximos esperados que el indicador puede tomar. En este sentido, se buscó establecer los rangos de cumplimiento de los objetivos o Punto de Referencia esperados por el administrador, facilitando la verificación del cumplimiento de los mismos. Se entiende por Punto de Referencia, al estado que se considera deseable de alcanzar, ya sea con alguna condición mínima o máxima, la cual activa una respuesta de ordenación acordada por la autoridad administradora.

Estos factores fueron de vital relevancia al momento de considerar un indicador, puesto que la delimitación de umbrales y metas establecen las condiciones requeridas sobre las cuales se realizan un conjunto de acciones administrativas, acorde a los instrumentos estipulados por ley, permitiendo direccionar el curso de una situación hacia el cumplimiento de los propósitos establecidos.

² En: <https://www.mural.co>



- Selección de medidas administrativas y de manejo.

Si bien, en el artículo 8 de la Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley 21.134) identifican un conjunto de medidas administrativas propias de los PM, se propusieron nuevas medidas pertinentes asociadas a la obtención de una situación deseada, considerando sus efectos favorables y desfavorables sobre el cambio deseado. Para establecer correctamente las reglas de decisión, se realizó una revisión bibliográfica a nivel nacional como internacional, para identificar las medidas administrativas posibles de adoptar, asociado a cada uno de los objetivos perseguidos.

- Recomendación de acciones

La definición de recomendaciones de acción proviene de dos fuentes de información: i) Revisión bibliográfica de las acciones y medidas sugeridas de adoptar por la administración pesquera internacional o por medidas de manejo internacionales; ii) A partir de la identificación de problemas por parte del administrador, se establecieron propuestas de actividades con el propósito de dar solución a dicha situación.

6.2.2 Ámbito biológico – pesquero

- Contexto metodológico.

Para este ámbito se desarrolló una metodología que consideró:

i.- Levantamiento de información de referencia

- Revisión de los PM de macroalgas pardas en la zona de estudio.
- Identificación de los objetivos, indicadores y acciones considerados en los PM vigentes.
- Revisión de la implementación del Plan de Manejo.
- Proposición de objetivo biopesquero de referencia de ser necesario.

ii.- Análisis del desempeño de la batería de indicadores obtenidos en el estudio asociados a las medidas de administración de los PM.

iii.- Identificación de indicadores considerados claves para la evaluación del desempeño según los resultados obtenidos.



iv.- Proposición de reglas de decisión posterior a la definición de puntos de referencia y reglas de decisión en base a indicadores considerados clave.

El desarrollo de este objetivo consideró un tratamiento especie específico para los resultados, sin embargo, solo se referirán en forma diferenciada cuando sea necesario.

Complementariamente se realizó una revisión bibliográfica para identificar las medidas administrativas posibles de adoptar asociado a cada uno de los objetivos perseguidos, identificando potenciales acciones que la administración podría realizar. Se efectuó un ejercicio conceptual para identificar los efectos causales y externalidades potenciales producto de la adopción de estas medidas, de manera de identificar los pro y contras asociados a su consideración.

En un contexto general, el desarrollo de este objetivo se dirigió a una proposición de los indicadores y reglas de decisión para incorporar a los PM y no a una evaluación de la pesquería/recurso, sin embargo, se toma el desempeño de casos y se obtienen resultados complementarios a los precedentes en el presente informe, con el fin de orientar la factibilidad de la implementación de los resultados.

- Levantamiento de información de referencia.

a) Revisión de los planes de manejo (PM).

Se revisaron los PM de macroalgas de la zona en estudio, aplicando la siguiente metodología para el análisis de los objetivos, indicadores y acciones asociados a la dimensión ecológica, que ampara el ámbito biopesquero en los PM.

Para cada plan vigente entre las regiones de Arica y Parinacota a Coquimbo, se generaron tablas resumen de los contenidos que se señalan a continuación:

- Identificación de objetivos asociados a aspectos biopesqueros de o los recursos macroalgales objetivo.
- Actividades consideradas en el PM asociadas al desarrollo de los objetivos biopesqueros identificados.
- Acciones implementadas sobre los recursos objetivo consideradas en el PM.
- Acciones implementadas sobre los recursos objetivo promovidas por el comité de manejo.



- Acciones implementadas sobre los recursos objetivo promovidas por otras instancias.

b) Análisis de la batería de indicadores obtenidos en el estudio, asociados a las medidas de administración de los Planes de Manejo.

Los indicadores levantados *in situ* en los monitoreos de la extracción y poblacionales (desarrollo de los objetivos 3.2.2 y 3.2.3) son descritos en su significado, interpretación e integración a otros análisis, con énfasis en:

- Correspondencia con la implementación de las medidas o acciones de manejo consideradas en los PM.
- Indicadores que son explicativos de la dinámica de las praderas.
- Potencial vinculación con otros indicadores a través de la integración comprensiva de la dinámica conocida de las especies en estudio.

Estos indicadores fueron evaluados en su desempeño a través del procesamiento de los datos para evaluar casos y obtener parámetros de interés, además de la observación de su comportamiento en diferentes unidades espaciales. Así, se procedió con:

i.- Comportamiento espacio temporal del centro de gravedad de las capturas monitoreadas y régimen administrativo de su origen. Se ponderó en forma mensual la captura por cada coordenada geográfica que representa una procedencia de pesca, determinando luego el estadístico de tendencia central respectivo para cada año.

ii.- Comportamiento espacio temporal del centro de gravedad del rendimiento por unidad de esfuerzo. Se ponderó en forma mensual la CPUE por cada coordenada geográfica (en UTM) que representa una procedencia de pesca. La serie fue obtenida desde el desarrollo del Objetivo específico 3.2.2.

iii.- Descripción del comportamiento latitudinal de la potencia de la relación talla – peso, para cada sitio de evaluación poblacional, de forma de observar la alometría local.

iv.- Evaluación de los indicadores densidad poblacional por rango de tamaños y talla media por sitio de muestreo estacional contrastante, a través de un test de t – student (Student, 1908).



v.- Obtención de $L_{C99\%}$ para huiro negro y huiro palo (talla de estado reproductivo para el 99% de los individuos esporofíticos de huiro negro y huiro palo) en cada sitio de estudio. Se determinó la ojiva reproductiva mediante la función logística de madurez (Restrepo & Watson 1991), pero que **considera los estados de “reproductivo” y “no reproductivo”**, dado por la presencia de soros en las frondas, observadas en los muestreos poblacionales.

$$B_L = \frac{1}{1 + e^{(\beta_1 + \beta_2 L)}}$$

Donde:

B_L = es la fracción de individuos reproductivos en cada clase de talla (L= diámetro máximo de disco fijación).

β_1 y β_2 = son los parámetros de la ecuación logística.

L = longitud de los individuos.

Esta función fue ajustada a través de un GLM. implementado en el software R. Una vez obtenida la curva de madurez se identificó la talla a la cual el 99% de las plantas esporofíticas está reproductiva.

vi.- Selectividad de la remoción activa (barroteo) monitoreado. La selectividad entendida como el efecto del arte de pesca empleado en la remoción activa de los ejemplares de la pradera, en este caso el barroteo, desde el monitoreo de los DD de la captura por procedencia, se determinó según el método presentado por Sparre & Venema (1998).

vii.- Estructura demográfica de la pradera de macroalgas. Con fines prácticos se empleó la categorización de los individuos esporofíticos en reclutas, juveniles y adultos, según lo indicado en la metodología del Objetivo específico 3.2.2.

viii.- Obtención directa de la biomasa. La biomasa, considerado un indicador de estado de la población, se obtuvo de la integración de datos y parámetros para dos sitios de monitoreo poblacional de huiro negro y de huiro palo, coincidentes con sitios de monitoreo del estudio ASIPA Investigación Situación Pesquerías Bentónicas Bajo PM en la Región de Atacama, en la estación de verano del año 2022. La biomasa fue estimada a través de una expansión geométrica de la densidad media de plantas del sitio de muestreo a la superficie estimada por la cobertura latitudinal



y ancho medio estacional del cinturón para huiro negro y una superficie estándar para el huiro palo. El peso a la talla fue estimado con la relación potencial ajustada por el método de mínimos cuadrados de talla- peso para el recurso, zona y estación empleada como caso de estudio. El escalamiento de la biomasa fue realizado ponderando la abundancia en número por la frecuencia de tallas muestreada *in situ* en forma aleatoria. Detalle del método se encuentra en Techeira *et al.* (2012).

ix.- Obtención indirecta de la biomasa. No se evaluó la implementación de un método indirecto para la estimación de las biomásas por las siguientes consideraciones:

- Carencia de datos de rendimientos anuales y desembarques oficiales corregidos para implementar un modelo de producción.
 - Ausencia de parámetros para implementar un modelo demográfico basado en matrices de proyección de fases, considerado apropiado a las características de las especies estudiadas.
- c) Identificación de indicadores considerados claves para la evaluación del desempeño de los resultados obtenidos.

La identificación de los indicadores a proponer fue el resultado de:

i.- Encuestas a usuarios de distintos ámbitos relativos a indicadores y medidas de manejo.

Fue desarrollada en el formato formularios de // ... docs.google.com. Una vez obtenidos resultados parciales e identificados *a priori* los indicadores y medidas de manejo, se realizó una encuesta *online* a usuarios de distintos ámbitos de la pesquería, de forma de orientar los resultados a una propuesta plausible. Las preguntas estuvieron orientadas a identificar: a) indicadores a implementar en monitoreo poblacional, b) indicadores a implementar en muestreo del desembarque c) medidas a implementar como táctica de manejo (ANEXO 8).

ii.- Talleres técnicos para el intercambio de *know how* pertinente a los indicadores apropiados a la vinculación de los indicadores a distintas escalas. Se realizaron talleres de trabajo con la participación de investigadores del estudio y otros de IFOP, en los cuales se revisaron casos de estudio y ejemplos para discutir los potenciales indicadores a proponer.



- d) Proposición para definición de puntos de referencia y reglas de decisión en base a indicadores considerados clave.

La proposición de Puntos de Referencia en pesquerías carentes de herramientas estadísticas que permitan el modelado de los procesos de su dinámica, requiere la vinculación medible con el estado de la población, de forma de evitar la deliberación subjetiva en el proceso de toma de decisiones sobre la interpretación de los indicadores, así, se discriminó a los indicadores a través de posibles análisis para la proposición de una regla de decisión vinculada al manejo y sus puntos de referencia.

- Contexto administrativo.

Siendo las pesquerías de macroalgas en la zona de estudio objeto de dos regímenes administrativos para pesquerías bentónicas (PM y AMERB), se evaluó la participación de ellos a través de la revisión de los desembarques monitoreados en el periodo de estudio (2021 - 2022



6.3. Resultados

6.3.1 Ámbito social – económico

- Revisión de objetivos e indicadores internacionales

Diversas fuentes coinciden que los objetivos de manejo en pesquerías deben considerar aspectos biológicos, económicos-sociales y ambientales. De acuerdo con la FAO (1995), desde los aspectos biológicos, los tomadores de decisiones deben limitar la capacidad pesquera y la presión en los recursos para que las poblaciones permanezcan económica y biológicamente viables.

El Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO, 1995) esboza que los objetivos deben proveer garantías para las poblaciones pesqueras, los intereses socioeconómicos de los pescadores, otros usuarios, y la integridad de los ecosistemas. Asimismo, los tomadores de decisión o administradores de pesquerías, deben establecer objetivos o medidas regulatorias y velar porque otros actores de la cadena comercial no sean considerablemente afectados por las medidas adoptadas (Purcell *et al.*, 2010). Por lo tanto, es importante que los objetivos socioeconómicos, salvaguarden todos los aspectos vinculados con los intereses sociales y económicos que mantienen los actores de la pesquería.

Las disposiciones de los objetivos económicos para el manejo pesquero se encuentran adscritos a mejorar los beneficios económicos para los usuarios de la pesquería, manteniendo una distribución adecuada que contribuya a mejorar la calidad de vida de la comunidad. Según Franquesa *et al.* (2006), tanto en la FAO como a nivel internacional, hay consenso en entender que los principales objetivos de la gestión de pesquerías en materia económica corresponden a:

- 1) Asegurar la sostenibilidad biológica del recurso, para asegurar la sostenibilidad de la actividad económica (rentabilidad, empleo, consumo).
- 2) Mantener un esfuerzo pesquero adecuado que permita un uso integro de los recursos, pero que no los degrade.
- 3) Maximizar los ingresos obtenidos de la explotación de los recursos.

De forma más reciente, a partir de la Agenda 2030 (ONU, 2015) se establecen un total de 17 **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** donde el objetivo 14 corresponde a “Conservar y utilizar



sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para su desarrollo”. **No obstante**, dicho objetivo aborda una fracción parcial de los propósitos perseguidos, principalmente en los ámbitos económicos, socioeconómicos y social. En coherencia con lo señalado por el comité de pesca y acuicultura de la FAO (2021) impulsó la aceptación de una gran variedad de indicadores asociados a la completitud de los objetivos asociados al fomento y desarrollo de los sectores productivos. En este contexto, FAO (2021) propone los siguientes objetivos complementarios a una visión sectorial:

- 1) ODS 14 (Vida submarina): Para proporcionar seguridad alimentaria, nutrición y medios de vida es imprescindible mejorar la gestión de la pesca y la acuicultura y las políticas, prácticas y tecnologías del sector, garantizando al mismo tiempo que las prácticas son éticas y sostenibles.
- 2) ODS 1 (Fin de la pobreza), ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) y ODS 10 (Reducción de las desigualdades): Las actividades relacionadas con la pesca y la acuicultura sustentan los medios de vida de más de 120 millones de personas en todo el mundo, que viven en su mayoría en países en desarrollo. Si se garantiza que las cadenas de valor son sostenibles y responsables, las personas más pobres y vulnerables de la sociedad resultarán beneficiadas y la pesca podrá continuar proporcionando resiliencia económica (FAO, 2021)
- 3) ODS 2 (Hambre cero): La pesca y la acuicultura desempeñan un papel fundamental en la lucha contra el hambre y constituyen importantes factores habilitadores de la seguridad alimentaria y la nutrición. El consumo de pescado, que proporciona alimentación nutritiva a la creciente población mundial, continúa al alza. Para 3 300 millones de personas del planeta, el pescado y los productos pesqueros aportan casi el 20 % de la ingesta promedio de proteínas animales per cápita. La pesca y la acuicultura ofrecen oportunidades únicas de sustentar la seguridad alimentaria a medida que la población mundial sigue aumentando.
- 4) ODS 5 (Igualdad de género): Las mujeres participan en todas las etapas de la cadena de valor de la pesca y ocupan aproximadamente la mitad de los puestos de trabajo dedicados al procesamiento después de la captura y a la comercialización del pescado.



Las iniciativas de empoderamiento de la mujer basadas en la mejora del acceso pleno y la igualdad de oportunidades en el sector de la pesca y la acuicultura pueden alentar la lucha contra las desigualdades de género sistémicas y contribuir a una mayor inclusividad.

- 5) ODS 12 (Producción y consumo responsables): El pescado puede contribuir al establecimiento de sistemas alimentarios sostenibles ya que su huella de carbono es menor que la de otros alimentos de origen animal alternativos. La aplicación de políticas adecuadas orientadas a fomentar las prácticas de producción y consumo responsables en el ámbito de la pesca y la acuicultura respaldará el avance hacia patrones de consumo y producción más sostenibles y posibilitará la ordenación sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.
- 6) ODS 17 (Alianzas): La única manera de alcanzar los objetivos y las metas es mediante la colaboración, que puede adoptar la forma de asociaciones del sector público con el sector privado, el mundo académico, la sociedad civil y organizaciones no gubernamentales (ONG) o que puede materializarse en alianzas transfronterizas y en iniciativas y soluciones multilaterales. Además, este objetivo prevé la cooperación internacional en el ámbito de la ordenación pesquera a través de los órganos regionales de pesca (ORP) a fin de fomentar la aplicación del Código de Conducta para la Pesca Responsable (CCPR) de la FAO y las directrices, planes de acción y acuerdos conexos

De forma particular, los objetivos vinculados a modelos de administración pesquera u otros organismos internacionales velan principalmente por incrementar la equidad en distribución económica, reducir los impactos de la actividad, además del fomento e incremento del sector económico (Tabla 18).

Para evaluar el alcance de los objetivos económico del sector pesquero, se utilizan indicadores económicos asociados tanto al mercado local y externo, lo que permite diagnosticar la relación con otros sectores económicos dentro y fuera del país (Purcell, 2010; FAO, 2003). Las Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable de la FAO (2001) promueven el uso de indicadores en el seguimiento de las contribuciones de la pesca al desarrollo sostenible.

Basados en la revisión de literatura de la administración del sector pesquero, existen múltiples indicadores asociados a los objetivos económicos y socioeconómicos, los cuales, dependen de



los propósitos administrativos perseguidos y la escala de análisis utilizada (nacional o local). Los indicadores reportados en la literatura, presentan diferente recurrencia en su uso, relacionándose principalmente a las capacidades productivas, rendimientos productivos (capturas, relaciones de esfuerzo) precios de venta y rentabilidades de la actividad. Desde una perspectiva socioeconómica, los indicadores que aparecen con mayor frecuencia se asocian a los niveles de empleo generado e ingresos percibidos por el desarrollo de la actividad; mientras que desde el ámbito social corresponden a los niveles de educación, composición grupo familiar y características demográficas del entorno local. En términos generales, los indicadores pueden ser agrupados en dos categorías: indicadores económicos, financieros o de mercado (dependiendo del caso de estudio); e indicadores socioeconómicos o sociales (Tabla 19).

- Revisión de objetivos e indicadores nacionales

A nivel nacional, la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), Ley 20.657 (2011), establece en **su artículo 1°b que** “El objetivo de esta ley es la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos, **definiendo por Conservación, Artículo 2 apartado 13, “el uso presente y futuro, racional, eficaz y eficiente de los recursos naturales y su ambiente”;** mientras que por **Uso Sustentable, Artículo 2 apartado 61,** “la utilización responsable de los recursos hidrobiológicos, de conformidad con las normas y regulaciones locales, nacionales e internacionales, según corresponda, con el fin de que los beneficios sociales y económicos derivados de esa utilización se puedan mantener en el tiempo sin comprometer las oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras”.

Una interpretación directa del objetivo perseguido por la LGPA, considerando las definiciones **asociadas al documento, sería “Uso presente y futuro, racional, eficaz y eficiente de los recursos naturales y su ambiente,** con el fin de que los beneficios sociales y económicos derivados de esa utilización se puedan mantener en el tiempo sin comprometer las oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras”

Desde un enfoque económico se desprende, de la interpretación del objetivo administrativo de las pesquerías a nivel nacional, un conjunto de distinciones de importancia como son: i) Uso eficaz de los recursos, relacionado hacia la maximización de los beneficios de la actividad; ii) Eficiente, asociado a minimizar los costos productivo; iii) Mantenimiento de beneficios en el tiempo (actual y



presente), otorgando una característica temporal; iv) Sin comprometer las oportunidades de crecimiento futuras, asegurando la maximización del costo de oportunidad futuro de la actividad.

Los PM son medidas administrativas adoptadas por la institucionalidad pública encargada de la gestión de los recursos que busca alcanzar objetivos generados como respuesta a una serie de dinámicas propia de la actividad que dificultan su logro desde un enfoque monoespecífico y centralizado (Techeria *et al.*, 2022; Palta *et al.*, 2010).

La historia de la Ley de la creación de los PM (N° 20.560) contextualiza uno de los principales problemas que enfrenta la administración de las pesquerías, referida a que el RPA dejó de ser una herramienta eficaz y eficiente para el manejo de las pesquerías artesanales, a lo cual se suma la necesidad de incrementar la recopilación de antecedentes científicos y técnicos necesarios para la adopción de medidas de administración. Dentro de los propósitos esperados de los PM Bentónicos, se destaca el de alcanzar una administración con un claro sentido de acercamiento a la realidad local del desarrollo de las pesquerías bentónicas, en consideración a la movilidad de los pescadores participantes, cuestión que no es contemplada en otras herramientas de la ley de pesca.

De los propósitos que se busca con la implementación de los PM, en relación al ámbito socio-económico, se desprende la necesidad de definir el universo de beneficiarios y la generación de barreras de entrada y salida de usuarios, lo cual es un avance hacia una figura administrativa de co-manejo vinculable a la gestión basada en el derecho bajo la modalidad de club (Auriemma *et al.*, 2014), limitando las externalidades negativas generadas de administrar pesquerías como recursos de libre acceso.

- Revisión de los Planes de Manejo de algas pardas

De la revisión de los PM, destacó el hecho que no todos los objetivos planteados provienen de un diagnóstico que permita identificar los problemas propios de las pesquerías, observándose similitudes en la construcción de las metas, objetivos e indicadores entre los planes asociado a la macro zona norte grande (Antofagasta, Tarapacá y Arica Parinacota) y entre los comités perteneciente a macro zona del norte chico (Atacama y Coquimbo). En el caso de los planes perteneciente al primer grupo, éstos tienden a presentar una semejanza entre las metas, objetivos



y punto de referencia, presentando una precaria presentación de indicadores y acciones de manejo conducente a alcanzar el propósito planteado.

Por otro lado, los PM asociados a la macrozona del norte chico (Atacama y Coquimbo), las metas, objetivos, indicadores y acciones de evaluación resultan ser similares entre sí. Asimismo, se evidencia un error en la formulación de indicadores asociados a ambos planes ya que éstos responden a las acciones de manejo (indicadores de seguimiento) y no al alcance de los objetivos (indicadores de evaluación³).

En el caso del plan de Bahía Chasco, sólo da cuenta de los objetivos e indicadores, presentando ausencia de información relevante en relación a los problemas diagnosticados en la pesquería, los puntos de referencia esperados y las acciones de manejo que debería desarrollar el plan en cuestión (Tabla 20).

En Techeira *et al.* (2022), se realizó una calificación de los niveles de coherencia que presentan los diferentes PM de la pesca artesanal bentónica, indicando que la formulación de los planes asociados a la administración de las algas pardas se encuentran en niveles medio, es decir, que los Planes presentan objetivo general (o equivalente), objetivos específicos (o equivalente), para al menos las dimensiones biopesquera, económica y social, cuentan con actividades para lograr cada objetivo específico e indicadores y puntos de referencia o metas a alcanzar. Sin embargo, no presenta completitud suficiente para el alcance de cada objetivo específico (o equivalente) y/o su objetivo general (o equivalente). Es decir, hay elementos que faltan para lograr los objetivos establecidos en el PM, aún cuando los elementos que están incluidos tienen relación con los objetivos propuestos. En relación con los indicadores, se constató que pueden estar o no presentes, o solo para algunos elementos. Los indicadores están enunciados, pero no están especificados en términos de cantidad, calidad y tiempo. Se identifican las fuentes de información para construir los indicadores, pero no se definen los mecanismos de recolección de datos ni los responsables de hacerlo.

³ Dentro de los Planes de Gestión, los indicadores asociados a cuantificar el alcance de los objetivos (resultado o impacto) son definidos como indicadores de evaluación; mientras que los indicadores que miden el desarrollo de la ejecución acciones adoptadas para el alcance de los objetivos se denominan indicadores de seguimiento o de acción (Ortegón *et al.* 2005)



Estas omisiones son factores limitantes al momento de proponer indicadores a nivel de cada Plan de Manejo ya que hace necesario replantear la definición y estructura sobre las problemáticas, objetivos, indicadores y acciones de manejo que otorguen un sentido al levantamiento de información por medio de un sistema de monitoreo, lo cual escapa del propósito inicial del proyecto.

- Definición de objetivos e indicadores institucionales

A nivel institucional se desarrollaron dos talleres con fecha 19 y 26 enero de 2021, con el objeto de definir los objetivos por parte de la SSPA en el ámbito social y económico. Los talleres fueron realizados de forma telemática y contando con el apoyo de la plataforma mural que permite la interacción dinámica entre los participantes. En ambas sesiones se contó con la presencia de profesionales de la Unidad de Recursos Bentónicos SSPA.

Pese al esfuerzo en poder definir un consenso un objetivo socioeconómico este no se alcanzó, debido posiblemente, a la ausencia de profesionales especialistas en este ámbito y a la expertise asociada principalmente al ámbito biológico – pesquero (Anexo 9).

A partir de la revisión bibliográfica se propone un listado de indicadores de carácter descriptivo a ser utilizados en el ámbito socio-económico, los cuales establecen un conjunto de variables que pueden resultar de interés para la autoridad de monitorear en el tiempo. Para otorgar un formato de indicador, se propuso su comparación respecto del periodo previo al inicio de cada PM, atribuyendo los cambios en el sector a la implementación de la medida administrativa (Tabla 21).

Finalmente, se realizó un ejercicio con los integrantes del equipo de trabajo donde se propuso un objetivo administrativo asociado al ámbito socio-económico con un conjunto de indicadores y niveles de referencia para su evaluación (Anexo 10).

- Selección de reglas de decisión, medidas administrativas y de manejo.

Existen dos fuentes de información que otorgan una guía sobre las acciones que la institucionalidad pública debería alcanzar, están son: i) Acciones propuestas por organismos internacionales en relación al alcance de los ODS; ii) Obstáculos detectados por la URB-SSPA asociado al conocimiento en el ámbito económico.

Respecto a las acciones internacionales, FAO (2018) redactó un documento para los agentes administradores, en el cual se propone una serie de pasos para alcanzar los objetivos de desarrollo



sostenibles basadas en la evidencia, la experiencia y el conocimiento técnico, colectivo que reside en la FAO. Se trata entonces no solo de fijar objetivos por alcanzar, sino también en atender a los medios para lograrlos. En este sentido, se proponen 13 acciones asociadas al ámbito económico y social que buscan mejorar la productividad y las estrategias para mejorar los precios de venta de mercado, fomentar la innovación productiva, asegurar la igualdad en el desarrollo tanto económico como de género, diversificar las matrices productivas, entre otras, de manera de continuar con el desarrollo sostenible del sector pesquero artesanal (Tabla 22). Es importante reconocer que la implementación de las acciones propuestas escapa de la capacidad que posee la SSPA, sino más bien son actividades a desarrollar por los diferentes organismos del Estado; por tanto, el alcance de estas acciones presenta una dimensión mucho mayor a los programas de PM. No obstante, sirven como una guía orientadora del esfuerzo que debiese desplegar el Estado para mejorar las condiciones del sector, incluidos en ellos los recursos asociados a los PM.

Por otra parte, en las sesiones sostenidas con los profesionales de la URB-SSPA se identificaron siete obstáculos que limitan la comprensión de la dinámica socio-económica de la pesquería y que para la administración pesquera son de interés en subsanar. Estos obstáculos fueron delimitados en cinco acciones concretas con la finalidad de enmendar estas situaciones, generando una propuesta de acciones administrativas, las cuales debería considerarse como insumo para mejorar la administración de las pesquerías (Tabla 23).

Los obstáculos observados se concentran en el desconocimiento de los efectos económicos exógenos causado por los efectos de mercado internacional que podrían incentivar el desarrollo de una actividad, incrementando potencialmente la presión de pesca. Dentro de los puntos de interés asociados, se encuentran la capacidad de incrementar el valor comercial de las pesquerías de algas pardas, sin incentivar la extracción de mayores volúmenes de pesca, así como también los mecanismos bajo los cuales se podría mejorar el poder de negociación de los usuarios.

6.3.2 Ámbito biológico – pesquero

6.3.2.1 Revisión de los planes de manejo de macroalgas de las regiones en estudio.

Con respecto a la revisión de los PM, se observa entre ellos una diversidad de objetivos, metas y en algunos casos indicadores, que muestran la ausencia de un estándar de contenidos mínimos



comunes. En la mayoría de los casos se evidencia un manejo de las pesquerías ajeno a lo establecido en los PM.

Es común en los PM revisados, la ausencia de reglas de decisión vinculadas al manejo pesquero y actividad extractiva en general.

A continuación, se presentan las matrices generadas para la revisión de estos planes en la dimensión ecológica:

a) Plan de manejo de la Región de Tarapacá y de la Región de Antofagasta.

Los PM de estas regiones presentan procesos de gestión distintos, si bien son muy similares o casi idénticos en contenidos (Tabla 24). A diferencia de otros PM de macroalgas, estos son explícitos en la presentación de puntos de referencia, asociados a los niveles de abundancia de praderas no objeto de actividad extractiva (virginal), son coherentes con los objetivos de manejo tendientes a mantener las praderas en condiciones cercanas a un estado previo al inicio de la pesquería. Sin embargo, no se observa ninguna diferencia entre las especies de macroalgas y los objetivos, actividades y puntos de referencia.

La única actividad de manejo (medida de administración) identificada es la veda de las pesquerías y se permite solo la actividad de recolección del varado de los recursos objetivo. La persistencia de esta medida (veda), evidencia la necesidad de un manejo de la pesquería, en el sentido de la ausencia de la extracción y recolección activa de los recursos.

b) Plan de manejo de la Región de Atacama.

Si bien este PM comparte el objetivo general con los precedentes, presenta solo un objetivo específico asociado al manejo del recurso (pesquería), referido al control de la pradera y resguardar los procesos de recuperación. Presenta tres medidas de manejo, sin distinción entre recursos: i, talla mínima de extracción, ii, cuota anual de extracción fraccionada por trimestres y provincias y iii, prohibición en un mes estival y un mes invernal del barroteo (Tabla 25). No explicita puntos de referencia ni criterios de estimación de cuota, siendo la situación actual la de *status quo*, en la cual el valor de la cuota de referencia corresponde a un promedio de los desembarques de años recientes de la pesquería. A diferencia de los planes revisados previamente, este considera la asignación espacial diferencial de las cuotas, lo que asume la distribución heterogénea de estos



recursos en el litoral de la región. La situación de *status quo*, no permite una dinámica de las pesquerías que logre poner en operación una gestión que involucre reglas de decisión.

c) Plan de manejo de Bahía Chasco.

Este plan está a la bahía Chasco, en la Región de Atacama y a una de las especies de macroalgas (huirto flotador). Comparte el objetivo general de los otros planes y considera un objetivo específico de fomento de buenas prácticas de cosecha y la mantención actualizada del conocimiento de la pradera (Tabla 26). Las actividades están orientadas a estrategias de explotación como la definición de una cuota o la rotación de áreas y tácticas como la distribución de la extracción entre los días de la semana y el fraccionamiento trimestral de la cuota. Las acciones de manejo más relevantes ha sido el establecer una situación de *status quo* en la pradera y un criterio de toma de decisión al respecto por el CCTB (Acta N°4, CCTB, 2021).

d) Plan de manejo de la Región de Coquimbo.

Este plan comparte el objetivo general con los anteriores (Tabla 27), sin embargo, el objetivo específico está referido al ordenamiento de la actividad. No existe una diferencia entre las especies objetivos del plan. No contiene puntos de referencia ni indicadores. La situación de *status quo*, determinada por el CCTB, ha permitido la mantención de la actividad, restringiendo la operatividad del plan a la distribución de las cuotas en términos espaciales y temporales en la región, pero sin una evaluación de su desempeño.

En general los PM no son espacialmente explícitos en la escala regional en la que están dimensionados, no reconociendo el efecto local de la actividad extractiva como de los procesos de la dinámica reproductiva también locales.

En ninguno de ellos, aparece una vinculación a los procesos metodológicos para las estimaciones de las cuotas o sistemas de monitoreo biopesquero, tradicionales en el manejo de las pesquerías, siendo manifiestas estas deficiencias en su implementación y operación.

3.2 Análisis de la batería de indicadores obtenidos en el estudio. asociados a las medidas de administración de los PM.

6.3.2.2 Alcances del contexto administrativo.



Si bien el contexto del presente estudio es el administrativo del régimen de PM, la revisión de los desembarques monitoreados reveló, al identificar las coordenadas geográficas de las procedencias de pesca (punto geográfico adimensional de origen de la extracción/recolección), que estas se ubican en AMERB, siendo entonces una pesquería que suma a los problemas de trazabilidad de los desembarques, la correcta asignación de estos a un determinado régimen de comanejo y las subyacentes diferencias en los métodos de evaluación, asignación de cuota, control y otros. Presentado así una nueva realidad de las pesquerías consideradas en este estudio, el resultado incorpora el contexto espacial apropiado para ambos regímenes.

La Figura 65 señala las procedencias de pesca monitoreadas a lo largo del estudio y el régimen de manejo bentónico en el que operan (AMERB o PM). La Tabla 28 muestra la asignación porcentual de los desembarques monitoreados por puerto de monitoreo y régimen, destaca la participación de AMERB de huiro palo y huiro negro, sobre lo reportado en los anuarios estadísticos de Sernapesca.

6.3.2.3 Identificación de indicadores considerados claves para la evaluación del desempeño según los resultados y evaluación de los resultados obtenidos.

De los indicadores biopesqueros levantados en el monitoreo, se identificaron aquellos, que para los recursos evaluados, tenían conocimiento disponible en la bibliografía revisada: densidad media (por sitio de muestreo), CPUE (por procedencia de pesca), DD (para huiro negro y huiro palo) y ancho de cinturón para huiro negro.

La caracterización de los indicadores se muestra en los siguientes cuadros:

Nombre Indicador	Densidad media
Atributos	Individuos por unidad de superficie
Especie (s)	Huiro negro y huiro palo
Fuente de datos	Muestreo poblacional
Unidades del indicador	Individuos por unidad de superficie
Puntos de referencia	Criterio sobre superficie de tamaño estándar
Información del seguimiento/monitoreo	Tendencia sobre superficie estándar
Metas deseadas	Cumplimiento de criterio de manejo
Estimación/análisis asociada	Biomasa/estructura demográfica



Nombre Indicador	Captura por Unidad de Esfuerzo
Atributos	Captura por unidad de esfuerzo pesquero estándar
Especie (s)	Huiro negro y huiro palo
Fuente de datos	Monitoreo del desembarque
Unidades del indicador	A definir según unidad de captura y esfuerzo
Puntos de referencia	Criterio de valor vinculado a estado de la pradera
Estimación/análisis asociada	Estimación indirecta abundancia

Nombre Indicador	Diámetro de disco
Atributos	Permite estimar selectividad, estructura demográfica, comunidad ecológica
Especie (s)	Huiro negro y huiro palo
Fuente de datos	Monitoreo desembarque y muestreo poblacional
Unidades del indicador	cm
Puntos de referencia	Cumplimiento de talla mínima de extracción
Información del seguimiento/monitoreo	Tendencia de talla mínima
Estimación/análisis asociada	Vulneración fracción juvenil/ estructura demográfica/ indicadores ecológicos

Nombre Indicador	Ancho cinturón huiro negro
Atributos	Contracción - expansión de cinturón
Especie (s)	Huiro negro
Fuente de datos	Muestreo poblacional
Unidades del indicador	metros (m)
Puntos de referencia	Criterio de manejo vinculado al estado de pradera
Estimación/análisis asociada	Estimación de biomásas

a) CPUE

La exploración de la CPUE, obtenida desde el monitoreo de los desembarques, enfrentó a dos escenarios, determinados por el marco en el cual se implementó cada PM: i. Con veda a la remoción activa (solo recolección de varado) y ii. Con asignación de cuota extractiva para remoción activa (barroteo) además de varado.

Como caso de veda a la remoción activa, se presentan el centro de masa de las capturas monitoreadas y el centro de masa de la CPUE de huiro negro para la Región de Antofagasta (Figuras 66 y 67), ponderadas en la escala de procedencias de pesca en el espacio regional del PM. Se observa un desplazamiento mensual sincronizado de ambos indicadores, dependientes del varado natural y extracción furtiva no cuantificada.

Para el caso con asignación de cuota, se presenta el centro de masa de las capturas monitoreadas y de la CPUE de huiro negro para la Región de Atacama (Figuras 68 y 69), ponderadas en la



escala de procedencias de pesca en el espacio regional del PM. De forma similar a lo señalado en forma precedente, se observó un desplazamiento mensual sincronizado de ambos indicadores, dependientes del varado natural y la remoción activa, sin un cambio espacial en la pesquería, explicado por la movilidad del esfuerzo, ya que la asignación de cuotas por provincia y las vedas estivales, realizada por el comité de manejo, condiciona los niveles de captura.

b) Diámetro máximo de disco de fijación.

b.1) Talla reproductiva.

Con la consideración operativa, no siempre declarada, que un disco de fijación corresponde a un individuo, independiente de la posible coalescencia, en Chile, el diámetro máximo de disco ha sido tratado como un indicador de la pesquería de macroalgas, además de un punto de referencia, por la recomendación de restringir las remociones de individuos menores a 20 cm de diámetro para ambas especies (Santelices, 1982, Vasquez *et al.* 2016), aunque esta no sea una medida administrativa, se entiende esta talla como un simil de TML (Talla Mínima Legal), asociada en su origen a la reproducción de huiro negro, pero también recomendado para huiro palo.

Con los datos de DD levantados en los sitios de muestreo poblacional, se consideró el ajuste de una función logística, similar de las empleadas para describir la madurez sexual en pesquerías, pero con el sentido de identificar la talla a la cual las plantas están 100% reproductivas, de forma de verificar la pertinencia de variaciones locales a la recomendación de 20 cm. Los resultados confirman la variación local de este parámetro, que en su origen fue determinado solo para huiro negro en la localidad de Los Molles (Región de Valparaíso), por Santelices (1982).

La Figura 70 muestra las ojivas y valores de $LC_{99\%}$ para huiro negro y la Tabla 29 los resultados de los coeficientes de los parámetros obtenidos para la función. La Tabla 30 contiene los valores obtenidos para cada sitio y los intervalos de confianza. En los resultados, las regiones de Tarapacá y Antofagasta muestran valores mayores a los obtenidos en los sitios de muestreos al sur, resultado que puede ser explicado por un insuficiente número de muestras o un error en la identificación de las estructuras reproductivas.

En el caso de huiro palo, los valores de $LC_{99\%}$ aunque en la cercanía, son levemente mayores en las regiones de Atacama y Coquimbo para la referencia de los 20 cm, en cambio para las regiones



de Tarapacá y Antofagasta, los mayores valores estimados pueden ser explicados potencialmente con la misma explicación que para el caso del huairo negro.

La Figura 71 muestra las ojivas y valores de $L_{C99\%}$ para huairo palo y la Tabla 31 los resultados con los coeficientes de los parámetros de la función, la Tabla 32 muestra valores referentes obtenidos para cada sitio y los respectivos intervalos de confianza.

b.2) Selectividad.

La selectividad en estas pesquerías, obtenida desde la distribución de tallas del DD en el desembarque, refleja la vulneración de la pesquería hacia determinadas tallas de la población, siendo de interés salvaguardar el potencial reproductivo de una pradera, que para el desarrollo de este objetivo emplea como referencia la talla de $L_{C99\%}$ obtenida en el punto precedente, asumiendo *a priori* un objetivo de manejo de cautelar al menos la posibilidad de que cada individuo participe una vez en el proceso reproductivo. Así, se identificaron los puertos o caletas objeto de muestreo biopesquero con procedencias de extracción asociadas a sitios de muestreo poblacional, y en una escala anual, se contrastaron con la talla de $L_{C99\%}$ vinculada en forma geográfica. Dada la extracción mediante barroteo y/o recolección, solo el primero de ellos tiene un efecto antrópico, por lo que se analizan solo estos datos.

Para huairo negro, las regiones (PM) con mayores coincidencias fueron las de Tarapacá y Antofagasta, en las cuales la remoción activa está prohibida por defecto, dado que solo se permite la recolección de varado, así, los resultados corresponden a pesca furtiva para esos sitios. Los resultados para Puerto Aldea, en la Región de Coquimbo, señalan desembarques con tallas sobre la de reproducción, lo que se debería reflejar en una correlación con otros indicadores de estado (Figura 72).

Para huairo palo, la mayor cantidad de coincidencias geográficas fue en las regiones de Atacama y Coquimbo, que en general muestran una baja vulneración del barroteo bajo las tallas reproductivas (Figura 73).

b.3) Talla media

La talla media ha sido empleada como un indicador de tendencia central para la observación de la salud poblacional en distintas poblaciones naturales que constituyen recursos pesqueros.



Conocida la variabilidad intra – anual de las praderas, su empleo en las macroalgas en estudio fue evaluado en términos de observar diferencias estadísticamente significativas, a través del estadístico t de student, Los resultados de muestran en las Tablas 33, 34 y 35.

Los resultados de las tallas medias muestran diferencias significativas para huiro negro, no así para huiro palo, en las estaciones contrastantes. El cambio en la estructura de tamaños que señala el indicador para las zonas del norte grande, sin entrar en la determinación de un determinado estado de salud de la pradera, debe ser interpretado en el escenario de ausencia de remociones activas, al menos en el ámbito formal.

En las regiones del norte grande, sometidas a esfuerzo pesquero, las zonas con diferencias significativas en la talla, solo tiene una coincidencia con cambios significativos en la densidad en una de los sitios de muestreo.

Las diferencias en los resultados en los distintos sitios de muestreo, muestran la consideración local necesaria en el empleo de este indicador.

b.3) Densidad.

La densidad es un indicador de tendencia, a menos que se tenga una referencia de este. Estudios como los de Vega *et al.*, (2016) presentan valores de densidad de recursos huiro negro y huiro palo en distintos escenarios de manejo, por el que se podrían tener referencia de una población saludable, pero con la consideración inherente de la variabilidad local, encontrada para los indicadores revisados en forma previa, su empleabilidad como predictor de una condición de salud debiese ser complementada o integrada en otros indicadores de estado más comprehensivos.

Dada la condición temporalmente acotada del indicador densidad en este estudio, se muestra con fines demostrativos la serie de densidad y capturas (corregidas por humedad), de las localidades de Chañaral de Aceituno y Chañaral (Portofino del FIPA) para huiro negro y Carrizal Bajo y Chañaral de Aceituno para huiro palo, correspondientes al estudio ASIPA PM bentónicos, coincidentes sitios de muestreo poblacional (Tabla 36). Se observa la variabilidad intraanual de la densidad y su desvinculación directa con las capturas, que en parte puede estar asociado a cambios demográficos.

b.4.1) Densidad en estaciones contrastantes



Se evaluó la densidad media por rangos de tamaños y totales en las estaciones contrastantes, invierno 2021 e invierno 2022, con el fin de evaluar el empleo del indicador en términos de cobertura espacial, a través de la estimación de diferencias significativas respecto de la media de la variable, evitando la variabilidad intra – anual asociada a la dinámica de la pradera. . Se muestran los resultados para huiro negro y huiro palo, para las zonas denominadas norte chico y norte grande en las Tablas 37, 38 y 39.

De los resultados de las estaciones contrastantes, en los sitios del norte grande, se observa que hay diferencias significativas en las densidades medias, por rango de tamaños y en el total, para algunos de los sitios específicos monitoreados. Ya que en estas regiones los recursos huiro palo y huiro negro están en veda, esta situación se explica por condiciones ambientales o por pesca furtiva que puede alterar la estructura demográfica vinculada a la abundancia relativa de la población. De este modo, el empleo de este indicador en escalas locales parece estar más justificado.

b.5) Biomasa.

La determinación local de los parámetros de la relación de tallas y pesos en cada una de los sitios evaluados en forma directa, permitió la comparación de la alometría entre los distintos sitios para las especies en estudio, a través del valor de la potencia de la función. Para el caso del huiro palo, en la zona norte grande hay una marcada variabilidad local, no así para los sitios muestreados en el norte chico, con mayor homogeneidad de las velocidades de crecimiento de longitud y peso.

En el caso del huiro negro, en toda la zona de estudio, los valores de potencia (b), varían entre 2,5 y 1,5 en toda a zona de estudio que, aunque menores al rango de variación encontrado para el recurso huiro palo, resaltan la variación local y la consiguiente incertidumbre en el empleo de **estimaciones de biomasa en “grandes” escalas espaciales, como las regionales, subyacentes a los Planes de Manejo considerados en el estudio (Figuras 74 y 75).**



De forma similar a la densidad, la estimación de biomasa corresponde a un indicador de tendencia, pero que, a diferencia de los precedentes, requiere la integración de otros indicadores y parámetros para su estimación, sea esta en forma directa o indirecta.

Como caso particular de estudio en el proyecto, se consideraron las mismas localidades y recursos que para la observación del indicador densidad (Región de Atacama). Según el método resumido, para cada estimación se emplearon los otros indicadores levantados *in situ*: i.- densidad ii.- ancho de cinturón ii.- relación talla – peso local iii.- frecuencia de diámetro de disco local y iv.- talla $LC_{99\%}$ local.

Para el huiro negro se estimó la biomasa total (Standing stock) en forma estacional para los sitios de muestreo estacional Chañaral de Aceituno y Chañaral y la biomasa cosechable (Standing crop), para la talla reproductiva estimada para cada uno de los sitios. Se estimó la razón entre ambos valores para medir la variación inter anual del potencial reproductivo y productivo del recurso (Figuras 76 y 77).

Para huiro palo se procedió de forma similar, realizando las estimaciones con parámetros obtenidos *in situ* por este estudio. Las Figuras 78 y 79 muestran los resultados, donde se releva el efecto de la talla local en Chañaral de Aceituno en la cual el aumento de la talla de disco resulta en una ausencia standing crop en la estación de verano en Chañaral de Aceituno, lo anterior revela la concentración de tallas cercanas a la determinada y eventuales deficiencias en la cobertura del muestreo. En el caso de Carrizal Bajo, es notoria la estabilidad de la razón estacional de las biomazas estimada.

Para las zonas seleccionadas de los estudios ASIPA PM y FIPA 2020-34 (Figura 80), se compararon las estimaciones de biomasa para huiro palo y huiro negro, para la estación de verano de 2022. Los resultados son disímiles en función de la variabilidad de la cobertura de ambos muestreos (mayor cobertura espacial de la evaluación ASIPA), que manifiesta la necesidad de la exploración previa de tamaños muestrales apropiados y procedimientos de evaluación estándar. Los resultados se muestran en las Figuras 81 y 82, con diferencias entre el 10% y 20% en la tasa estimada entre la biomasa cosechable y la total para ambos casos, con la excepción de huiro palo de Chañaral de Aceituno, en la cual el presente estudio no reportó tallas sobre la estimada de reproducción para el sitio señalado en la estación estival.



Con respecto a las densidades estimadas en los sitios de coincidencia, para ambos recursos, se muestra un sitio con alta coincidencia y otro divergente, respectivamente. Considerando las diferencias inherentes a las distintas coberturas de las evaluaciones, se sugiere en estudios posteriores considerar una exploración estadística del comportamiento de las variables (Figuras 83 y 84).

6.3.2.4 Proposición para definición de puntos de referencia y reglas de decisión en base a indicadores considerados clave.

- Contexto técnico de la proposición.

Las recomendaciones de manejo actuales parecieran ser difícil que se respeten debido a que la cantidad a cosechar queda al arbitrio del alguero en una actividad oportunista. Debido al número de extractores que acceden a la pesquería, se produce un ambiente competitivo donde cada alguero trata de maximizar su CPUE en el breve tiempo de cosecha que les permite la marea (para huiro negro que explica la mayoría de los desembarques). Si el extraer más individuos de lo recomendado en una cierta área o extraer individuos bajo la talla es, por motivo de tiempo, más lucrativo que moverse a otro sitio, es muy difícil entonces que un alguero mantenga plantas adultas a la distancia recomendada en manejo. Un aumento en el precio del alga también influencia fuertemente estas decisiones. Si el control del origen del desembarque (si es de varazón o de barroteo) es difícil, entonces una cuota basada en biomasa sería lo más adecuado para estas áreas en el contexto de PM. Lo anterior en concordancia con la estrategia de explotación ya considerada en los planes.

El huiro palo es un importante formador de hábitat por lo que su explotación no debe solo considerar su máximo rendimiento sostenido, sino que también el efecto que la cosecha ejerce en la fauna asociada. La bibliografía consultada, establece correlaciones positivas entre el tamaño de diámetro del disco y la riqueza específica y número de individuos vinculados a los discos (Santelices, 1982; Vega; 2016; Carbajal, 2022).

En ausencia de una parametrización de la dinámica que permita un modelamiento de ella, o incluso existiendo, la variabilidad espacial y por consiguiente ambiental de un recurso espacialmente estructurado y de baja conectividad, sería recomendable establecer un programa de evaluación



de stock en cada sector de manejo que permita no solo conocer la biomasa, sino que determinar también el resto de los parámetros poblacionales y ecológicos que permitan pronunciarse sobre el estado de cada zona de manejo o sector. La contrastación de estos estados con las señales monitoreadas en los desembarques, debería ser el insumo para la toma de decisiones. Lo anterior condiciona la operatividad a la implementación de un sistema de monitoreo en ese sentido.

- Contexto administrativo de la proposición de reglas de decisión e indicadores:

La proposición de administración integral de pesquerías de macroalgas fue desarrollada por Techeira *et al.* (2022), a continuación, se entrega el texto con algunas modificaciones:

- 1.- Establecer un objetivo de manejo en una macro escala espacial para las macroalgas en el norte de Chile, que sea explícito y cuantificable en términos del interés del Estado y amparado en las leyes *ad hoc* sobre los objetivos particulares de los PM.
- 2.- La consideración práctica de incluir una sectorización espacial de la escala geográfica de operación de cada PM, a las que se debería sumar las del sistema chileno de TURF (AMERB) que participan de la pesquería en forma común.
- 3.- Establecer puntos de referencia relativos para pronunciarse sobre el cumplimiento del objetivo de manejo para las unidades espaciales de manejo.
- 4.- Establecer puntos de referencia absolutos locales, para cada unidad espacial de manejo, en función de la generación de conocimiento con el monitoreo implementado. De esta forma, los puntos de referencia tienen el carácter de empíricos y no modelos basados, ante las brechas de conocimiento.
- 5.- Estandarizar temporalidad y metodología de evaluaciones entre los distintos regímenes de manejo.

Se considera que estas proposiciones permitirían:

- 1.- Satisfacer un objetivo de manejo/sostenibilidad de interés general.
- 2.- **Disponer de un pronunciamiento general del estado de las macroalgas, al permitir que la “suma de las partes den cuenta del todo”, por la implementación de puntos de referencia relativos en la escala de distribución de los recursos y absolutos en las escalas locales de manejo.**



3.- Disminuir los riesgos asociados al no cumplimiento del objetivo de manejo/sostenibilidad al dispersar las acciones de manejo en un mayor número de unidades espaciales.

4.- Incorporar la estandarización metodológica de la evaluación y monitoreo en los PM (de los distintos regímenes de administración), salvando los problemas asociados a generar normativas complementarias.

- Consulta a especialistas y usuarios.

La consulta a especialistas y usuarios de la pesquería, previo a la propuesta reportada en el presente informe, sobre los principales puntos considerados en los trabajos previamente analizados, persiguió evaluar la coincidencia con la consulta masiva, de forma de disminuir el riesgo de cometer errores de implementación al proponer alternativas de bajo consenso. La participación de los usuarios se presenta en la Figura 85.

Las respuestas a la consulta en general, fueron coincidentes en identificar la importancia que se le asigna a la información de las tallas y los indicadores poblacionales asociados a la estructura demográfica, como cobertura, densidades y tamaños (Figuras 86 al 88).

6.3.2.5 Propuesta de indicadores transversales mínimos por PM de macroalgas:

En el contexto de la batería de indicadores evaluados disponibles y las respuestas a la consulta, se proponen los siguientes indicadores:

- Distribución de frecuencia de DD para los recursos huiro negro y huiro palo de alga removida en forma activa por barroteo.
- Distribución de frecuencia de DD para los recursos huiro negro y huiro palo levantado desde sitio de muestreo poblacional.
- Densidad poblacional por sitio de monitoreo.
- Biomasa total (standing stock) por sitio de monitoreo poblacional.

- Puntos de referencia relativos.

Estos puntos de referencia deben ser comunes por especie de macroalga, de forma de unificar el criterio de medición del estado de los recursos. Así, se propone determinar el estado de salud de una unidad de manejo espacial de macroalgas, considerando:

- Selectividad de la remoción activa de macroalgas: (v.g. LC_{50%}; LC_{100%})



- Standing stock límite
- Standing crop límite
- Densidad poblacional mínima
 - Puntos de referencia absolutos.

Los valores de los puntos de referencia “relativos”, para que se conviertan en absolutos deberían ser estimados con información de campo, histórica o futura, en cada una de las zonas a la escala espacial en la que ocurren los objetivos de manejo.

El periodo de ocurrencia de la determinación particular de los valores locales, de los puntos de referencia, se deberán establecer con datos de la literatura disponible.

- Reglas de decisión.

En un escenario de monitoreo de macroalgas que levante los indicadores señalados en los puntos precedentes y los valores absolutos determinados en forma local a través de la observación empírica (retroalimentación con datos del monitoreo), se deberían generar dos escenarios para la toma de decisiones: i. Unidad de manejo espacial en estado deseado de sostenibilidad y ii. Unidad de manejo espacial en estado no deseado de sostenibilidad.

i.- Unidad de manejo espacial en estado deseado de sostenibilidad.

Esta condición que se debería dar si todos los valores de los indicadores absolutos están en una situación deseada, la estrategia de manejo debería seguir una regla de decisión *ad hoc* a la estrategia de manejo: cuota de extracción de individuos sobre talla mínima local.

En sentido de lo anterior, se propone: razón aritmética entre standing stock y standing crop en sitio de muestreo o sitios de muestreos poblacionales vinculados a la unidad espacial de manejo. Un incremento o disminución en márgenes preestablecidos de esta razón debería redundar en valores de cuota locales.

ii.- Unidad de manejo espacial en estado no deseado de sostenibilidad.

En el caso que la condición de alguno de los indicadores absolutos locales determinados para los sitios de muestreo poblacional esté en una situación no deseada, corresponderá un cierre temporal de la zona hasta que los indicadores cambien de estado. Un estado deseado puede tener causas



antrópicas o naturales, pero considerando un mismo deterioro de la población, no debería haber sesgo en la aplicación de la medida.

6.3.2.6 Ejemplo de una propuesta de manejo a través de un punto de referencia empírico.

- Para huiro flotador (*M. pyrifera*).

A diferencia de los puntos de referencia tradicionales, los cuales se basan en el análisis de un modelo de la dinámica poblacional, los puntos de referencia empíricos se basan en la observación. La asociación entre una variable medible y la condición de la población.

Para el caso de huiro flotador, se ha medido la biomasa en el periodo reproductivo (estación de invierno) y se ha observado el incremento en biomasa y densidad en el mismo año (explicada por crecimiento somático y reclutamiento a la fase esporofítica), dado las altas tasas de crecimiento. Estos monitoreos, se han ejecutados en forma estacional desde el año 2017.

Una vez establecida la relación, el punto de referencia es monitoreado, así como la condición de la población asociada al comportamiento de la variable. La segunda consideración es la regla que permite la toma de decisiones, la cuestión es, para este caso cómo se determina la cantidad a extraer. No es posible establecer la relación punto de referencia – captura, ya que la situación de cuota (fijada por el *status quo* determinado por el CCTB) limita el aprovechamiento de la productividad potencial.

En este contexto, para el PM que concentra casi la totalidad de los desembarques de huiro flotador, se presenta una matriz de toma de decisiones que combina la satisfacción del punto de referencia empírico, basado en la estimación de biomasa reproductiva en una evaluación poblacional, con criterios en base al cumplimiento de la extracción de cuotas. Este punto fue determinado entre los años 2017 y 2020, como el promedio de las biomásas reproductivas, con un criterio de satisfacción de $\pm \sigma$ como intervalo (Figura 89). La matriz de decisión para la gestión de la pesquería de huiro flotador de bahía Chasco se resume en la Figura 90 y se describe como:

- i.- Se establece un valor de referencia para evaluar el desempeño anual de la pesquería. Este valor de referencia corresponde al promedio de los desembarques oficiales entre los años 2017 y 2020. Al efecto, se aproxima el valor de referencia en 7.000 t.



ii.- El desempeño anual de la pesquería será el pronunciamiento por un estado deseable o no deseable, correspondiente a la razón aritmética ≥ 1 ó < 1 , entre el desembarque oficial anual o proyectado, y el valor de la cuota de ese año. En caso de determinar un estado deseable, se establecerá la cuota para el siguiente periodo anual como aquella correspondiente al valor determinado como de referencia para la pesquería. En caso contrario se establecerá la cuota anual como el valor.



6.4 Discusión

- Ámbito socioeconómico

Hasta hace unas décadas, la gestión y la gobernanza pesqueras se centraban principalmente en mantener la sostenibilidad biológica con el propósito de garantizar la extracción sin sobrepasar los niveles de máxima rendimiento biológico sostenible (Anderson y Seijo, 2011; Giron-Nava *et al.*, 2018). En la actualidad la administración pesquera a nivel mundial se esfuerza por desarrollar tanto la sostenibilidad ecológica como del bienestar humano balanceando las necesidades biológicas con las económicas (Bennet *et al.* 2021, Anderson *et al.*, 2015; Kittinger *et al.*, 2017; Stephenson *et al.*, 2018).

En este sentido, la administración de los recursos responde a fines y objetivos explícitos de desarrollo socioeconómico o bienestar humano. Para lograrlo se necesita evidencia de las ciencias sociales para informar el diseño y adaptar políticas, gestión y programas (Bennet, *et al.* 2021).

A nivel mundial, es recurrente en las pesquerías la insuficiente atención que se presta a la recolección de datos e información, cuestión que afecta los procesos de gestión. Los datos deben ser recolectados y usados para obtener información que ayude a administrar la pesquería de forma efectiva, propendiendo a la mejora de los beneficios a largo plazo que se deriven de ella (Cochrane, 2005).

A diferencia de lo que puede acontecer con los objetivos y procesos de evaluación de los recursos biológicos, en el ámbito socio económico no existe un marco o enfoque único para las evaluaciones de la actividad, ya que el propósito, el alcance, la escala, los objetivos de intervención y los programas de gestión varían según la escala de implementación (Bennet, *et al.* 2021). Muchas evaluaciones socioeconómicas se realizan sin un objetivo final claramente articulado o un camino para influir en la toma de decisiones, situación que produce que los proyectos de investigación no tomen suficiente atención a todos los elementos y procesos necesarios para garantizar que las evaluaciones socioeconómicas produzcan conocimientos significativos para la gestión o permitan una toma de decisiones adaptativa (Bennet, *et al.* 2021).

La generación de objetivos, criterios y expectativas institucionales son elementos claves para la evaluación de una medida administrativa, sin interpretaciones erróneas o conducentes a falsas



ideas sobre su estado. La ausencia o ambigüedad en la definición de objetivos de manejo puede generar el fracaso en el alcance de la sustentabilidad en las pesquerías (Purcell *et al.* 2010). De acuerdo a lo anterior, llama la atención la ausencia de objetivos sociales y económicos por parte de la SSPA. Si bien, durante el presente informe se generaron instancias para la definición de propósitos, indicadores de evaluación y puntos de referencia, estas no prosperaron, dado que la atención de la administración pesquera está centrada más bien en el expertis biológica pesquero, lo que se refleja en la ausencia de analistas con formación en economía en diferentes grupos de trabajo.

Cabe destacar que los indicadores no son un fin en sí mismo, sino que reflejan parte de la realidad observada y describen, de manera simple, hasta qué punto los objetivos se están alcanzando (Franquesa *et al.*, 2007); por lo tanto, su selección o diseño deben estar vinculados a evaluar qué tan lejos o cerca se está de cumplir los objetivos formulados. Basarse en la lógica de identificar indicadores que sean viables de levantar, además de abultar información, no contribuye en la evaluación del régimen de operación, dado que no añaden juicio sobre el estado del régimen y no son funcionales para la toma de decisiones por parte de la autoridad (Bonney *et al.*, 2005). Independiente de lo anterior, Techeira *et al.* (2022), en Anexo VI Indicadores económico – sociales para PM definen indicadores transversales que responden de forma general a la existencia de objetivos comunes por parte de las instituciones sectoriales como: i) la creación y mantención de empleo; ii) mantención y mejoramiento de los ingresos individuales; iii) generación de riqueza. Dichos objetivos, y los respectivos indicadores elaborados fueron considerados dentro de la propuesta realizada, unificando trabajos realizados en la materia. No obstante, esta propuesta de indicadores, son de carácter descriptivos puesto que no presentan niveles de referencia. Por otra parte, el CCTB desarrolló un documento en 2019 donde señala los elementos que debe incorporar un PM bentónico en todas sus dimensiones, considerando indicadores ente otros.

La formulación de un programa de monitoreo responde a un proceso de gestión (Beltran, 2013), por tanto, debe cumplir una serie de requisitos para asegurar que los esfuerzos de levantamientos sean eficaces y eficientes en su implementación. La ausencia de objetivos claramente definidos impide la formulación de indicadores de evaluación y por tanto la identificación de información, frecuencia y características que se requiere levantar. A su vez, la ausencia de puntos de referencia



deja a la arbitrariedad de los analistas el estado sobre los niveles esperados, así como la adopción de acciones de manejo que lleven a la actividad a niveles deseados.

Finalmente, vale la pena diferenciar entre los objetivos particulares que persiguen los PM asociados a la administración de algas pardas, de los propósitos generales que persigue la medida administrativa por parte de la SSPA. En el caso del primero, los indicadores son de carácter específico y responden a la evaluación del cumplimiento de las acciones trazadas para alcanzar un objetivo deseado y acordados por el colectivo de actores que administran los recursos asociados a una localidad o región particular; mientras que, en el caso de segundo, el rol de los indicadores se orienta a evaluar los resultados asociados a la implementación de una medida administrativa que justifique su continuidad. Ambos tipos de indicadores cumplen con propósitos diferentes y requieren la atención por parte de las autoridades para hacer las correcciones necesarias en pos de mejorar las condiciones de las actividades administrada.

- Biopesquero

El escenario que plantea Buschman *et al.* (2014), en el que la recolección selectiva de esporofitos para permitir el mantenimiento de un stock reproductivo, facilitando el reclutamiento y minimizando los impactos del pastoreo, los herbívoros bentónicos, a través de las buenas prácticas consensuadas entre pescadores, industria, gobierno y científicos (Vasquez, 2008; Vega *et al.*, 2013), se presenta hoy a la administración como una de preocupación, dado los altos niveles históricos de desembarques, pesca furtiva y ausencia de monitoreo entre otros, sobre la sostenibilidad del manejo de estas pesquerías.

La revisión de los actuales PM muestra una desvinculación de estos con la implementación de las acciones identificadas en los planes, siendo preocupante el rol que juegan estos como herramienta para facilitar la gestión, ya que no presentan reglas de decisión, vinculadas a la observación de indicadores, variables, índices u otra estimación.

Para las pesquerías de huiro palo y huiro negro de las regiones en estudio, la visión de una administración mayoritaria en el contexto espacial del manejo a través de PM, se desvirtúa ante los datos levantado de los monitoreos del desembarque, en los cuales se logra una observación más confiable, ya que se realiza en playa, salvando las dificultades a la trazabilidad que se genera en la declaración por parte de los usuarios.



Esta pesquería administrativamente se regula por los regímenes de comanejo, en la práctica a través de este estudio, se comprobó que no todas las acciones de manejo establecidas son aplicadas a cabalidad o en su gran mayoría. Si bien las implicancias de esto ameritan una revisión del sistema administrativo de la gestión de estas pesquerías, en el escenario actual, con la veda en las regiones de Arica y Parinacota a Antofagasta, status quo en las regiones de Atacama y Coquimbo, ausencia de fiscalización en playa y otros, las propuestas de indicadores y reglas de decisión emanadas de este estudio, debieran propender al logro de los objetivos de sostenibilidad para esta actividad productiva.

En objetivos de proyectos de investigación similares, desarrollados en otras pesquerías para el requirente, es común una respuesta a través de una lista de potenciales indicadores, apropiadamente fundamentados en términos de la importancia de su significado, pero no asociados a procesos de decisiones y vinculación entre ellos, lo que conduce a deliberaciones entre los expertos considerados en cada ocasión para la toma de decisiones. Así, el resultado de este objetivo, argumenta la solución a través de la exploración analítica de los datos levantados en el desarrollo del monitoreo piloto (objetivo específico 2) y su vinculación con el conocimiento de la biología de los recursos, la evaluación tradicional del efecto de las pesquerías en las poblaciones naturales y la salvaguarda de los servicios ecosistémicos de las macroalgas a través de la restricción a valores locales de tamaños mínimos de extracción (disco de fijación), asumiendo la reconocida variabilidad natural de los morfos en las macroalgas del estudio.

Una condición subyacente al análisis y conclusiones de los estudios de este tipo en general, a los programas de monitoreo en particular, es la contaminación de las señales que se espera obtener de la condición del recurso o población determinada, con la alteración producida por la pesquería, y en este caso particular la pesca furtiva, así se pueden interpretar los resultados de la variación significativa de los indicadores densidad y tallas medias, de los recursos huiro palo y huiro negro, en zonas que están en veda, lo que cuestiona la utilidad de estos indicadores en el monitoreo de la condición estructural de la población atribuyendo los cambios a la pesquería. Así, se plantea para las regiones del norte grande, que en los resultados si bien no está permitido el barroteo, si se observó y presencié acciones de barroteo, en el caso de Río Seco fue recurrente esta práctica en los muestreos estacionales, además en esta zona, existe una gran cantidad de actores irregulares y presencia de inmigrantes. En el plan de manejo de Tarapacá está dividido en 5 zonas



y caleta Río Seco (como también Chanavaya, San Marcos y Chipana) pertenece a la zona 5, denominada Sur de Tarapacá y es la que presenta el mayor número de inscritos en la nómina del plan de manejo.

En el caso de los Patos, se observó características similares a las descritas, con la diferencia de una menor presencia de inmigrantes. Para los casos de La Hacienda y Sur de Cifuncho, si bien se observó barroteo, al haber una población de recolectores estables y no presencia de actores irregulares ni inmigrantes, se observó que el barroteo se ejecutaba sobre plantas de grandes dimensiones y en conversaciones personales con los recolectores (Sur Cifuncho), también mencionaron, que hacían rotación de barroteo. Otro factor a ser considerado fueron los precios de transacciones que se registraron para huiro negro.

Si bien es reconocido rol que juegan las macroalgas como estructuradores de comunidades ecológicas en los litorales, manifiesta la necesidad de contar con un manejo que asuma la vigilancia de este aspecto, el manejo basado en la ecología requiere el conocimiento de básico de procesos ecosistémicos subyacentes, los efectos de la extracción (pesca) en el ambiente, que han sido menos prominentes en las pesquerías de macroalgas que en las de peces (Lotze *et al.*, 2019). Ante la obligación reglamentaria de actuar de forma precautoria, el diámetro del disco de fijación ha sido empleado como parámetro medible de la asociación con el rol ecosistémico que cumplen las macroalgas, así, en estudios para *L. trabeculata* en Isla de San Lorenzo, Perú, el aumento del tamaño del disco de fijación está asociado al aumento del número de taxones, abundancia total y biomasa, que sugieren que el diámetro de disco es un buen indicador, ya que una disminución de este parámetro en la población indicaría una disminución en la diversidad de macroinvertebrados asociados, fuentes de alimento para organismos de orden superior (Carbajal *et al.*, 2021). De esta forma, el mantener diámetros alto en las poblaciones redundaría en una forma de mantener uno de los roles ecosistémicos de las macroalgas. La complementación de lo anterior, con los indicadores ecológicos como los presentados por Vega (2016), basados en la proporción de barroteo, podrían ser alternativas para evaluar el efecto de la pesquería.

El manejo de las pesquerías a través de cuotas de extracción por PM, de escala regional, desde el año 2015, y el control de estas por el CCTB, ha sido distribuida por los comités de manejo de las regiones de Atacama y Coquimbo a nivel de provincias y comunas, con el conocimiento de los usuarios respecto a la concentración diferencial de las macroalgas en el litoral. Así, el pensar



establecer unidades de manejo al interior de los planes no es un contexto ajeno a la forma de entender la pesquería por parte de los usuarios.

En la propuesta de indicadores presentada, los muestreos poblacionales, vinculados a determinar cambios en las variables que determinan la disponibilidad de recurso en las praderas, son relevantes, por la importancia de sus resultados en el indicador final (biomasa), presentan la ventaja de ser evaluados *in situ*, obtener la información en un tiempo acotado y disponer de resultados en un menor plazo que el monitoreo biopesquero, siendo el desafío el determinar sitios de evaluación representativo(s) de la unidad de manejo asociada. La variabilidad observada en los casos presentados para huiro negro y huiro palo de la Región de Atacama, con muestreos geográficamente coincidentes con distintas coberturas espaciales, revela la necesidad de implementar diseños muestrales con el respaldo de muestreos piloto. Si la implementación dificultara lo anterior por circunstancias logísticas o financieras, el establecer estaciones de muestreos poblacionales fijas, tendrán el valor de generar una serie informativa, que privilegiando **la “precisión” sobre la “exactitud”, permitiría identificar tendencias y ser corregidos en forma sistemática.**

Las definiciones de sobrepesca y objetivos de manejo generalmente tienen una mejor base en los niveles históricos del tamaño del stock que en la tendencia creciente de establecerlos en relación al tamaño teórico del stock en estado virgen (Hilborn & Stockes, 2010). Para el caso de las macroalgas, la recomendación va en el sentido de realizar el manejo a través del control de la biomasa (Lotze *et al.*, 2021), la variabilidad encontrada por las dimensiones de la línea de costa, hace que los modelos indirectos sean susceptibles de errores estructurales, es decir, no puedan replicar adecuadamente los procesos de la dinámica altamente variable. Así, los métodos directos aparecen fortalecidos, con la necesaria complementación del monitoreo de las variables de salida del sistema, a través del monitoreo de variables mínimas consideradas clave, en el caso de lo propuesto, la frecuencia de diámetros de disco de las capturas. La CPUE, indicador pesquero de amplio uso y justificación técnica, presenta dificultades que ameritan un esfuerzo ajeno a la asesoría técnica, propios de la fiscalización y la logística particular de la pesquería, la principal a saber, la dificultad de estandarización, es decir, limpiar la señal del predictor de la abundancia (CPUE) de los factores que afectan los rendimientos y que son ajenos al esfuerzo. Lo anterior



requiere estudios adicionales y específicos, identificando esas variables explicativas de los rendimientos, entre los cuales las variables ambientales deben tener alta importancia.

Vigilar la sostenibilidad en base al empleo del indicador “diámetro máximo de disco”, relacionado al: diámetro de talla reproductiva al $L_{99\%}$ (estimados en este estudio para huiro negro y palo), selectividad del arte de pesca “barroteo” y determinación de *standing crop* (biomasa cosechable) local. Los indicadores: densidad poblacional, frecuencia de tallas, relaciones talla peso, contracción – expansión del cinturón de huiro negro, que muestran una alta variabilidad entre las unidades espaciales monitoreadas, son integradas en el indicador Biomasa, directamente vinculado a la medida de administración y gestión presentada en cada plan. Las reglas de decisión se contextualizan en las siguientes consideraciones para la implementación: i.- puntos de referencia comunes, pero con valores locales ii.- definir unidades espaciales de manejo de tamaño menor a la establecidas en los planes actuales (manteniendo el plan de manejo) iii.- complementar muestreos poblacionales y del desembarque. Con la premisa que las reglas de decisión debieran evitar la deliberación sobre el significado del valor de los indicadores, se propone una regla general **basada en la razón anual “standing stock” (biomasa total) / “standing crop” (biomasa cosechable) en unidades espaciales acotadas a definir en el marco mayor de cada plan regional, con estimaciones de biomasa a través de muestreos poblacionales en sitios o estaciones fijas de monitoreo. Las razones de “referencia” de estas biomاسas, se pueden definir con criterios de manejo y/o gobernanza, en base a la historia de los desembarques de cada zona, en tanto que el monitoreo de cuenta de una serie temporal que permita plantear puntos de referencia empíricos. Los monitoreos de tamaños debieran ser un “umbral” respecto a la vulneración de las tallas reproductivas (obtenida localmente).** En base a una consulta a los usuarios, el cierre de zonas debería ser la respuesta vinculada a la vulneración de los valores umbrales. El sentido del tamaño de disco como parámetro para determinación de *standing crop* y selectividad, se le suma el rol ecológico, dado que a mayores tamaños habría más especies e individuos presentes. Finalmente, para el recurso huiro flotador, se propone seguir empleando el punto de referencia empírico para el Plan de Manejo de bahía Chasco, consistente en la mantención de una biomasa mínima durante la estación reproductiva. obtenido de la serie temporal de evaluaciones desde el año 2017. Si bien se considera que los puntos de referencia



empíricos son una alternativa para las pesquerías estudiadas, el tiempo para generar series de tiempo de monitoreo es limitante para los recursos huiro negro y huiro palo.

La proposición previa, se hace cargo de los resultados del presente estudio, que da cuenta de la alta variabilidad local de las variables morfométricas y la incertidumbre de la generalización de estas en estimaciones de escalas espaciales mayores a las que puedan ser determinadas en unidades de manejo vinculadas al monitoreo de las denominadas ZOE.



7. CONCLUSIONES

- **Objetivo específico N°1**
 - Los diseños de muestreo propuestos para el levantamiento de datos en diferentes ámbitos, fueron discutidos y estructurados en conjunto por el equipo de trabajo, recogiendo experiencias anteriores, lo que les dio validez y seguridad para su posterior implementación.
 - Los diseños, si bien fueron tradicionales y no contemplaron todas las dimensiones de la actividad productiva, se consideraron adecuados como punto de partida. Poseen la ventaja de ser adecuados y fáciles de estandarizar en toda la distribución de estos recursos, en los diferentes regímenes administrativos.
 - La selección de los sitios de monitoreo fue realizada con información previa, se revisaron estudios y estadística oficial asociada al área, siendo validada de forma participativa con el sector. Para esto se utilizó la gobernanza, trabajando conjuntamente con los comités de manejo, siendo relevante para el éxito en la implementación de sistemas de este tipo, donde se requiere de la participación, compromiso y aceptación por parte de los usuarios.

- **Objetivo específico N°2**
 - La implementación y ejecución no estuvo exenta de problemas que se acentuaron por la contingencia mundial del COVID-19, condiciones ambientales y problemas territoriales en la zona costera. No obstante, se pudo conformar la totalidad de la red de monitoreo propuesta.
 - Se levantaron una gran variedad de datos, los diseños permitieron generar indicadores útiles para el manejo a diferentes escalas temporales y espaciales, la información recopilada será valiosa para las diferentes instancias de manejo.
 - Los monitoreos de esta naturaleza alcanzan su mayor potencial con el tiempo, el objetivo de del presente estudio estuvo acotado a la implementación y ejecución de un monitoreo piloto, pero es necesario buscar mecanismos que permitan entregar continuidad.
 - Las estaciones experimentales permitieron disponer antecedentes primarios para la comprensión de la dinámica de las praderas. El crecimiento de los huiros fue diferencial al igual que la reproducción. Se obtuvieron los primeros antecedentes de coalescencia y mortalidad que deberán seguir desarrollándose en posteriores estudios.



- **Objetivo específico N°3**
 - Los parámetros o variables fueron evaluados de manera estadística y logística. En general la precisión de estimación del conjunto de indicadores fue buena (coeficientes de variación < 10%), pero es fundamental considerar las realidades locales en cada una de las regiones para la disminución de su error.
 - La recomendación de la ampliación de la red de observación debe ser evaluada para cada zona o Región de estudio, considerando los regímenes de administración (optimizar recursos financieros y evitar duplicación de información poblacional) y los conflictos sociales/territoriales (problemas en el acceso a las personas que realizan la actividad extractiva).
 - La red de monitoreo fue apropiada para representar las diferentes realidades poblacionales/extractivas en sus respectivas ZOE. Un aspecto crítico para la expansión de estaciones de observación es la participación de los usuarios en los respectivos comités de manejo, dada la dinámica de este tipo de actividad productiva es necesario asegurar las condiciones necesarias para el levantamiento de datos que aseguren estimaciones sin sesgos y mantener los buenos niveles de precisión de los indicadores del estado de las praderas de hueros.

- **Objetivo específico N°4**
 - La revisión de la información da cuenta que los objetivos socio económicos son recogidos por las instancias de manejo, pero no se encuentran especificados en términos de cantidad, calidad y tiempo.
 - Los objetivos del ámbito socioeconómico son relegados a un segundo orden de importancia en las decisiones de manejo, por lo cual no se tiene un amplio conocimiento de ellos y no se encuentran claramente definidos. Muchas de las propuestas de organismos internacionales escapan de las capacidades administrativas locales y requieren la integración con otros organismos del estado.
 - El equipo de trabajo definió un objetivo socioeconómico y elaboró un ejercicio con un conjunto de indicadores y niveles de referencia que podría ser mejorado y aplicado en instancias de manejo.



- La variabilidad de los resultados en las distintas zonas de evaluación poblacional, manifiesta la necesidad de la determinación de parámetros locales para la referencia de indicadores de estado de las praderas de macroalgas.
- El diámetro máximo de disco se presenta como el indicador de estado más relevante en términos de su vinculación con los aspectos explorados de potencial reproductivo de las praderas, contrastación de su estado poblacional con el de las pesquerías y punto de referencia local.
- Los PM han mostrado ser deficientes en la gestión de estas pesquerías en el aspecto de estar vinculados al manejo efectivo y ser un referente informativo del estado de los recursos.
- La proposición de la talla de reproducción de huiro negro y huiro palo requiere una regulación legal, similar a una talla mínima legal, para su fiscalización y empleo como punto de referencia.
- La determinación de los puntos de referencia empíricos como alternativa para la regla de decisión propuesta, requiere de monitoreo.



8. PERSONAL PARTICIPANTE Y HORAS DE TRABAJO POR OBJETIVO

A continuaci3n, se entregan las horas de trabajo del equipo participante de este estudio.

Objetivo	Profesionales	HH totales
Específico N° 1 y Específico N°2	Pablo Araya C.	559
	Nancy Barahona T.	267
	Alejandro Roldan H.	40
	Pedro Romero M.	100
	Eliana Velasco	43
Específico N° 3	Pablo Araya C:	100
	Carlos Montenegro S.	162
Específico N° 4	Luis Ariz A.	88
	Carlos Cortes S.	160
	Alejandro Roldan H.	40
	Carlos Techeira T.	267
	Pedro Romero M	119
Coordinaci3n de campo (biopesquera)	Gonzalo Mu3oz H.	24
	Carolina Navarro P.	432
	Omar Ya3ez B.	432
Contrapartes t3cnicas (poblacional)	Alonso Vega R. (Consultora HP Mar)	1176
	Pedro Pizarro F. (MyS Consultores)	1176
Digitaci3n y Validaci3n	Diego Rojas S.	950
	Jose Fuentes V.	48
Data Manager	Jhon Gajardo LL.	1280



9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMAR. 2017. Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad **bentónica, IV región**". Proyecto FIPA 2014-18. Informe Final.
- ACTAS CCTB. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. <https://www.subpesca.cl/portal/616/w3-propertyvalue-51141.html#>
- Aguilera, M. A., Aburto, J. A., Bravo, L., Broitman, B. R., García, R. A., Gaymer, C. F. y M. Thiel. (2019). Chile: environmental status and future perspectives. In World seas: An environmental evaluation (pp. 673-702). Academic Press.
- Anuarios estadísticos de pesca. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. <http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/anuarios-estadisticos-de-pesca-y-acuicultura>
- Anderson, L.G. y Seijo J.C. 2011. Bioeconomics of Fisheries Management. Wiley – Blackwell. 305 pp.
- Anderson, J.L., C. Anderson, J. Chu, J. Meredith, F. Asche, G. Sylvia, M.D Smith, D. Anggraeni, D. Arthur, A. Guttormsen, J. McCluney, T. Ward, W. Akpalu, H. Eggert, J. Flores, M. Freeman, D. Holland, G. Knapp, M. Kobayashi, S. Larkin, K. Mac Lauchlin, K. Schnier, M. Soboil, S., Tveternas, H. Uchida y D. Valderrama. 2015. The fishery performance indicators: a management tool for triple bottom line outcomes. PloS One 10, e0122809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122809>
- Araya P., Barahona N., Olguín A., Fuentes J. y C. Vicencio. 2018. Monitoreo piloto de algas pardas en las Regiones de Atacama y Coquimbo. Informe final. Convenio de desempeño IFOP – Ministerio de Economía. 71 pp + anexos.
- Auriemma, G., K. Byler, K. Peterson y A. Yurkain. 2014. Global assessment of Territorial Use Rights in Fisheries to determine variability in success and design. Bren School of Environmental Science & management. University of California. EE.UU. 132 p.
- Barahona. N., P. Araya, O. Gallo, A. Olguín, C. Vicencio, J. Fuentes y D. Subiabre 2022. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas. Informe Final. Convenio IFOP – Ministerio de Economía. 256 PP.
- Barahona. N., P. Araya, O. Gallo, A. Olguín, C. Vicencio, J. Fuentes, C. Molinet, M. Díaz y J. Henríquez. 2019. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas. Informe Final. Convenio IFOP – Ministerio de Economía. 207 PP.
- Beltrán, J. 2013. Indicadores de Gestión -Herramientas Para Lograr la Competitividad. 4ta Edición. Panamericana. Colombia. 170 p.
- Bennett N, A. Schuhbauer, D. Skerritt, y N. Ebrahim. 2021. Socio-economic monitoring and evaluation in fisheries. Fisheries Research 239 (105934).
- Berrios, F., Campbell, D. E., y J. E. González. 2021. Assessment of long-term changes in the emergy indexes of an intertidal kelp bed in northern Chile: implications for fisheries management. Journal of Applied Phycology, 33(6), 4149-4167.



- Bonnefoy, J.C. y M. Armijo. 2005. Indicadores de desempeño en el sector Público. Serie Manuales N° 45. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES, CEPAL. Santiago. 106 p.
- Bonnefoy, J.C. 2004. Los indicadores de evaluación del desempeño: Una herramienta para la gestión por resultados en América Latina. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Santiago, Chile. 44 p.
- Bourgougnon (Serial Vol. Ed.), *Advances in Botanical Research*: Vol. 71. Sea plants. (pp 161–188).
- Buschmann, A. H., Prescott, S., Potin, P., Faugeton, S., Vásquez, J. A., Camus, C., Infante, J., Hernández-González, M. C., Gutiérrez, A., y D. A. Varela 2014. The Status of Kelp Exploitation and Marine Agronomy, with Emphasis on *Macrocystis pyrifera*, in Chile. In J-P. Jacquot, & P. Gadal (Serial Eds.) & N.
- Caddy, J. F. y R. Mahon. 1996. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO Doc. Téc. Pesca. No. 347. Roma.
- Campos, L., Berrios, F., Oses, R., González, J. E., y E. Bonnail. 2021. Unravelling *Lessonia trabeculata* management in coastal areas of the Atacama region of northern Chile through a DPSIR approach: Insights for sustainable plans. *Marine Policy*, 133, 104737
- Camus, P. A. 1994. Recruitment of the intertidal kelp *Lessonia nigrescens* Bory in northern Chile: successional constraints and opportunities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 184(2), 171-181.
- Canales, CM; Hurtado, C. y C Techeira. 2018. Implementing a model for data-poor fished on steepness of the stock-recruitment relationship, natural mortality and local perception of population depletion. The case of the kelp *Lessonia berteriana* coasts of north-central Chile. *Fisheries Research*. 10.1016/j.fishres.2017.10.017
- Carbajal, P., Gamarra Salazar, A., Moore, P.J. y A. Pérez-Matus, 2021. Different kelp species support unique macroinvertebrate assemblages, suggesting the potential community-wide impacts of kelp harvesting along the Humboldt Current System. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 1–14. <https://doi.org/10.1002/aqc.3745>
- Cochrane, K.L. 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 424. Roma, FAO. 231p.
- Comité Científico Técnico Bentónico. 2017a. Informe Técnico N° 16. Cuota algas pardas III Región.
- Comité Científico Técnico Bentónico. 2017b. Informe Técnico N° 18. Cuota algas pardas IV Región.
- Correa, J. A., Lagos, N. A., Medina, M. H., Castilla, J. C., Cerda, M., Ramírez, M., y L. Contreras. 2006. Experimental transplants of the large kelp *Lessonia nigrescens* (Phaeophyceae) in high-energy wave exposed rocky intertidal habitats of northern Chile: experimental, restoration and management applications. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 335(1), 13-18.



- Dourojeanni, A. 2000. Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Serie manuales. CEPAL-ECLAC. Santiago, Chile. 374 p.
- ECOS 2016. Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, III Región. FIP N° 2014-17. Informe Final.
- ECOS. 2020. Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas (huiró negro, huiró palo y huiró flotador) en las áreas de libre acceso de la región de Atacama y Coquimbo. Proyecto FIPA 2017-53. Informe Final.
- FAO. 2021. Contribución de las actividades de la FAO relativas a la pesca y la acuicultura al cumplimiento de la agenda 2030. Comité de Pesca (COFI). Sesión 34. Febrero, 2021.
- FAO. 2018. Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los ODS. 20 acciones interconectadas para guiar a los encargados de adoptar decisiones. Roma. 76 p.
- FAO. 2003. La ordenación pesquera. El Enfoque Ecosistémico de la Pesca. Roma
- FAO. 2003. Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4. Suppl. 2. FAO, Roma. 112p.
- FAO. 1998. Departamento de Pesca. La pesca continental. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 6. Roma. 49p.
- FAO. 1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable. Roma, FAO. 1995. 46p.
- Faugeron, S., E.A. Martínez, J.A. Correa y C. Billot. 2005. Long-term copper mine waste disposal in northern Chile associated with gene flow disruption of the intertidal kelp *Lessonia nigrescens*. Marine Ecology Progress Series, 288, 129-140.
- Franquesa, R., El Abed, S. Ben Salem, Ferhane D., Guillen J., Alarcón J.A., Idrissi M. y M. Hachemane. 2007. La estimación de indicadores económicos en las pesquerías mediterráneas. FAO-COPEMED. 202 p.
- Gertler, P. J., Martínez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., y C. M. J. Vermeersch. 2017. Impact Evaluation in Practice. (Inter-American Development Bank and World Bank, Ed.), The World Bank Publications (Second). <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8541-8>.
- Giron-Nava, A., A. Johnson, A. Cisneros-Montemayor y O. Aburto-Oropeza. 2018. Managing at Maximum Sustainable Yield does not ensure economic well-being for artisanal fishers. Fish Fish. <https://doi.org/10.1111/faf.12332>.
- González, J., C. Tapia, A. Wilson, J. Garrido y M. Ávila. 2002. Estrategias de explotación sustentable de algas pardas en la zona norte de Chile. Informes Técnicos FIP, FIP/IT 2000-19. 232 pp., 16 tablas, 47 figs., 4 láminas y 5 anexos.
- González A. B. Beltrán J., Hiriart-Bernard L., Flores V., de Reviers B., Correa J. A. y B. Santelices 2012. Identification of cryptic species in the *Lessonia nigrescens* complex (Phaeophyceae: Laminariales) J. Phycol. 48: 1153-1165.



- González-Roca, F., Gelcich, S., Pérez-Ruzafa, Á., Vega, JMA., y J. A. Vásquez. 2021. Exploring the role access reggrer an economically important intertidal kelp species. *Ocean & Coastal Management*, 212, 105811.
- Gouraguine, A., Moore, P., Burrows, M. T., Velasco, E., Ariz, L., Figueroa-Fábrega, L., y A. Pérez-Matus. 2021. The intensity of kelp harvesting shapes the population structure of the foundation species *Lessonia trabeculata* along the Chilean coastline. *Marine Biology*, 168(5), 1-9.
- Hamilton, S. L., Gleason, M. G., Godoy, N., Eddy, N., y K. Grouud-Colvert., 2022. Ecosystem-based management for kelp forest ecosystems. *Marine Policy*, 136, 104919.
- Hernández, R., Fernández, C., y P. Baptista. 2010. Metodología de la Investigación. 6ª edición. Santafé de Bogotá. Colombia. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana.
- Heike K. Lotze, Inka Milewski, Julia Fast, Lauren Kay y W. Boris 2019. Ecosystem-based management of seaweed harvesting <https://doi.org/10.1515/bot-2019-0027> *Botanica Marina* 2019; 62: 395–409.
- Hilborn R, y K. Stokes 2010. Defining overfished stocks: have we lost the plot? *Fisheries*. 35:113–120. doi:10.1577/1548-8446-35.3.113
- Hindson J., D. Hoggarth, M. Krishna, C. Mees y C. O'Neill. 2005. **How to manage a fishery: A simple guide to writing a Fishery Management Plan.** MRAG, London. 81p.
- Historia de la Ley N° 20.567, 2011. Modifica regulación de la pesca de investigación, regulariza pesquerías artesanales que indica, incorpora Planes de Manejo bentónicos y regula cuota global de captura. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 169 p.
- Jennings, S. 2004. The ecosystem approach to fishery management: a significant step towards sustainable use of the marine environment? *Marine Ecology Progress Series*. 274: 279–282
- Kittinger, J.N., L.C Teh, E.H. Allison, J. Bennett, L. Crowder, E. Finkbeiner, C. Hicks, C. Scarton, K. Nakamura, Y. Ota, J. Young, A. Alifano, A. Apel, A. Arbib, L. Bishop, M. Boyle, A. Cisneros-Montemayor, P. Hunter, E. Cornu, M. Levine, R. Jones, J. Koehn, M. Marschke, J. Mason, F. Micheli, L. McClenachan, C. Opal, J. Peacey, S. Peckham, E. Schemmel, V. Solis-Rivera, W. Swartz y T. Wilhelm. 2017. Committing to socially responsible seafood. *Science* 356, 912–913. <https://doi.org/10.1126/science.aam9969>.
- Laukaityte S. y R. Riera. 2022. The status of research and utilisation on the subtidal kelp along the Chilean coast a literature review. *Acta Oceanol. Sin.*, 2022, Vol. 41, No. 12, P. 1–11.
- López-Cristoffanini, C., Tellier, F., Otaíza, R., Correa, J. A., y L. Contreras-Porcía. 2013. Tolerance to air exposure: a feature driving the latitudinal distribution of two sibling kelp species. *Botanica Marina*, 56(5-6), 431-440.
- Makino M, Matsuda H, Y. Sakurai. 2009 Expanding fisheries co-management to ecosystem-based management: A case in the Shiretoko World Natural Heritage área, Japan. *Mar Policy* 33:207–214
- Mansilla A. y K Alveal. 2004. Generalidades sobre las macroalgas. (Overview of macroalgae.) In C. Werlinger (ed.): *Biología marina y oceanografía: conceptos y procesos.* (Marine



- biology and oceanography: concepts and processes.) pp. 349362. Concepción: Trama Impresores S.A.
- Manzano E. y E Pacheco. 2019. Monitoreo vía web de biomasa y distribución de algas pardas (en ejecución). Proyecto FIC Región de Atacama. Universidad Católica del Norte.
- McDonald, G., B. Harford, A. Arrivillaga, E.A. Babcock, R. Carcamo, J. Foley y J. Wilson. 2017. An indicator-based adaptive management framework and its development for data-limited fisheries in Belize. *Marine Policy*, 76, 28-37.
- Molinet C., Roa-Ureta R., Canales C., Henriquez J., Díaz M., Sanchez N., Adasme N., Matamala T y M. Castillo. 2019. Evaluación de la aplicación de metodologías de evaluación indirecta de stock de pesquerías bentónicas como insumo para el manejo pesquero. Informe final. Proyecto FIPA 2017-55. Universidad Austral de Chile. 352 pp.
- Omoregie E., Tjipute M. y J. Murangi. 2010. Effects of harvesting of the Namibieam kelps (*Laminaria pallida*) on the re – growth rate and recruitment. *Afri J Food Agric Nutr dev* 10:2542-2555.
- Organización Naciones Unidas (ONU). 2015. Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Pp. 40.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). 2011. Hacia el crecimiento verde. Un resumen para los diseñadores de política.
- Ortegón, E., J.F. Pacheco y A. Prieto. 2005. Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Serie Manuales. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 127 p.
- Oyarzo-Miranda, C., Latorre, N., Meynard, A., Rivas, J., Bulboa, C., y L. Contreras-Porcía. 2020. Coastal pollution from the industrial park Quintero Bay of central Chile: Effects on abundance, morphology, and development of the kelp *Lessonia spicata* (Phaeophyceae). *PloS one*, 15(10), e0240581.
- Palta, E., A. Araya, M. Nilo, C. Tapia. 2010. Objetivo 3: Proponer un modelo de toma de decisiones para la gestión y manejo de las pesquerías, que involucre información biológica, pesquera, económica y social. Programa de investigación monitoreo económico industria pesquera nacional, Valparaíso: Instituto de Fomento Pesquero.
- Perreault, M. C., Borgeaud, I. A., y C. F. Gaymer,. 2014. Impact of grazing by the sea urchin *Tetrapygus niger* on the kelp *Lessonia trabeculata* in Northern Chile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 453, 22-27.
- Purcell, S., A. Lovatelli, S. Vasconcellos y Y. Yimin. 2010. Manejo de las pesquerías de pepino de mar con un enfoque ecosistémico. FAO. Documento Técnico de Pesca y Acuicultura, 520
- Restrepo VR y RA Watson. 1991. An approach to modelling crustacean egg-bearing fractions as function of size and season. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 48: 1431-1436.
- Rey-Valette, H., C. Bodiguel, S. Cunningham, P. Degnbol, T.J. Hegland, S.S. IFM y R.A. EMI. 2005. Review of the usage of socio-economic indicators on the environmental impact of fishing activities.



- Robotham H., H. Miranda y C. Vera. 1993. **Primer Informe de Avance: “Estudio Biológico pesquero sobre el recurso Jurel en la zona norte (Regiones I y II). Fundamentos Estadísticos del Diseño de Muestreo.** FIP: 48 p.
- Romero, P., Arenas, G., Velasco, E., González, C., Bularz, B., Ariz, L., Saavedra, J.C., Manquehual, G., Lebtun, A., González, A., Wilson, A., Moreno, D. y M. Mardones, 2020. Programa de Seguimiento de Pesquerías Bajo Régimen Áreas de Manejo, 2019-2020. Convenio de Desempeño IFOP – Subsecretaría de Economía y Empresa de Menor Tamaño. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, Chile. 280 pp + Anexos.
- Romero, P., Arenas, G., Velasco, E., Ariz, L., González, C., Manquehual, G., García, A., Lebtun, A., González, A., Wilson, A. y L. Clavijo, 2019. Programa de Seguimiento Pesquerías Bajo Régimen Áreas de Manejo, 2018-2019. Convenio de Desempeño IFOP – Subsecretaría de Economía y Empresa de Menor Tamaño. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, Chile. 347 pp + Anexos
- Sáez, C. A., Pérez-Matus, A., Lobos, M. G., Oliva, D., Vásquez, J. A., y M. Bravo. 2012. Environmental assessment in a shallow subtidal rocky habitat: Approach coupling chemical and ecological tools. *Chemistry and Ecology*, 28(1), 1-15.
- Santelices, B. 1982. Bases biológicas para el manejo de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta, Laminariales) en Chile central. *Monografías Biológicas (Chile)*, 2:135-150.
- Silva, I. 2003. Metodología para la elaboración de estrategias de desarrollo local. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Dirección de Gestión del Desarrollo Local y Regional. CEPAL. Santiago, Chile. 64 p.
- Smith, S. J., Hunt J.J., y D. Rivard. 1993. Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 120: viii+442 p.
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1998 Introduction to tropical fish stock assessment. Part I: Manual. FAO Fisheries Technical Paper. 306. 1.
- Staples, D., R. Brainard, S. Capezzuoli, S. Funge-Smith, C. Grose, A. Heenan, R. Hermes, P. **Maurin, M. Moews, C. O'Brien** y R. Pomeroy. 2014. Essential EAFM. Ecosystem Approach to Fisheries Management Training Course. Volume 1 – For Trainers. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand, RAP Publication 2014/13, 213 pp.
- Stephenson, R.L., S. Paul, M. Wiber, E. Angel, A. Benson, A. Charles, O. Chouinard, M. Clemens, D., Edwards, P. Foley, L. Jennings, O. Jones, D. Lane, J. Mclsaac, C. Mussells, B. Neis, Nordstrom, C. Parlee, E. Pinkerton, M. Saunders, K. Squires y U. Sumaila. 2018. Evaluating and implementing social–ecological systems: a comprehensive approach to sustainable fisheries. *Fish Fish.* 19, 853–873. <https://doi.org/10.1111/faf.12296>.
- Student. 1908. The probable error of a mean. *Biometrika*, 1–25
- Subpesca. 2009. Seguimiento de la pesquería de algas pardas en ZOE emblemáticas de las regiones XVI a IV. Pesca de Investigación Temporada 2008. Informe final.



- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción Subsecretaría de Pesca. 52 pp.
- Techeira, C., M. Mardones, A. Roldán, A. Araya, E. Palta, C. Cortes y A. Wilson. 2022. Programa de Seguimiento Pesquerías Bentónicas Bajo Régimen de Plan de Manejo, Año 2021. Segundo Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). 369 p.
- Techeira C., Cortes C., Roldán A., Mardones M., Araya A. y E. Palta. 2021. Programa de seguimiento de Pesquerías Bentónicas Bajo Régimen de Plan de Manejo, Año 2020. Final. Convenio ASIPA Instituto de Fomento Pesquero – Ministerio de Economía y Empresas de Menor Tamaño.
- Techeira C., Mardones M., Cortes, C., Roldan A., Araya A., Palta y R. Arancibia. 2019. Programa de Seguimiento de las Pesquerías Bentónicas Bajo Planes de Manejo, Convenio IFOP – Ministerio de Economía. 440 PP
- Techeira, C., J. Cavieres, M. Mardones, E. Grego, P. Romero, N. Barahona y D. Subiabre. 2016. **“Seguimiento biológico-pesquero y evaluación del estado de los recursos bentónicos de bahía Ancud, X Región 2014. FIA 2014-19. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso. 615 p.**
- Techeira C., Palta E., Álvarez L., Araya A., Grego E., Romero P., Cortés C, Wilson A., Aguilera A., Valdenegro A., Díaz L, Peña Y., Aríz L., y Vega C. 2012. Informe Final. Meta Cuantitativa Asociativa Asociada Al Regimiento Pesquerías Bentónicas Bajo Régimen AMERB. Valparaíso: Instituto De Fomento Pesquero.
- Tellier F., Meynard AP, Correa JA, Faugeron S y M. Valero. 2009. Phylogeographic analyses of the 30°S south-east Pacific biogeographic transition zone establish the occurrence sharp genetic discontinuity in the kelp *Lessonia nigrescens*: Vicariance or parapatry?. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 53 (3), 679-693.
- Thomas A., Olea G., Gutierrez D., Rojas G., Salas F., Perez E., Espindola M., Villena A., Vega A., Labraña R., Garrido M., Sepulveda F. y N. **Zuñiga 2020. “Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas (*L. trabeculata*, *L. berteroa*/*spicata* y *Macrocystis pyrifera*) en las zonas de libre acceso de la III Región de Atacama y IV Región de Coquimbo”**
- Thompson, S.K. 2012. *Sampling*. Tercera edición New York: Wiley
- Ugarte R. y G. Sharp. 2012. Management and production of the Brown algae *Ascophyllum nodosum* in the Canadian maritimes. *J Appl Phycol* 24:409:416
- Ugarte R., 2011. An evaluation of the mortality of the Brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le jol. Produced by cutter rake harvest in southern New Brunswick, Canada. *J Appl Phycol* 23:401:407
- Varela C, E González, J Oyanadel, C Oroza y J Tapia. 2017. Evaluación directa de macroalgas e impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, IV Región. Informe Final FIPA 2014-18: 629 pp.
- Vásquez, J.A. 2018. “Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas (huir negro, huir palo y huir flotador) en las áreas de libre acceso de la XV Región de Arica y Parinacota, Región de Tarapacá, y Región de Antofagasta”. Informe final FIPA 2017-52.**



- Vásquez, J.A. 2016. The Brown seaweeds Fishery in Chile. Fisheries and Aquaculture in the modern world Heimo Mikkola, IntechOpen: DOI:10.5772/62876
- Vásquez, J.A. 2008. Production, use and fate of Chilean Brown seaweeds re -sources for a sustainable fishery. Journal of applied Phycology 20 (5): 457-467.
- Vasquez, J.A. 2004. Evaluación de la biomasa de Algas Pardas (Huiros) en la costa de la III y IV Región, norte de Chile. Informe Final Pesca de Investigación. Comité de productores de algas marinas (COPRAM) de la sociedad nacional de pesca (SONAPESCA).
- Vásquez, J.A. y J.M.A. Vega. 2004. Efectos de ENOS 1997-98 en la estructura y organización de comunidades submareales del norte de Chile. En: S. Avaria, J. Rutland, J. Carrasco & E. Yáñez, Eds. El Niño-La Niña 1997-2000. Ediciones Comité Oceanográfico Nacional CONA: 119-135.
- Vásquez, JA y F Tala. 1995. Experimental repopulation of *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta, Laminariales) in intertidal of northern Chile. J. Appl. Phycol, 7, 347-349.
- Vásquez, J. A., Piaget, N., y J. M. Vega. 2012. The *Lessonia nigrescens* fishery in northern Chile: **“how you harvest is more important how much you harvest”**. Journal of Applied Phycology, 24(3), 417-426.
- Vásquez J.A., Tala F., Vega J.M.A., Edding M., Guerrero M., Piaget N., Bodini A., Rojas R., Yáñez D., Valera R., Bastías H., Díaz F., Miranda L. y A. Araya 2008. Bases ecológicas y evaluación de usos alternativos para el manejo de praderas de algas pardas de la III y IV Regiones. Informe final FIP2005-22. 282pp.
- Vásquez JA, A Vega y AH Buschmann. 2006. Long term variability in the structure of kelp communities in northern Chile and the 1997-98 ENSO. Journal of Applied Phycology 18: 505–519
- Vásquez, J. A., Vega, J. M. A., Matsuhira, B., y C. Urzúa. 1999. The ecological effects of mining discharges on subtidal habitats dominated by macroalgae in northern Chile: population and community level studies. In Sixteenth International Seaweed Symposium (pp. 217-229). Springer, Dordrecht.
- Vásquez, JA. 1991. Variables morfométricas y relaciones morfológicas de *Lessonia trabeculata* Villouta & Santelices, 1986, en una población submareal del norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 64, 271-279.
- Vega JMA, M Valdebenito, L Caillaux y J Bravo. 2019. Abundancia y estructura poblacional de dos recursos pesqueros bentónicos fuera y dentro del área de una concesión marítima portuaria en Caldera, Región de Atacama, Chile. Revista de biología marina y oceanografía, 54(2): 232-237.
- Vega, J. M. 2016. Fauna asociada a discos de adhesión del complejo *Lessonia nigrescens*: ¿ Es un indicador de integridad ecológica en praderas explotadas de huiro negro, en el norte de Chile?. Latin American Journal of Aquatic Research, 44(3), 623-637.
- Vega JMA. 2015. Indicadores para el monitoreo de la integridad ecológica de huirales explotados del complejo *Lessonia nigrescens* en el norte de Chile. Tesis, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, 249 pp.



- Vega J.M.A., N. Piaget, E. Manzano, A. Pacheco y J.A. Vásquez. 2014. Evaluación de las poblaciones de macroalgas (*Lessonia nigrescens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*) existentes en las Reservas Marinas Chañaral, Comuna de Freirina, Región de Atacama, e Islas Choros y Damas, Comuna de La Higuera, Región de Coquimbo. Informe Final 76 pp.
- Vega, J.M.A., B. Broitman. Y J.A Vásquez. 2014. Monitoring the sustainability of *Lessonia nigrescens* (Laminariales, Phaeophyceae) in northern Chile under strong harvest pressure. *J Appl Phycol* 26: 791-801. DOI 10.1007/s10811-013-0167-4.
- Vega, J. A., Vásquez, J.A., y A. H. Buschmann. 2005. Population biology of the subtidal kelps *Macrocystis integrifolia* and *Lessonia trabeculata* (Laminariales, Phaeophyceae) in an upwelling ecosystem of northern Chile annual variability and El Niño 1997-1998. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78(1), 33-50
- Villena, R. 2019. Obtener la edad de un individuo desde su RUT. Revisado el 23 de marzo del 2022. Página <https://fabianvillena.cl/blog/obtener-la-edad-de-un-individuo-desde-su-rut/>
- Westermeier, R., P. Murúa, D.J. Patiño, L. Muñoz y D.G. Müller. 2016. Holdfast fragmentation of *Macrocystis pyrifera* (*integrifolia* morph) and *Lessonia berteroana* in Atacama (Chile): a novel approach for kelp bed restoration. *Journal of applied phycology*, 28(5), 2969-2977.
- Young, Z. 1994. Plan metodológico para estimar el desembarque artesanal de recursos pesqueros. Tesis Magíster en Bioestadística. Escuela de Salud Pública. Facultad de Medicina. U. de Chile. 50 pp + Anexo



10. FIGURAS

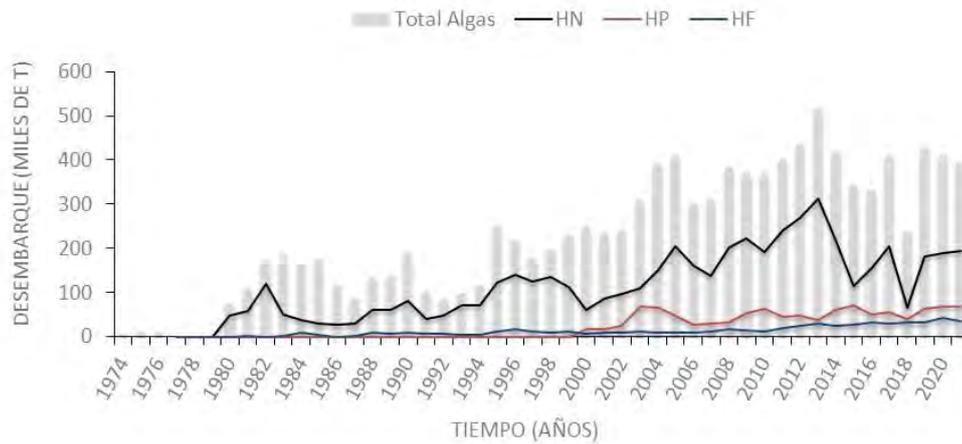


Figura 1. Desembarque de alga nacional entre 1974 – 2021. Lnea negra desembarque nacional de Huiro negro (HN), lnea roja desembarque nacional de Huiro palo (HP) y lnea azul desembarque nacional de Huiro flotador (HF) (Fuente: Anuarios estadsticos de pesca, Sernapesca).

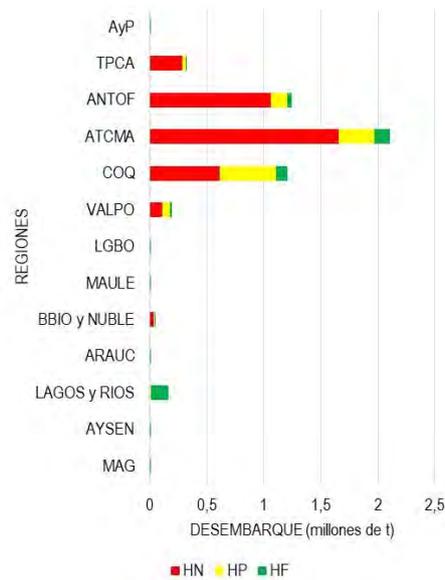


Figura 2. Desembarque acumulado regional de huiros (HN, HP y HF) entre 2000 – 2021 (Fuente: Anuarios estadsticos de pesca, Sernapesca).



NORTE GRANDE



NORTE CHICO

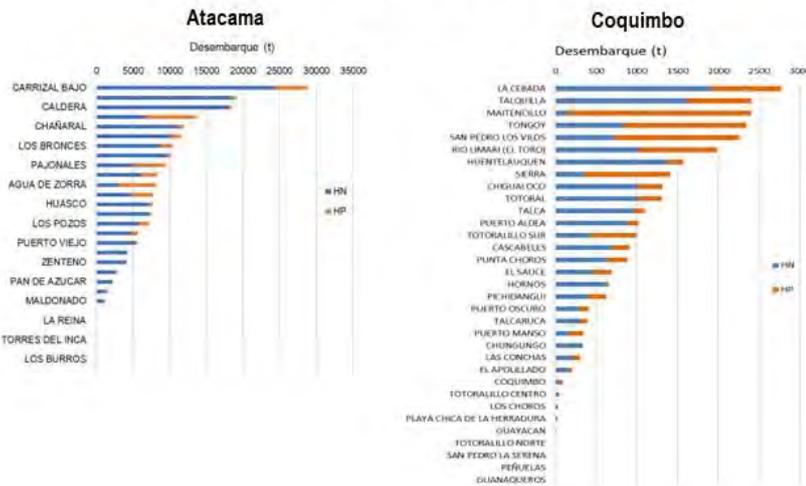


Figura 3. Desembarque acumulado de huiro negro y huiro palo por caleta y por Región. Período 2017 – 2019 para selección de las zonas de operación extractivas.

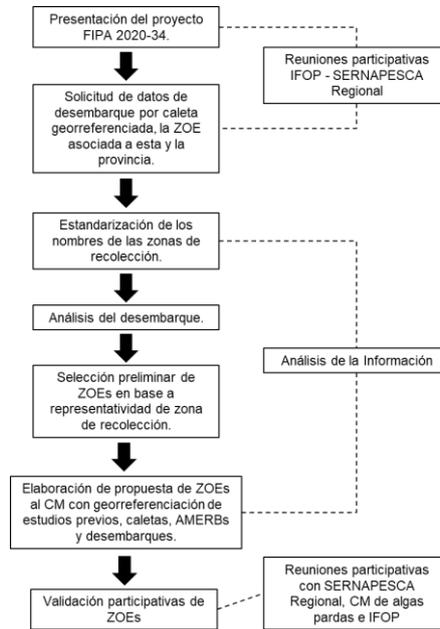


Figura 4. Diagrama de flujo para la selecci3n preliminar, validaci3n y definici3n de las ZOE en el área de estudio.

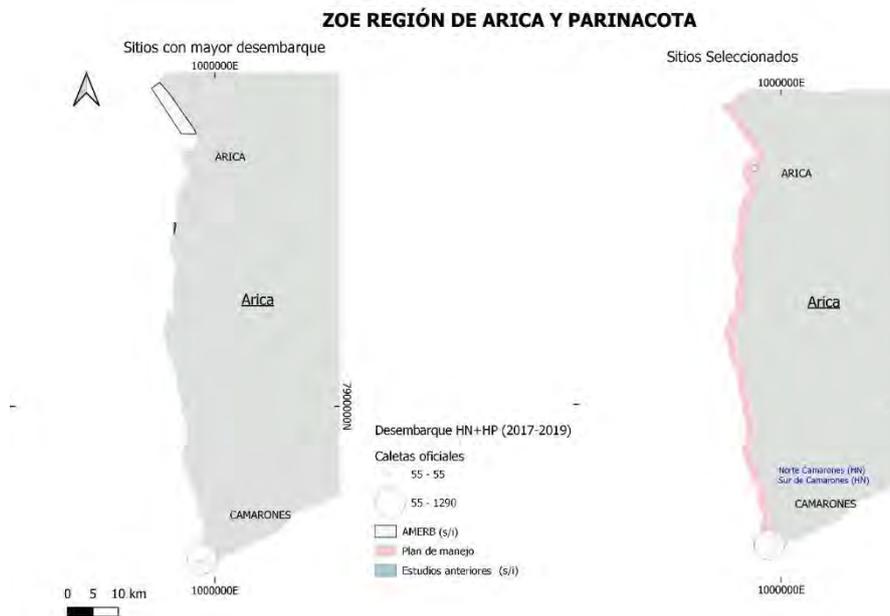


Figura 5. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comit3 de manejo de la Regi3n de Arica/Parinacota.

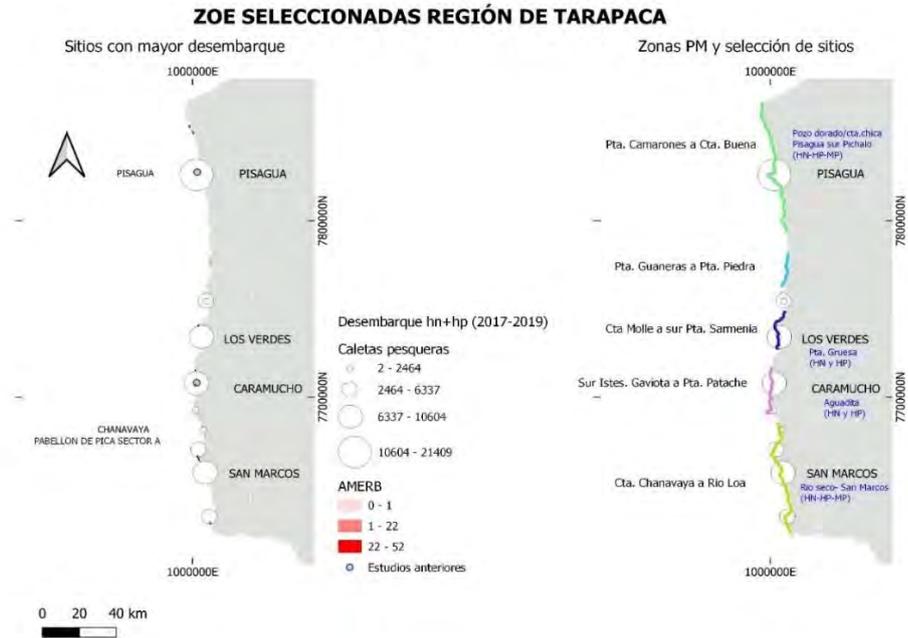


Figura 6. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comité de manejo de la Región Tarapacá.

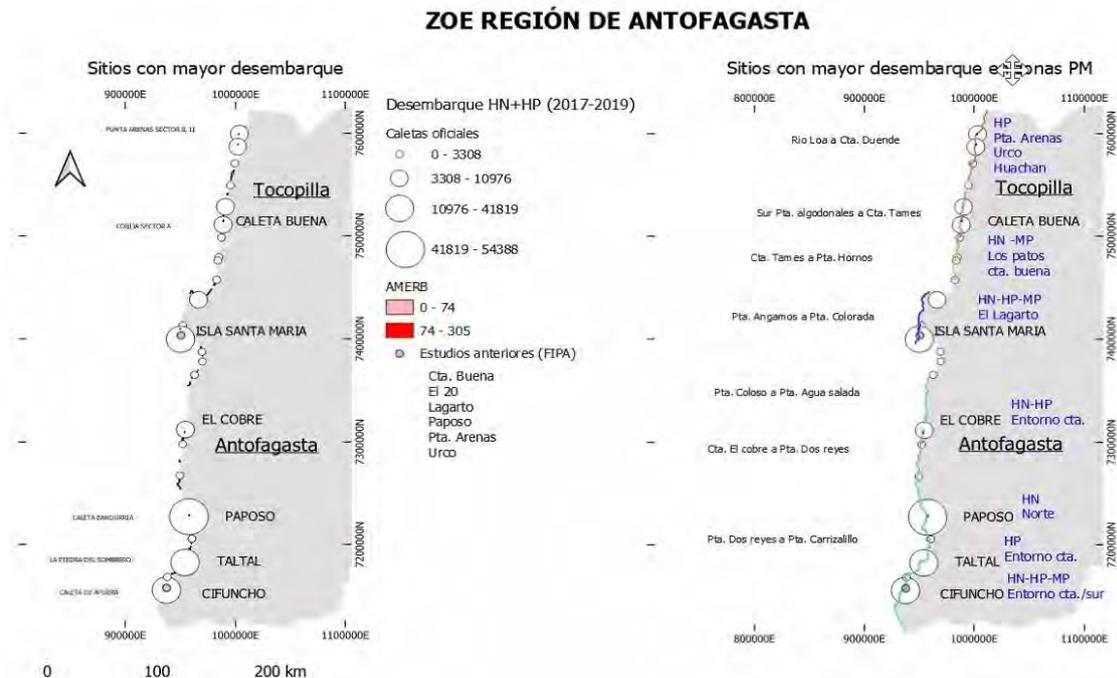


Figura 7. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comité de manejo de la Región Antofagasta.

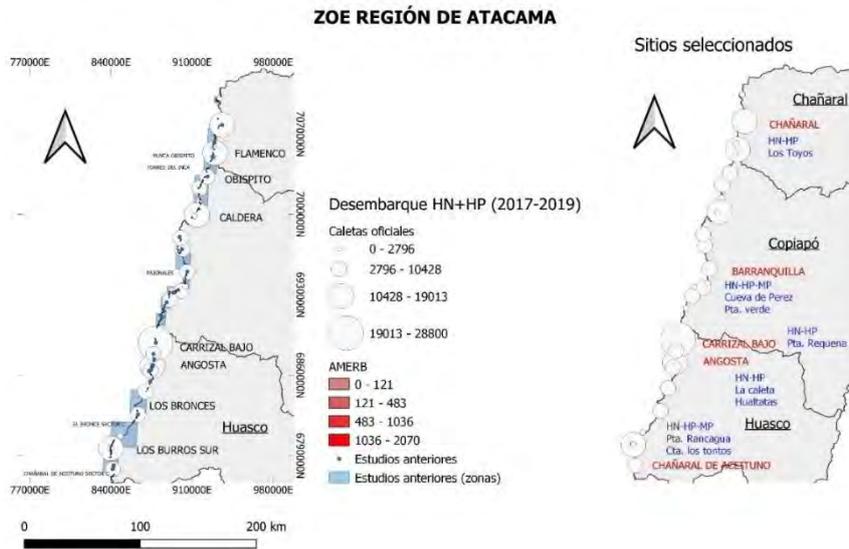


Figura 8. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comité de manejo de la Regi3n Atacama.

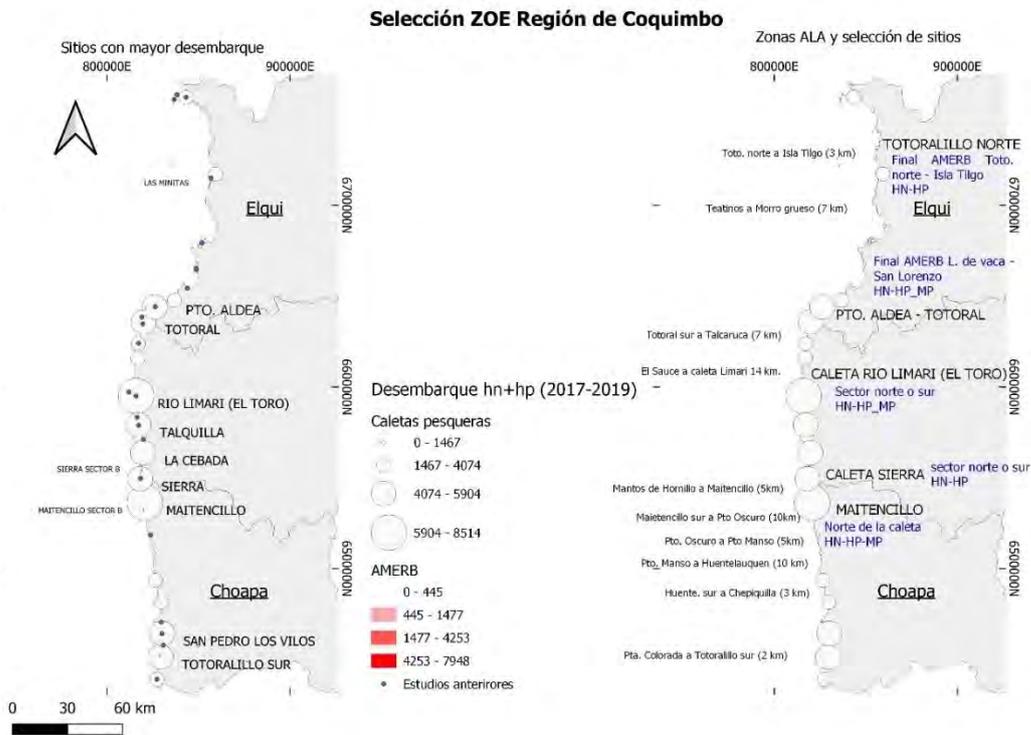


Figura 9. Caletas pesqueras y AMERB con mayor desembarque de huiros y ZOE seleccionadas de manera participativa en el comité de manejo de la Regi3n Coquimbo.

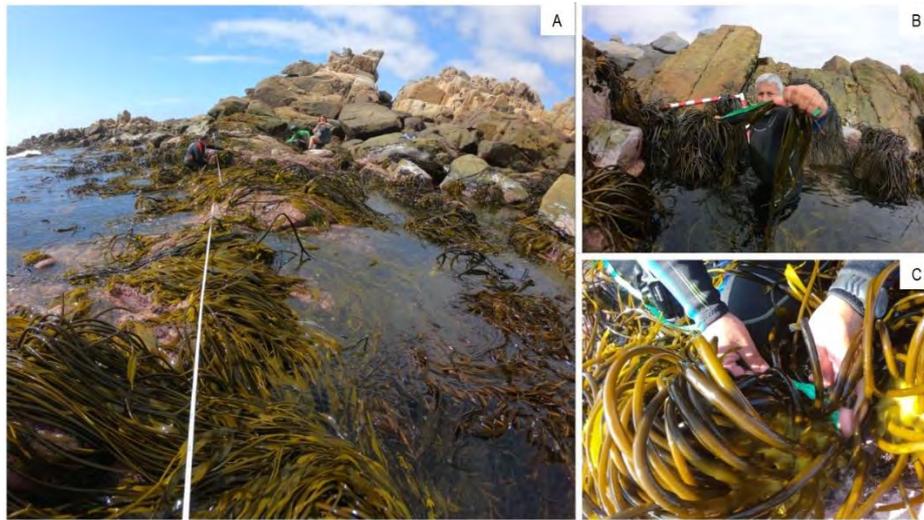


Figura 10. Estimaci3n de densidad en transectos de 10 m de longitud. B): medici3n de atributos morfol3gicos (longitud total) en cuadrante de 1m². C): medici3n de atributos morfol3gicos (di3metro de disco) en cuadrante de 1m².

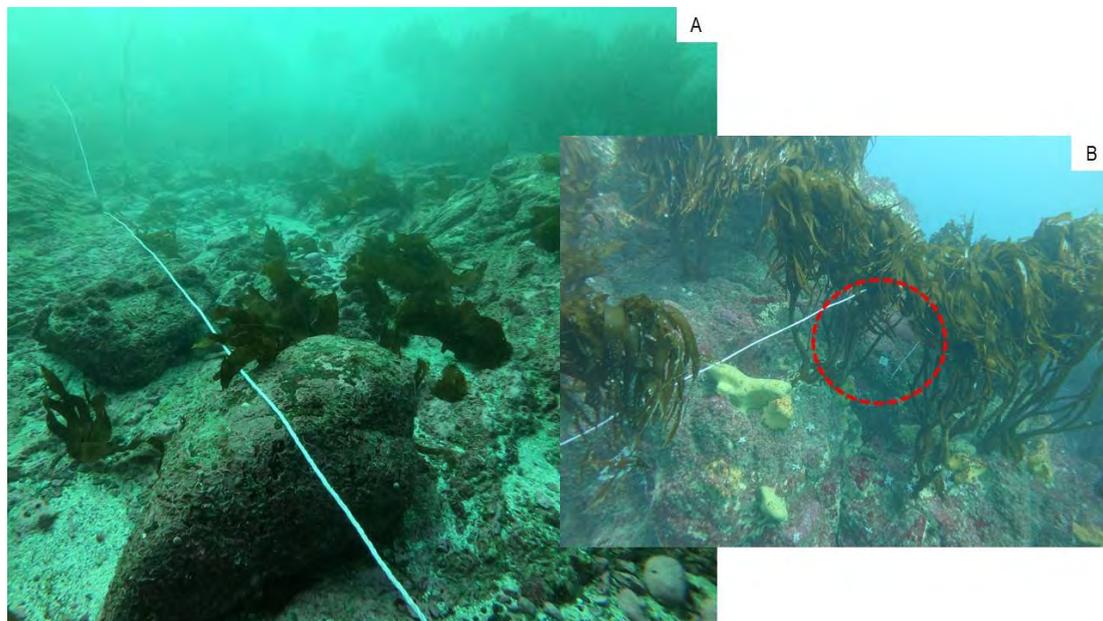


Figura 11. Utilizaci3n de transectos para evaluaci3n directa de "huir0 palo". A: los transectos son ubicados en el sustrato ocupado por las praderas de "huir0 palo". B: los transectos son marcados cada 5 m y plomados (Ver c3rculo rojo).

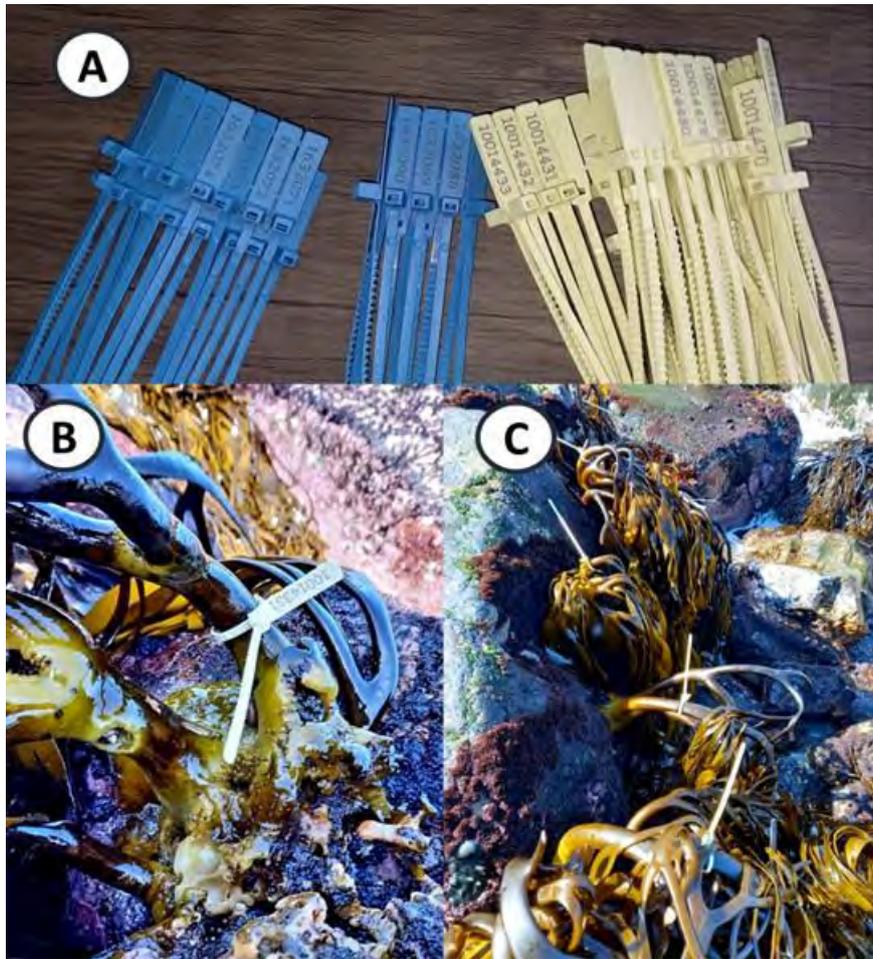


Figura 12. Marcas utilizadas en los experimentos de marcaje para evaluar crecimiento y mortalidad de huiro negro y huiro palo en las regiones de Atacama y Coquimbo (A), y marcaje de una planta (B) y de plantas de la poblaci3n de huiro negro en Chungungo (C).



Figura 13. Fotografias de las plataformas seleccionadas utilizadas como tratamiento de “Remoci3n de huiro negro” y otra “Control referencial”.

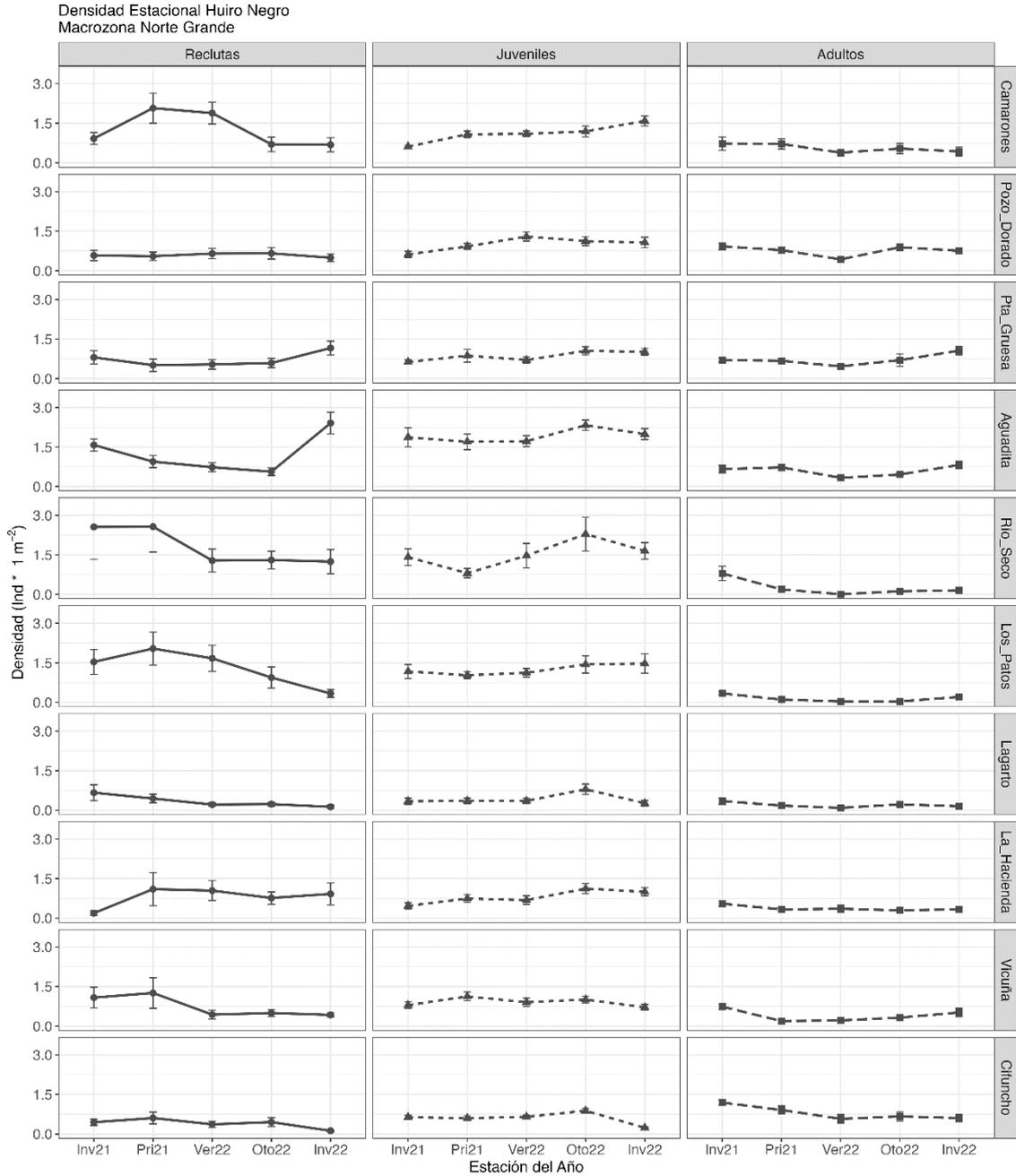


Figura 14. Evoluci3n espacial y temporal del indicador densidad (Individuos por 1 m²) +/- DS en huiro negro (*Lessonia berteronana*) para la macrozona norte grande (Arica y Parinacota, Tarapac3 y Antofagasta).

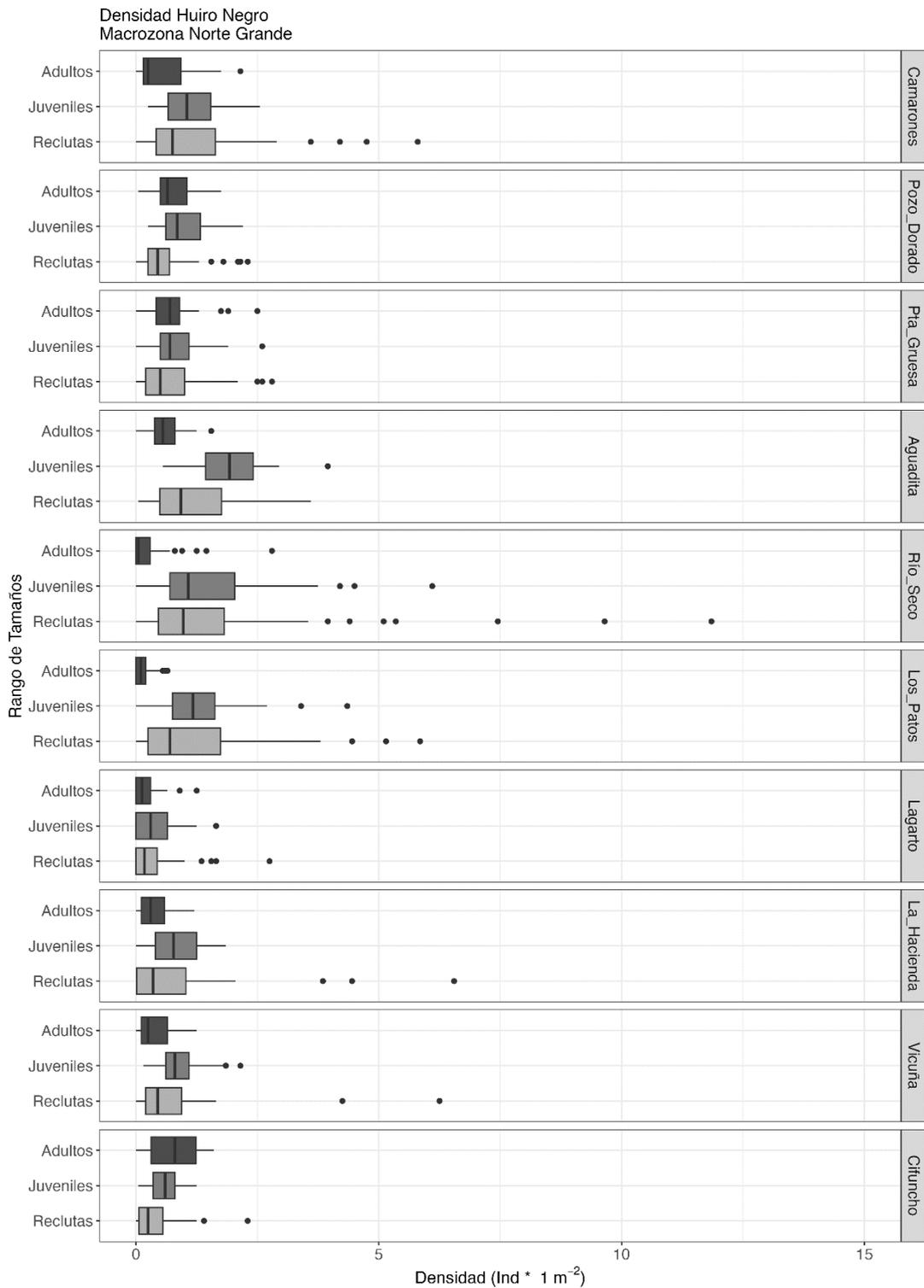


Figura 15. Boxplot de la evolución espacial del indicador densidad (Individuos por 1 m²) en reclutas, juveniles y adultos de huiro negro (*Lessonia berteriana*) para la macrozona norte por localidad (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta).

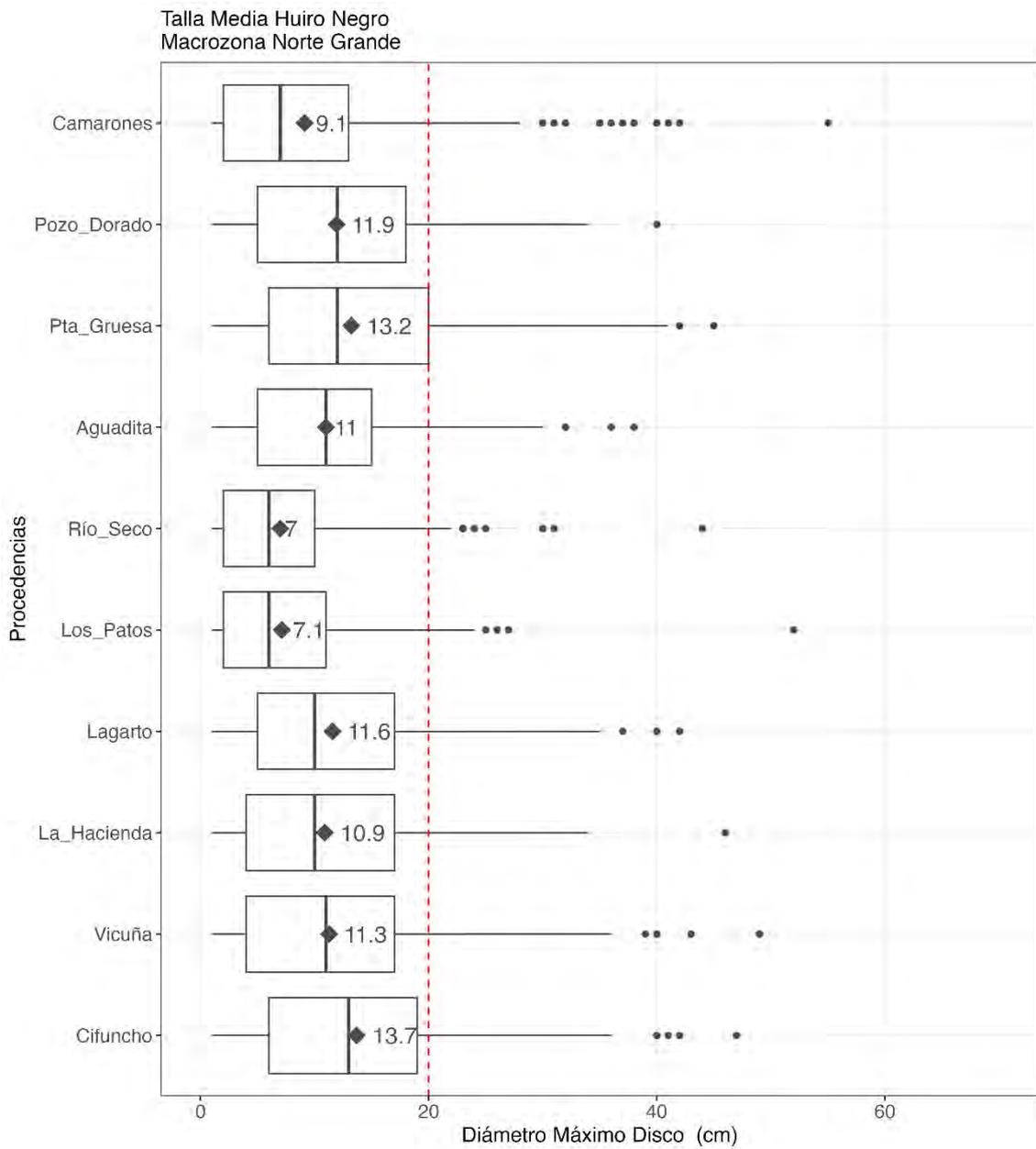


Figura 16. Boxplot de la evolución espacial del indicador diámetro máximo del disco (cm) en huiro negro (*Lessonia berteroa*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja denota talla mínima sugerida de 20 cm. Rombos negros indican valor promedio.

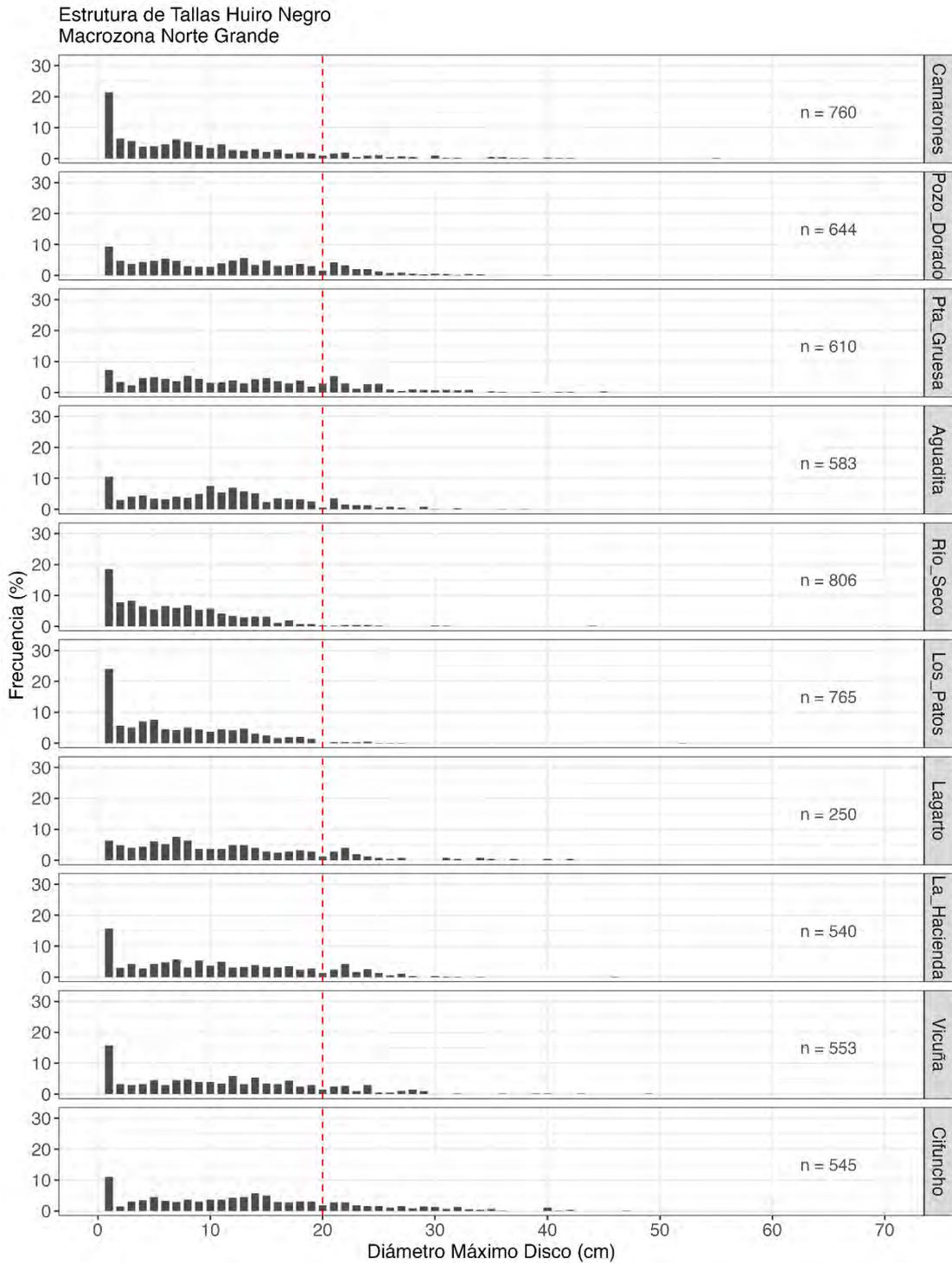


Figura 17. Evoluci3n espacial de los histogramas de la estructura del diámetro máximo del disco (cm) en huiro negro (*Lessonia berteroi*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja denota plantas mayores a 20,1 cm.



Figura 18. Relaci3n del diámetro máximo del disco (cm) vs peso total de las plantas (kg) en huiro negro (*Lessonia berteroa*) para la macrozona norte, por sitio de muestreo (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja muestra el ajuste del modelo exponencial.

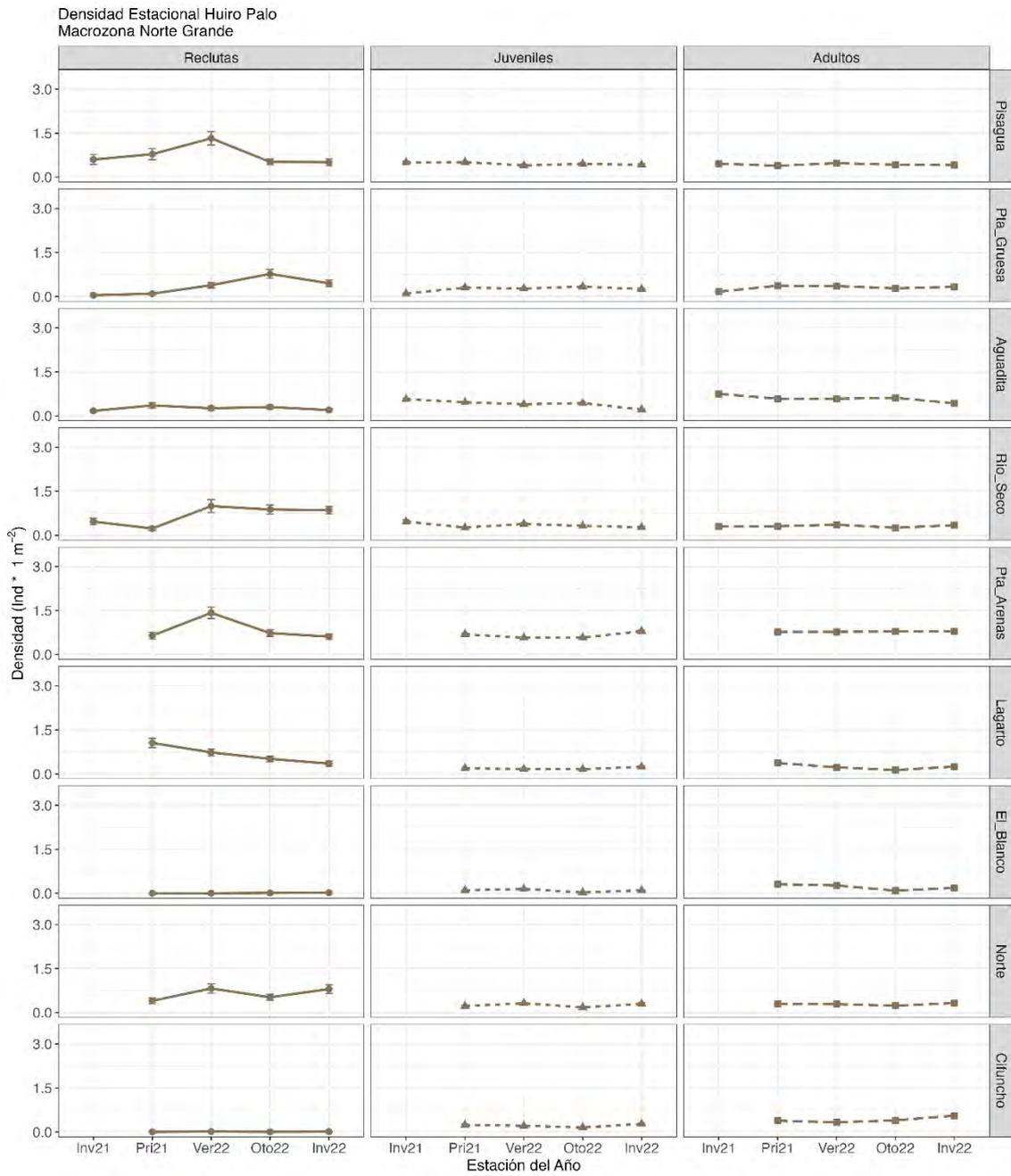


Figura 19. Evoluci3n espacial y temporal del indicador densidad (Individuos por 1 m²)+/- D:S. en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta).

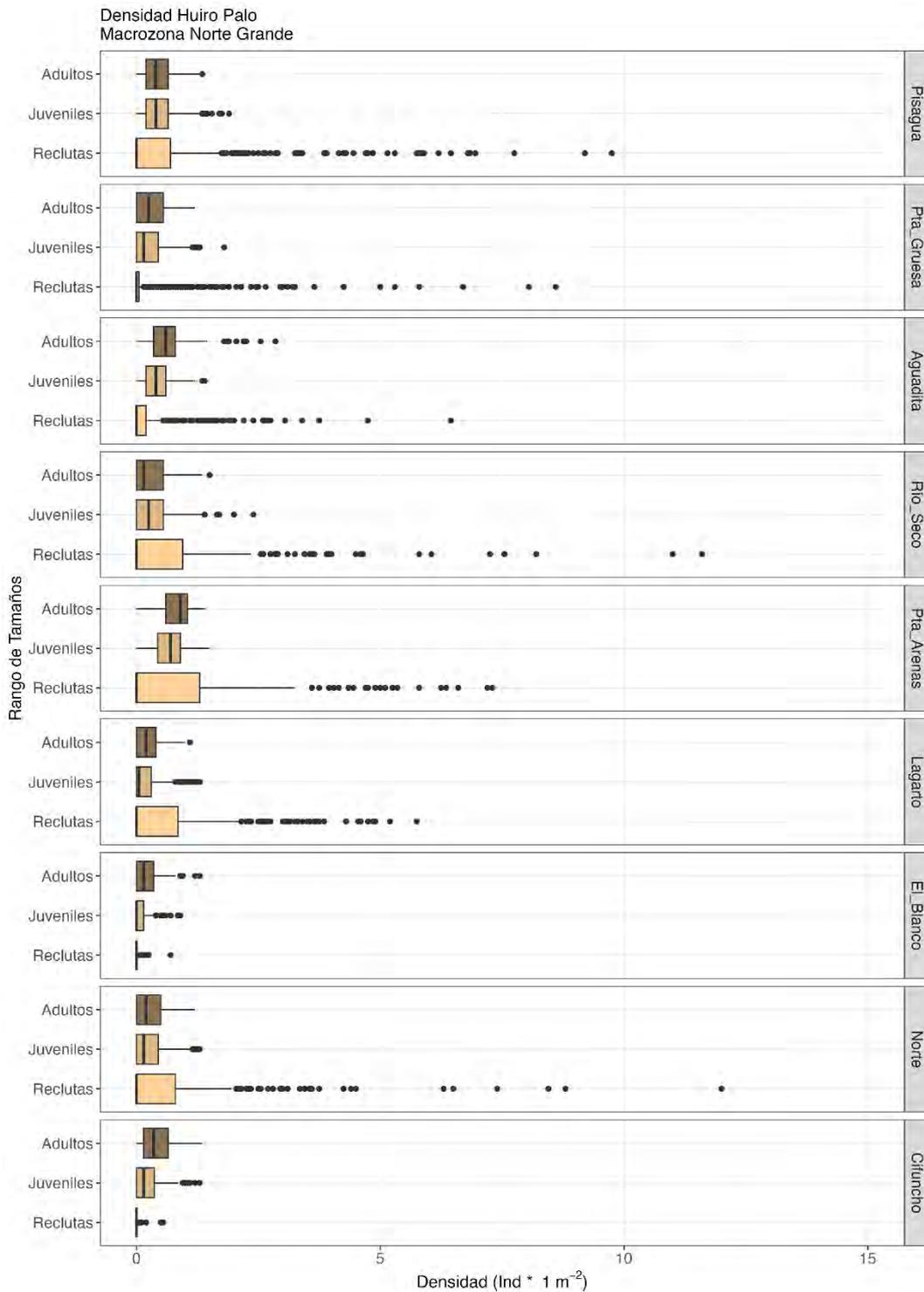


Figura 20. Boxplot de la evoluci3n espacial del indicador densidad (Individuos por 1 m²) en reclutas, juveniles y adultos de huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por localidad (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta).

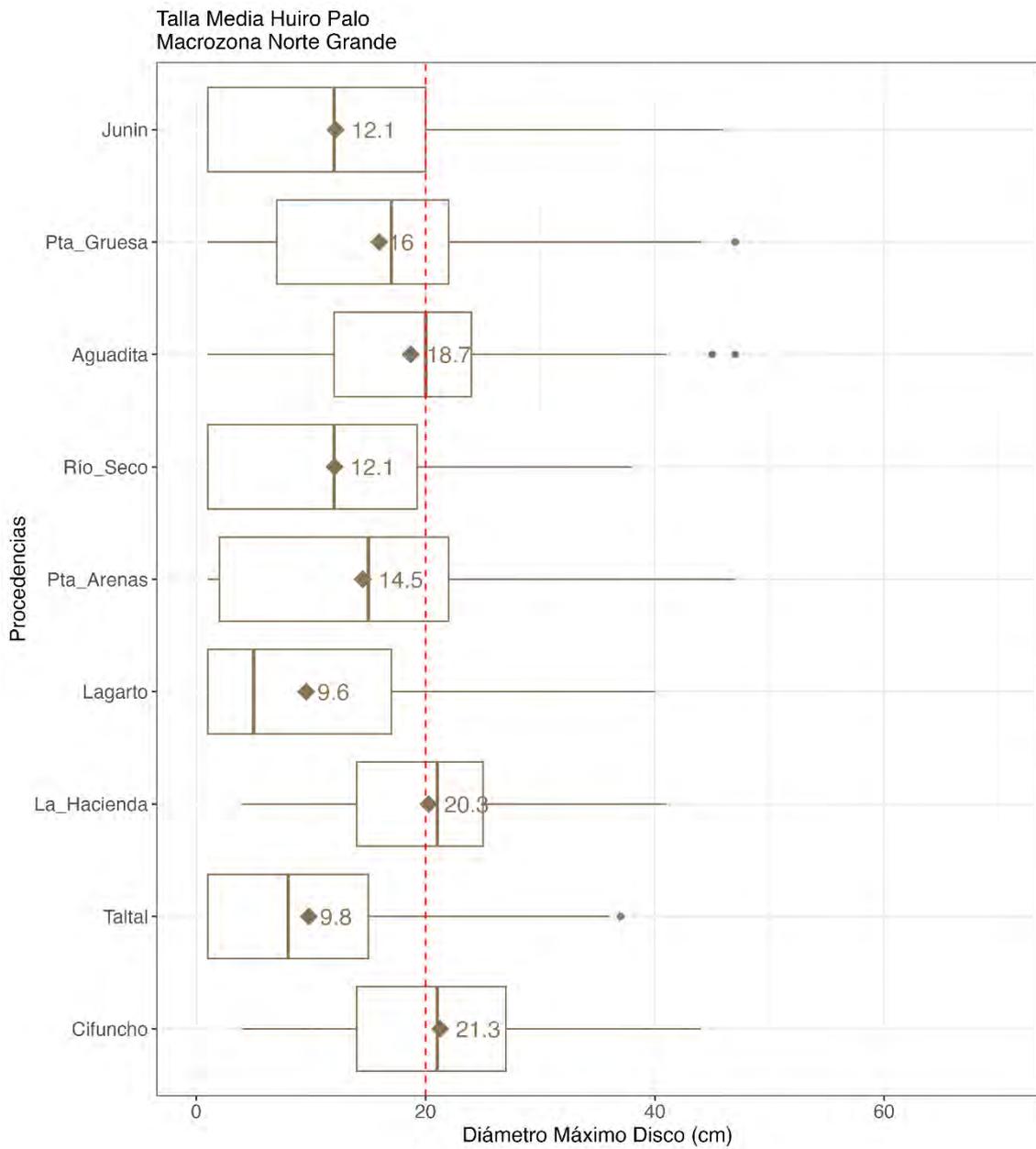


Figura 21. Boxplot de la evolución espacial del indicador diámetro máximo del disco (cm) en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja denota plantas mayores a 20,1 cm. Rombos negros indican valor promedio.

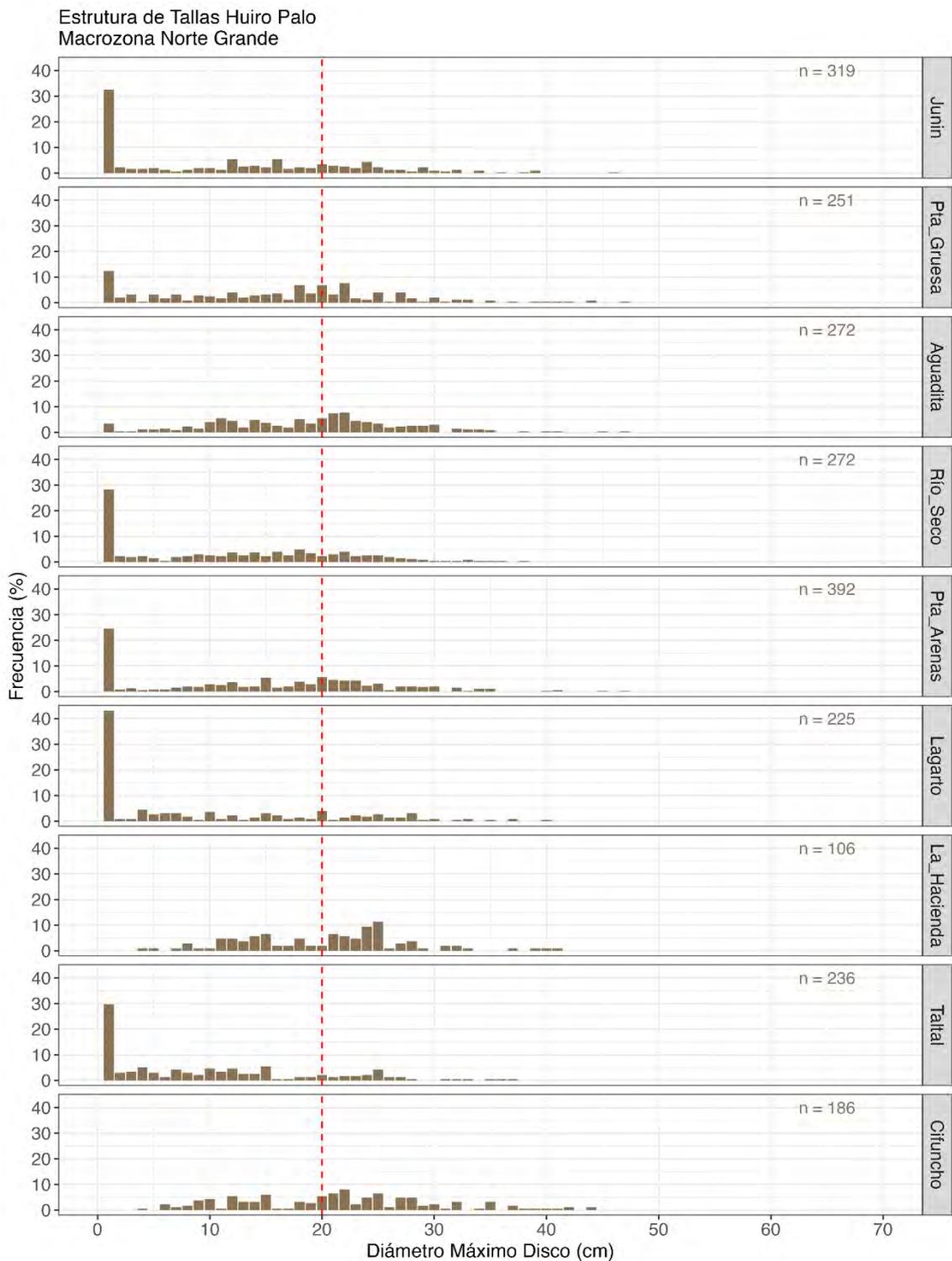


Figura 22. Evoluci3n espacial histograma de la estructura del diámetro máximo del disco (cm) en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Línea roja denota plantas mayores a 20,1 cm.



Figura 23. Relaci3n del diámetro máximo del disco (cm) vs peso total de las plantas (Kg) en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por procedencia (Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta). Linea roja muestra el ajuste del modelo exponencial.

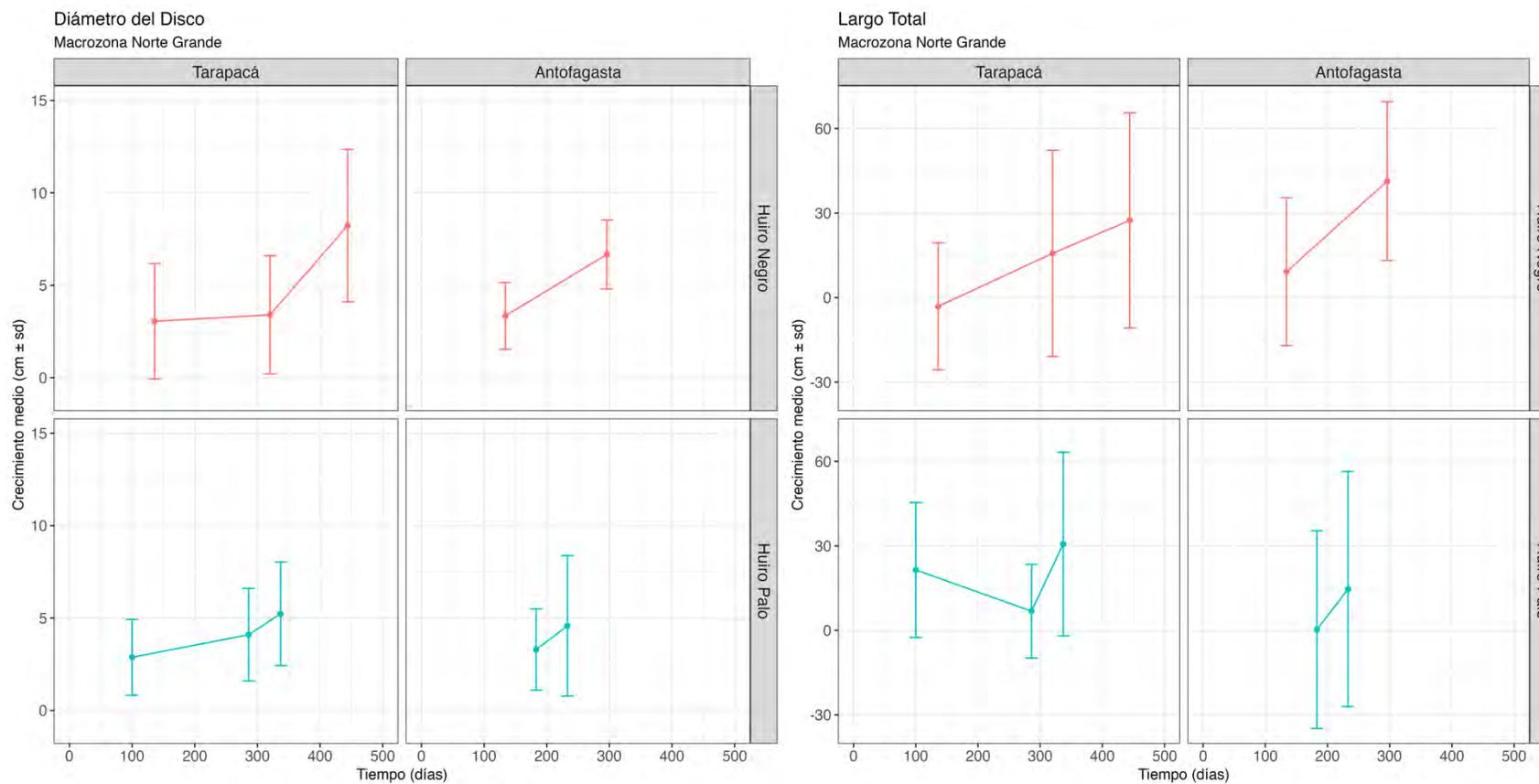


Figura 24. Crecimiento medio (cm) del DD y largo total de fronda en huiro negro y huiro palo para la macrozona norte grande.

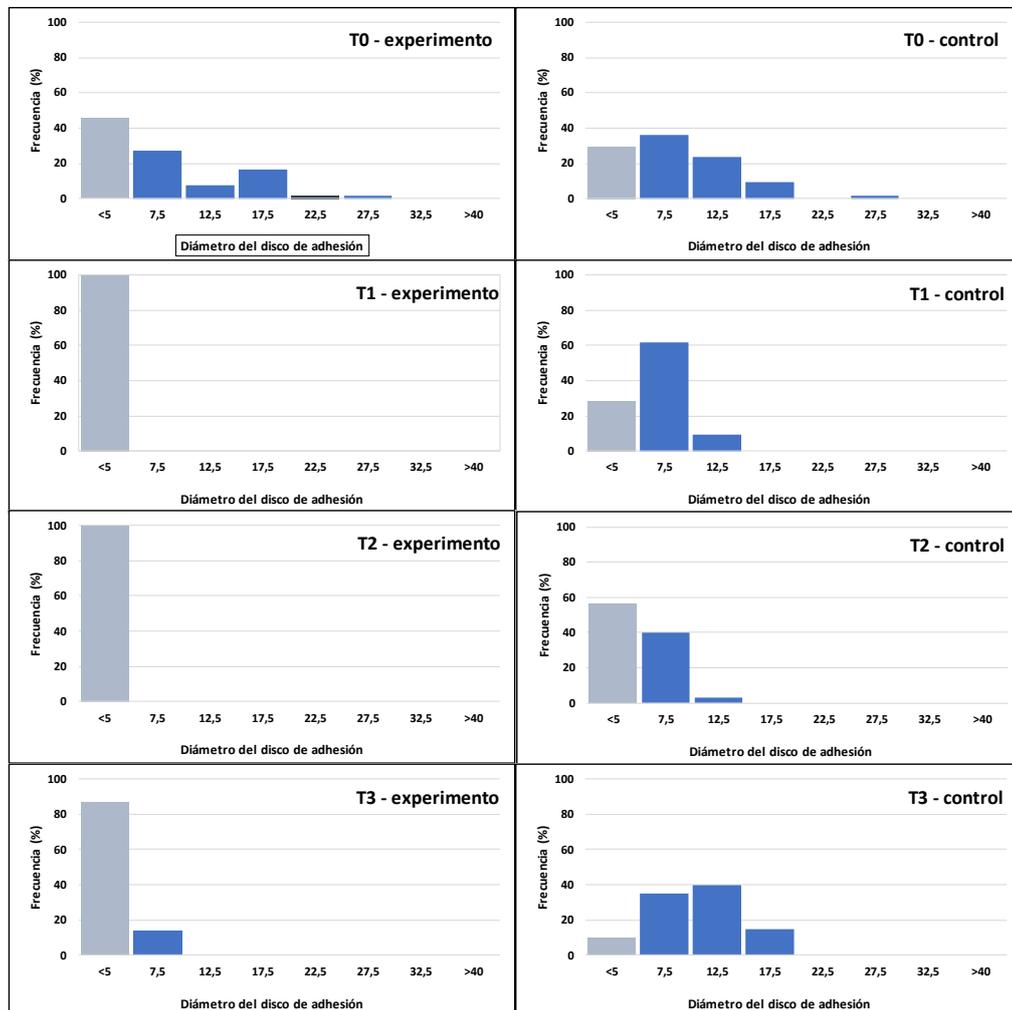


Figura 25. Estructura de diámetro del disco de adhesión de la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Quebrada Onda, Región de Antofagasta. En T0 - experimento se muestra la estructura de tallas de la población previo a la denudación de todas las plantas, mientras que en T0 – control no se realizó denudación. (barras ploma: reclutas DD <5 cm, barra azul: juveniles DD >5,1 y <20 cm, barra azul oscuro: DD > 20,1 cm).

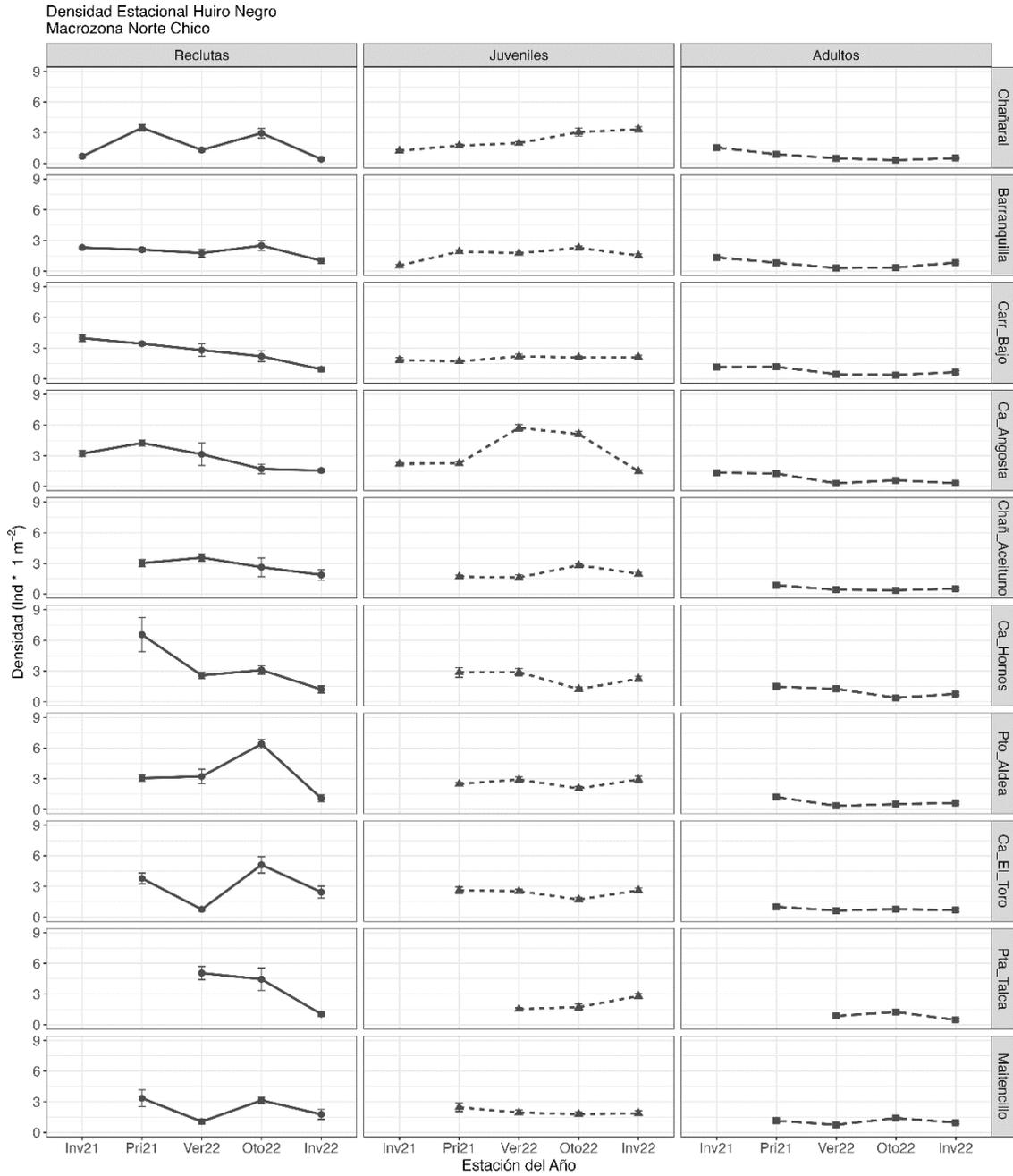


Figura 26. Densidad de plantas reclutas, juveniles y adultas (Individuos por m²) de huiro negro (*Lessonia berteriana/spicata*)+/- DS por estaci3n del a3o y sitio de estudio en la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo).

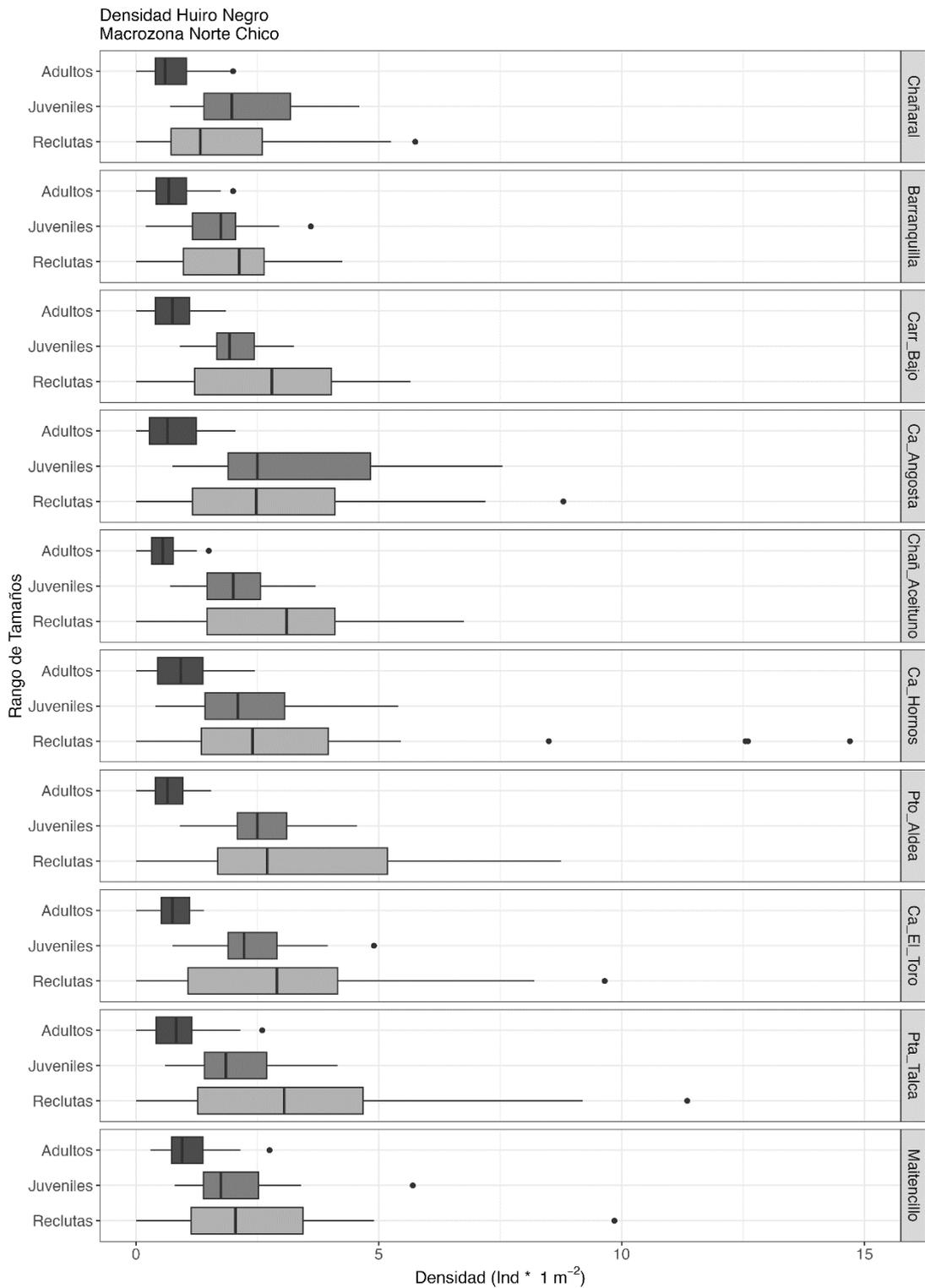


Figura 27. Boxplot de la densidad de plantas reclutas, juveniles y adultas (Individuos por m²) de huiro negro (*Lessonia berteriana/spicata*) por sitio de estudio en la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo).

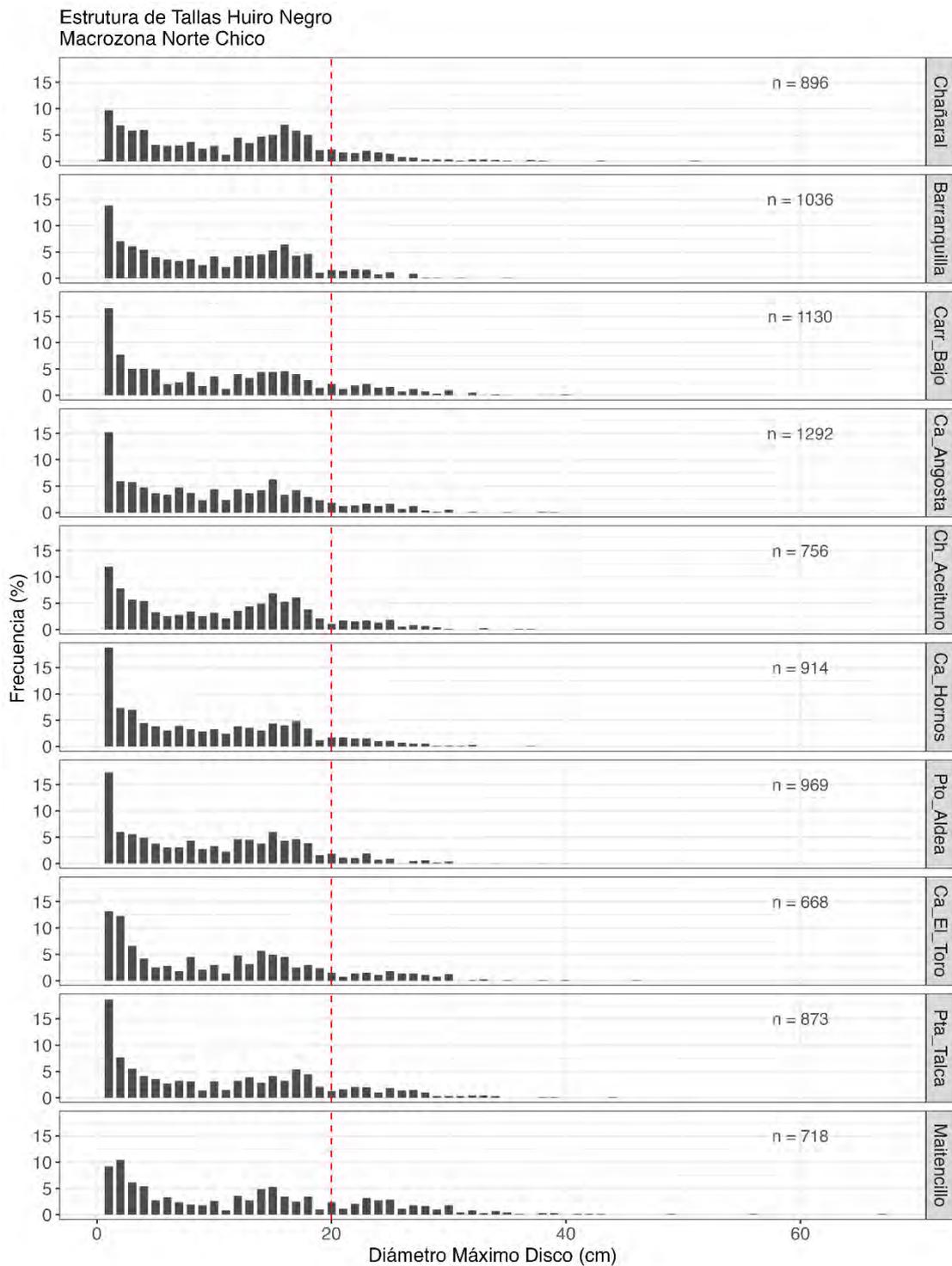


Figura 28. Histograma de la estructura de tallas basado en el diámetro máximo del disco de adhesión (cm) de huiro negro (*Lessonia berteriana/spicata*) en los sitios de estudio de la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo). Línea roja punteada denota plantas mayores a 20,1 cm.

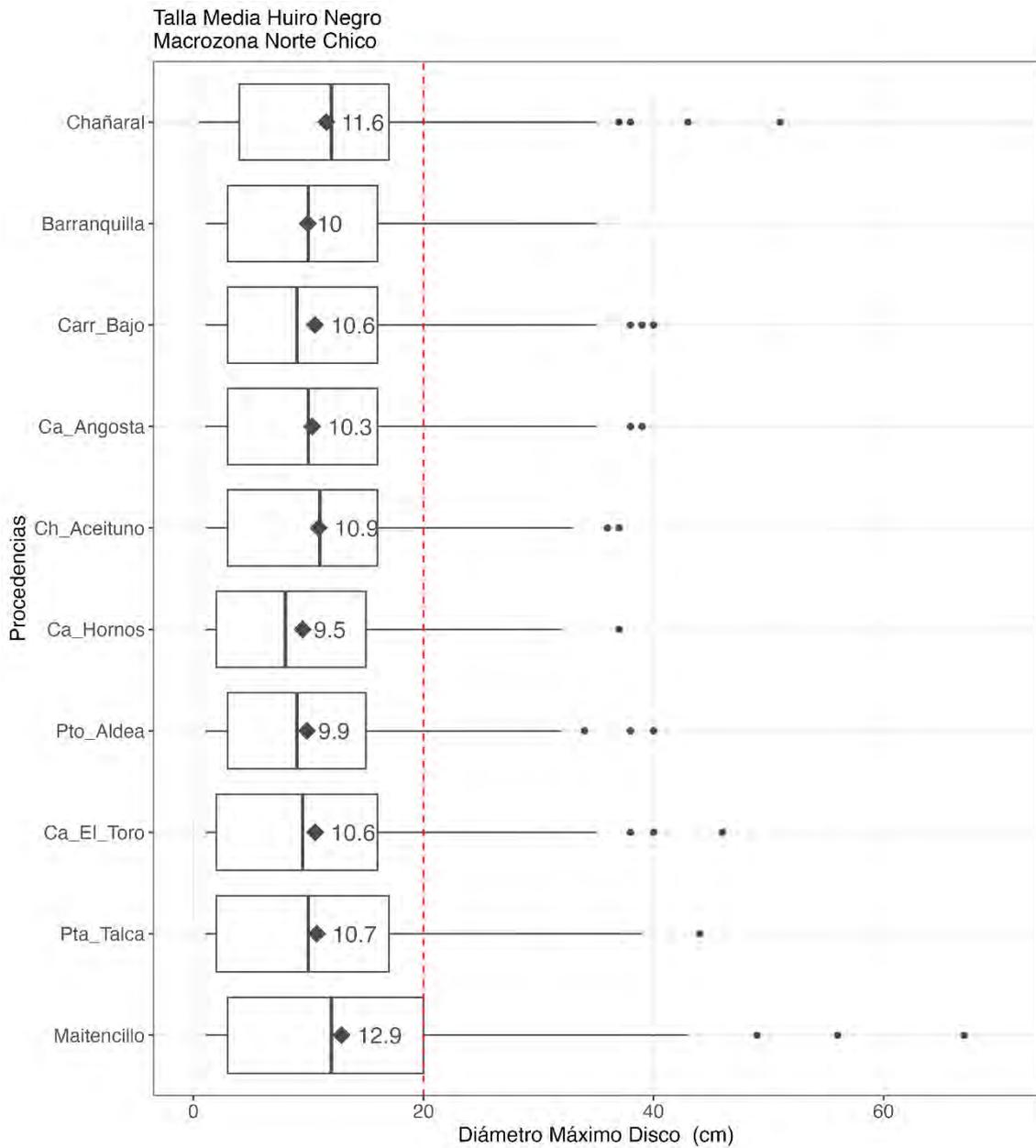


Figura 29. Boxplot del tamaño basado en el del diámetro máximo del disco de adhesión (cm) en huiro negro (*Lessonia berteriana/spicata*) por sitio de estudio de la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo). Línea roja punteada denota plantas mayores a 20,1 cm.

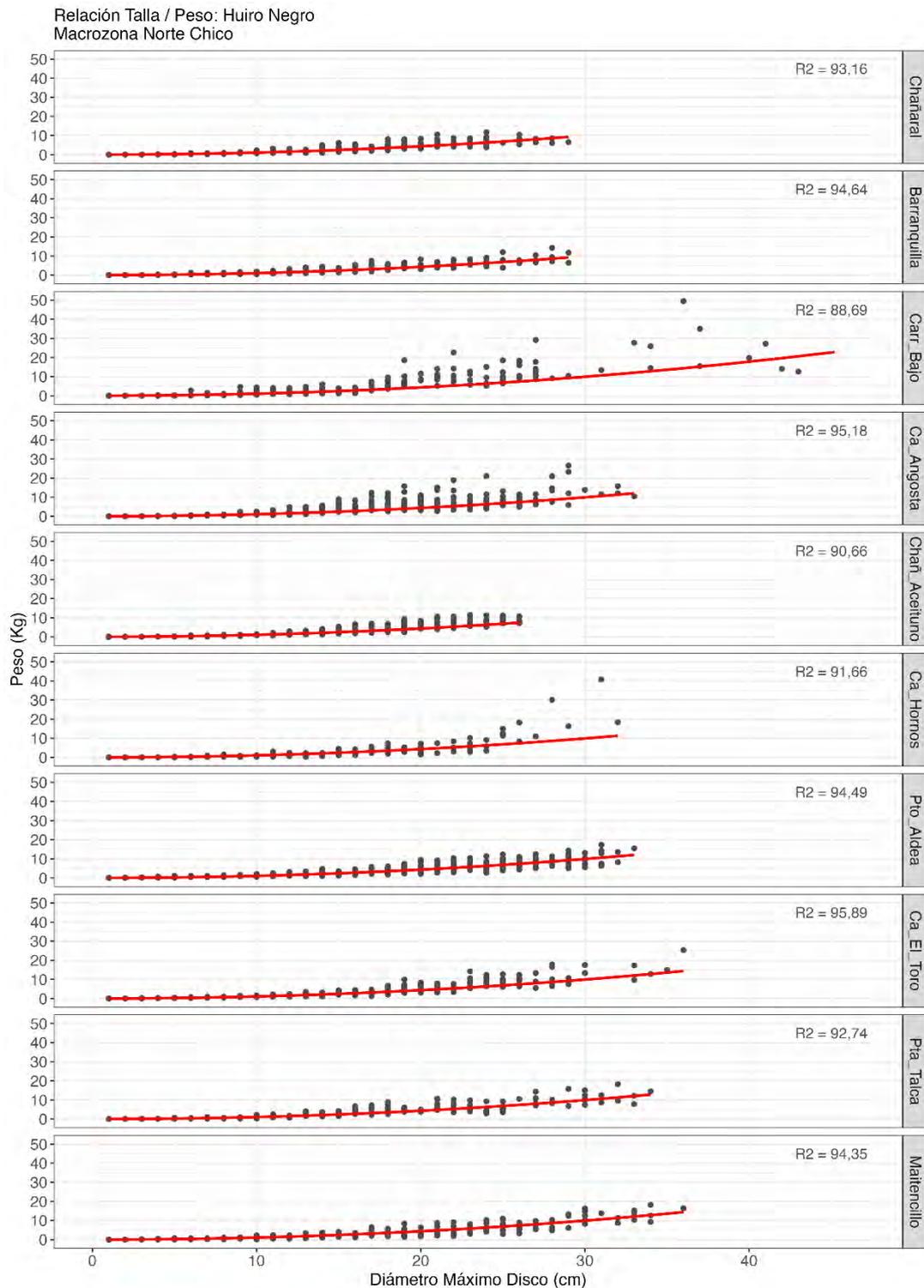


Figura 30. Relaci3n del diámetro máximo del disco (cm) vs peso total de las plantas (Kg) en huiro negro (*Lessonia berteriana*) para la macrozona norte por procedencia (Atacama y Coquimbo). Línea roja muestra el ajuste del modelo exponencial.

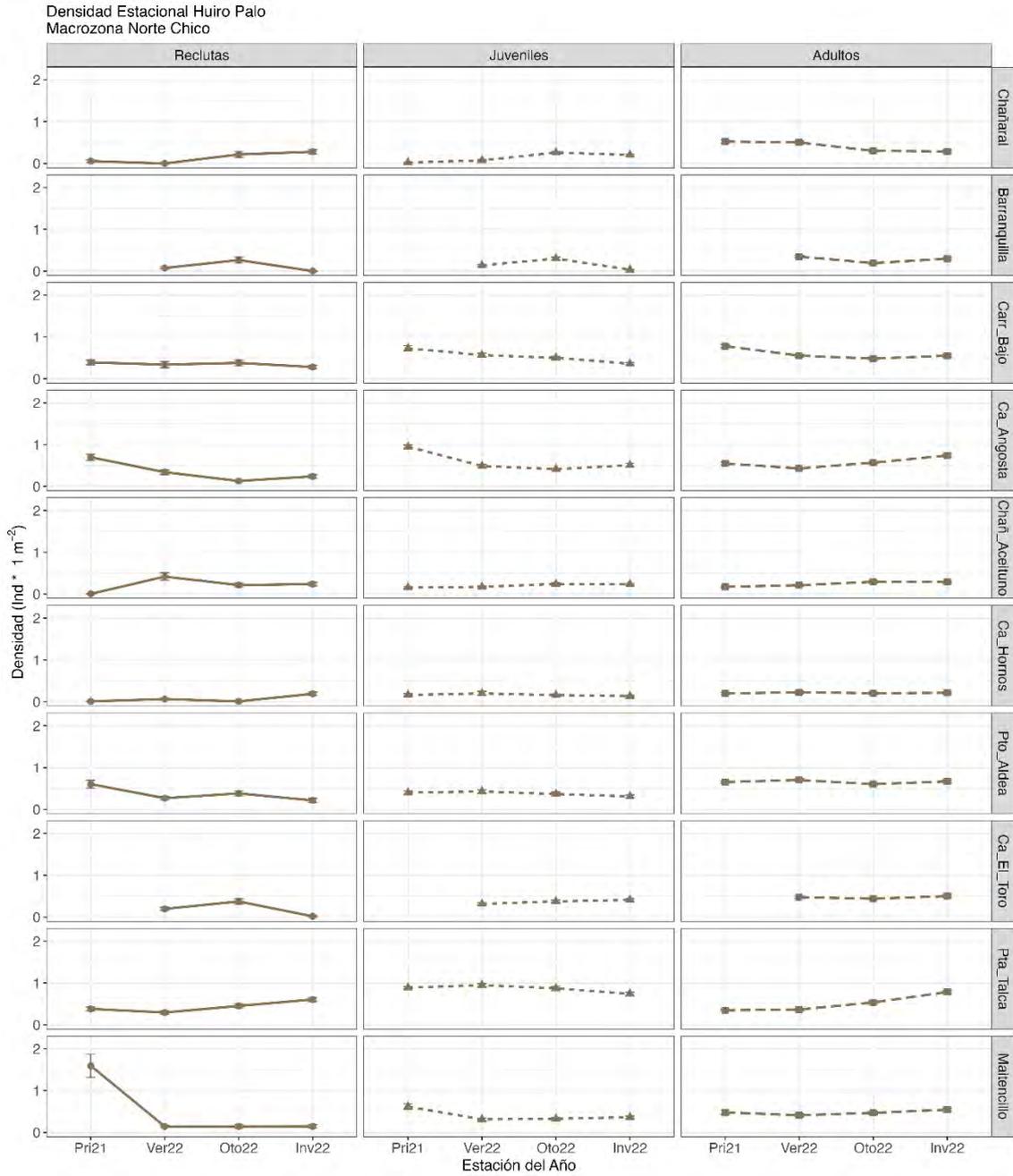


Figura 31. Densidad de plantas reclutas, juveniles y adultas (Individuos por 1 m²) de huiro palo (*Lessonia trabeculata*) +/- DS durante la campa1a de primavera 2021 por sitio de estudio en la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo).

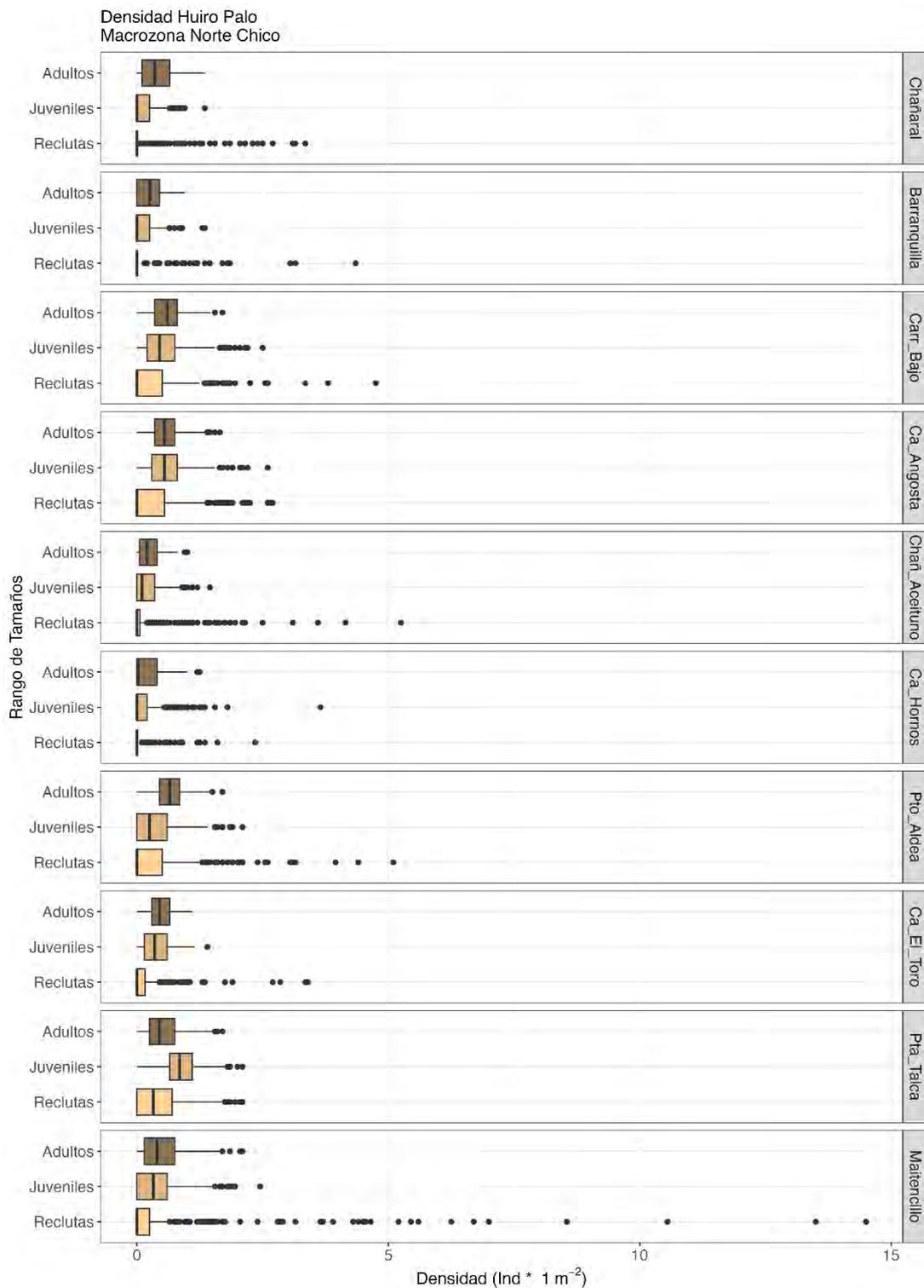


Figura 32. Boxplot de densidad de plantas reclutas, juveniles y adultas (Individuos por 1 m²) de huiro palo *Lessonia trabeculata* por sitio de estudio en la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo).



Figura 33. Histograma de estructura de tallas basado en el diámetro máximo del disco de adhesi3n (cm) de huiro palo *Lessonia trabeculata* en los sitios de estudio de la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo). Línea roja punteada denota plantas mayores a 20,1 cm.

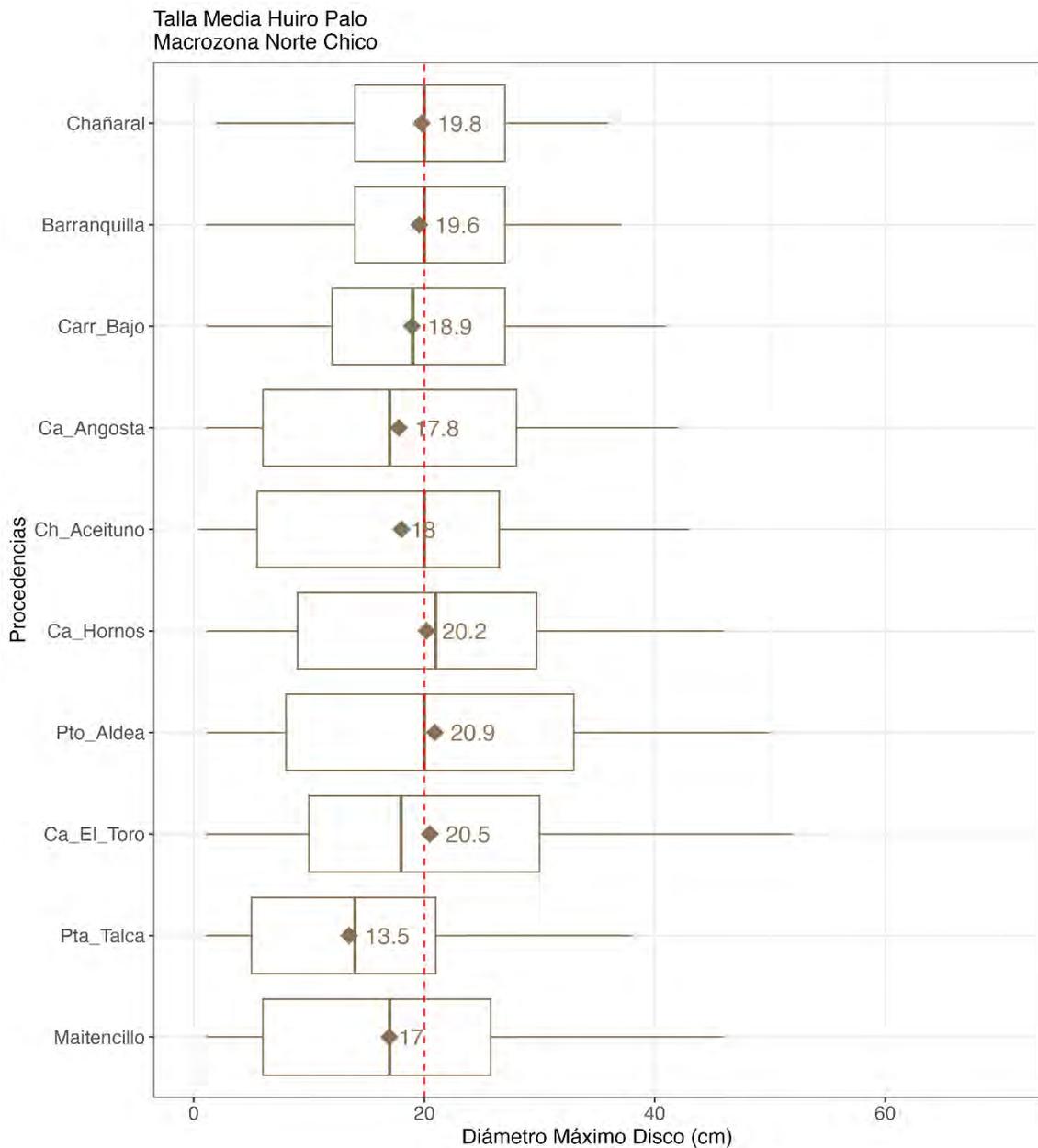


Figura 34. Boxplot de las tallas basadas en el diámetro máximo del disco de adhesión (cm) en huiro palo *Lessonia trabeculata* por sitio de estudio de la macrozona del norte chico (i.e., Atacama, Coquimbo). Línea roja punteada denota plantas mayores a 20,1 cm.

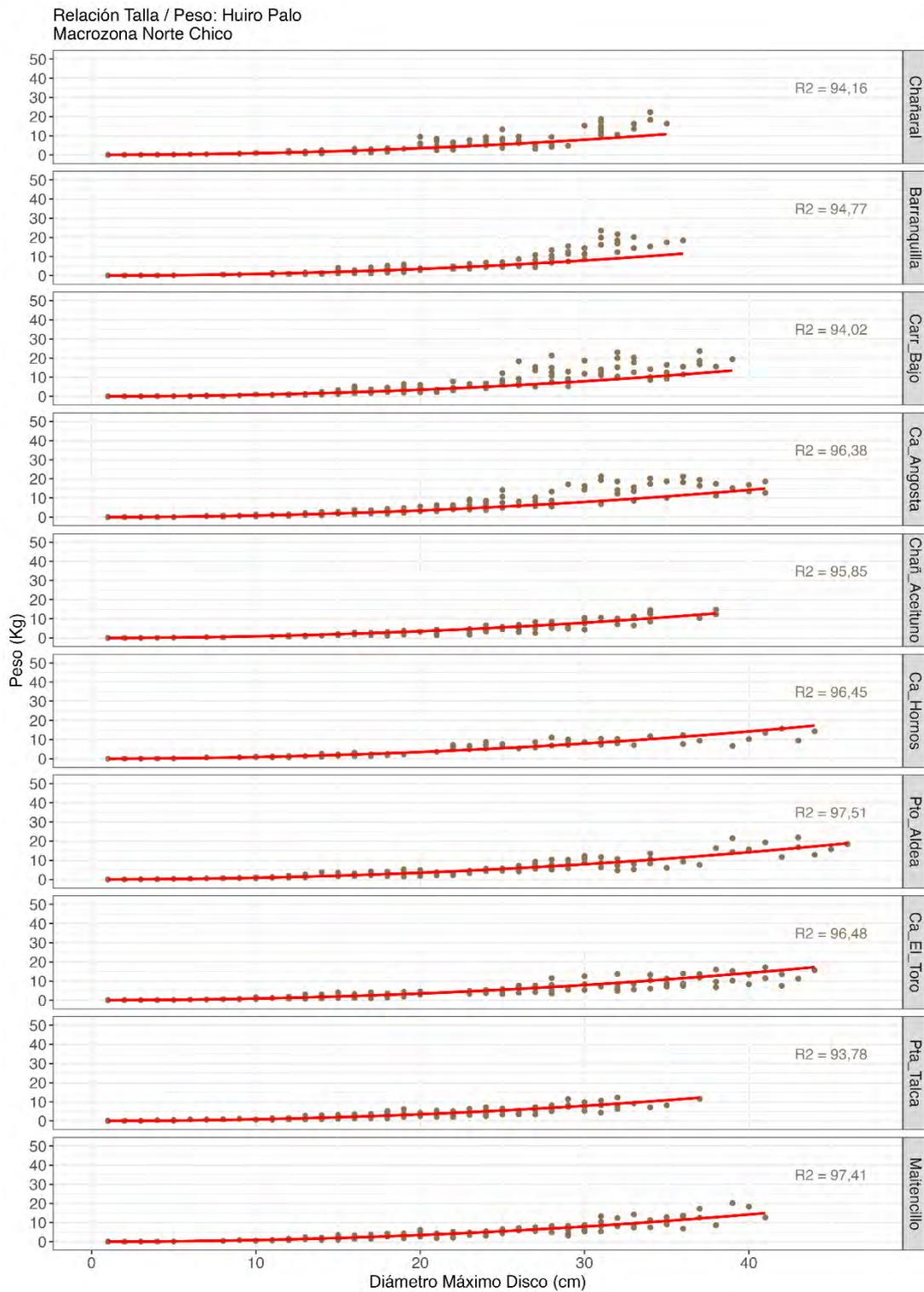


Figura 35. Relaci3n del diámetro máximo del disco (cm) vs peso total de las plantas (Kg) en huiro palo (*Lessonia trabeculata*) para la macrozona norte por procedencia (Atacama y Coquimbo). línea roja muestra el ajuste del modelo exponencial.

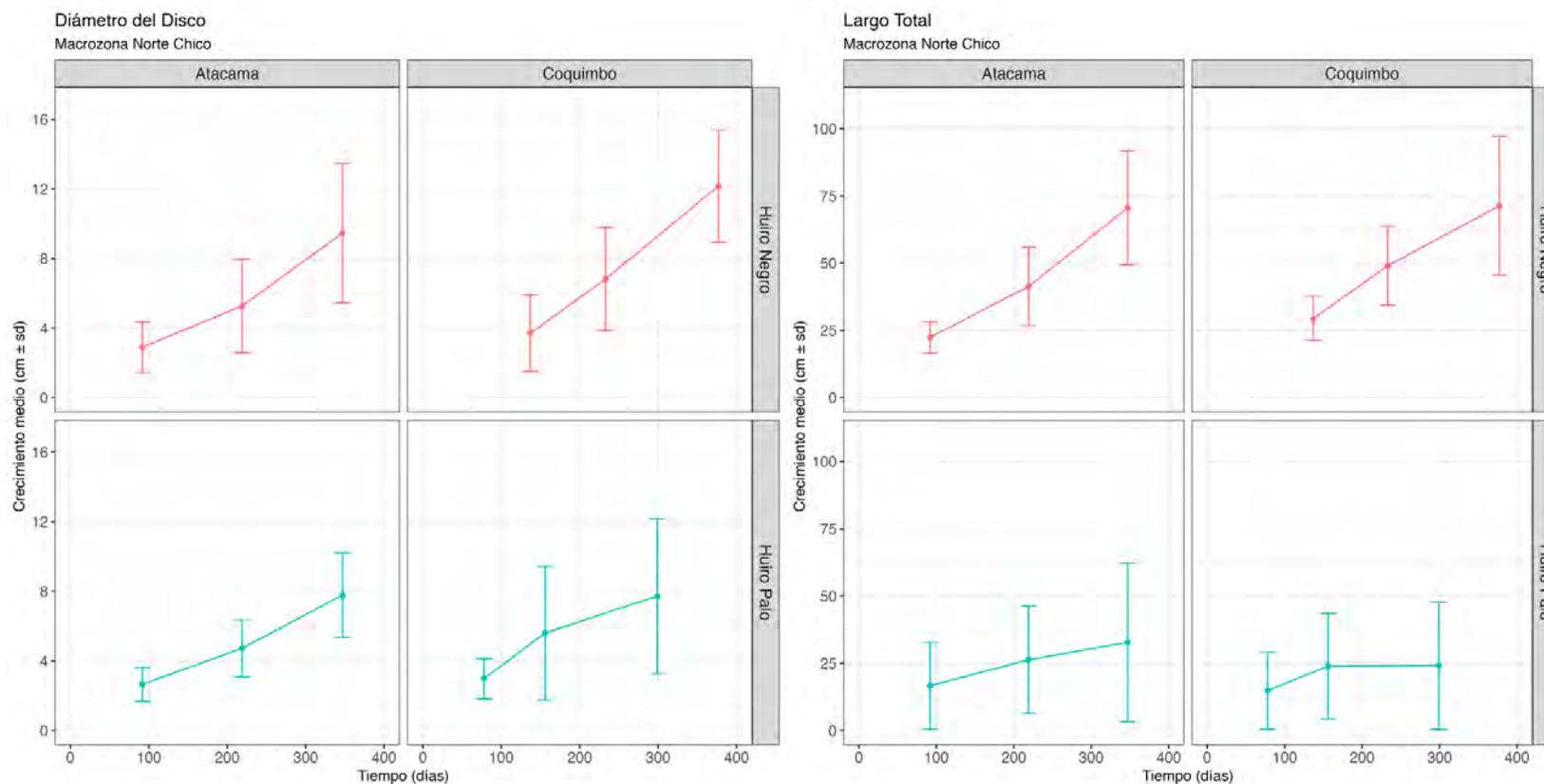


Figura 36. Crecimiento medio \pm DS de las algas marcadas utilizando las variables diámetro máximo de disco y largo total de la fronda de huro negro y huro palo en las regiones de Atacama y Coquimbo.

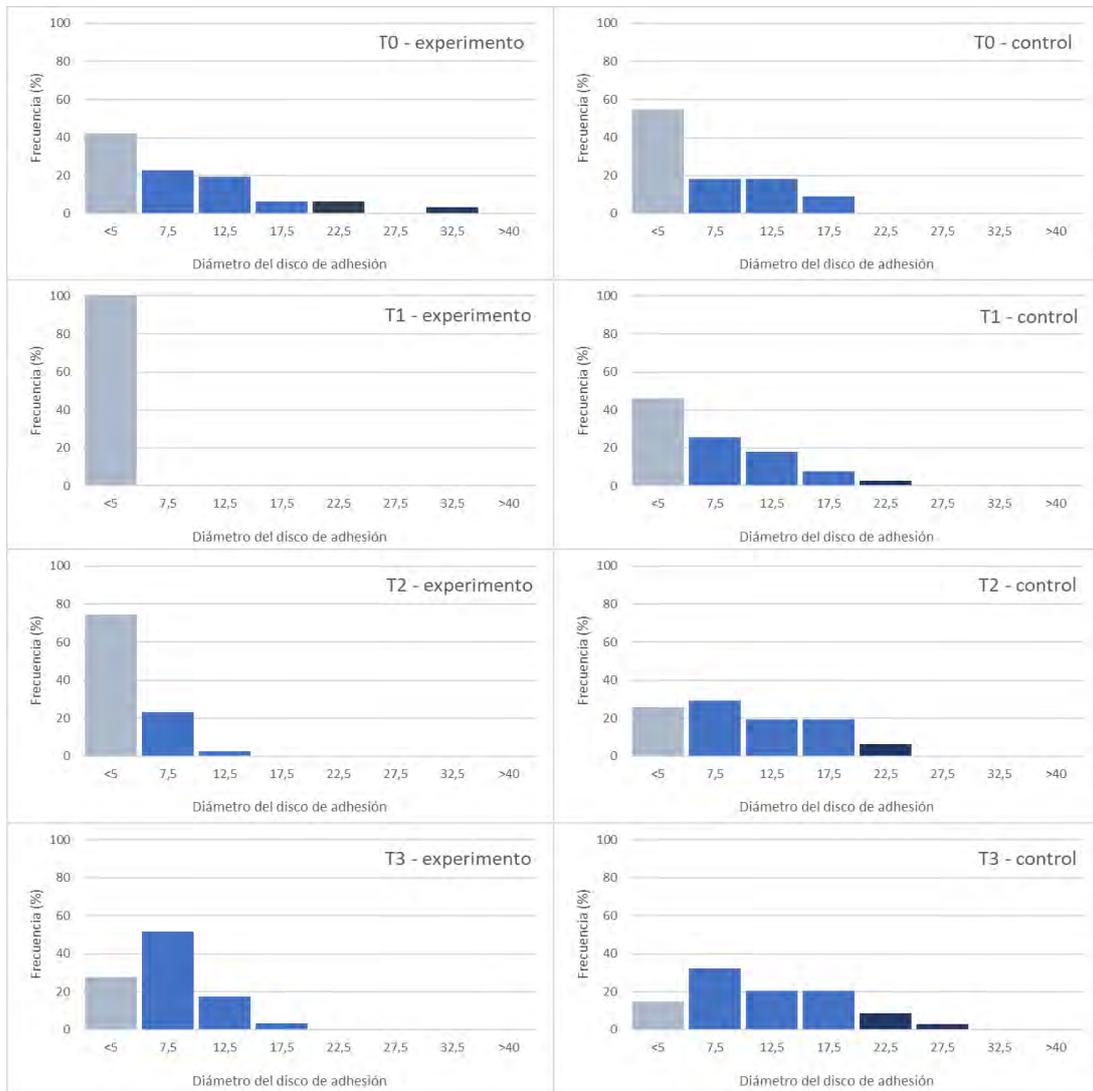


Figura 37. Estructura de tallas (basado en el diámetro del disco de adhesión) de la población de huero negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1 (124 días), T2 (222 días), T3 (367 días) en Chañaral de Aceituno, Región de Atacama. E- T0 – experimento se muestra la estructura de tallas de la población previo a la denudación de todas las plantas, mientras que en T0 – control no se realizó denudación. (barras ploma: reclutas DD <5 cm, barra azul: juveniles DD >5 y <20 cm, barra azul oscuro: DD >20 cm).

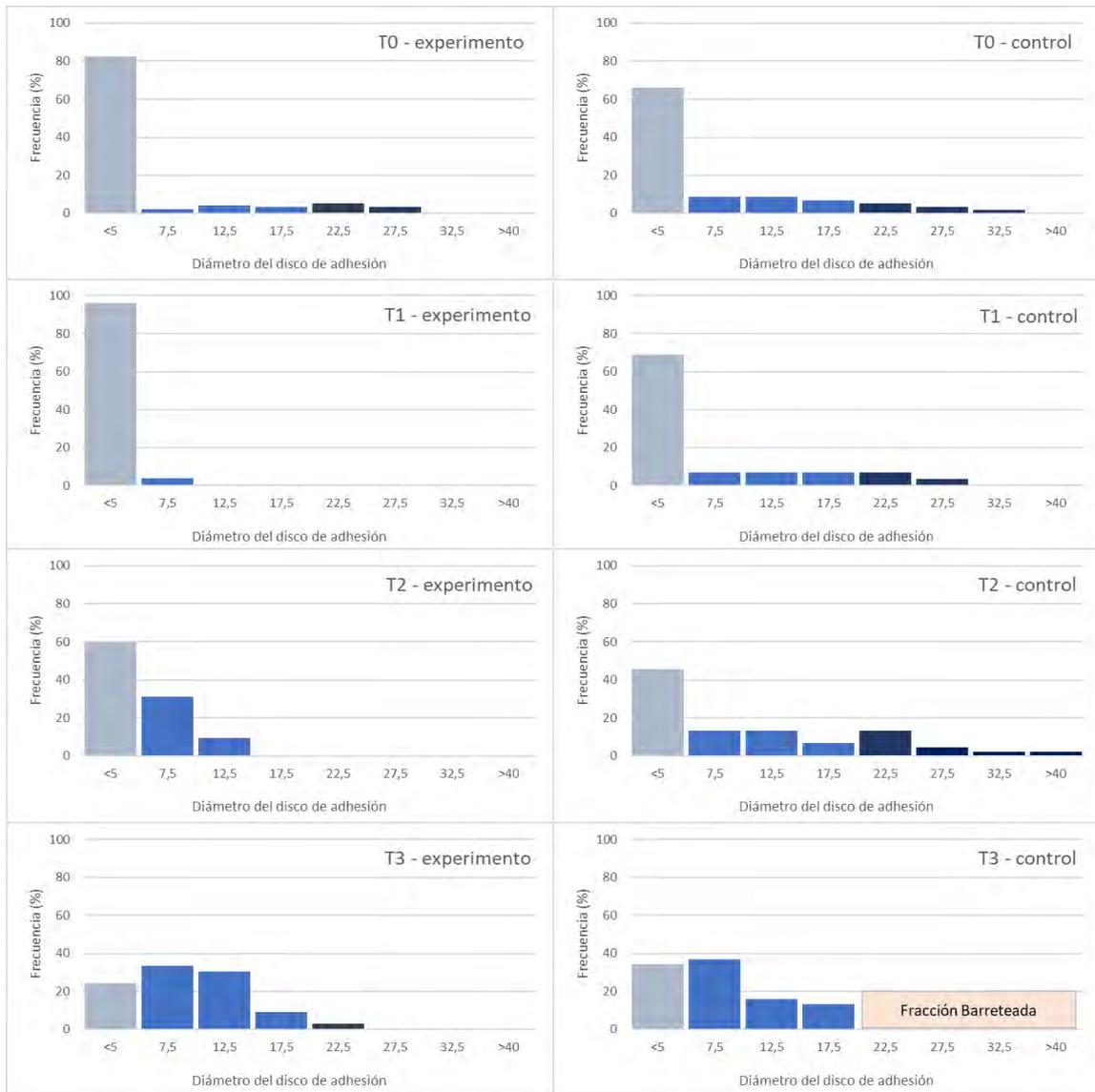


Figura 38. Estructura de tallas (basado en el diámetro del disco de adhesi3n) de la poblaci3n de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1 (137 días), T2 (233 días), T3 (377 días) en Chungungo, Regi3n de Coquimbo. E- T0 – experimento se muestra la estructura de tallas de la poblaci3n previo a la denudaci3n de todas las plantas, mientras que en T0 – control no se realiz3 denudaci3n. (barras ploma: reclutas DD < 5 cm, barra azul: juveniles DD > 5 y < 20 cm, barra azul oscuro: DD > 20 cm). Previo al monitoreo T3 – control hubo un evento de barroteo de plantas que elimino la fracci3n adulta de la poblaci3n de huiro negro (barra naranja).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

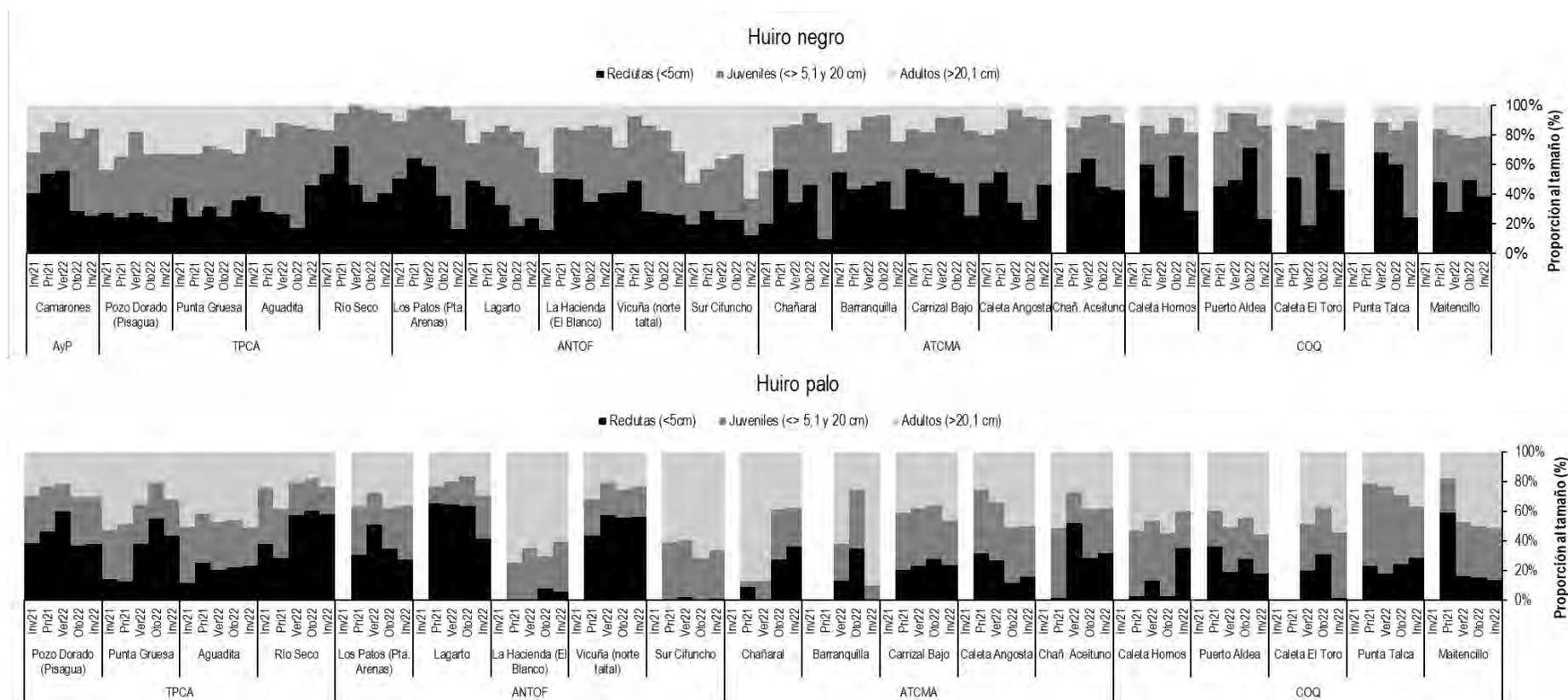


Figura 39. Proporciones de reclutas, juveniles y adultos de huiro negro (*Lessonia berteroana/spicata*) y huiro palo (*Lessonia trabeculata*) en las diferentes estaciones evaluadas en el 1rea de estudio (Barras blancas indican temporadas sin datos).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

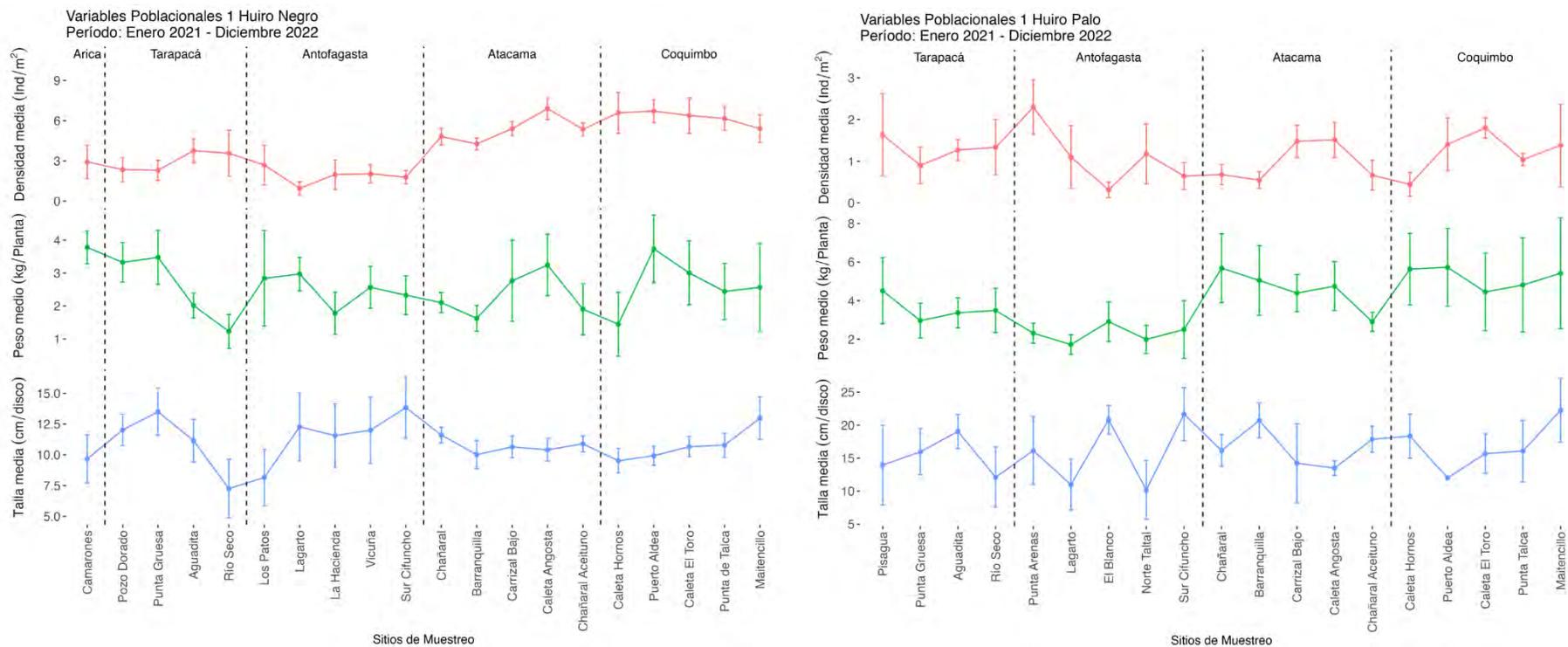


Figura 40. Densidades, biomásas y tamaños medios \pm DS de huiro negro (*Lessonia berteroa*/*spicata*) y huiro palo (*Lessonia trabeculata*) en los diferentes sitios evaluadas en el área de estudio.

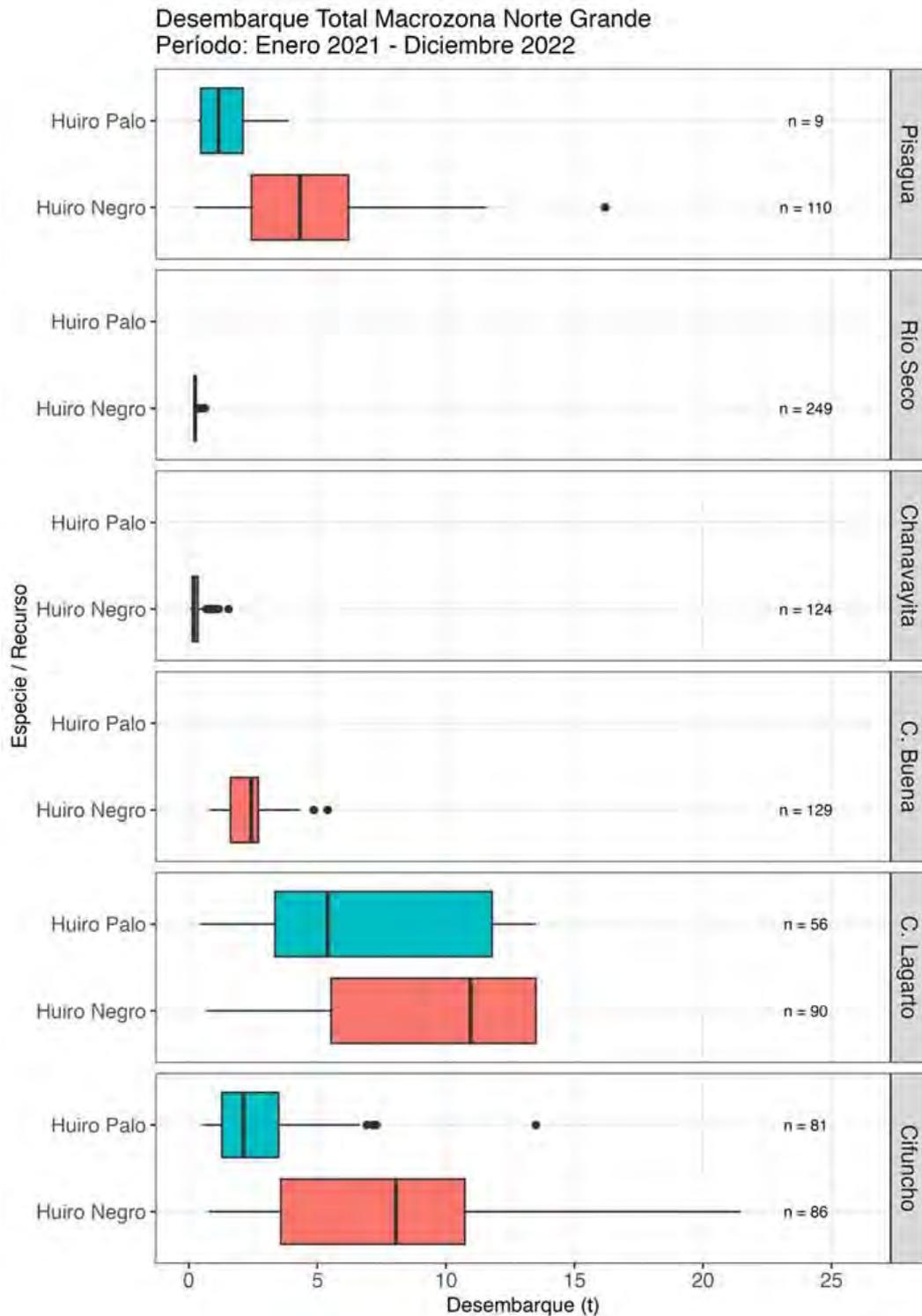


Figura 41 a. Boxplot del desembarque para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona norte grande.

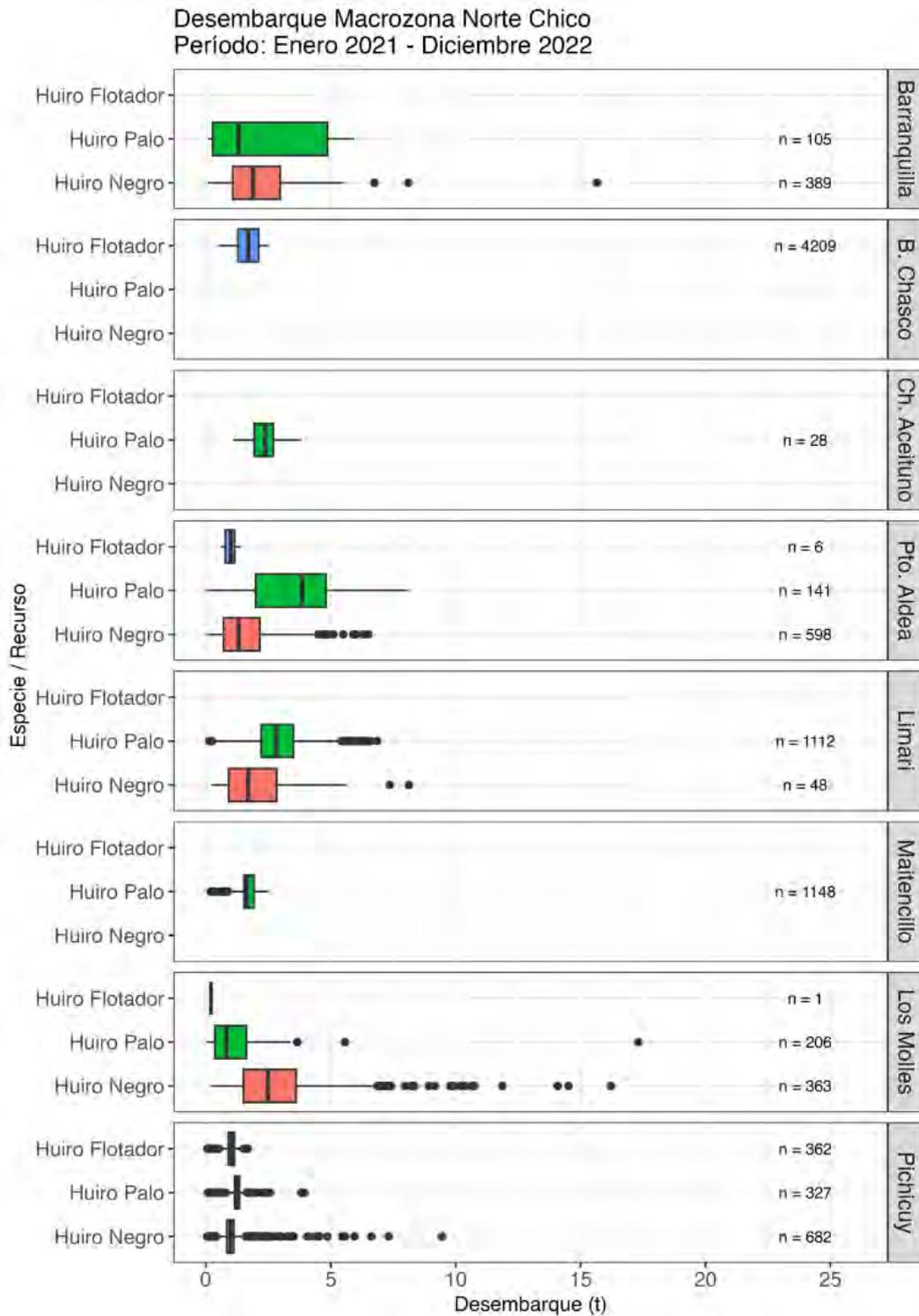


Figura 41 b. Boxplot del desembarque para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona norte chico.

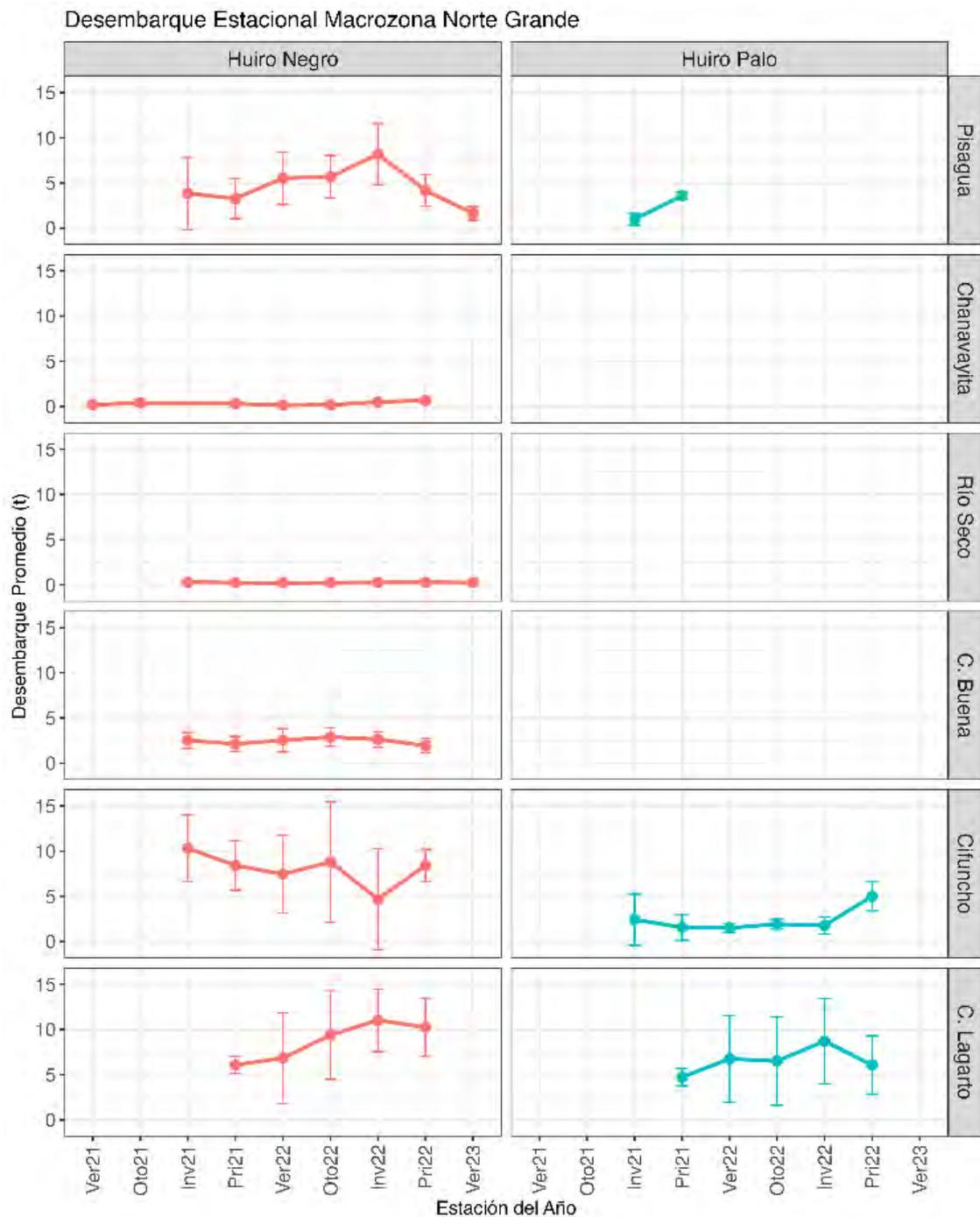


Figura 42 a. Desembarque promedio (\pm sd) para las especies de huiros monitoreados en la macrozona del norte grande, en funci3n de las distintas estaciones del a1o.

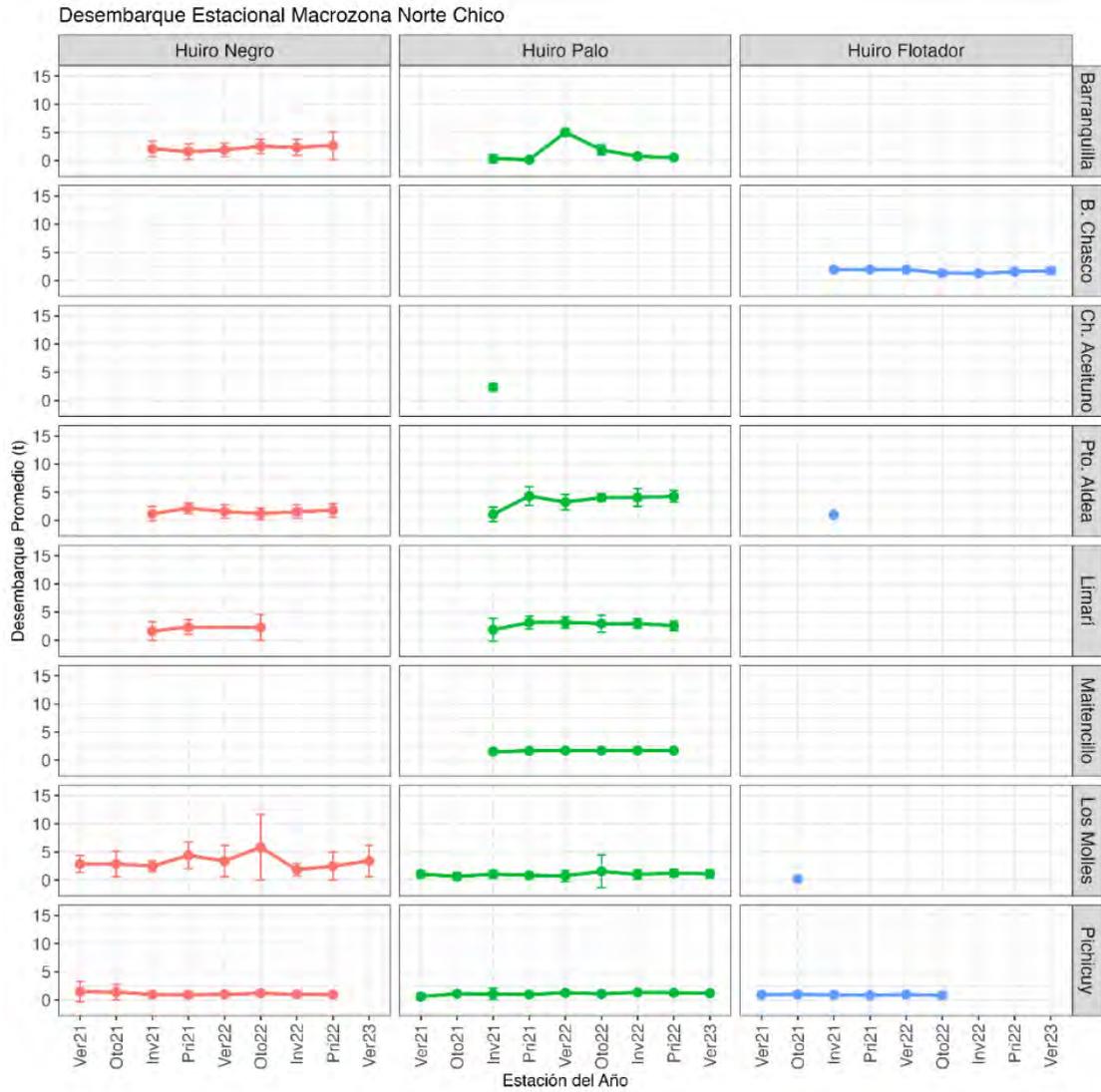


Figura 42 b. Desembarque promedio (\pm sd) para las especies de huiros monitoreados en la macrozona del norte chico, en funci3n de las distintas estaciones del a1o.

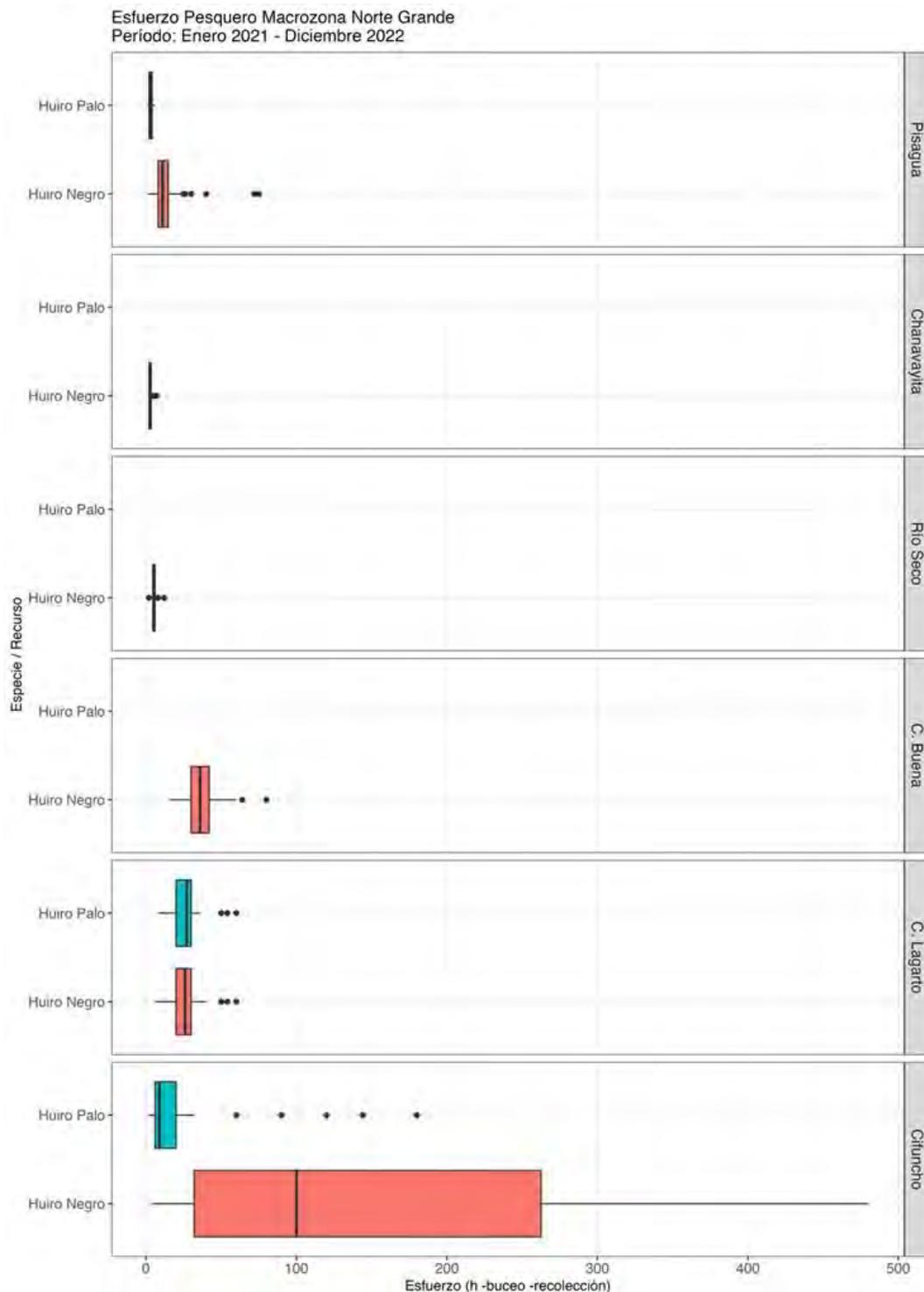


Figura 43 a. Boxplot del esfuerzo pesquero (horas de buceo y/o recolecci3n por viaje) para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte grande.



Figura 43 b. Boxplot del esfuerzo pesquero (horas de buceo y/o recolecci3n por viaje) para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona norte chico.

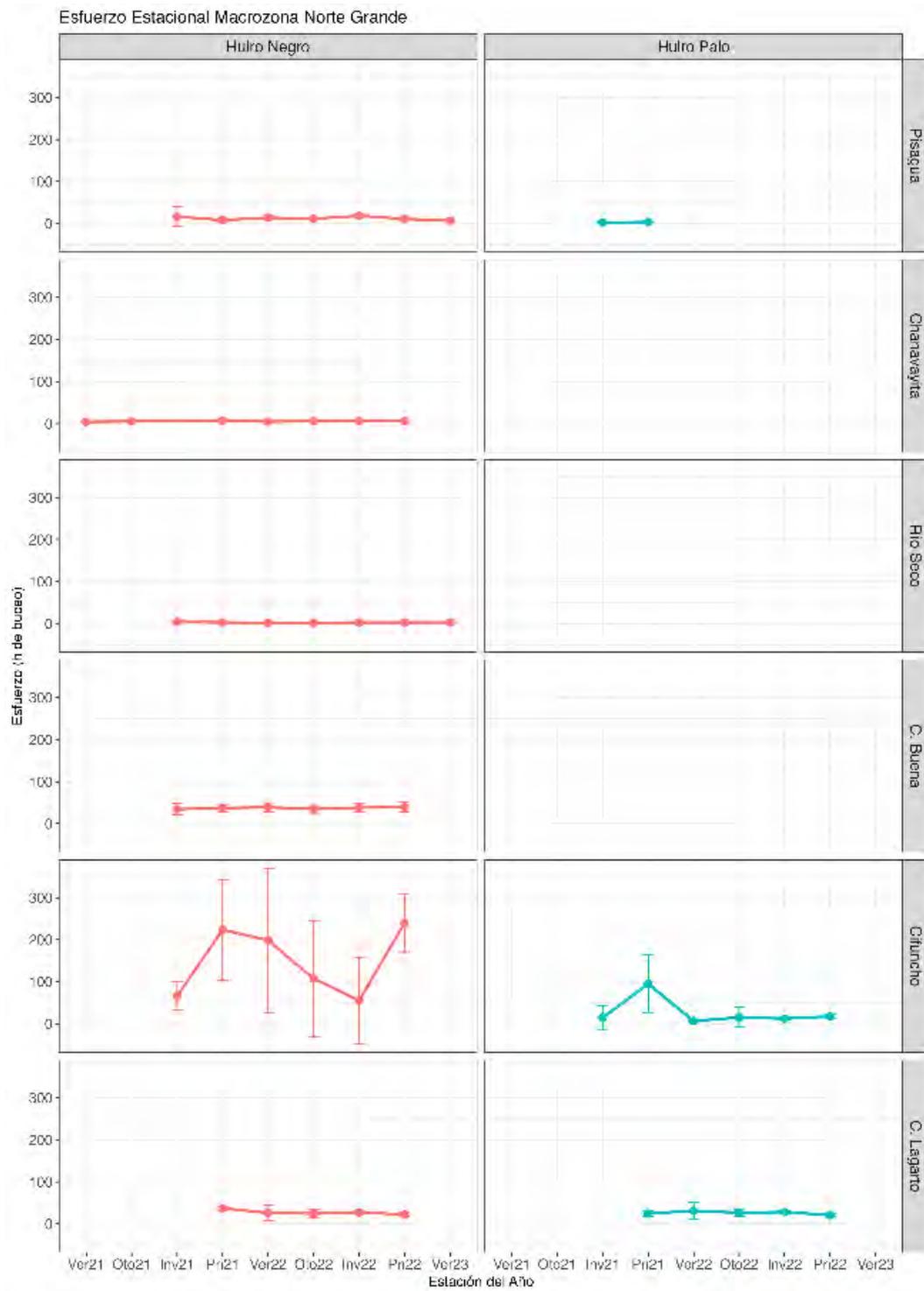


Figura 44 a. Esfuerzo promedio (\pm sd) (horas de buceo y/o recolecci3n por viaje) por viaje para las especies de hueros monitoreadas en la macrozona del norte grande, en funci3n de las distintas estaciones del a1o

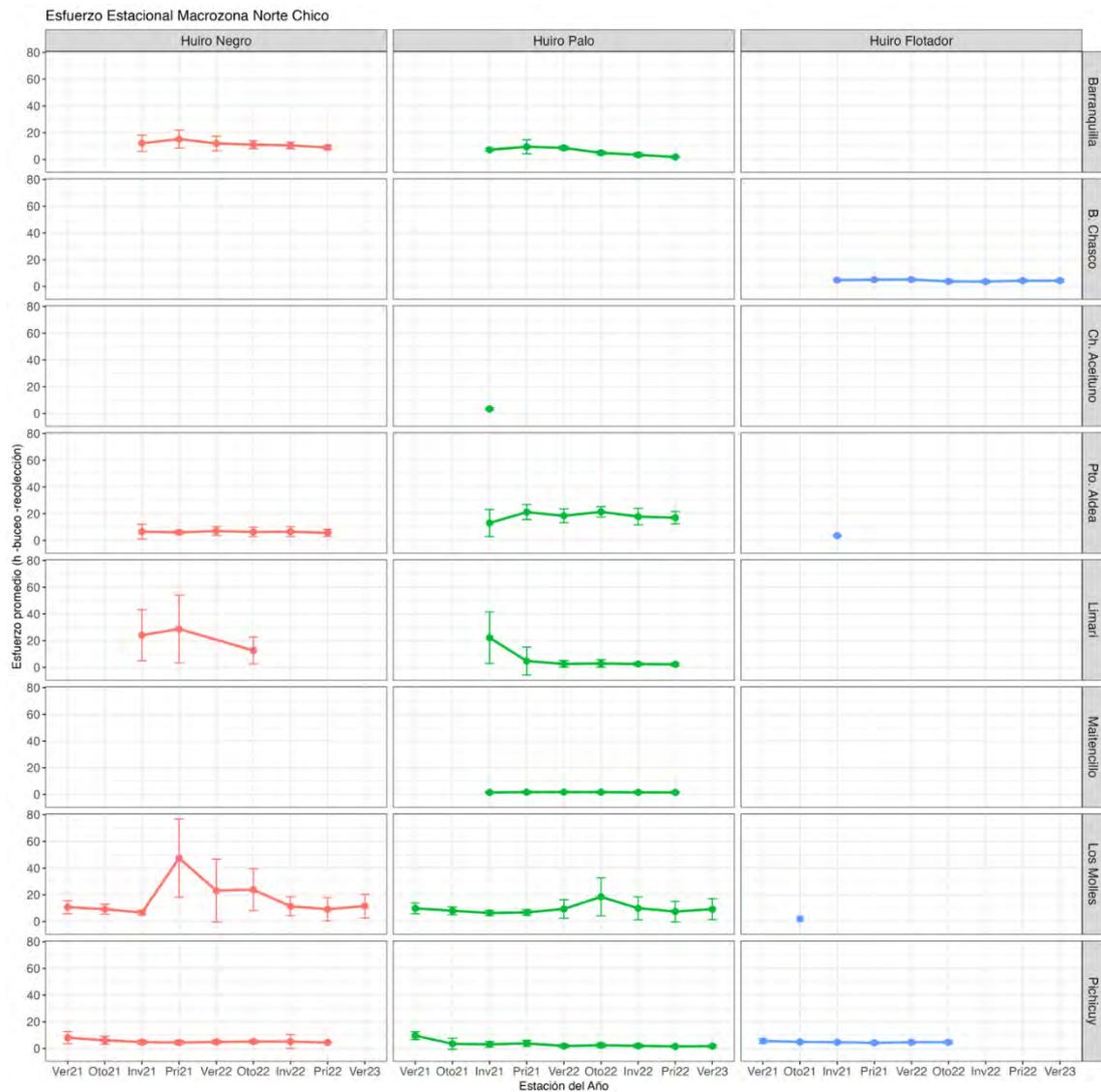


Figura 44 b. Esfuerzo promedio (\pm sd) (horas de buceo y/o recolecci3n por viaje) por viaje para las especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte chico, en funci3n de las distintas estaciones del a3o.

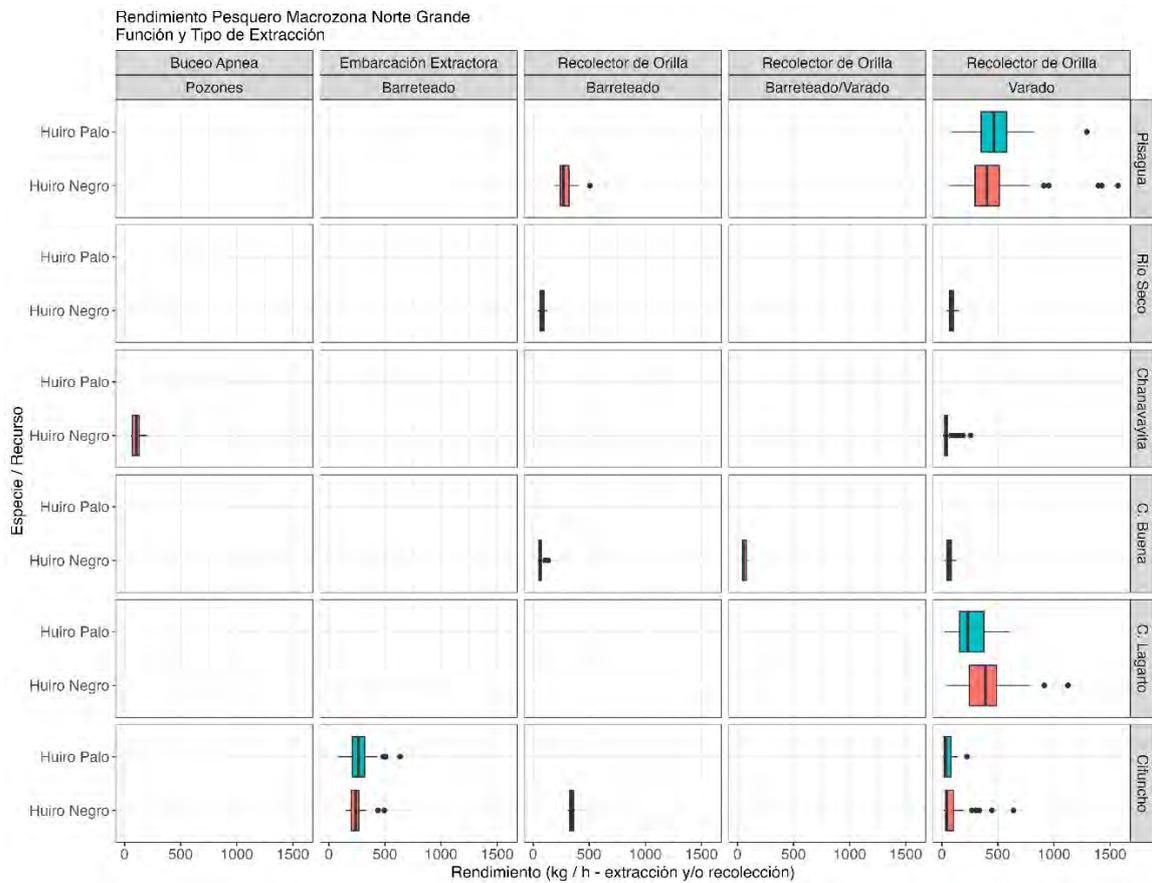


Figura 45 a. Boxplot del rendimiento pesquero para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte grande.

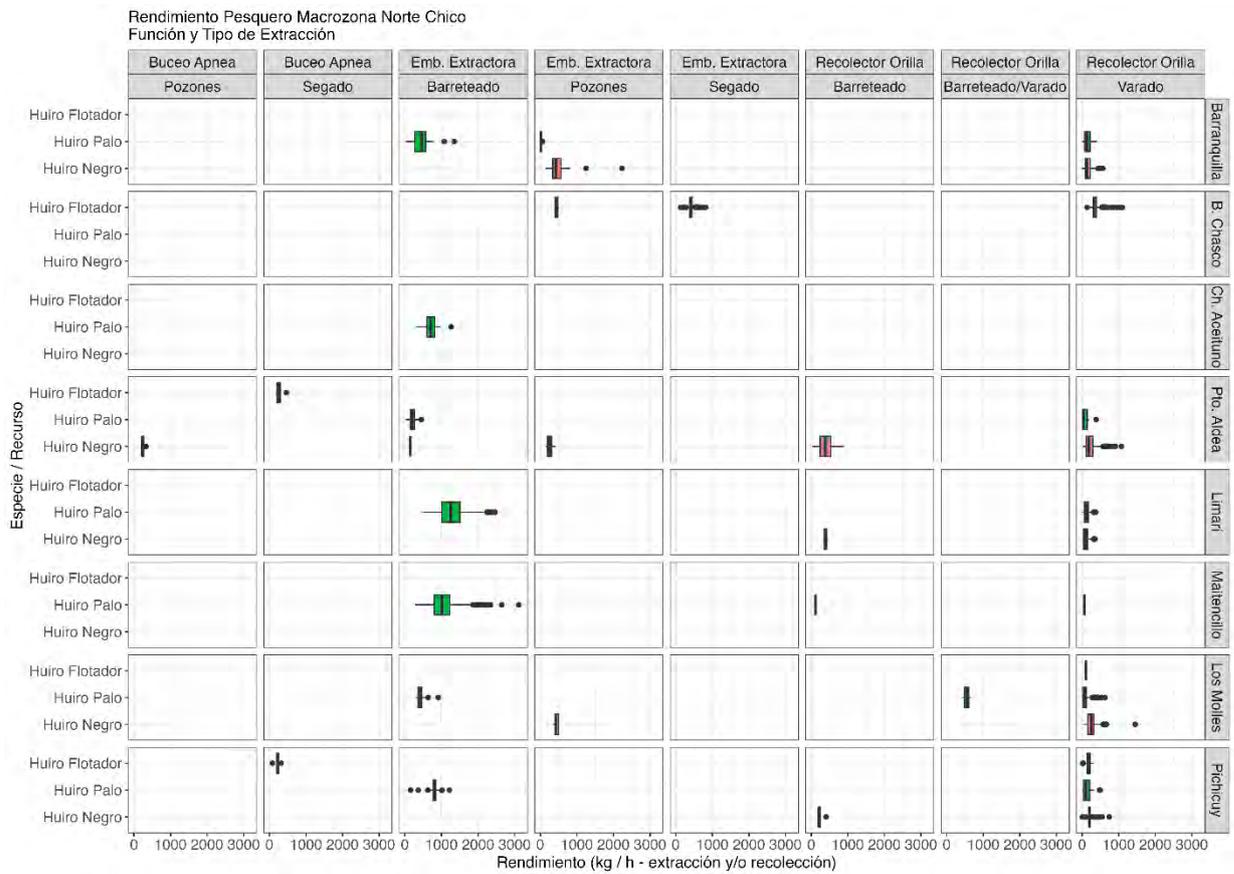


Figura 45 b. Boxplot del rendimiento pesquero para las distintas especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte chico.

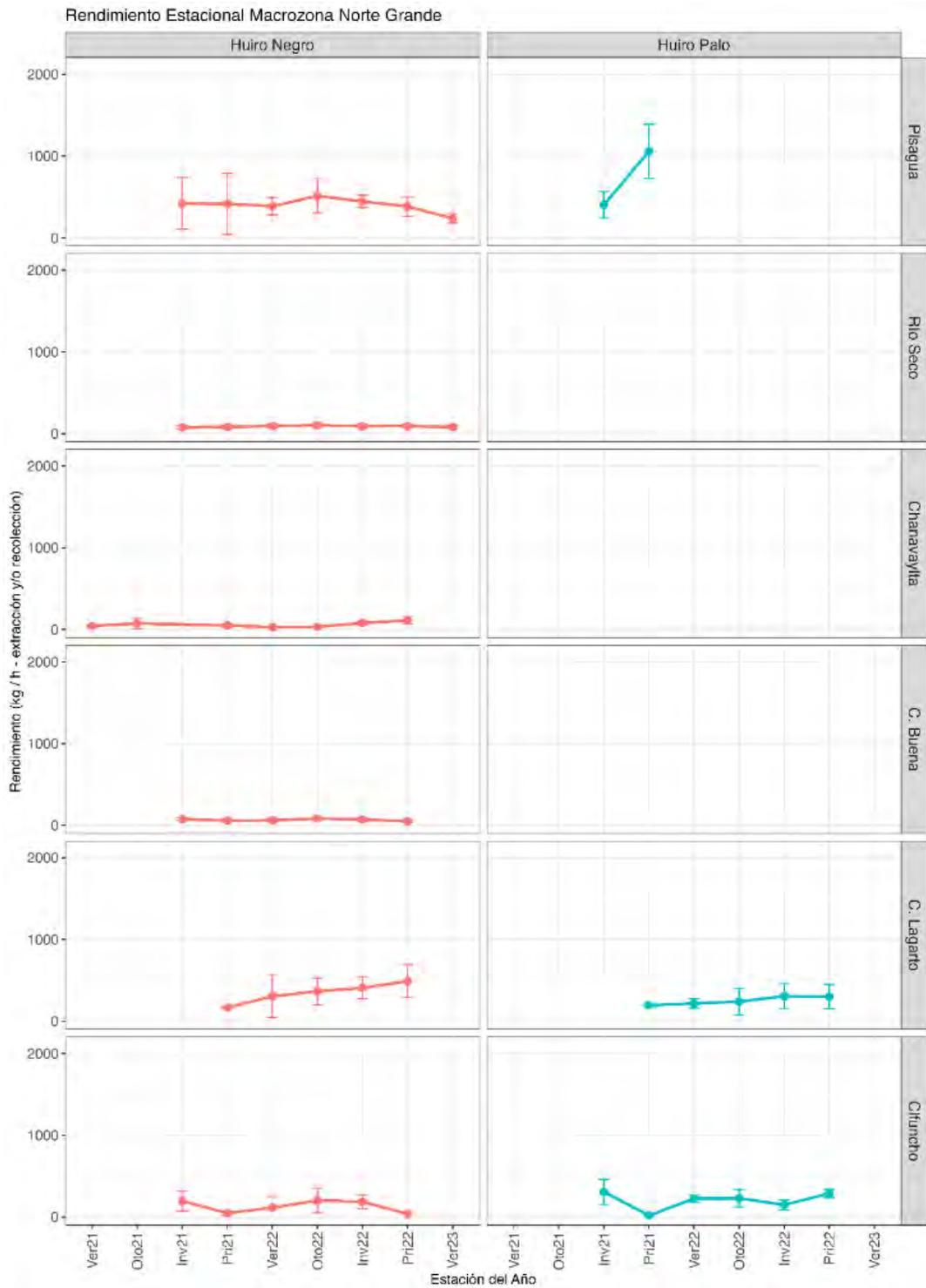


Figura 46 a. Rendimiento promedio (\pm sd) para las especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte grande, en funci3n de las distintas estaciones del a3o.

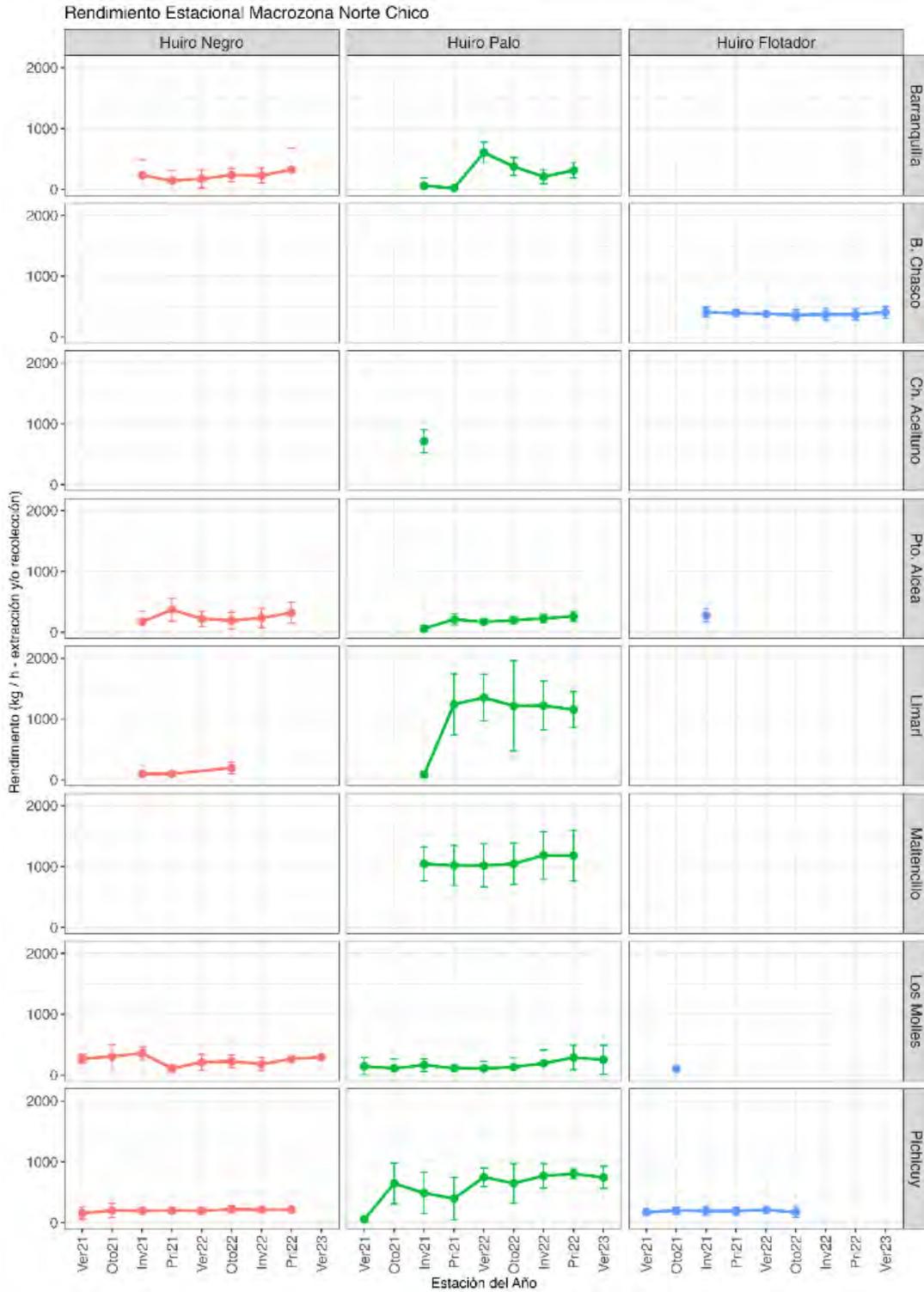


Figura 46 b. Rendimiento promedio (\pm sd) para las especies de huiros monitoreadas en la macrozona del norte chico, en funci3n de las distintas estaciones del a1o.



Figura 47 a. Estructura de tallas para el huiro negro y el huiro palo en los centros de monitoreo correspondientes a la macrozona del norte grande.

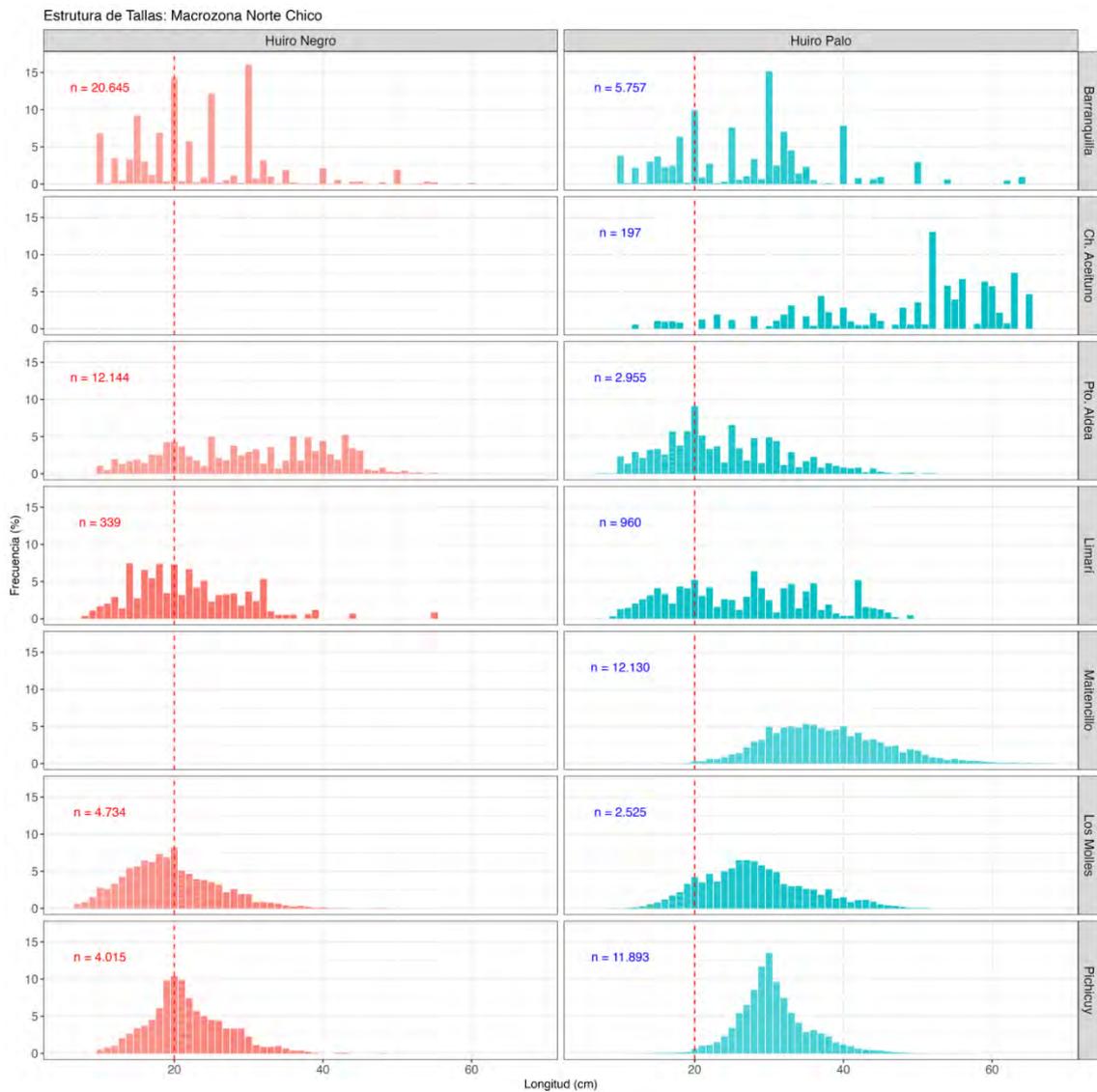


Figura 47 b. Estructura de tallas para el huiro negro y el huiro palo en los centros de monitoreo correspondientes a la macrozona del norte chico.

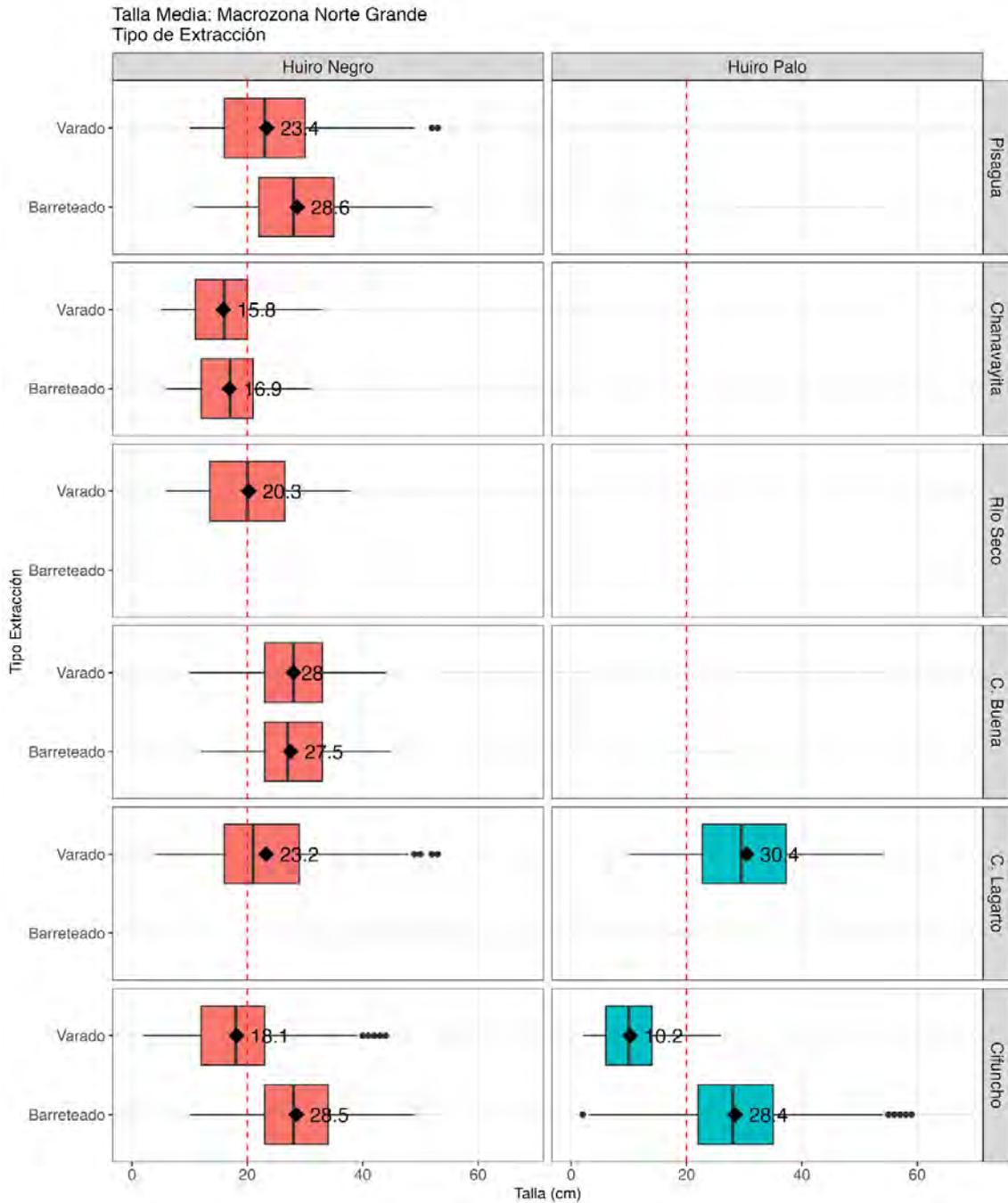


Figura 48 a. Boxplot de las tallas para el huiro negro y el huiro palo en funci3n del tipo de extracci3n (varado y barreteado), en los centros de monitoreo correspondientes a la macrozona del norte grande

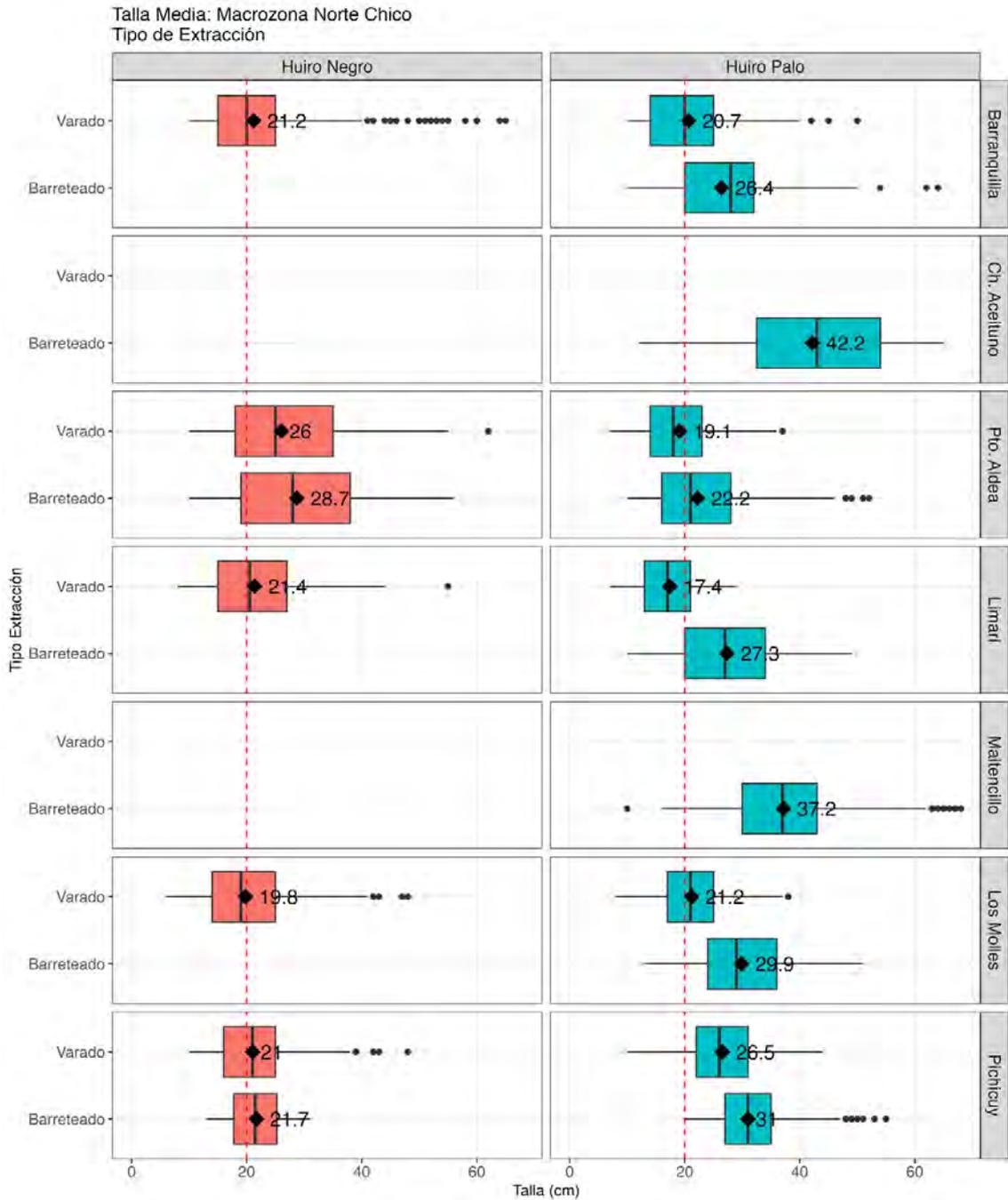


Figura 48 b. Boxplot de las tallas para el huiro negro y el huiro palo en funci3n del tipo de extracci3n (varado y barreteado), en los centros de monitoreo correspondientes a la macrozona del norte chico.

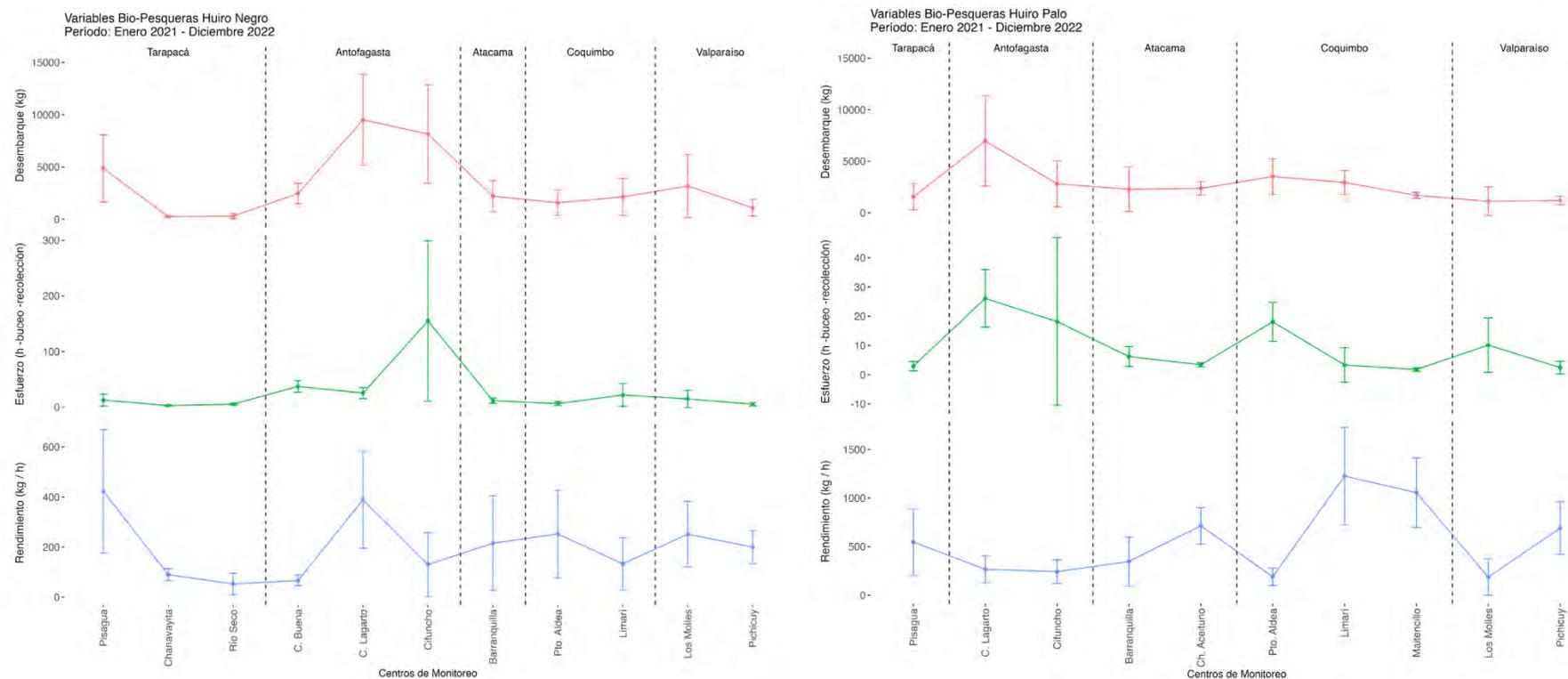


Figura 49. Indicadores principales de huiro negro y huiro palo los centros de monitoreo del 3rea de estudio.

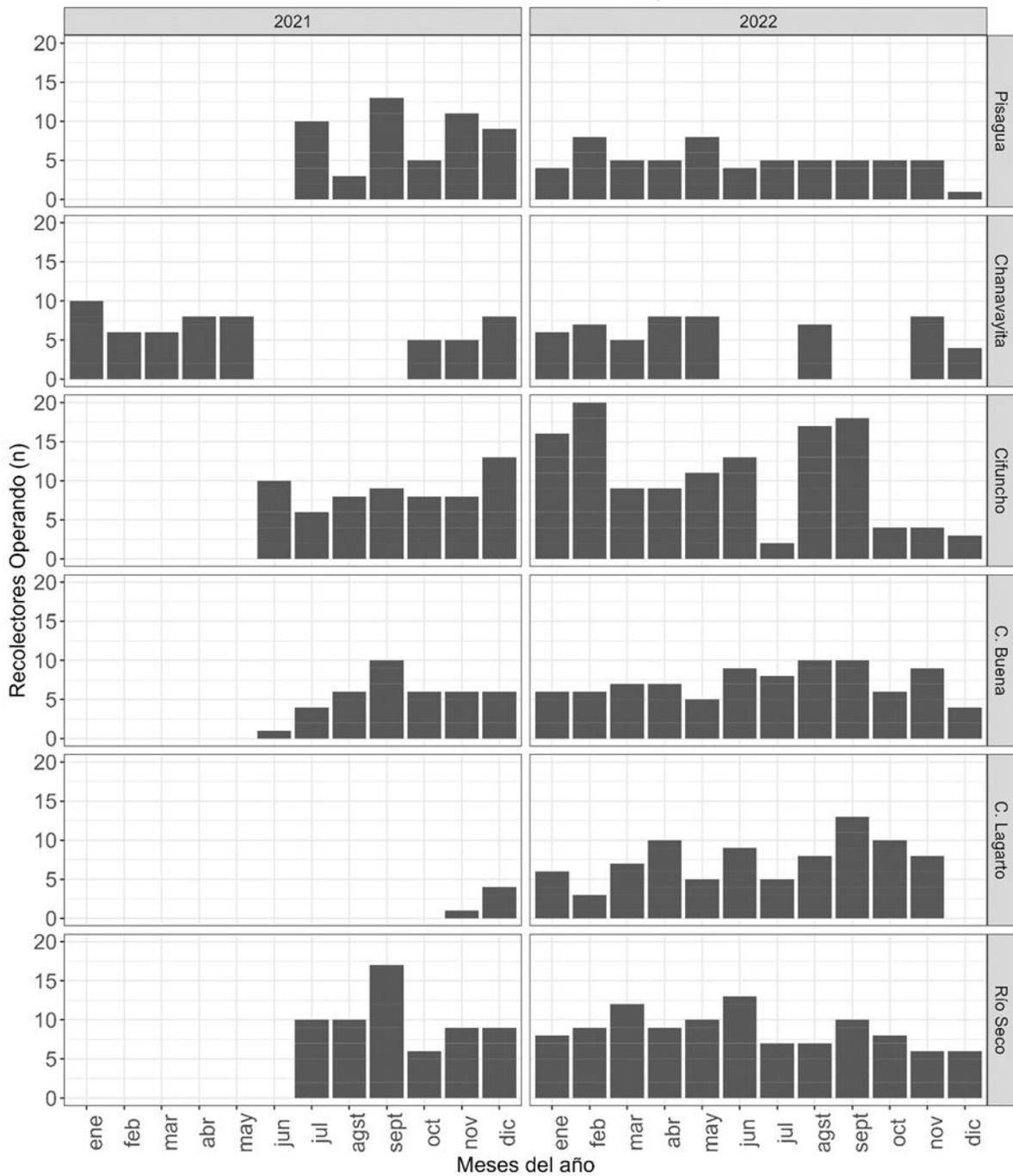


Figura 50. Cantidad de recolectores/extractores operando mensualmente sobre hueros, en los centros de monitoreo del Norte Grande (Tarapacá y Antofagasta), periodo 2021-2022.

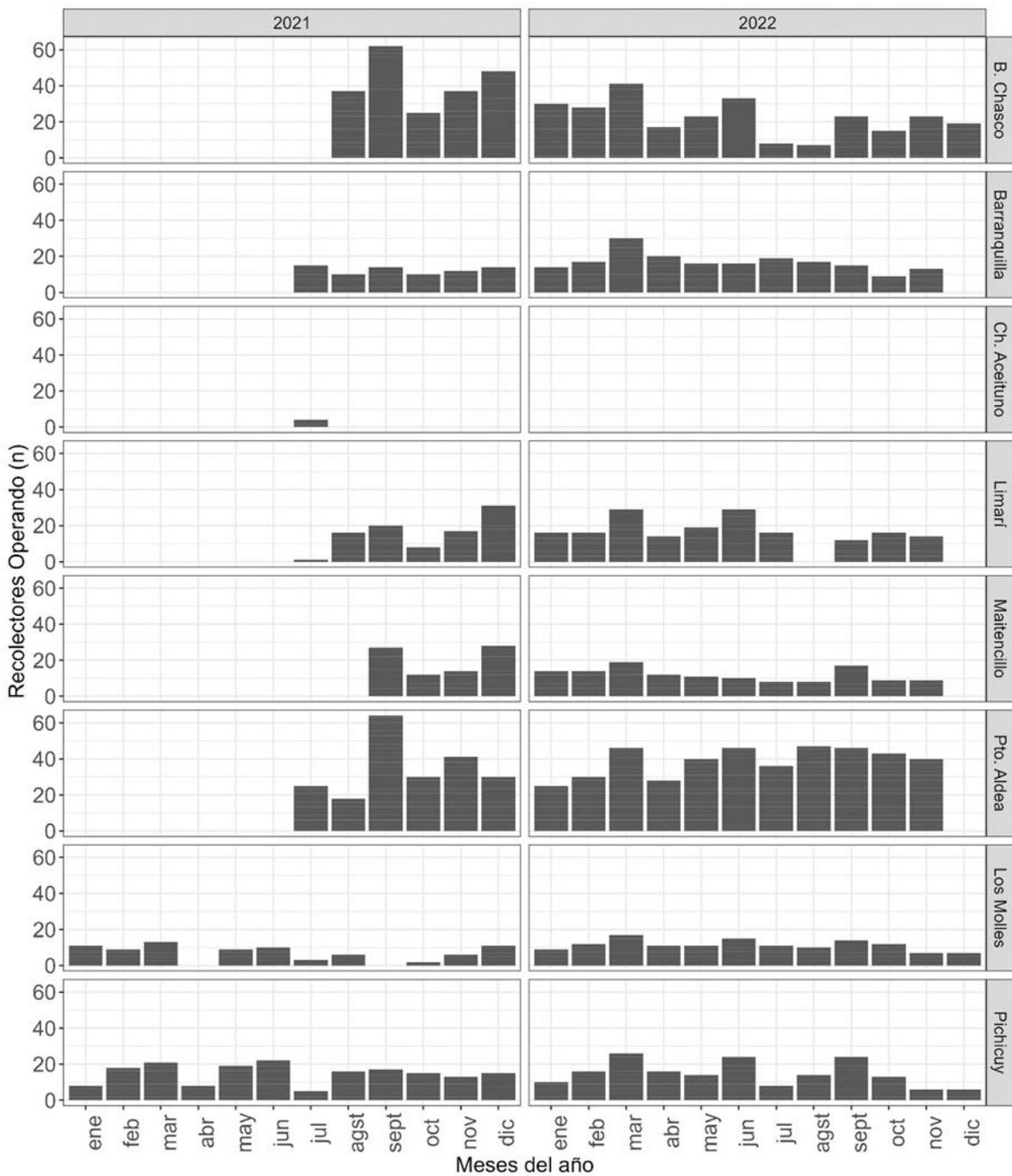


Figura 51. Cantidad de recolectores/extractores operando mensualmente sobre hueros, en los centros de monitoreo del Norte Chico (Atacama, Coquimbo y Valparaíso), periodo 2021-2022. (En Chañaral de Aceituno no se pudo continuar con el monitoreo)

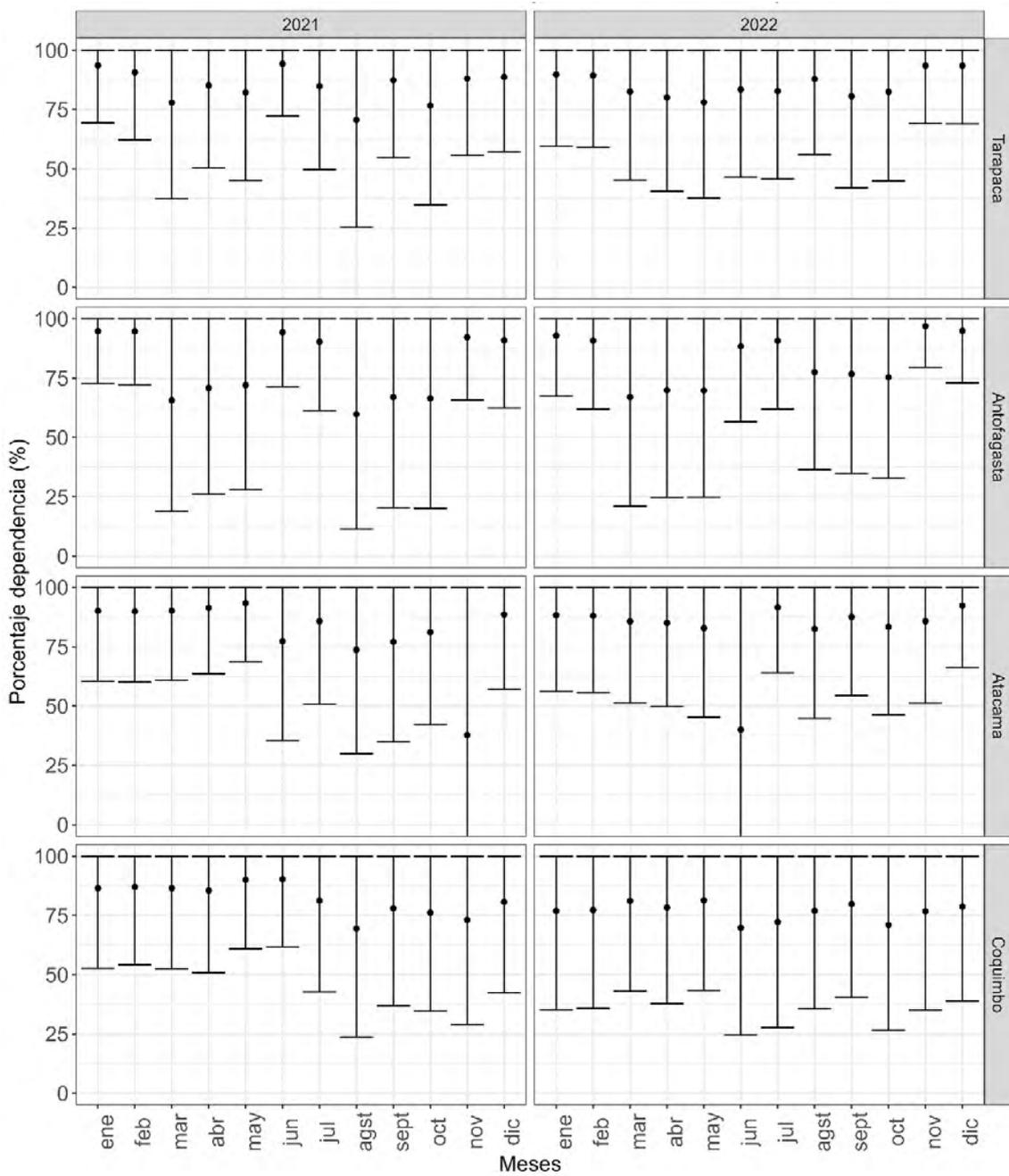


Figura 52. Nivel de Dependencia mensual a la extracci3n de algas pardas separado por regi3n, periodo 2021 -2022 (Fuente: Servicio Nacional de Pesca).

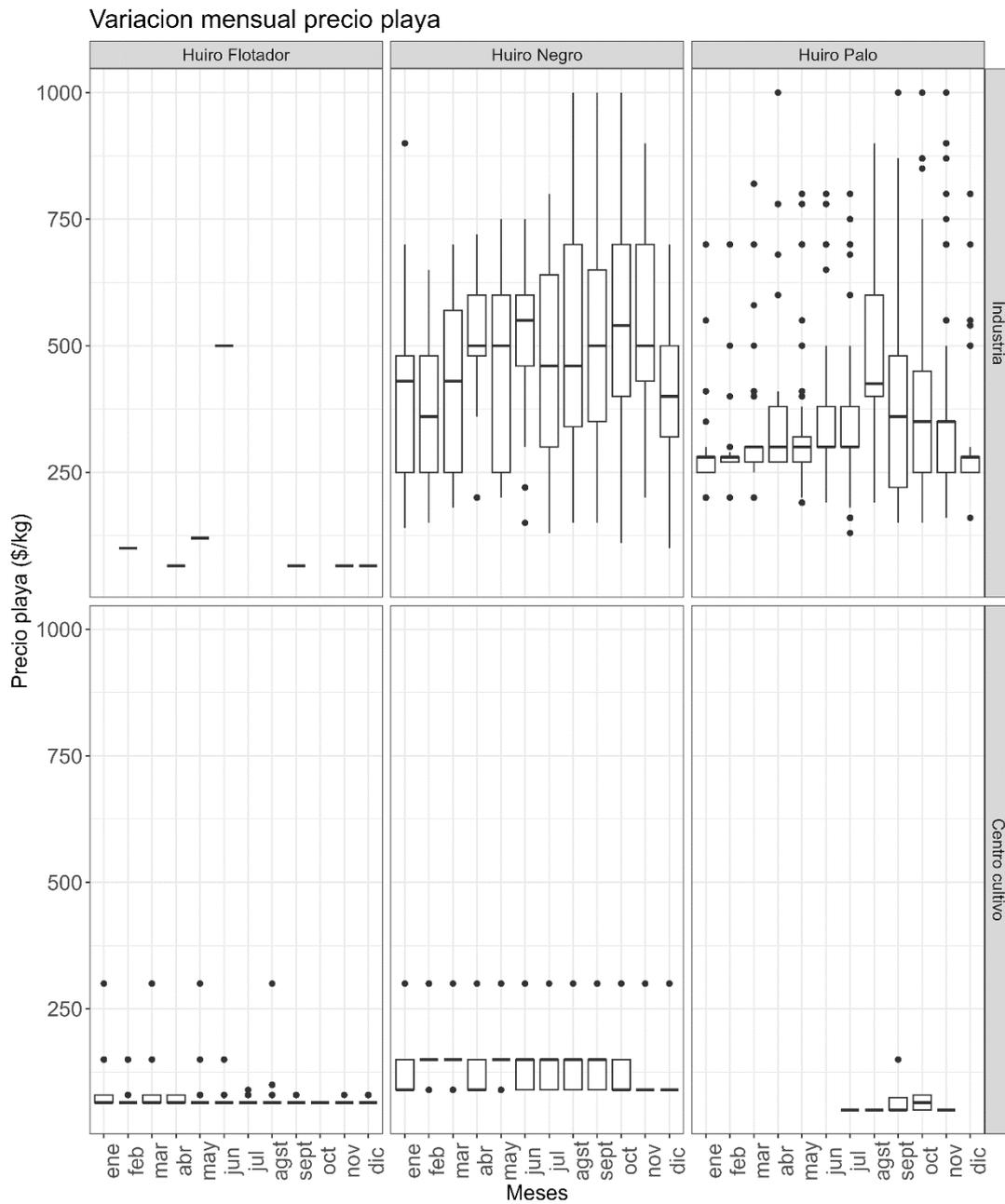


Figura 53. Evoluci3n del precio playa mensual seg3n tipo de recurso y destino.

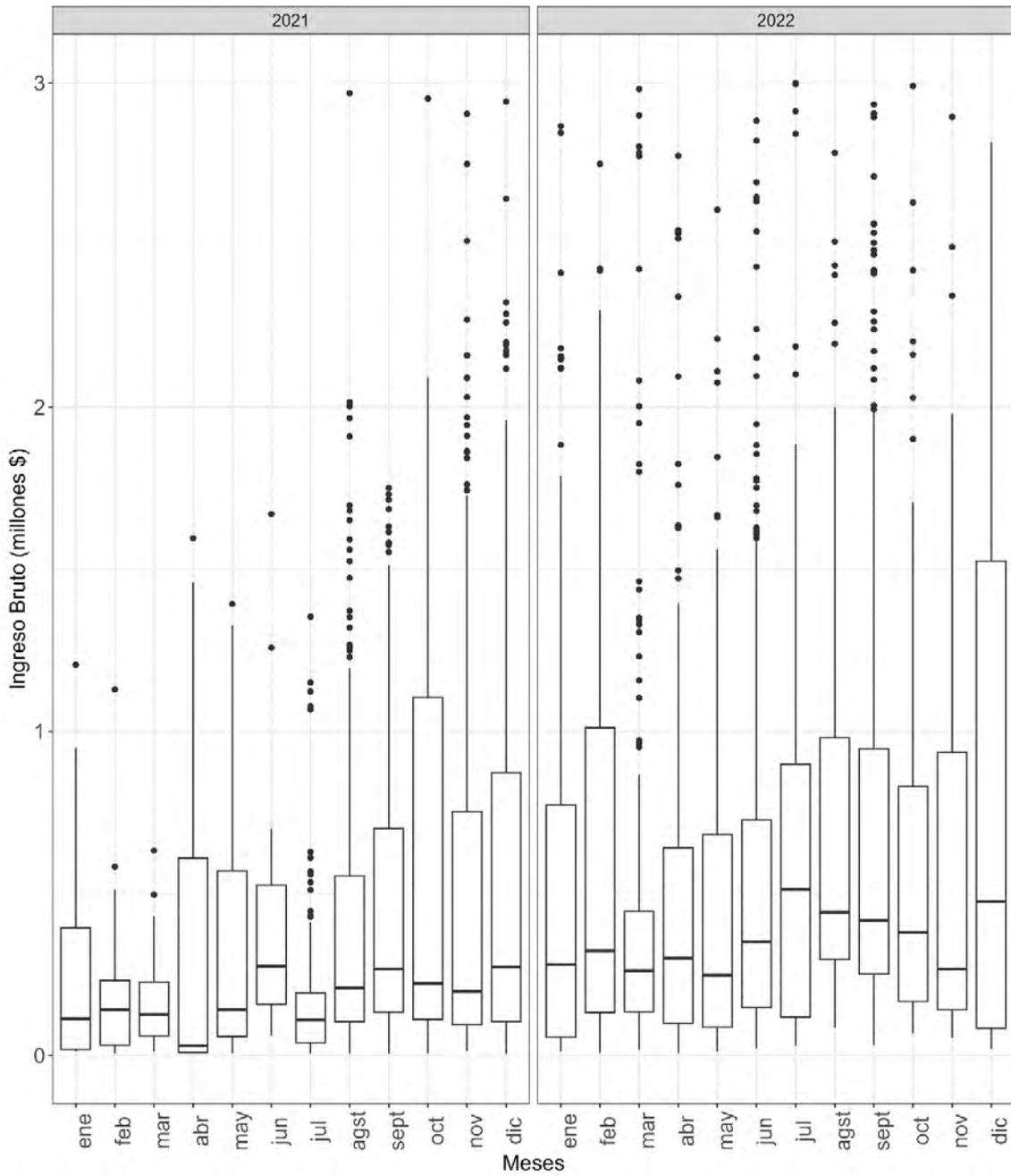


Figura 54. Variaci3n de los ingresos mensuales de la extracci3n de algas pardas, periodos 2021-2022.

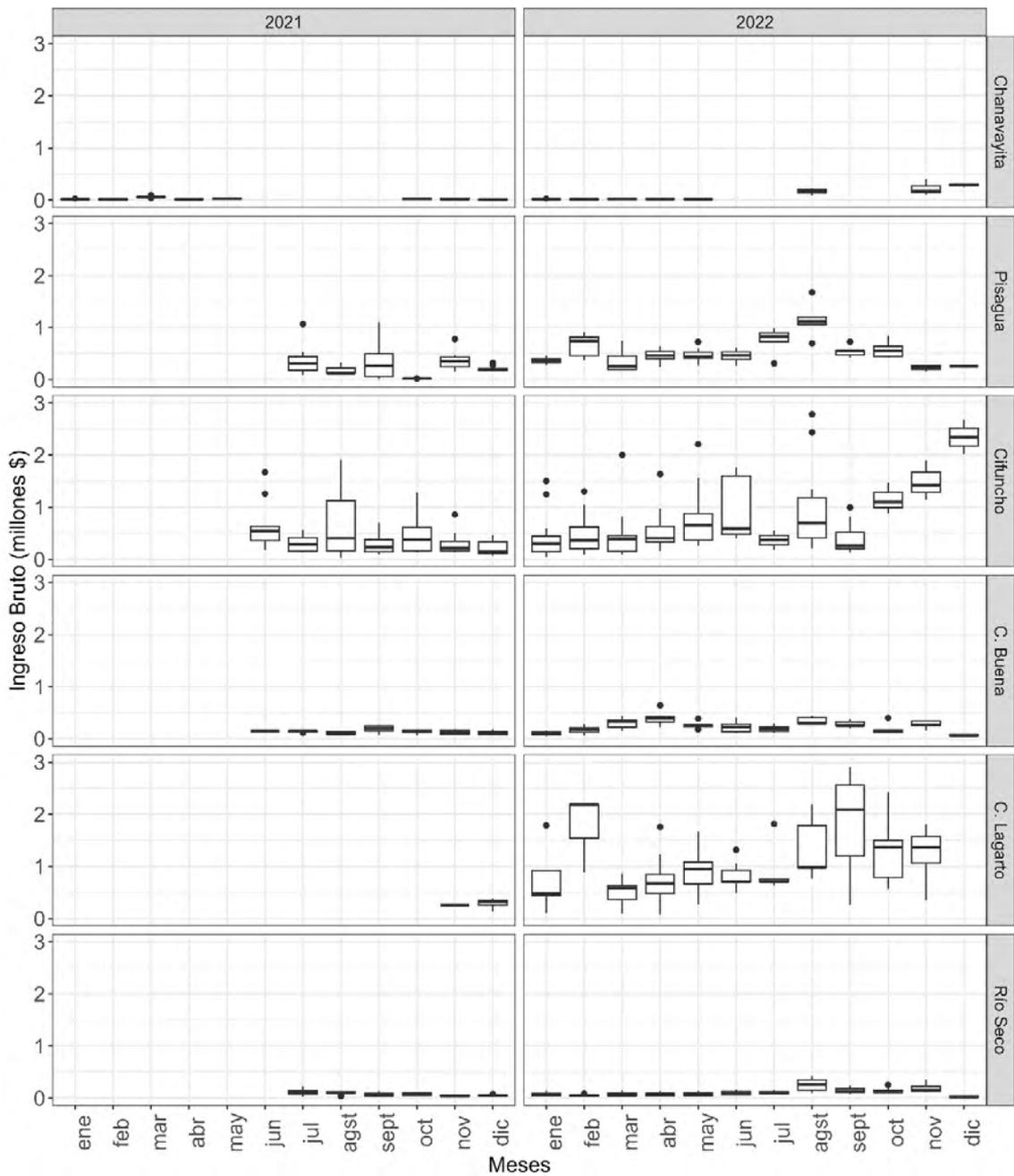


Figura 55. Evoluci3n de los ingresos brutos mensuales seg3n caleta de procedencia, norte grande (regiones de Tarapac3 y Antofagasta). Período 2021-2022

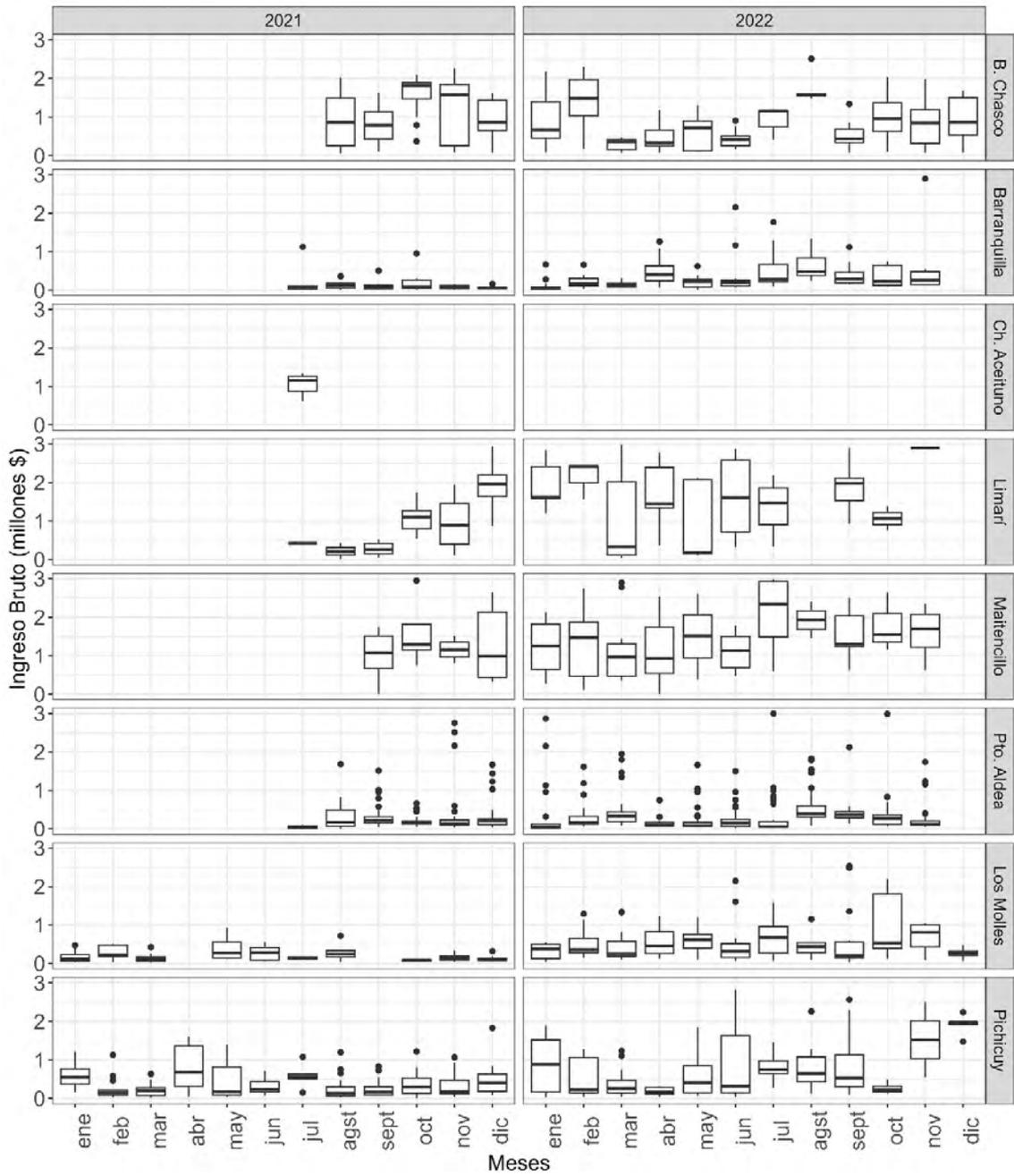


Figura 56. Evoluci3n de los ingresos brutos mensuales seg3n caleta de procedencia, norte chico (regiones de Atacama, Coquimbo y Valpara3so), periodo 2021-2022

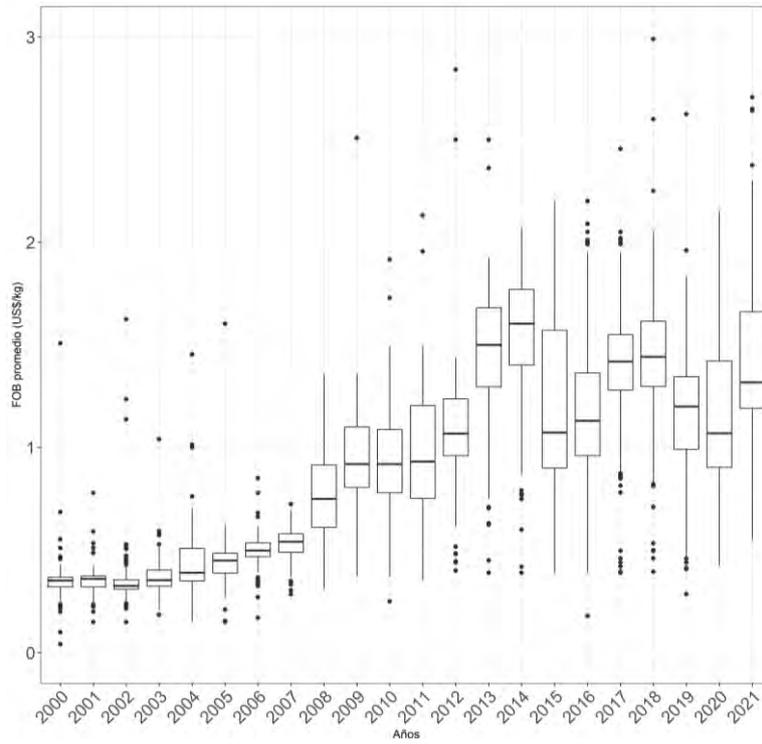
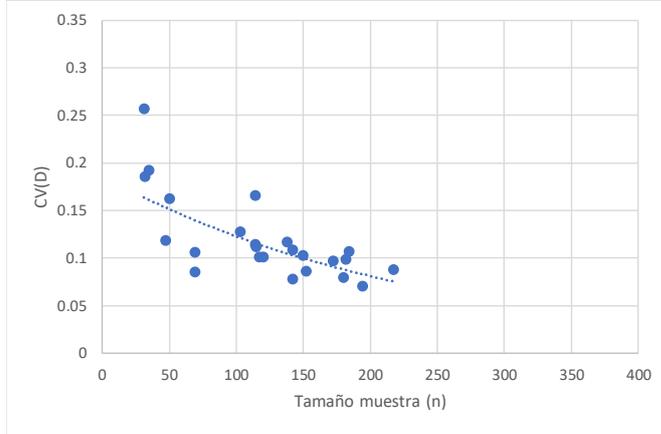


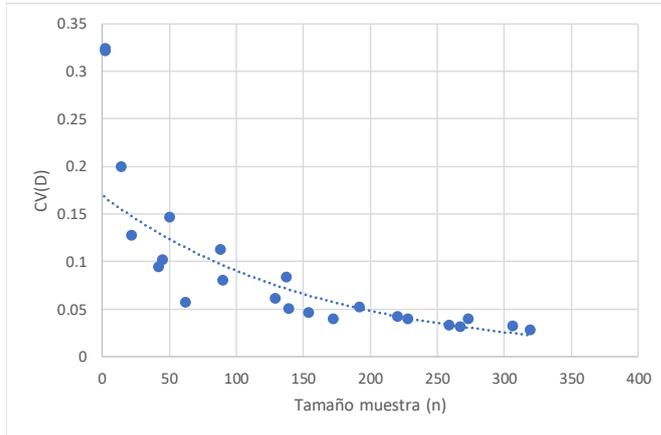
Figura 57 Evoluci3n de los precios FOB (Free On Board) para la lnea de proceso de alga seca, periodo 2000 – 2021. (Fuente: IFOP-Aduana).



**Desembarque
Huiro Negro**



Huiro Palo



Huiro Flotador

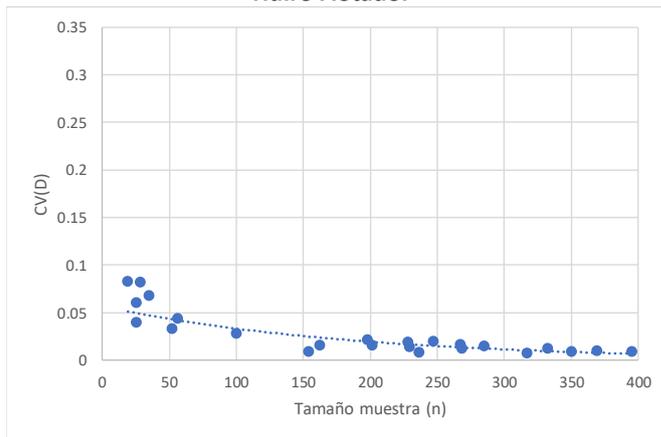
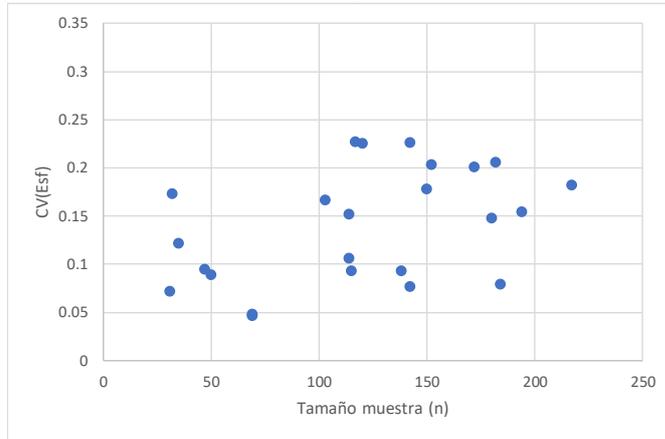


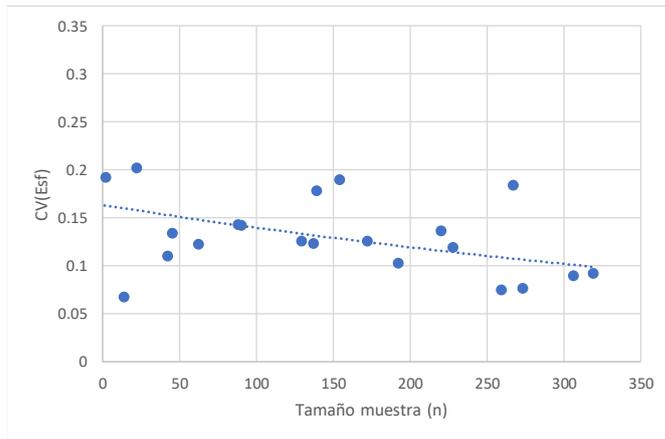
Figura 58. Relaci3n entre el tama1o muestral y la incertidumbre de estimaci3n (representada por el coeficiente de variaci3n (CV) en la estimaci3n del desembarque para las tres especies de algas pardas consideradas en el estudio.



**Esfuerzo
Huiro Negro**



Huiro Palo



Huiro Flotador

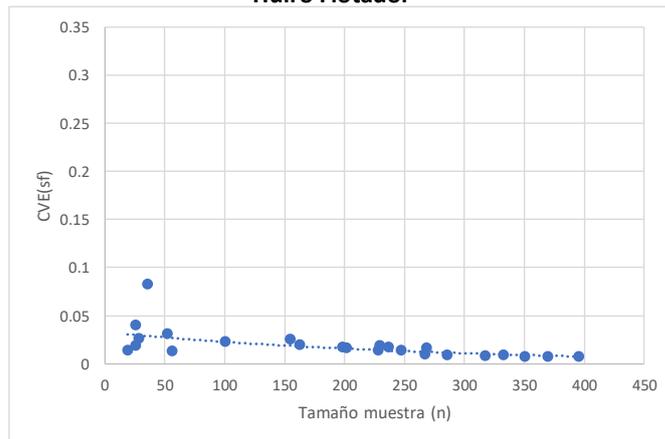
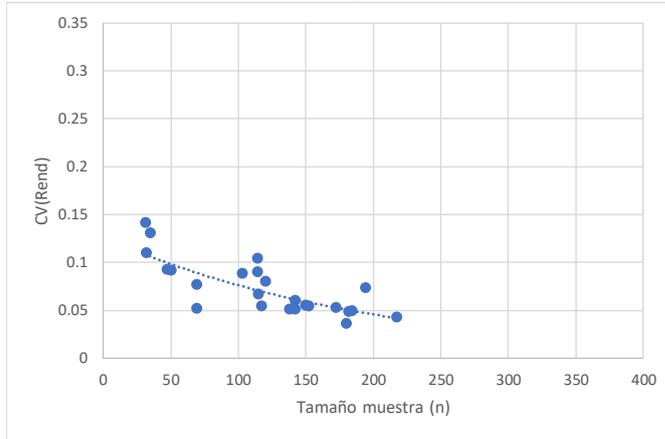


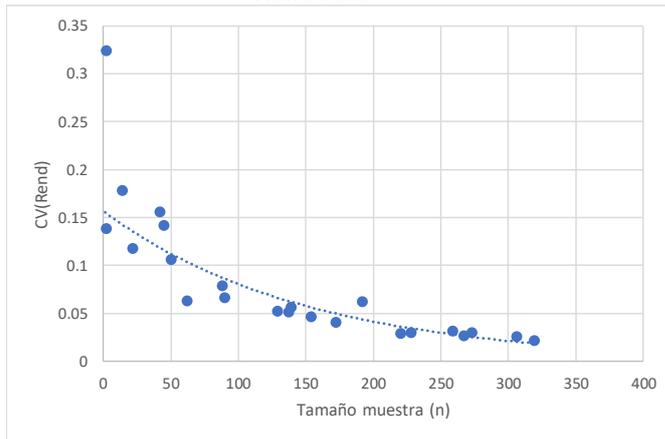
Figura 59. Relaci3n entre el tama1o muestral y la incertidumbre de estimaci3n (representada por el coeficiente de variaci3n (CV) en la estimaci3n del esfuerzo de pesca para las tres especies de algas pardas consideradas en el estudio.



Rendimiento Huiro Negro



Huiro Palo



Huiro Flotador

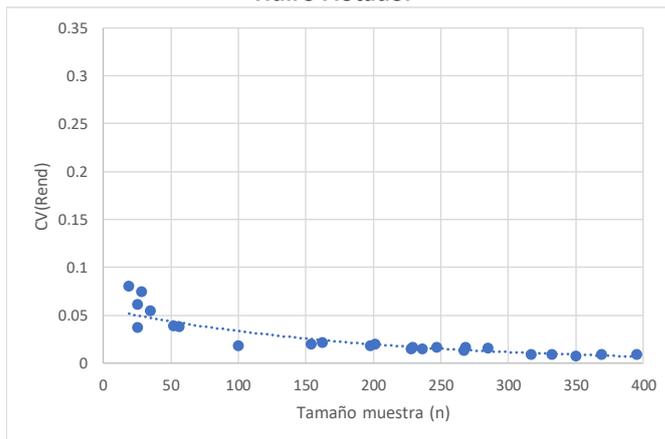


Figura 60. Relaci3n entre el tama1o muestral y la incertidumbre de estimaci3n (representada por el coeficiente de variaci3n (CV) en la estimaci3n del rendimiento de pesca para las tres especies de algas pardas consideradas en el estudio.

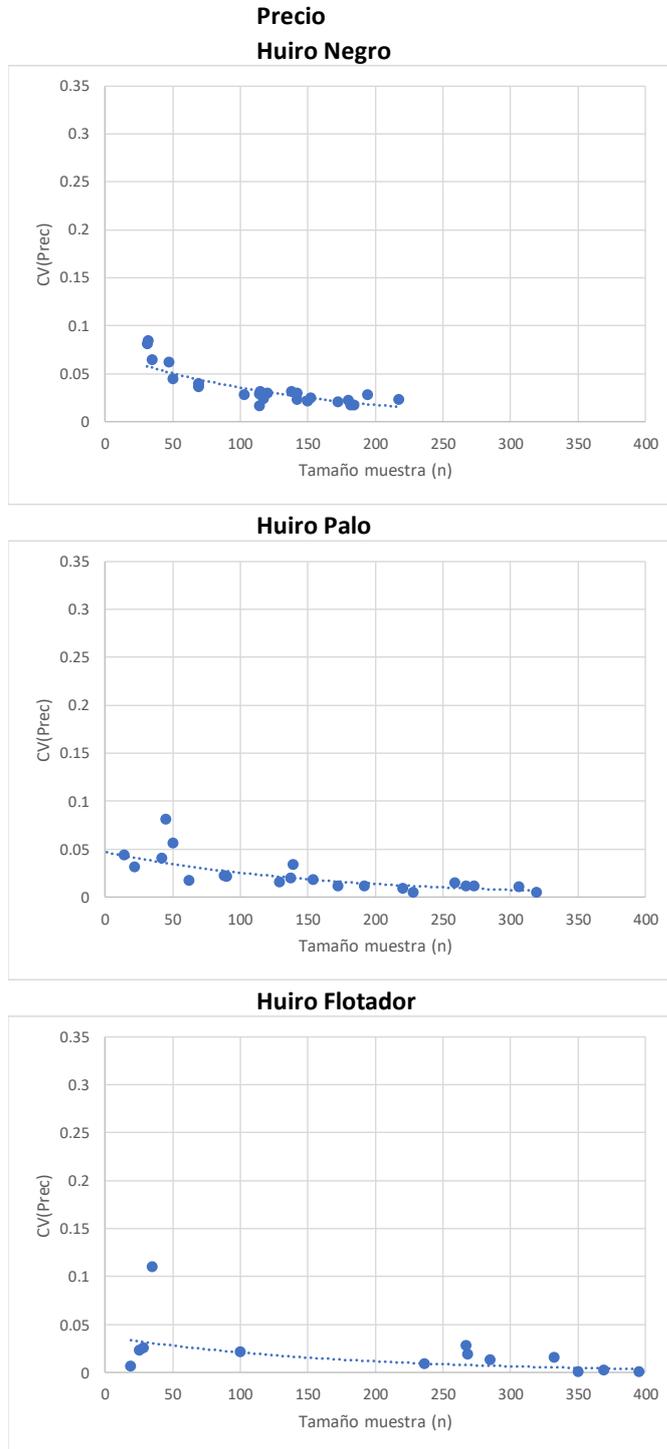
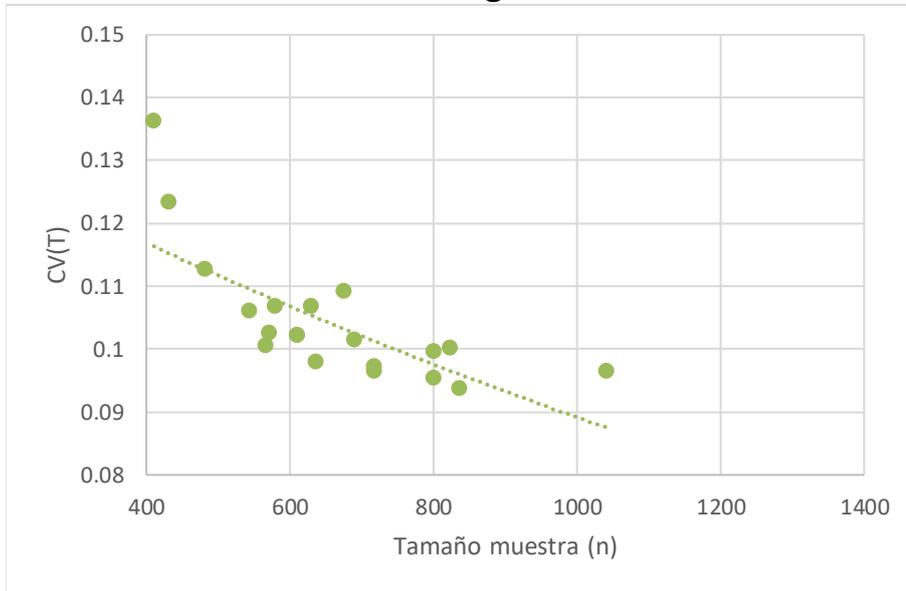


Figura 61. Relaci3n entre el tama1o muestral y la incertidumbre de estimaci3n (representada por el coeficiente de variaci3n (CV) en la estimaci3n del precio de venta en playa para las tres especies de algas pardas consideradas en el estudio.



Talla media Huiro Negro



Huiro Palo

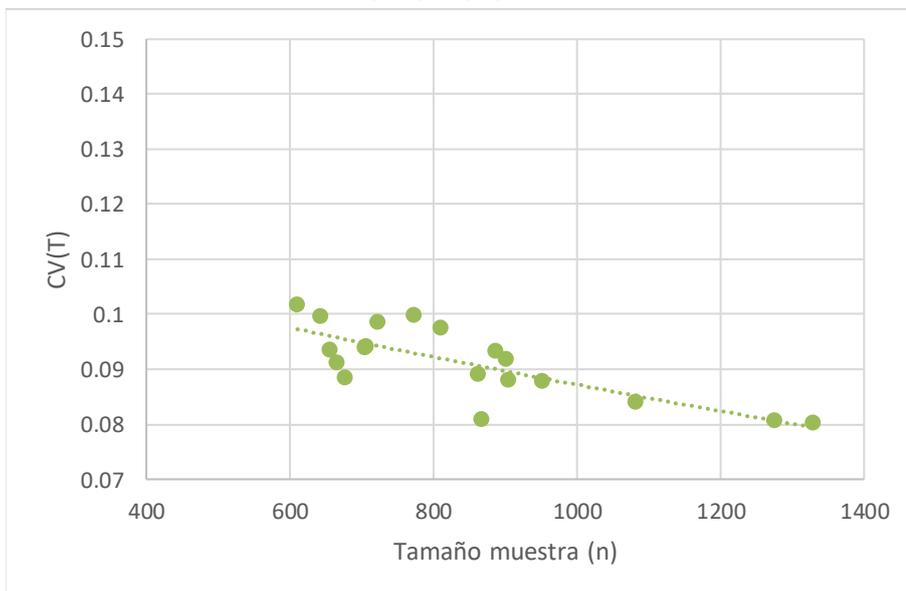


Figura 62. Relaci3n entre el tama1o muestral y la incertidumbre de estimaci3n (representada por el coeficiente de variaci3n (CV) en la estimaci3n del tama1o medio de huiro negro y huiro palo.

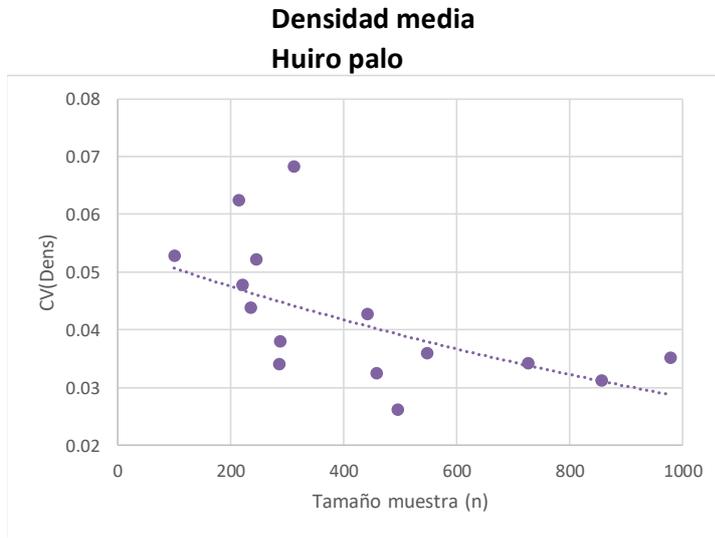


Figura 63. Relaci3n entre el tama1o muestral y la incertidumbre de estimaci3n (representada por el coeficiente de variaci3n (CV) en la estimaci3n de la densidad media de huiro palo.

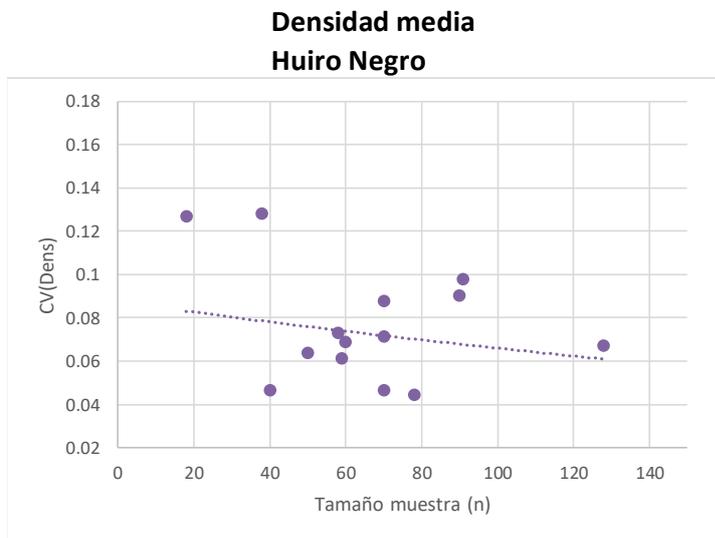


Figura 64. Relaci3n entre el tama1o muestral y la incertidumbre de estimaci3n (representada por el coeficiente de variaci3n (CV) en la estimaci3n de la densidad media de huiro negro.

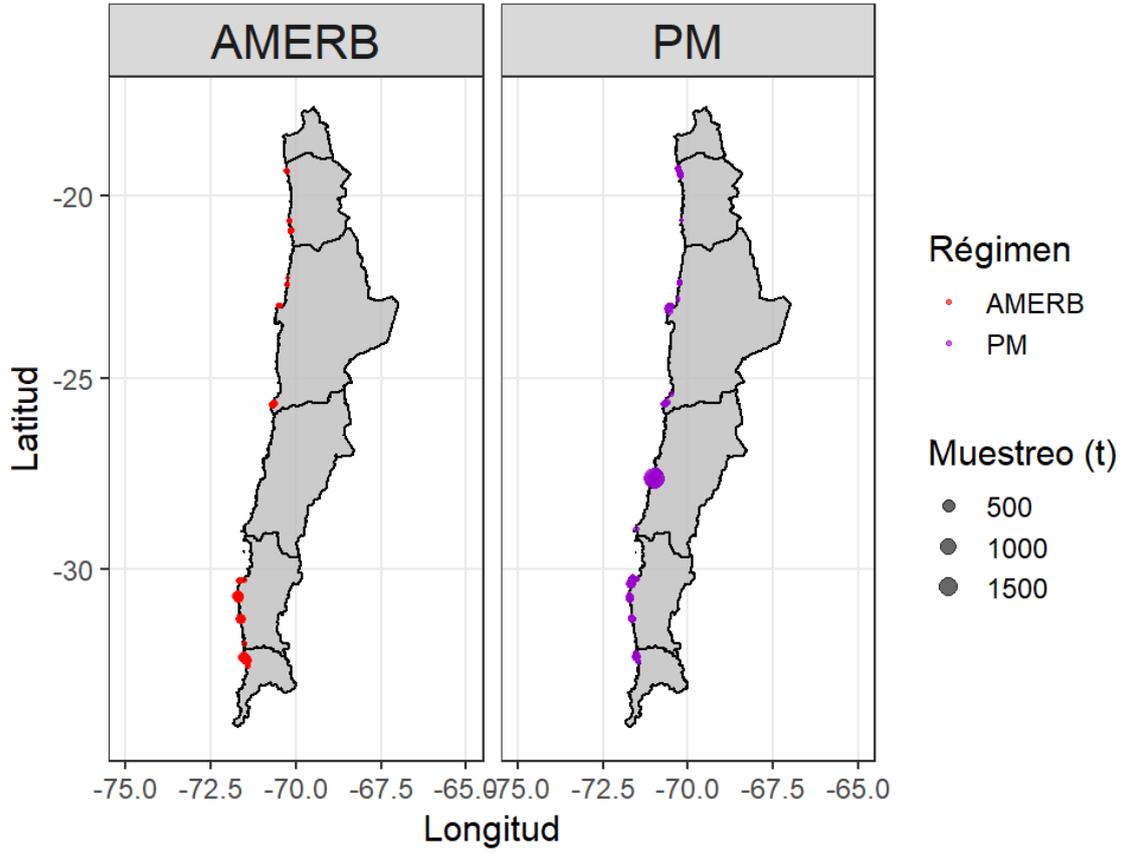


Figura 65. Origen de desembarques monitoreados de macroalgas por régimen de acceso.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



Figura 66. Desplazamiento mensual de centros de masa de las capturas de huiro negro monitoreadas en la Regi3n de Antofagasta.



Figura 67. Desplazamiento mensual de centros de masa de la CPUE de huiro negro monitoreadas en la Regi3n de Antofagasta.

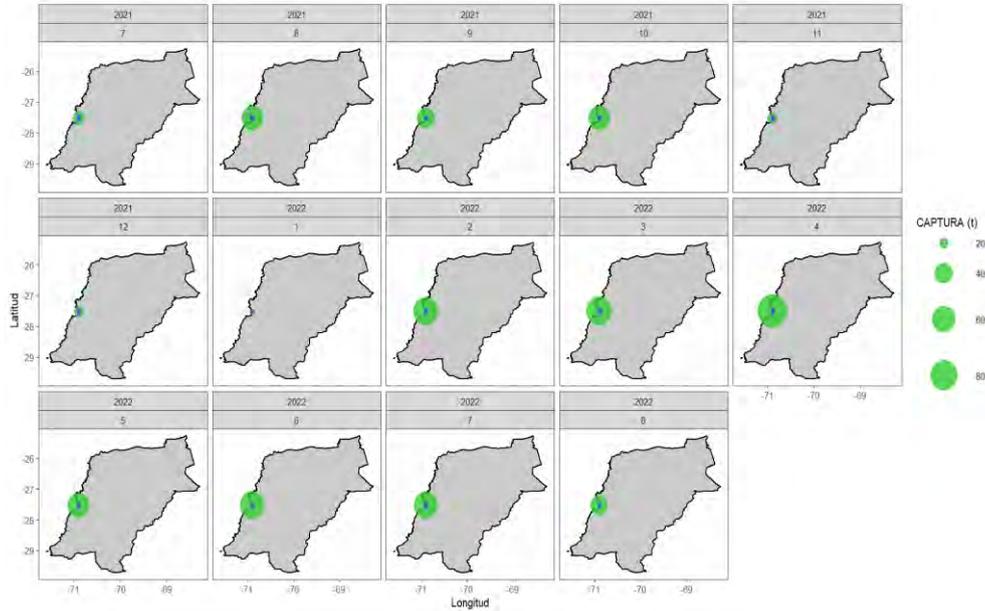


Figura 68. Desplazamiento mensual de centros de masa de las capturas de huairo negro monitoreadas en la Regi3n de Atacama.

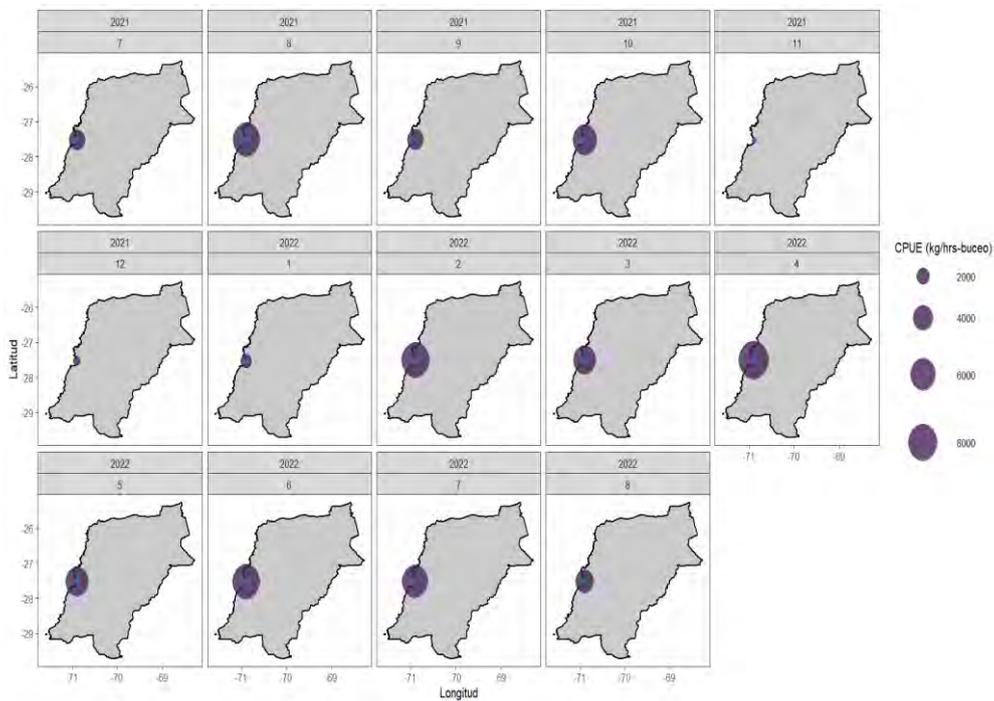


Figura 69. Desplazamiento mensual de centros de masa de la CPUE de huairo negro monitoreadas en la Regi3n de Antofagasta.

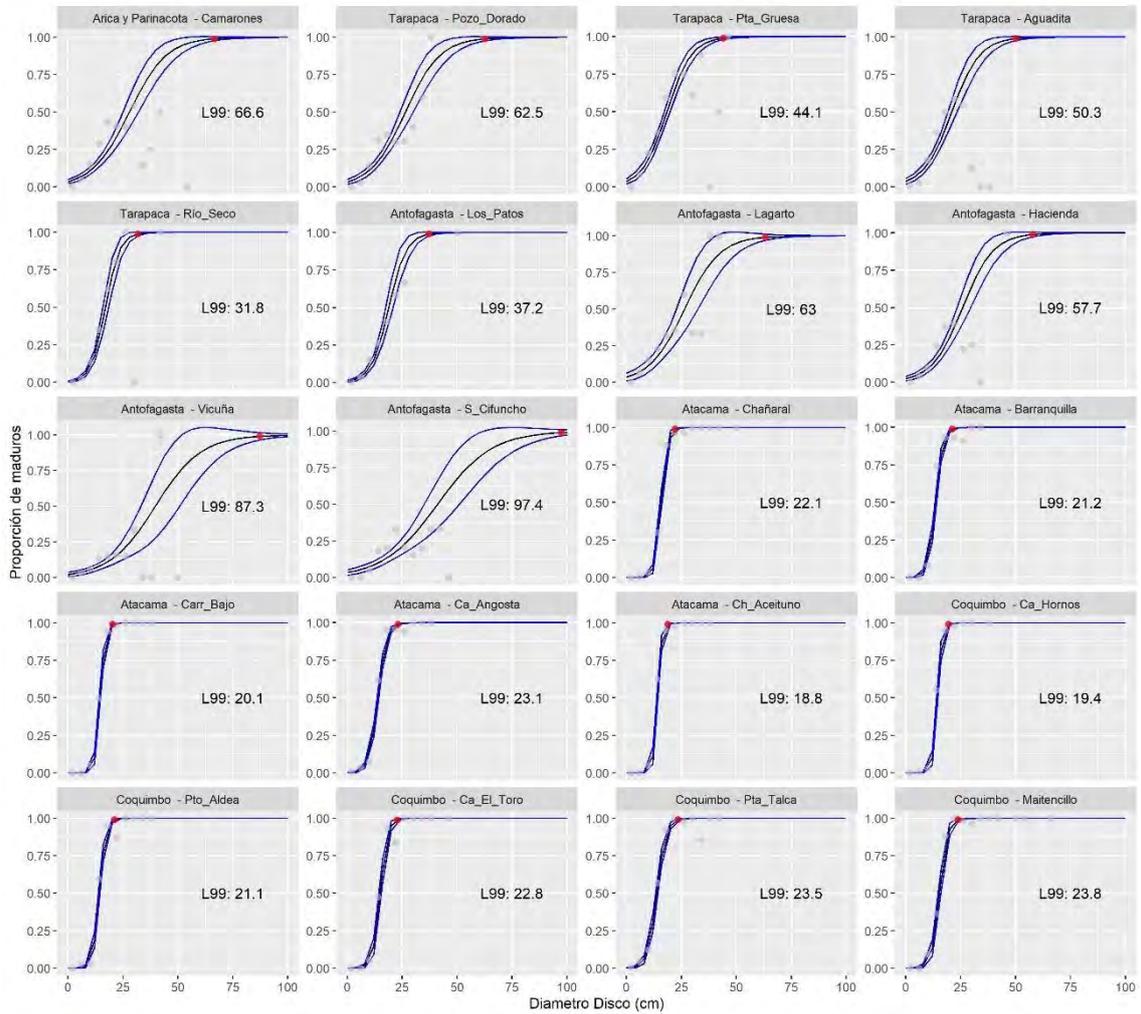


Figura 70. Representaci3n de ojivas reproductivas con el valor de Lc99% para huiro negro por sitio de muestreo poblacional.

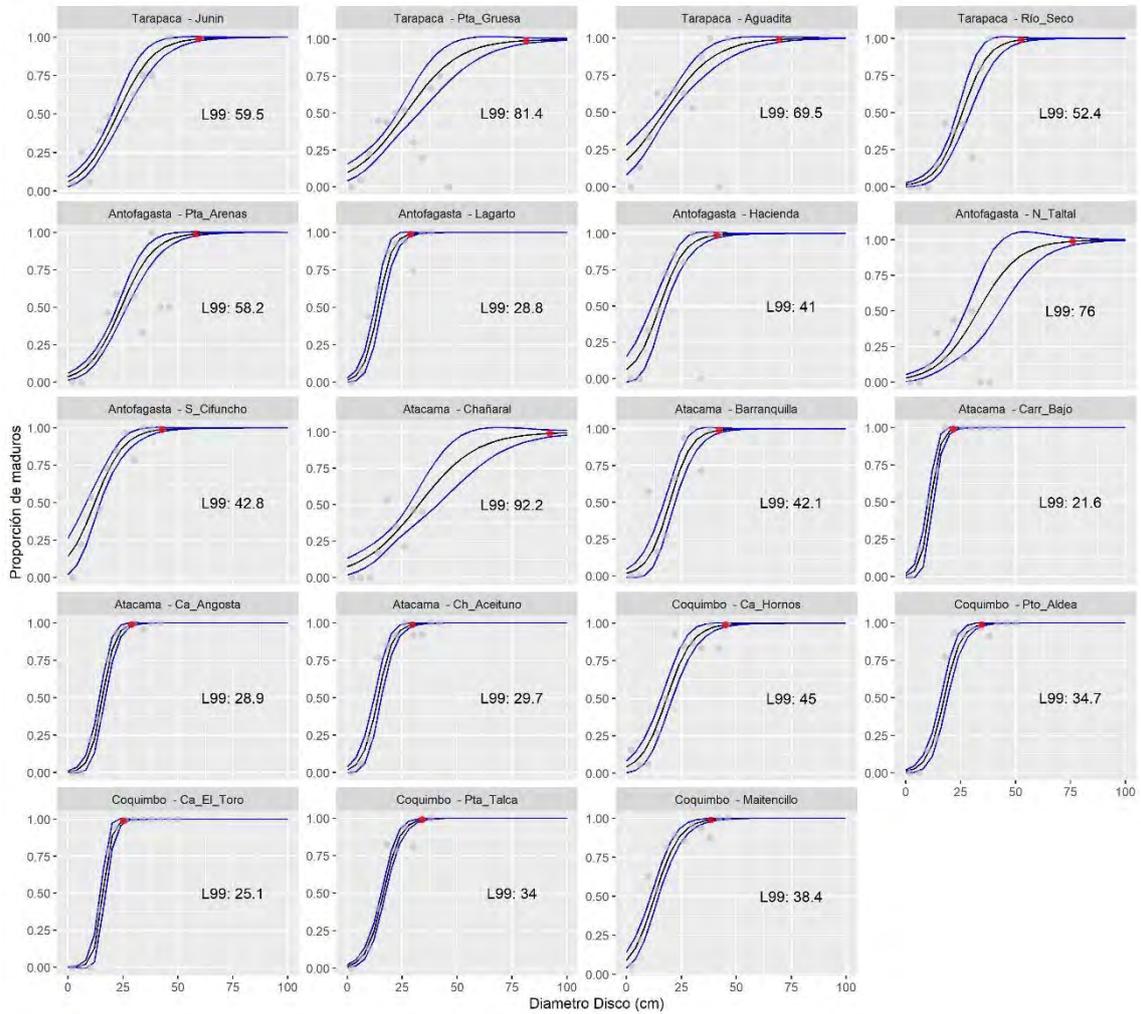


Figura 71. Representaci3n de ojivas reproductivas con el valor de $L_{c99\%}$ para huiro palo por sitio de muestreo poblacional.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

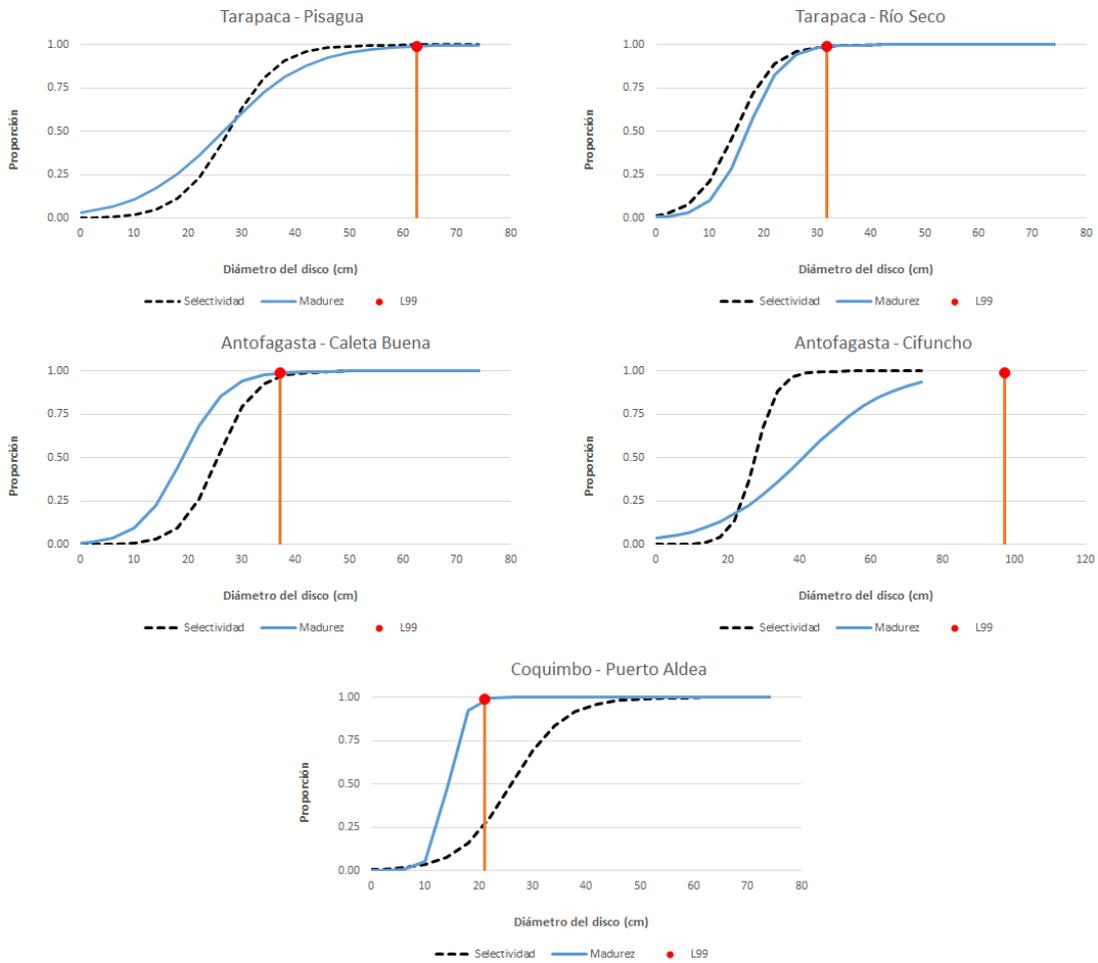


Figura 72. Selectividad de barreteo versus ojiva reproductiva de fase esporof3tica de huiro negro para procedencias de pesca monitoreadas en el desembarque geogr3ficamente aledañas a sitios de muestreo poblacional (punto rojo y linea señaala $L_{C99\%}$). Indicadores construidos con valores de diámetro máximo de disco en muestreos poblacionales y del desembarque

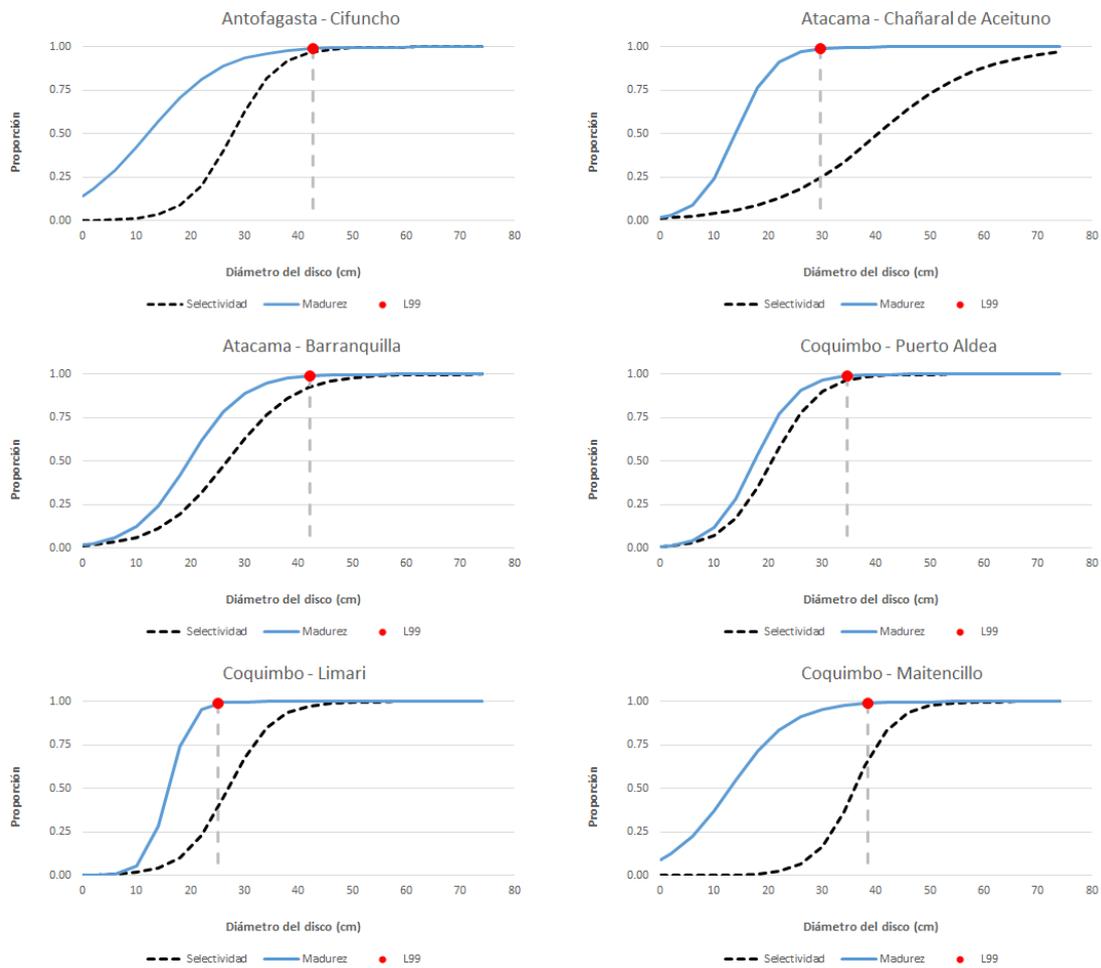


Figura 73. Selectividad de barreteo versus ojiva reproductiva de fase espor3fita de huero palo para procedencias de pesca monitoreadas en el desembarque geogr3ficamente aledañas a sitios de muestreo poblacional (punto rojo y linea señaala LC_{99%}). Indicadores construidos con valores de diámetro máximo de disco en muestreos poblacionales y del desembarque.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

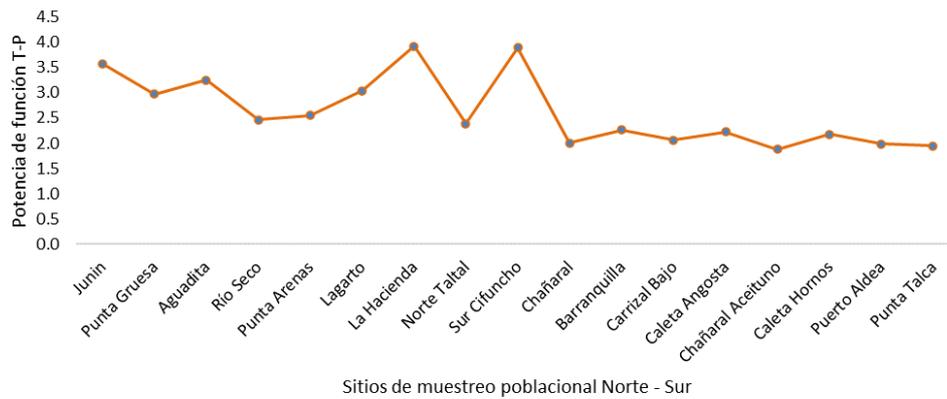


Figura 74. Parámetros de potencia de relaci3n talla – peso para huiro palo determinados en los sitios de monitoreo poblacional.

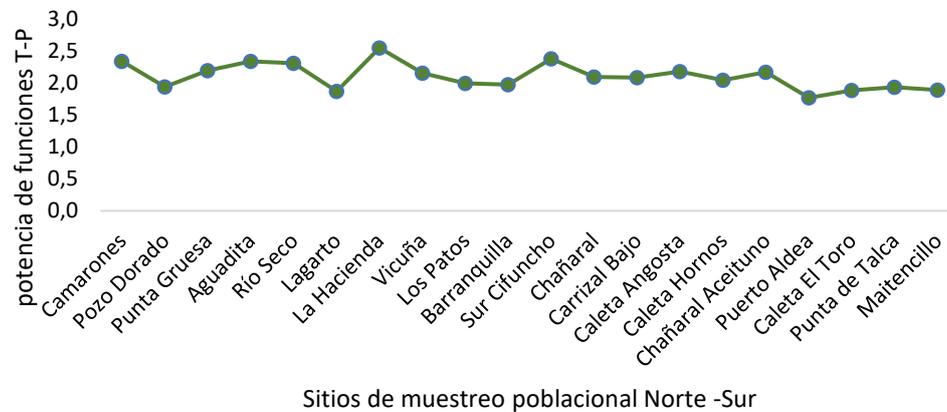


Figura 75. Parámetros de potencia de relaci3n talla – peso para huiro negro determinados en los sitios de monitoreo poblacional.

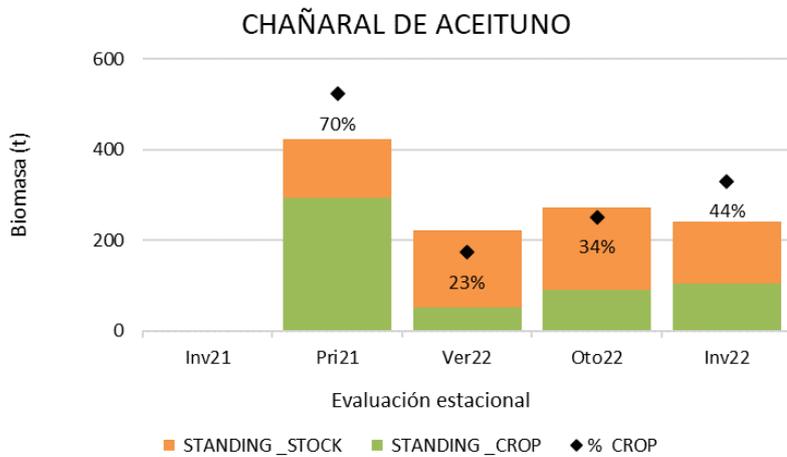


Figura 76. Estimaciones de biomasa, standing stock y standing crop para huiro negro de Chañaral de Aceituno. Porcentaje referido a la fracci3n de potencial extraible.

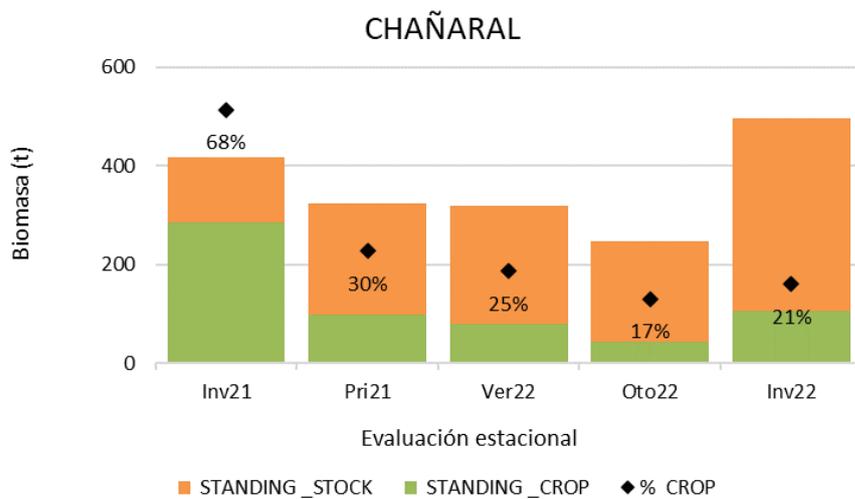


Figura 77. Estimaciones de biomasa, standing stock y standing crop para huiro negro de Chañaral. Porcentaje referido a la fracci3n de potencial extraible.

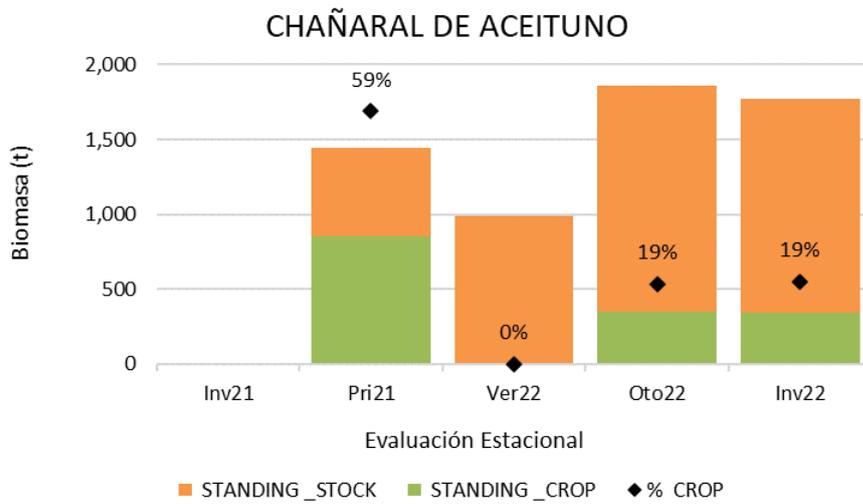


Figura 78. Estimaciones de biomasa, standing stock y standing crop para huiro palo de Chañaral de Aceituno. Porcentaje referido a la fracci3n de potencial extraible.

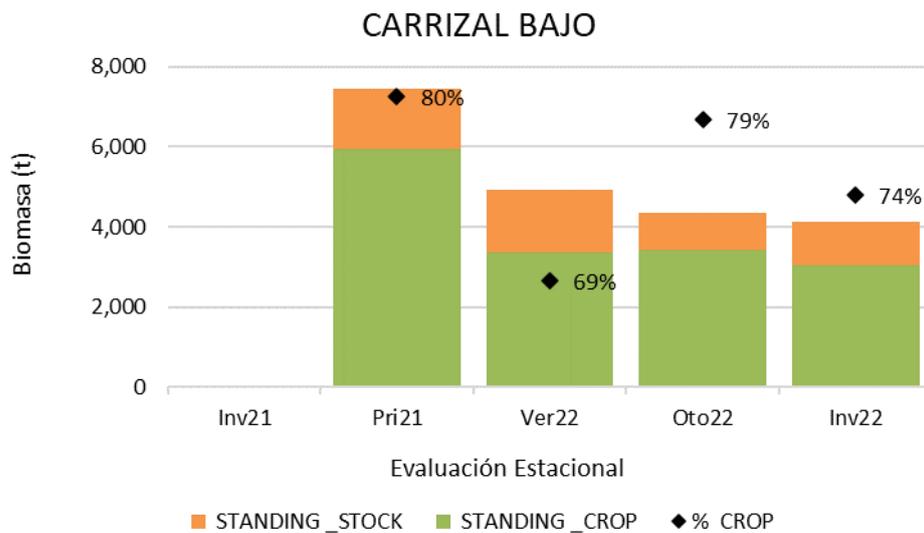


Figura 79. Estimaciones de biomasa, standing stock y standing crop para huiro palo de Carrizal bajo. Porcentaje referido a la fracci3n de potencial extraible con respecto al total.



Regi3n de Atacama

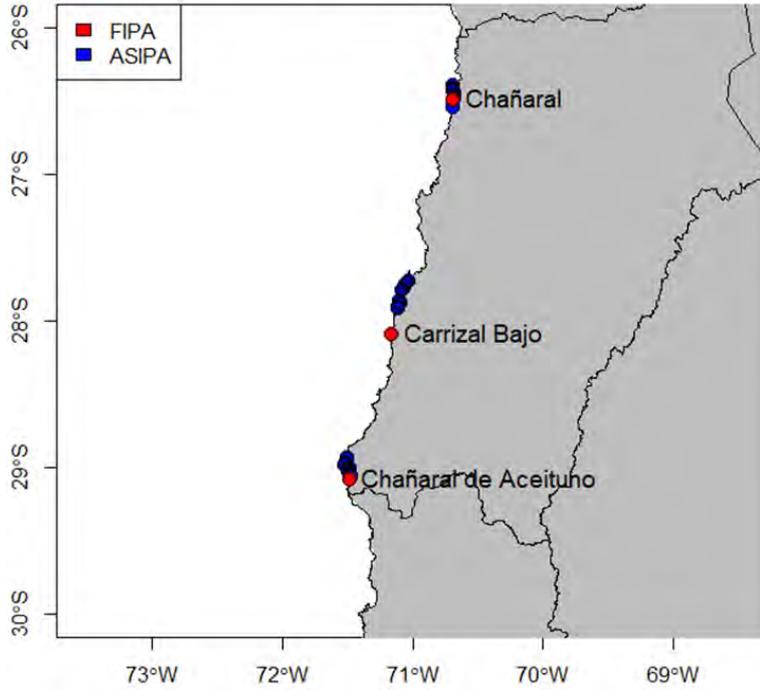


Figura 80. Zonas de evaluaci3n directa en la Regi3n de Atacama en la estaci3n de verano de 2022. En rojo se presenta el 1rea evaluada por el proyecto FIPA 2020-34 y en azul las 1reas evaluadas por el Programa de seguimiento bent3nico de IFOP (ASIPA).

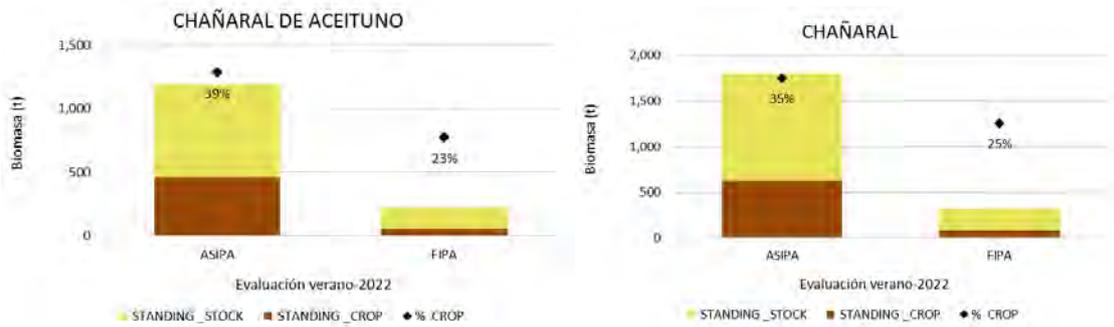


Figura 81. Estimaciones de standing stock y standing crop para huiro negro en los sitios de evaluaciones de Chañaral de Aceituno y Chañaral, Regi3n de Atacama.

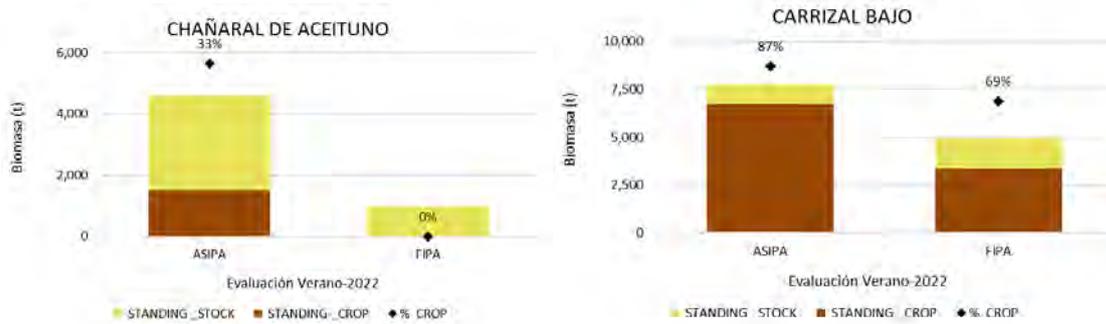


Figura 82. Estimaciones de standing stock y standing crop para huiro palo en los sitios de evaluaciones de Chañaral de Aceituno y Carrizal Bajo, Región de Atacama.

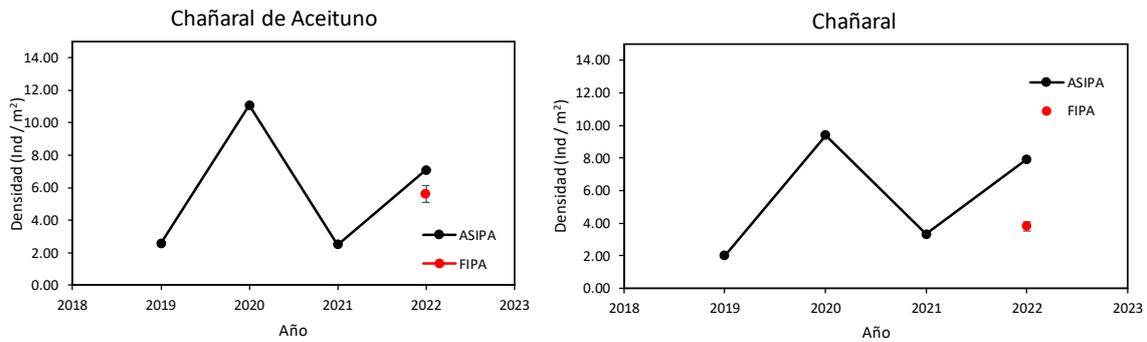


Figura 83. Serie de densidades medias de huiro negro en localidades de Chañaral de Aceituno y Chañaral, estación estival, Región de Atacama. Año 2022 presenta resultados FIPA 2020-34 y ASIPA.

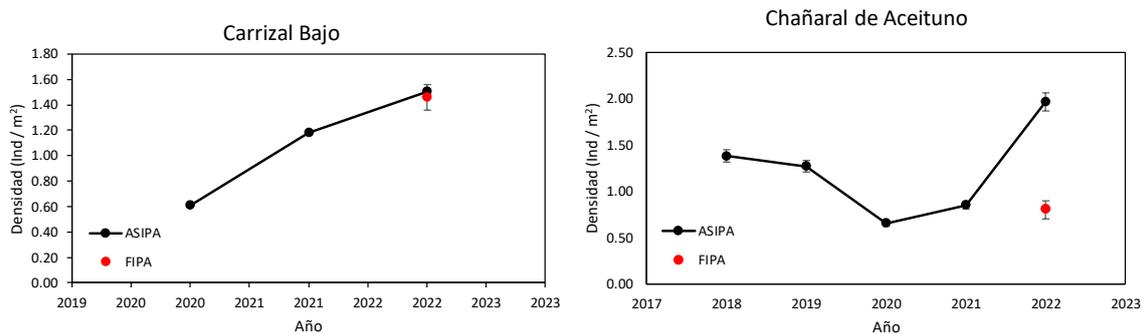


Figura 84. Serie de densidades medias de huiro palo en localidades de Chañaral de Aceituno y Chañaral, estación estival, Región de Atacama. Año 2022 presenta resultados FIPA 2020-34 y ASIPA.

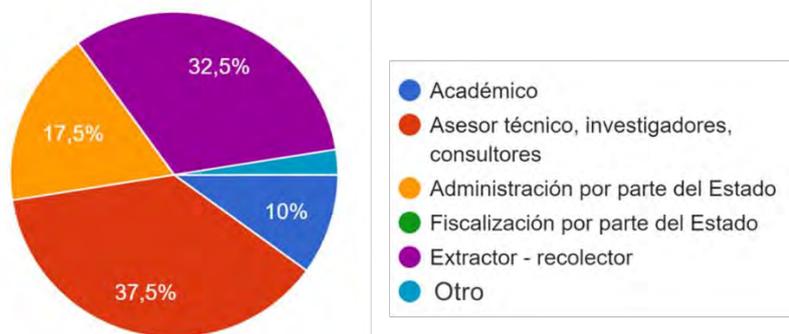


Figura 85 Participación porcentual de respuestas en la consulta a usuarios sobre indicadores y medidas de manejo en los Planes de Manejo de macroalgas.

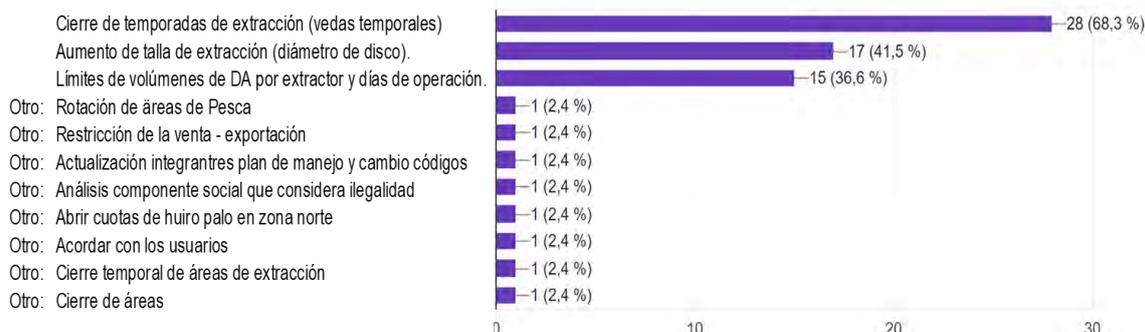


Figura 86. Frecuencia de respuesta a la consulta sobre medidas de manejo a implementar en una situación de deterioro de la praderas o sitios de extracción de macroalgas.



Figura 87. Frecuencia de respuesta a la consulta sobre indicadores a considerar en un monitoreo biopesquero en praderas o sitios de extracción de macroalgas

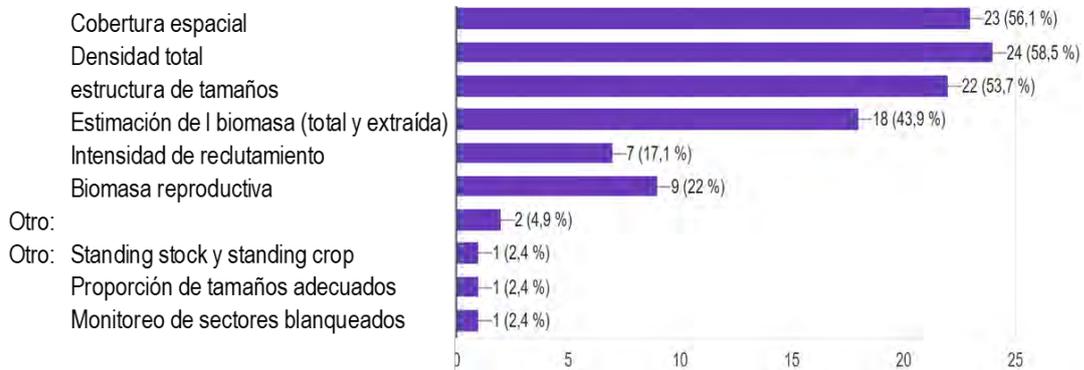


Figura 88. Frecuencia de respuesta a la consulta sobre indicadores a considerar en un monitoreo poblacional en praderas o sitios de extracci3n de macroalgas.

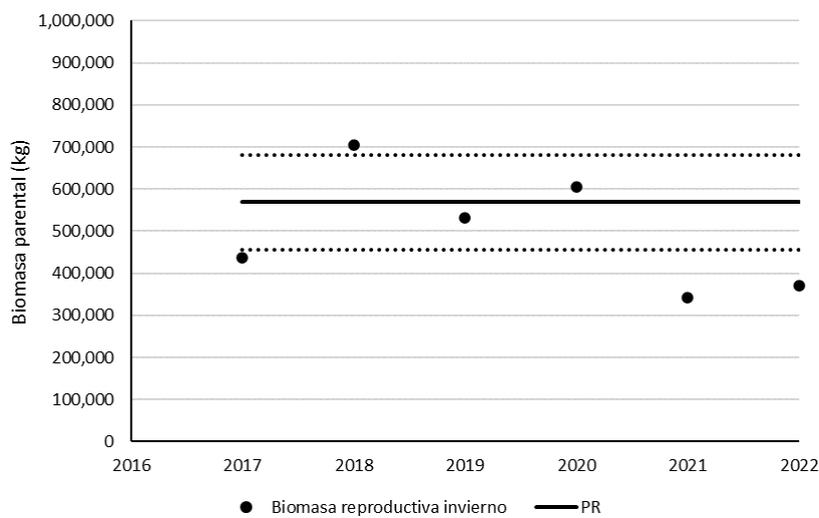


Figura 89. Punto de referencia empírico en base a biomasa desovante para *M. pyrifera* de bahía Chasco. PR: línea continua, intervalo de cumplimiento: línea segmentada



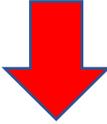
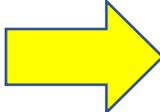
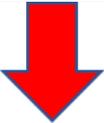
Diferencia (Cuota - Desembarque)	PR Empírico	Criterio Cuota próximo periodo	Valor cuota próximo periodo
			Deliberaci3n CCTB
			Valor diferencia cuota ańo anterior - valor <i>status quo</i>
			Valor cuota ańo anterior
			Valor diferencia cuota - desembarque

Figura 90. Matriz de toma de decisiones en funci3n de punto de referencia de indicador biomasa reproductiva y cumplimiento de cuota para *M. pyrifera* de plan de manejo de bahía Chascos (modificado de COMITÉ CIENTÍFICO TÉCNICO BENTÓNICO CCT-B INFORME TÉCNICO CCT-BENTÓNICO/2022



11. TABLAS

Tabla 1. Resumen de la batería de indicadores a implementar por tipo de muestreo en las ZOE o estaciones que conformaran la red de monitoreo en la zona de estudio.

Ámbito	Indicador	Definición	Fuente de datos
Biopesquero	Desembarque	Recolección o extracción en peso de los huiros encuestado	Muestreo - Sernapesca
	Esfuerzo	Tiempo involucrado en la recolección/extracción	Muestreo
	Rendimiento	Cantidad recolectada/extraída por unidad de tiempo	Muestreo
	Talla	Tamaños de los huiros recolectados/extraídos (longitud máxima disco de adhesión)	Muestreo
Socioeconómico	Precio playa	Valor del kilo del huiro vendido en playa	Muestreo
	Ingresos	Valor total del huiro vendido en playa	Muestreo
	Destino	Lugar donde es llevado el desembarque monitoreado	Muestreo
	Formalidad	Proporción de recolectores inscritos con actividad extractiva de huiros	Muestreo - Sernapesca
	Edad	Rango etario de los recolectores/extractores operando en la actividad	Muestreo - Sernapesca
	Precios FOB	Valor de la mercancía exportada	Fuente externa/Aduana
Poblacional	Densidad	Número de plantas por unidad de espacio	Muestreo
	Biomasa	Peso en kg. de las plantas por unidad de espacio	Muestreo
	Talla	Tamaños de las plantas en la pradera (longitud máxima disco de adhesión)	Muestreo
	Relación T/P	Tamaño y peso de las plantas que componen la pradera.	Muestreo
	Reproducción	Estado reproductivo de las plantas de la pradera	Muestreo
	Reclutamiento	Plantas o sferoficios pequeños en la pradera	Muestreo/Experimento
	Coalescencia	Número de individuos que se unen a un solo individuo	Muestreo/Experimento
	Crecimiento	Aumento del tamaño en un periodo de tiempo.	Muestreo/Experimento
Mortalidad	Plantas perdidas por unidad de espacio.	Muestreo/Experimento	



Tabla 2. Antecedentes técnicos y bibliográficos revisados para la selección preliminar de las ZOE en el área de estudio.

Estudios anteriores			
Información revisada	Especies	Título	Fuente
Estado poblacional de Arica y Parinacota a Coquimbo.	<i>L. nigrescens</i> , <i>L. trabeculata</i> y <i>M. integrifolia</i>	Estrategias de explotación sustentable algas pardas en la zona norte de Chile.	FIP 2000-19
Dinámica temporal del reclutamiento y parámetros poblacionales básicos	<i>L. nigrescens</i> , <i>L. trabeculata</i> y <i>M. integrifolia</i>	Bases ecológicas y evaluación de usos alternativos para el manejo de praderas de algas pardas de la III y IV Regiones.	FIP 2005-22
Evaluación indirecta de praderas de algas pardas. Análisis de distribución y mortalidad natural.	<i>L. berteroaana/spicata</i> , <i>L. trabeculata</i> y <i>Macrocystis spp</i>	Evaluación de la biomasa de praderas naturales y prospección de potenciales lugares de repoblamiento de las algas pardas en la costa de la XV, I y II Regiones.	FIP 2008-38
Evaluación indirecta de praderas de algas pardas. Análisis de tasa de crecimiento y mortalidad natural.	<i>L. berteroaana/spicata</i> , <i>L. trabeculata</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>	<i>Evaluación directa de macroalgas e impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica, IV región. Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas (huir negro, huir palo y huir flotador) en las áreas de libre acceso de la xv región de Arica y Parinacota, i región de Tarapacá y ii región de Antofagasta.</i>	FIP 2014-17
<i>Evaluación indirecta de praderas de algas pardas. Comparación de abundancias entre ALA y AMERB.</i>	<i>L. berteroaana/spicata</i> , <i>L. trabeculata</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>	<i>Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas (huir negro, huir palo y huir flotador) en las áreas de libre acceso de la xv región de Arica y Parinacota, i región de Tarapacá y ii región de Antofagasta.</i>	FIP 2017-52
<i>Evaluación indirecta de praderas de algas pardas. Análisis de tasas de deshidratación. Desarrollo de modelo de evaluación indirecta.</i>	<i>L. berteroaana/spicata</i> , <i>L. trabeculata</i> y <i>Macrocystis pyrifera</i>	<i>Evaluación de biomasa y análisis del estado de explotación de las praderas naturales de algas pardas en las zonas de libre acceso de la III y IV Regiones.</i>	FIP 2017-53
Bases de datos			
Información revisada	Especies	Título	Fuente



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Caletas georreferenciadas de Arica y Parinacota a Coquimbo	-	<i>Visualizador de mapas de la Subsecretaría de pesca y acuicultura</i>	http://mapas.subpesca.cl/ideviewer/
AMERBs georreferenciadas de Arica y Parinacota a Coquimbo	-	<i>Visualizador de mapas de la Subsecretaría de pesca y acuicultura</i>	http://mapas.subpesca.cl/ideviewer/
Serie temporal de desembarques de ALA	<i>L. berteroana/spicata y L. trabeculata</i>	Anuarios estadísticos y solicitudes a SERNAPESCA regionales	http://www.sernapesca.cl/informacion-utilidad/anuarios-estadisticos-de-pesca-y-acuicultura
Serie temporal de desembarques de AMERB	<i>L. berteroana/spicata y L. trabeculata</i>	Proyecto seguimiento bentónico - Áreas de Manejo IFOP	IFOP



Tabla 3. Zonas de operación extractiva (ZOE) seleccionadas y estudios FIPA realizados en las mismas zonas o sus cercanías. (HN= Huiro negro (*Lessonia berterona/spicata*), HP= Huiro palo (*Lessonia trabeculata*), HF= Huiro flotador (*Macrocystis pyrifera*).

Región	Caleta	ZOE	Especie	Proyecto FIPA Año/N°						
				2000-19	2005-22	2008-38	2014-17	2014-18	2017-52	2017-53
Arica	Camarones	Norte de la Caleta	HN			X			X	
		Sur de la Caleta	HN							
Tarapacá	Pisagua	Pozo dorado/caleta Chica	HN, HP, HF							
	Los Verdes	Pisagua sur Pichalo	HN, HP, HF							
		Punta Gruesa	HN, HP	X		X		X		X
	San Marcos	Rio Seco – San Marcos	HN, HP, HF							
Antofagasta	Tocopilla	Punta Arenas	HP							
		Urco	HP							
		Huachan	HP							
	Caleta Buena	Los Patos	HN, HF							
		Caleta Buena	HN, HF	X		X		X		X
	Isla Santa María	El Lagarto	HN, HP, HF							
	El Cobre	Entorno a la caleta	HN, HP							
	Paposo	Norte de la caleta	HN							
Taltal	Entorno a la caleta	HP								
Cifuncho	Entorno a la caleta/sur	HN, HP, HF								
Atacama	Chañaral	Los Toyos	HN, HP							
	Barranquilla	Cueva de Perez	HN, HP, HF							
		Punta Verde	HN, HP, HF							
	Carrizal Bajo	Punta Requena	HN, HP	X	X		X	X		X
	Caleta Angosta	La Caleta	HN, HP							
		Huaitatas	HN, HP							
Chañaral de Aceituno	Punta Rancagua	HN, HP, HF								
	Caleta Los Tontos	HN, HP, HF								
Coquimbo	Totoralillo norte	Final AMERB Totoral norte	HN, HP							
		Isla Tilgo	HN, HP							
	Puerto Aldea – Totoral	Final AMERB L. de vaca	HN, HP, HF	X	X			X		X
		San Lorenzo	HN, HP, HF							
Maitencillo	Norte de la caleta	HN, HP, HF								



Tabla 4. Indicadores de densidad media (a) y tama1os medios (b) de huiro negro y huiro palo reportados en estudios previos del FIPA y AMERB.

		a) Densidades medias (ind/m2)																							
Regi3n	Caleta - Sitio de monitoreo cercano	Espece	2000-19	2005-22	2008-38	2014-17	2014-18	2017-52	2017-53	IFOP 2020	IFOP 2021	IFOP 2022	AMERB Historico	Espece	2000-19	2005-22	2008-38	2014-17	2014-18	2017-52	2017-53	IFOP 2020	IFOP 2021	IFOP 2022	AMERB Historico
AyP	Camarones				20,07								-												-
	Pisagua		4,54		4,95			17,56					1,23		1,50	0,44		2,21							0,95
TPCA	Los Verdes				4,72			7,84					-			0,86		1,61							1,09
	Caramucho		2,38		7,30								0,62		1,41	0,90									1,47
	San Marcos				6,85								2,20			1,43		2,30							1,32
	Tocopilla												-			1,46									-
	Caleta Buena												-												-
ANTOF	Isla Maria		4,00										-		1,33										-
	El Cobre				5,31								-			1,31									-
	Taltal/Paposo				6,33								-			0,63									-
	Cifuncho		4,06		5,40			7,57					-		1,14	1,70		1,43							2,24
	Cha1aral	Huiro negro				2,87			4,16	2,23	0,73	1,49	2,88	Huiro palo							1,53				1,30
	Barranquilla												-												-
ATCMA	Carrizal Bajo												3,12								0,61	1,18	1,51		1,04
	Angosta		1,81										-		1,07										-
	Cha1aral de Aceituno				3,62			5,12	2,06	0,43	1,41	4,87								1,27	0,65	0,85	1,97		1,20
	Totalalillo norte					3,82		6,94				4,66						4,86							0,96
	Puerto Aldea - Totalal							6,25					-							0,58					-
COQ	Limari (El toro)												-												-
	Pta. de Talca												-												-
	Maitencillo					4,09		4,33					-					2,77							-



Tabla 5. Propuesta de ZOE preliminares emanadas del análisis de datos para su validación y posterior definición participativa con el sector productivo.

ARICA Y PARINACOTA				
ZOE	Provincia	Caleta asociada	Latitud (caleta)	Longitud (Caleta)
Arica	Arica	Arica	-18.474029	-70.321411
Camarones	Arica	Camarones	-19.206036	-70.271161
TARAPACA				
ZOE	Provincia	Caleta asociada	Latitud (caleta)	Longitud (Caleta)
Caleta Pisagua Amarillo	Tamarugal	Pisagua	-19.597356	-70.215765
Mejillones del Norte				
Pta. Gruesa	Iquique	Los verdes	-20.423155	-70.164889
Cta. Los Verdes				
Caramucho	Iquique	Caramucho	-20.660757	-70.183916
Quinteros				
Las Lentejas	Iquique	San marcos	-21.114395	-70.123877
Las Pircas				
ANTOFAGASTA				
ZOE	Provincia	Caleta asociada	Latitud (caleta)	Longitud (Caleta)
Pta. Arenas Huaman	Tocopilla	Caleta Urco	-21.74969	-70.151273
Los Patos				
Cta. Buena	Tocopilla	Caleta buena	-22.43898	-70.256597
El lagarto	Tocopilla	Cta. Constitución - Isla Santa María	-23.412222	-70.59428
Cta. El Cobre	Antofagasta	El Cobre	-	-
Cta El Blanco				
Loreto	Antofagasta	Paposo	-25.0093	-70.468715
La playita				
Las Tortolas	Antofagasta	Taltal	-25.40789	-70.489367
Las Guaneras				
Maderas	Antofagasta	Cifuncho	-25.65273	-70.646506
Las Collajas				
ATACAMA				
ZOE	Provincia	Caleta asociada	Latitud (caleta)	Longitud (Caleta)
Los Toyos	Chañaral	Chañaral	-26.351829	-70.633377



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

Entre Cueva de Pérez y Pta. Verde	Copiapó	Barranquilla	-27.513748	-70.893739
Entre Pta. Requena y Los Pozos	Copiapó	Carrizal bajo	-28.079883	-71.149561
Cta. Hualtatas	Huasco	Angosta	-28.260585	-71.170829
Entre Bascuñán y La Reina	Huasco	El Sarco	-	-
COQUIMBO				
ZOE	Provincia	Caleta asociada	Latitud (caleta)	Longitud (Caleta)
Cta. El faro	Elqui	Pto. Aldea	-30.292219	-71.60885
Cta. Totoral Las Vegas San Lorenzo	Limarí	Totoral	-30.36725	-71.670504
Los Muleros El Toro (110)	Limarí	Limarí	-30.73518	-71.70023
Los Marayes Chequipilla	Limarí	Talquilla	-30.87796	-71.681549
Los Chanchos	Limarí	La cebada	-31.016709	-71.650549
Cta. Pta. Pérez	Limarí	Sierra	-31.145919	-71.662738
Cta. Maitencillo Cta. Illapel Barraza	Choapa	Maitencillo	-31.26381	-71.631934



Tabla 6. Información de los experimentos de marcaje en huiro negro y huiro palo en las regiones de Tarapacá y Antofagasta.

Región	Localidad	Especie	Fecha marcaje	Numero inicial	Fecha de medición y re -marcaje	Numero medida	Número contadas	Numero remarcada
Tarapacá	Huayquique	Huiro negro	24/08/21	100	07/01/22	40	69	41
	Punta Gruesa	Huiro palo	24/08/21	100	02/12/21	40	90	10
Antofagasta	Quebrada Onda	Huiro negro	20/01/22	100	-	-	-	-
	Quebrada Onda	Huiro palo	12/12/21	100	-	-	-	-

Tabla 7. Localidad de estudio, fecha y número de plantas marcadas en poblaciones de algas pardas en el norte chico (Atacama y Coquimbo).

Campaña	Región	Localidad	Especie	Fecha de medición	Número de plantas		
				y/o marcaje	medidas	contadas	remarcadas
N°1	Atacama	Chañaral de Aceituno	Huiro negro	03-10-2021	100	100	-
		Agua de la Zorra	Huiro palo	23-10-2021	100	100	-
	Coquimbo	Chungungo	Huiro negro	22-09-2021	100	100	-
		Isla Tilgo	Huiro palo	09-12-2021	100	100	-
N°2	Atacama	Chañaral de Aceituno	Huiro negro	04-02-2022	40	87	13
		Agua de la Zorra	Huiro palo	23-01-2022	40	76	24
	Coquimbo	Chungungo	Huiro negro	06-02-2022	40	93	7
		Isla Tilgo	Huiro palo	25-02-2022	40	90	10
N°3	Atacama	Chañaral de Aceituno	Huiro negro	02-05-2022	40	83	17
		Agua de la Zorra	Huiro palo	30-05-2022	40	85	15
	Coquimbo	Chungungo	Huiro negro	13-05-2022	40	88	12
		Isla Tilgo	Huiro palo	14-05-2022	40	92	8
N°4	Atacama	Chañaral de Aceituno	Huiro negro	05-10-2022	28	28	-
		Agua de la Zorra	Huiro palo	05-10-2022	40	68	-
	Coquimbo	Chungungo	Huiro negro	04-10-2022	34	34	-
		Isla Tilgo	Huiro palo	04-10-2022	40	73	-



Tabla 8. Porcentaje de coalescencia de plantas en la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Quebrada Onda, Región de Antofagasta.

Tiempo	Fecha	Experimento	Control
T0	31-10-2021	-	-
T1	28-11-2021	0%	10%
T2	20-01-2022	0%	7%
T3	03-06-2022	0%	40%

Tabla 9. Porcentaje de mortalidad de plantas en la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Quebrada Onda, Región de Antofagasta.

Tiempo	Fecha	Experimento	Control
T0	31-10-2021	-	-
T1	28-11-2021	0%	24%
T2	20-01-2022	0%	27%
T3	03-06-2022	0%	20%

Tabla 10. Porcentaje de coalescencia y de mortalidad de plantas en la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Chañaral de Aceituno, Región de Atacama.

Monitoreo	Fecha	Coalescencia (%)		Mortalidad (%)	
		Experimento	Control	Experimento	Control
T0	03-10-2021	-	-	-	-
T1	04-02-2022 (124 días)	0	13	0	5
T2	13-05-2022 (222 días)	22	23	26	6
T3	05-10-2022 (367 días)	28	9	21	6



Tabla 11. Porcentaje de coalescencia y de mortalidad de plantas en la población de huiro negro en el sitio experimental y de control durante los monitoreos estacionales (T0, T1, T2, T3) en Chungungo, Región de Coquimbo.

Monitoreo	Fecha	Coalescencia (%)		Mortalidad (%)	
		Experimento	Control	Experimento	Control
T0	22-09-2021	-	-	-	-
T1	06-02-2022	0	16	0	24
T2	13-05-2022	40	28	55	26
T3	04-10-2022	33	16	9	50

Tabla 12. Desembarques monitoreados por centro de muestreo. Regiones de Arica y Parinacota a Valparaíso. Periodo enero 2021 a enero de 2022.

Macrozona	Funcion	Centro de monitoreo	Tipos de extracción por especie									Total (t)
			Huiro negro			Huiro palo			Huiro flotador			
			Barreteado	Barr./Var.	Pozones Varado	Barreteado	Pozones	Varado	Segado	Varado	Pozones	
	Recolector de orilla	Barranquilla	-	-	646	-	-	7	-	-	-	653
		B. Chasco	-	-	-	-	-	-	-	3165	-	3.165
		Pto. Aldea	280	-	560	-	-	9	-	-	-	849
		Limari	9	-	93	-	-	113	-	-	-	215
		Maitencillo	-	-	0	1	-	0	-	-	-	1
		Los Molles	-	-	1148	-	4	134	-	0	-	1.286
		Pichicuy	8	-	739	-	-	46	-	222	-	1.015
		Barranquilla	-	-	210	-	232	1	-	-	-	443
		B. Chasco	-	-	-	-	-	-	-	3961	13	3.974
		Ch. Aceituno	-	-	-	-	66	-	-	-	-	66
Norte chico	Buceo semiautonomo	Pto. Aldea	3	-	58	-	-	487	-	-	-	548
		Limari	-	-	-	-	-	3158	-	-	-	3.158
		Maitencillo	-	-	-	-	-	1934	-	-	-	1.934
		Los Molles	-	-	16	-	-	92	-	-	-	108
		Pichicuy	-	-	-	-	-	345	-	-	-	345
		Pto. Aldea	-	-	-	-	-	-	-	6	-	6
		Pichicuy	-	-	-	-	-	-	-	127	-	127
Norte grande	Recolector de orilla	Pisagua	24	-	511	-	-	14	-	-	549	
		Río Seco	11	-	52	-	-	-	-	-	63	
		Chanavayita	-	-	30	-	-	-	-	-	30	
		C. Buena	61	39	218	-	-	-	-	-	318	
		C. Lagarto	-	-	856	-	-	390	-	-	1.246	
	Cifuncho	7	-	653	-	-	33	-	-	693		
	Buceo semiautonomo	Cifuncho	40	-	-	-	194	-	-	-	234	
		Chanavayita	-	-	7	-	-	-	-	-	7	
	Buceo Apnea	Chanavayita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Total (t)	444	39	291	5.506	6.509	5	746	4.094	3.387	13



Tabla 13. Proporción de pescadores activos según función extractiva realizada por caleta y Región, periodo 2021-2022.

Región	Caleta	Función		
		Proveedores	Extracción	Orilleros
Tarapacá	Chanavayita	0%	25%	75%
	Pisagua	0%	0%	100%
	Rio Seco	0%	0%	100%
Antofagasta	Cifuncho	57%	43%	0%
	C. Lagarto	0%	0%	100%
Atacama	B.Chasco	0%	45%	55%
	Barranquilla	0%	20%	80%
	Ch.Aceituno	0%	100%	0%
Coquimbo	Limarí	0%	40%	60%
	Maitencillo	0%	83%	17%
Valparaíso	Puerto Aldea	0%	21%	79%
	Los Molles	0%	25%	75%
	Pichicuy	0%	16%	84%
Total		5%	27%	68%

Tabla 14. Promedio y rango de edad (años) de los pescadores registrado en monitoreo de algas por caleta y Región, periodo 2021-2022.

Región	Caleta	N° obs	Edad (años)			
			Promedio	Desv. Est	Min.	Máx.
Tarapacá	Chanavayita	6	49	10	36	63
	Pisagua	16	51	12	31	71
	Rio Seco	13	47	16	19	73
Antofagasta	Cifuncho	16	48	11	31	62
Atacama	B.Chasco	25	49	12	33	86
	Ch. Aceituno	3	27	6	22	33
Coquimbo	Limarí	17	43	9	24	58
	Maitencillo	1	48		48	48
Valparaíso	Los Molles	12	61	11	32	70
	Pichicuy	28	54	9	39	68
Total		145	50	12	19	86



Tabla 15. Porcentaje de pescadores formales e informales por caleta y Región, periodo 2021-2022.

Región	Caleta	Formal	Informal
Tarapacá	Chanavayita	100%	33%
	Pisagua	75%	25%
	Río Seco	8%	92%
Antofagasta	Cifuncho	81%	19%
Atacama	B. Chasco	88%	12%
	Ch. Aceituno	67%	33%
Coquimbo	Limarí	53%	47%
	Maitencillo	100%	0%
	Pto. Aldea	85%	15%
Valparaíso	Los Molles	100%	0%
	Pichicuy	89%	11%
Total		74%	26%

Tabla 16. Principales destinos de comercialización según tipo de alga y caleta de monitoreo.

Región	Centro de monitoreo	Industria			Centro de Cultivo		
		H. Flotador	H. Negro	H. Palo	H. Flotador	H. Negro	H. Palo
Tarapacá	Pisagua	-	93%	7%	-	-	-
	Chanavayita	-	100%	-	-	-	-
	Río Seco	-	100%	-	-	-	-
Antofagasta	C. Buena	-	100%	-	-	-	-
	C. Lagarto	-	61%	39%	-	-	-
	Cifuncho	-	86%	14%	-	-	-
Atacama	Barranquilla	-	55%	45%	-	-	-
	B. Chasco	-	-	-	100%	-	-
	Ch. Aceituno	-	-	100%	-	-	-
Coquimbo	Pto. Aldea	-	63%	36%	1%	-	-
	Limarí	-	5%	95%	-	-	-
	Maitencillo	-	-	100%	-	-	-
Valparaíso	Los Molles	-	92%	8%	-	-	-
	Pichicuy	-	23%	11%	39%	24%	2%



Tabla 17. Porcentajes de áreas de procedencias y/o varaderos por centro de muestreo con y sin georreferenciación.

Centro de monitoreo	N° de procedencias registrada	% de áreas correctamente georreferenciadas	N° de procedencias sin georreferenciación	% de Áreas por georreferenciar
Norte Grande	Pisagua	11	100%	-
	Río Seco	5	100%	-
	Chanavayita	4	100%	-
	Caleta Buena	10	100%	-
	Mejillones	17	94%	1
	Cifuncho	15	100%	-
Norte Chico	Barranquilla	22	95%	1
	Bahía Chasco	4	100%	-
	Chañaral de Aceituno	1	100%	-
	Puerto Aldea	31	100%	-
	Río Limarí	24	92%	2
	Maitencillo	21	100%	-
	Los Molles	17	100%	-
	Pichicuy	20	100%	-

Tabla 18. Principales objetivos socioeconómicos utilizados en el manejo pesquero a nivel internacional.

Fuente	Objetivos Socioeconómicos
“Directrices para la recopilación sistemáticas de datos relativos a la pesca de captura”. (FAO, 1998)	Distribuir adecuadamente los recursos entre los usos que compiten entre sí y la obtención de beneficios económicos para la comunidad en su sentido más amplio
	Organizar la pesca de la forma más eficiente en términos económicos, para asegurar así el más alto nivel de ingresos.
“Revisión de la utilización de indicadores socioeconómicos sobre el impacto ambiental de las actividades de pesca” (Valette <i>et al.</i> , 2005)	Identificar el impacto de las medidas de gestión en el bienestar socioeconómico de las zonas costeras y las comunidades pesqueras, describiendo su demografía, monitoreo y análisis de la misma.
	Reconocer el impacto de las medidas de gestión de la comunidad social, considerando " la evolución de los derechos de propiedad, condiciones de vida y las desigualdades"
	Describir la influencia de las condiciones sociales sobre la eficacia de las políticas.
“Creating community-based indicators to monitor sustainability of local fisheries” Boyd & Charles (2006)	Determinar las características consideradas influyentes para la sostenibilidad
“Estimación de indicadores económicos	Asegurar la sostenibilidad biológica del recurso y de la actividad económica (rentabilidad, empleo, consumo).



<p>en las pesquerías mediterráneas Franquesa et al. (2007)</p>	<p>Mantener un esfuerzo pesquero adecuado que permita un uso íntegro de los recursos, pero que no los degrade. Maximizar los ingresos obtenidos de la explotación de los recursos.</p>
<p>“Manual para la medición del progreso y de los efectos directos del manejo íntegro de costas y océanos. Manuales y Guías de la COI” Belfiore et al. (2009)</p>	<p>Maximizar el desarrollo económico Aumento del empleo Fomentar la diversificación económica Proteger la vida humana y la propiedad pública y privada Mantener una dinámica equitativa de la población</p>
<p>“Manejo de las pesquerías de pepino de mar con enfoque ecosistémico” (FAO, 2010)</p>	<p>Asegurar que la pesca de subsistencia pueda seguir para generaciones actuales y futuras. Incrementar en un 30% el ingreso ganado por los pescadores por pepino de mar individual colectado</p>
<p>“Herramientas para desarrollar un crecimiento verde” (OCDE, 2011)</p>	<p>Mejorar los rendimientos económicos. Generar oportunidades económicas</p>
<p>“Comité de Pesca” (FAO, 2021), a partir de documento ONU (2015) “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”</p>	<p>Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo (ODS 1) Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible (ODS 2) Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas (ODS 5) Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos (ODS 8) Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (ODS 12) Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible (ODS 14) Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible (ODS 17)</p>



Tabla 19. Indicadores económicos (mercado y/o financieros) y sociales utilizados en manejo de pesquerías a nivel internacional.

Indicadores Económicos	Indicadores sociales y socioeconómicos
Precios de mercado	Condición tripulación a bordo
Flujos financieros internacionales	Estabilidad de empleo
Crecimiento económico e infraestructura	Seguridad flota
Activos y flujos financieros	Estatus del empleo
Capital invertido	Grupo familiar
Capacidad productiva	Seguridad social
Costo oportunidad	Nivel de Ingreso
Salario promedio	Reconocimiento al oficio de la mujer
Tasa de beneficio	Capital social organizacional
Estimación beneficio bruto	Accesibilidad actividad
Precio playa	Nivel de conflictos
Número embarcaciones	Educación
Días de pesca por año	Demografía
Horas de pesca diarias	Condición social de la actividad pesquera
Costo de pesca por día	Aporte subsidios
Costo fijo anuales	Nivel endeudamiento
Valor desembarque	Acceso a beneficios públicos
Captura total desembarcada	Empleo total
Rentabilidad económica	Empleo por embarcación
Dependencia comercio internacional	Dependencia ingreso
Gasto público	



Tabla 20. Objetivos generales y espec3ficos de aspectos socioecon3micos establecidos en Planes de Manejo actualmente en ejecuci3n.

Plan de Manejo	Problema	Metas	Objetivo Econ3mico	Punto Referencia	Indicador	Acci3n
PM Arica y Parinacota		Aumentar al m3ximo el control del acceso a la pesquer3a en ALA	Controlar el 100% de los recolectores del algas en ALA	80% > recolectores empadronados activos (REA)	s/i	
		Aumentar la calidad del alga seca desembarcada	Alcanzar el 50% de las alga seca con 3ptima calidad	40% > alga seca comercializada de alta calidad (ASC)	Variaci3n de precio del alga seca en 3ptima calidad	
		Aumentar al m3ximo las oportunidades de capacitaci3n	Alcanzar el 100% de recolectores capacitados	80% > Recolectores orilla activos capacitados	s/i	
PM Tarapac3	Presencia de Recolectores ilegales o no certificados para operar	Aumentar al m3ximo el control del acceso a la pesquer3a en ALA	Controlar el 100% de los recolectores del algas en ALA	80% > recolectores empadronados activos (REA)	s/i	Plan de acci3n y difusi3n para empadronar
	Dr3stica disminuci3n calidad alga desembarca ¿Problema precios de mercado?	Aumentar la calidad del alga seca desembarcada	Alcanzar el 50% de las alga seca con 3ptima calidad	40% > alga seca comercializada de alta calidad (ASC)	Variaci3n de precio del alga seca en 3ptima calidad	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Plan de Manejo	Problema	Metas	Objetivo Econ3mico	Punto Referencia	Indicador	Acci3n
	Bajo nivel de RO capacitados para operar en la pesquería??	Aumentar al m3ximo las oportunidades de capacitaci3n	Alcanzar el 100% de recolectores capacitados	80% > Recolectores orilla activos capacitados	s/i	Plan de acci3n y difusi3n para capacitar a RO
PM Antofagasta	Bajo nivel de RO empadronados para operar en la pesquería	Aumentar al m3ximo el control del acceso a la pesquería en ALA	Controlar el 100% de los recolectores del algas en ALA	Recolectores empadronado >80% del total activo	s/i	s/i
	Drástica disminuci3n de los BN de los RO	Maximizar el rendimiento econ3mico	Mantener o incrementar el rendimiento econ3mico por encima del promedio hist3rico	Valor l3mite del rendimiento de pesca valorizado	Rendimiento de pesca valorizado por mes, a3o y zona de operaci3n	s/i
				Valor l3mite del ingreso econ3mico esperado por recolector	Ingreso econ3mico actual por recolector	s/i
	Bajo nivel de RO capacitados para operar en la pesquería??	Aumentar al m3ximo las oportunidades de capacitaci3n	Alcanzar el 100% de los recolectores capacitados al tercer a3o	Recolectores capacitados >80% de los habilitados	s/i	s/i
PM Atacama	Asimetría de acceso a la informaci3n de mercado por parte	Propender a un uso eficiente de las algas pardas, promoviendo la diversificaci3n productiva (valor agregado), maximizando los beneficios econ3micos y su sostenibilidad, en	Facilitar acceso a informaci3n de Mercado.	s/i	N° descargas precio de la web	Programa de capacitaci3n para el uso de tecnologías y medios disponibles digitales



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Plan de Manejo	Problema	Metas	Objetivo Econ3mico	Punto Referencia	Indicador	Acci3n
	de los diversos usuarios	concordancia con los principios del comercio justo modo de contribuir con el reconocimiento sociocultural de la actividad, permitir generar empleos de calidad y favorecer la seguridad social de los usuarios		s/i	N° anual de informes de precios playa y de exportaci3n publicados	
	Baja asociatividad y escasa capacidad de negociaci3n de los pescadores algueros		Mejorar la Competitividad de los Productores de Algas en el Proceso de Comercializaci3n.	s/i	N° de proyectos implementados	Programa de capacitaci3n fortalecer las organizaciones en su gesti3n comercializadora y potenciar asociatividad.
					N° de participantes en los programas	programa de capacitaci3n para dar valor agregado al producto extraído
Plan Manejo Bahía Chasco	s/i	s/i	Restringir acceso a RO con inter3s actividad	<90% RO con 50 días operaci3n	%OPc= RO con 50 días op/RO total	N3mina de usuarios con RPA
			Facilitar acceso a informaci3n de Mercado	s/i	Propuesta de programa piloto diseñada	s/i
				s/i	Propuesta de trabajo implementada	s/i



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

Plan de Manejo	Problema	Metas	Objetivo Econ3mico	Punto Referencia	Indicador	Acci3n
			Mejorar la competitividad de los productores de algas en el proceso de comercializaci3n	s/i	N° de proyectos ejecutados	s/i
				s/i	N° de participantes capacitados	s/i
Plan de Manejo Coquimbo	Condiciones de mercado inapropiadas	Propender a un uso eficiente de las algas pardas, promoviendo la diversificaci3n productiva (valor agregado), maximizando los beneficios econ3micos y su sostenibilidad, en concordancia con los principios del comercio justo modo de contribuir con el reconocimiento sociocultural de la actividad, permitir generar empleos de calidad y favorecer la seguridad social de los usuarios	Propender al perfeccionamiento del mercado mejorando el acceso a informaci3n relevante	s/i	Visita sitio web Usuarios registrados sitio web	Desarrollo de programas de informaci3n de mercado
				s/i	N° de Informes precio	
				s/i	N° descargas	
	Gesti3n comercial deficitaria		Mejorar las capacidades de gesti3n comercial de los agentes extractores mediante el fortalecimiento organizacional	s/i	N° proyectos implementados	Programas de fortalecimiento organizacional y negociaci3n colectiva
				s/i	N° unidades negocio creadas	
				s/i	N° participantes	



Tabla 21. Descripción de los indicadores propuestos para Planes de Manejo, separados por ámbito.

Ámbito	Indicadores	Formula
Comercial	<p>Valor exportaciones (VExp):</p> <p>Relación entre valor exportación del periodo "t", respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo "0"</p>	$VE = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M (QE_{i,m,t} * FOB_{i,m,t})}{\sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M (QE_{i,m,0} * FOB_{i,m,0})}$ <p>i: Especies del PM m: países exportación QE i,m: Volumen exportación de la especie i al mercado "m" FOB: Precio FOB del recurso "i" al mercado "m"</p>
	<p>Volumen exportación (Exp):</p> <p>Relación temporal entre el volumen de exportación del periodo "t" respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo "0"</p>	$Exp = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M (QE_{i,m,t})}{\sum_{i=1}^I \sum_{m=1}^M (QE_{i,m,0})}$ <p>i: Especies del PM m: países exportación t: periodo anual QE i,m: Volumen exportación de la especie i al mercado "m"</p>
	<p>Concentración mercado destino (MC):</p> <p>Relación del peso ponderado del mercado principal para el recurso "i" respecto de la totalidad de recursos "i" exportados en el periodo "t"</p>	$MC = \left(\frac{QE_m}{\sum_{m=1}^M (QE_m)} \right)_{i,t}$ <p>i: Especies del PM m: países exportación m': mercado principal t: periodo anual QE m: Volumen exportación de la especie i al mercado "m"</p>
Económico Productivo	<p>Precio en playa (PP):</p> <p>Relación del precio playa promedio del periodo "t" respecto del valor promedio a la puesta en marcha del Plan de Manejo "0"</p>	$PP = \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,0}} \right)$ <p>i: Especies del PM t: periodo anual P: Precio playa del periodo "t" para la especie "i"</p>
	<p>Esfuerzo productivo (CPUE):</p> <p>Relación de Captura por salidas de pesca para el recurso "i" en el periodo "t" respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo en el periodo "0"</p>	$CPUE = \left(\frac{\sum_i Q_{i,t} / n_t}{\sum_i Q_{i,0} / n_0} \right)$ <p>i: Especies del PM t: periodo anual n: Cantidad de salida de pesca total para el periodo "t" Q: Cantidad de desembarque del periodo "t" para la especie "i"</p>
	<p>Riq^a (R):</p> <p>Relación del valor de los desembarques realizados para el recurso "i" en el periodo "t" respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo en el periodo "0"</p>	$R = \left(\frac{\sum_i (Q * p)_{i,t}}{\sum_i (Q * p)_{i,0}} \right)$ <p>i: Especies del PM t: periodo anual Q: Cantidad de desembarque del periodo "t" para la especie "i" p: Precio playa de la especie "i" en periodo "t"</p>
	<p>Valor por Unidad de Esfuerzo (VPUE):</p>	$VPUE = \left(\frac{\sum_i (Q_{i,t} * p_{i,t}) / n_t}{\sum_i (Q_{i,0} * p_{i,0}) / n_0} \right)$



Ámbito	Indicadores	Formula
	Relación de valor de captura por salidas de pesca para el recurso "i" en el periodo "t" respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo en el periodo "0"	i: Especies del PM t: periodo anual p: Precio playa del recurso "i" en periodo "t" n: Cantidad de salida de pesca total para el periodo "t" Q: Cantidad de desembarque del periodo "t" para la especie "i"
	Cantidad de Desembarques (D): Relación de las cantidades de recurso "i" desembarcado en el periodo "t" respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo en el periodo "0"	$R = \left(\frac{\sum_i Q_{i,t}}{\sum_i Q_{i,0}} \right)$ i: Especies del PM t: periodo anual Q: Cantidad de desembarque del periodo "t" para la especie "i"
Capital Laboral	Empleo total (KL): Relación de actores extractivos "a" participante en 275 esquerías serias en el periodo "t" respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo en el periodo "0"	$KL = \left(\frac{\sum_a E_{a,t}}{\sum_a E_{a,0}} \right)$ a: Actividad extractiva (RO, armador, buzo) t: periodo anual E: Cantidad total de agente según actividad "a" participantes durante el periodo "t"
	Formalidad actividad (FL): Relación de actores extractivos "a" participante en las pesquerías en el periodo "t" respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo en el periodo "0"	$FL = \left(\frac{\sum_a EF_a}{\sum_a (EF_a + EI_a)} \right)_t$ a: Actividad extractiva (RO, armador, buzo) t: periodo anual EF: Cantidad pescadores formal por actividad "a" para periodo "t" EI: Cantidad pescadores formal por actividad "a" para periodo "t"
	Proporción de mujeres (WR): Relación de mujeres por tipo de actividad "a" participante en las pesquerías en el periodo "t" respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo en el periodo "0"	$FL = \left(\frac{\sum_a W_a}{\sum_a E_a} \right)_t$ a: Actividad extractiva (RO, armador, buzo) t: periodo anual W: Cantidad mujeres participante según tipo de actividad "a" en el periodo "t" E: Cantidad total de agente según actividad "a" participantes durante el periodo "t"
Renta	Ingreso bruto anual de recolector (IB): Relación de los ingresos medios generados por los desembarques de los "i" durante el periodo "t" respecto del periodo previo a la puesta en marcha del Plan de Manejo en el periodo "0"	$R = \left(\frac{\sum_i (Q_i * p_i)_t / E_t}{\sum_i (Q_i * p_i)_{a,0} / E_{a,0}} \right)$ i: Especies del PM t: periodo anual a: Actividad extractiva (RO, armador, buzo) p: Precio playa del recurso "i" en periodo "t" Q: Cantidad de desembarque del periodo "t" para la especie "i" E: Cantidad total de agente según actividad "a" participantes durante el periodo "t"
	Concentración de los ingresos (CIB): Relación de la importancia de los ingresos generados por los desembarques de los "i" recursos pertenecientes al Plan de Manejo	$R = \left(\frac{\sum_i (Q * p)_{i,t,a}}{\sum_i (Q * p)_{i,t} + \sum_s (Q * p)_{s,t,a}} \right)$ i: Especies del PM s: Especies no perteneciente al PM t: periodo anual



Ámbito	Indicadores	Formula
	respecto de la totalidad de ingresos generados por los agentes extractivo durante el periodo "t".	a: Actividad extractiva (RO, armador, buzo) p: Precio playa del recurso "i" en periodo "t" Q: Cantidad de desembarque del periodo "t" para la especie "i"

Tabla 22. Acciones de manejo propuestas por organismos internacionales para el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Agenda 2030. Ámbito económico y social

Acción de Manejo	Objetivo (ODS) relacionado
Facilitar el acceso a recursos productivos, a la financiación y a los servicios	1,2,5,7,8,9,14,15
Conectar a los pequeños productores con los mercados	1,2,5,8,9,11,12,14,15
Fomentar la diversificación de la producción y de los ingresos	1,2,8,11,15
Fomentar el conocimiento de los productores y desarrollar sus capacidades	1,2,4,5,8,9,13,15
Reducir las pérdidas, fomentar la reutilización y el reciclaje, y promover el consumo sostenible	2,7,12
Empoderar a las personas y luchar contra la desigualdad	1,2,5,8,10,13,14,16
Fomentar la asignación de derechos de propiedad	1,2,5,8,9,13,14
Las herramientas de protección social como medio para aumentar la productividad y los ingreso	1,2,5,8,10,13,14
Hacer frente y adaptarse al cambio climático	1,2,11,13,14
Fomentar el diálogo sobre políticas y la coordinación	1,2,5,6,7,11,12,13,14,15,16,17
Reforzar los sistemas de innovación	1,2,5,9,12,14
Adaptar y mejorar las inversiones y el financiamiento	1,2,9,12,13,14,15,16,17
Fortalecer un entorno propicio y reformar el marco institucional	1,2,5,6,7,10,11,12,13,14,15,16,17

Fuente: (FAO,2018)



Tabla 23. Identificación de obstáculos y acciones de manejo identificado por los tomadores de decisiones.

Obstáculo	Acción de manejo
Desconocimiento sobre la cadena de valor (flujo comercial)	Estudio de caracterización, diagnóstico y prospección de la actividad pesquera de algas pardas y sus mercados de destino
Efectos de los mercados internacionales sobre el precio de mercado	
Actividad comercial presenta un único destino de mercado	Propuesta de diversificación comercial
Débil poder de negociación	Diagnóstico y propuesta de estrategias comerciales aplicable a la pesquería de algas pardas
Desconocimiento de los efectos distributivos del ingreso de los usuarios de las pesquerías	Definición de modelo que estime los niveles de ingreso esperado de los pescadores
Falta de antecedentes económicos para la toma de decisiones.	Levantamiento de brechas económicas productivas asociadas al desarrollo de la actividad pesquera de algas pardas

Tabla 24. Objetivos biopesqueros del plan de manejo de macroalgas de la Región de Tarapacá y de la Región de Antofagasta.

Objetivo general: Propender a la sustentabilidad a largo plazo de la pesquería de las algas pardas mediante una explotación ordenada y con énfasis en los aspectos biológico. Económico y social.

Objetivos de Manejo Biopesquero	Objetivos operacionales/ puntos de referencia.	Actividades	Recurso (s)	Actividades del Plan de Manejo por recurso	Otras actividades por recurso
Objetivo específico 1. Mantener el stock adulto del recurso algas pardas en las Áreas de Libre Acceso (ALA) a niveles iguales o mayores que el nivel sin cosecha.	- mantener stock adulto por encima del 95% del nivel medio sin cosecha al año 3. - Mantener stock adulto en zonas de operación (biomasa cosechable) sobre el 70% del nivel medio sin cosecha al año 3	1. Realizar la actividad de recolección del alga sólo desde varaderos naturales. Entendida como recolección aquella actividad que resulta de recoger o recolectar manualmente las plantas que se han desprendido naturalmente y se encuentran en el sector de playa de mar; 2. No barretear;	Huiro negro (<i>Lessonia berteroa</i>).	Veda	CCTB ratifica vedas
			Huiro palo (<i>Lessonia trabeculata</i>).	Veda	CCTB ratifica vedas
Objetivo específico 2. Mantener el stock adulto del recurso algas pardas en zonas de operación, a niveles iguales o mayores que el nivel sin cosecha.	Huiro (<i>Macrocystis pyrifera</i>).		Veda	CCTB ratifica vedas	

Nota: sin actividades del comité de manejo por recurso



Tabla 25. Objetivos biopesqueros del plan de manejo de macroalgas de la Región de Atacama.

Objetivo general: Propender a la conservación de las algas pardas y los ecosistemas asociados. A través del uso sostenible. Considerando su potencial reproductivo y su rol ecológico

Objetivos de Manejo Biopesquero	Recurso (s)	Actividades del Plan de Manejo por recurso	Otras actividades por recurso
Objetivo Específico 1: Controlar la explotación de la pradera y resguardar los procesos de recuperación del recurso.	Huiro negro (<i>Lessonia berteroa</i>).	1. Talla Mínima de Extracción: Para resguardar el crecimiento y desarrollo reproductivo de los individuos de la especie, se establecerá una talla mínima de extracción activa de 20 cm. de diámetro de disco para <i>Lessonia nigrescens</i> y <i>Lessonia trabeculata</i> .	1. CCTB propone estatus quo de la pesquería desde el año 2017.
	Huiro palo (<i>Lessonia trabeculata</i>).	2. Se establecerá, mediante el acto administrativo que corresponda, una cuota total anual de extracción para los recursos <i>Lessonia nigrescens</i> , <i>Lessonia trabeculata</i> y <i>Macrocystis spp.</i> para el área marítima de la Región de Atacama, fraccionada temporalmente por trimestres y especialmente por provincia.	1. CCTB propone estatus quo de la pesquería desde el año 2017.
	Huiro (<i>Macrocystis pyrifera</i>).	3. Prohibición de remoción activa (barroteo) Dicha restricción temporal de la actividad, se aplicará en las provincias de Huasco, Copiapó y Chañaral desde el 01 de enero al 28 de febrero en período estival; y desde el 01 al 31 de julio en período invernal, de cada año.	1. CCTB propone estatus quo de la pesquería desde el año 2017.

Nota: sin actividades del comité de manejo por recurso



Tabla 26. Objetivos biopesqueros del plan de manejo de macroalgas de bahía Chascos.

Objetivo general: Propender a la conservación de las algas pardas y los ecosistemas asociados. A través del uso sustentable. Considerando su potencial reproductivo y su rol ecológico.

Objetivos de Manejo Biopesquero	Actividades	Recurso (s)	Actividades implementadas del Plan de Manejo por recurso	Actividades del Comité de Manejo por recurso	Otras actividades por recurso
Objetivo específico 1. Controlar la explotación de las praderas y resguardar los procesos de recuperación de la biomasa disponible.	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de criterios de participación para usuarios. - Definición de criterios de permanencia para participantes del Plan de Manejo. - Implementar rotación de áreas. - Realización de actividades de repoblación. - Definir cuota de extracción que permita la sostenibilidad de la pradera. 	Huiro flotador (<i>Macrocystis piryfera</i>).	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de criterios de de participación. - Definición de criterios de permanencia. - Distribución trimestral. 	<ul style="list-style-type: none"> - Distribución semanal de la extracción. - Veda extractiva en el mes de julio. 	<ul style="list-style-type: none"> - CCTB define situación de status quo y valor de cuota de referencia. - Evaluaciones estacionales de biomasa y abundancia en número por parte de IFOP.
Objetivo específico 2. Fomentar el uso de buenas prácticas de extracción.	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer protocolos de prácticas extractivas sustentables. 	Huiro flotador (<i>Macrocystis piryfera</i>).	-	-	-
Objetivo específico 3. Mantener actualizado el conocimiento del recurso y la pesquería de <i>Macrocystis</i> spp.	<ul style="list-style-type: none"> - Sistematizar información del recurso. - Implementar programa de investigación. 	Huiro flotador (<i>Macrocystis piryfera</i>).	-	-	-

Tabla 27. Objetivos biopesqueros del plan de manejo de macroalgas de la Región de Coquimbo.

Objetivo general: Propender a la conservación de las algas pardas y los ecosistemas asociados. A través del uso sustentable. Considerando su potencial productivo y su rol ecológico.

Objetivos de Manejo Biopesquero	Actividades (medidas y acciones)	Recurso (s)	Actividades del Plan de Manejo por recurso	Actividades del Comité de Manejo por recurso	Otras actividades por recurso
Objetivo Específico 1: Establecer una explotación controlada sobre los recursos objetivos del Plan de Manejo.	<ul style="list-style-type: none"> 1.- Control de acceso a la pesquería. 2.- Cuota de captura por territorio. 3.- Veda extractiva enero - febrero. 4.- Criterios de extracción. 	Huiro negro (<i>Lessonia berteriana/spicata</i>).	<ul style="list-style-type: none"> 1.- Cuota de extracción para cada especie por provincias y trimestre. 2.- Veda biológica en verano. 3.- Talla mínima legal para <i>L. berteriana/spicata</i> 4.- Criterios de extracción. 	1.- Distribución de cuotas en forma espacial y temporal.	1. CCTB propone estatus quo de la pesquería desde el año 2017.
		Huiro palo (<i>Lessonia trabeculata</i>).		1.- Distribución de cuotas en forma espacial y temporal.	1. CCTB propone estatus quo de la pesquería desde el año 2017. 2. Se realizan evaluaciones indirectas.
		Huiro (<i>Macrocystis piryfera</i>).		1.- Distribución de cuotas en forma espacial y temporal.	1. CCTB propone estatus quo de la pesquería desde el año 2017.



Tabla 28. Asignación porcentual de los desembarques de macroalgas monitoreados por puerto de desembarque y régimen de comanejo.

Región	Puerto monitoreo	Volumen monitoreo Huiro Negro		Volumen monitoreo Huiro Palo		Número de procedencias monitoreadas		
		AMERB	PM	AMERB	PM	AM	PM	TOTAL
Tarapacá	Pisagua	13,0%	87,0%	9,8%	90,2%	1	10	11
Tarapacá	Chanavayita	90,2%	9,8%	-	-	2	1	3
Tarapacá	Río Seco	100,0%	0,0%	-	-	5	0	5
Antofagasta	C. Buena	10,2%	89,8%	-	-	2	7	9
Antofagasta	Cifuncho	62,9%	37,1%	78,8%	21,2%	8	7	15
Antofagasta	C. Lagarto	6,7%	93,3%	10,9%	89,1%	3	14	17
Atacama	Barranquilla	0,0%	100,0%	0,0%	100,0%	0	22	22
Atacama	Ch, Aceituno	-	-	0,0%	100,0%	0	1	1
Coquimbo	Pto, Aldea	24,5%	75,5%	8,1%	91,9%	9	22	31
Coquimbo	Limarí	68,6%	31,4%	81,7%	18,3%	14	10	24
Coquimbo	Maitencillo	-	-	74,2%	25,8%	12	9	21
Valparaíso	Los Molles	62,2%	37,8%	60,3%	39,7%	4	9	13
Valparaíso	Pichicuy	97,5%	2,5%	99,3%	0,7%	14	4	18
	Total	42,0%	8,0%	67,2%	32,8%	74	115	189



Tabla 29. Coeficientes de la función logística reproductiva de huiro negro en los sitios de muestreo poblacional. Se incluye error en la estimación, coeficiente de variación y valor p.

Región - Zona	Coefficiente	Estimación	Error Estimación	CV	Valor p
Arica y Parinacota - Camarones	β_0	-3,31	0,217	0,0657	2,4E-52
Arica y Parinacota - Camarones	β_1	0,12	0,013	0,1085	3,0E-20
Tarapaca - Pozo_Dorado	β_0	-3,37	0,271	0,0802	1,2E-35
Tarapaca - Pozo_Dorado	β_1	0,13	0,015	0,1186	3,4E-17
Tarapaca - Pta_Gruesa	β_0	-3,29	0,260	0,0791	1,3E-36
Tarapaca - Pta_Gruesa	β_1	0,18	0,015	0,0864	5,9E-31
Tarapaca - Aguadita	β_0	-3,29	0,273	0,0829	1,7E-33
Tarapaca - Aguadita	β_1	0,16	0,018	0,1123	5,4E-19
Tarapaca - Río_Seco	β_0	-5,28	0,392	0,0743	2,8E-41
Tarapaca - Río_Seco	β_1	0,31	0,030	0,0977	1,3E-24
Antofagasta - Los_Patos	β_0	-4,75	0,357	0,0752	2,3E-40
Antofagasta - Los_Patos	β_1	0,25	0,026	0,1041	7,6E-22
Antofagasta - Lagarto	β_0	-3,32	0,403	0,1215	1,9E-16
Antofagasta - Lagarto	β_1	0,13	0,023	0,1830	4,6E-08
Antofagasta - Hacienda	β_0	-3,74	0,324	0,0868	1,0E-30
Antofagasta - Hacienda	β_1	0,14	0,018	0,1269	3,2E-15
Antofagasta - Vicuña	β_0	-3,84	0,351	0,0915	8,8E-28
Antofagasta - Vicuña	β_1	0,10	0,019	0,1923	2,0E-07
Antofagasta - S_Cifuncho	β_2	-3,34	0,295	0,0884	1,2E-29
Antofagasta - S_Cifuncho	β_3	0,08	0,014	0,1686	3,0E-09
Atacama - Chañaral	β_0	-11,62	1,059	0,0911	5,0E-28
Atacama - Chañaral	β_1	0,74	0,067	0,0907	2,7E-28
Atacama - Barranquilla	β_0	-8,06	0,599	0,0744	3,1E-41
Atacama - Barranquilla	β_1	0,60	0,043	0,0721	8,5E-44
Atacama - Carr_Bajo	β_0	-12,29	1,088	0,0886	1,4E-29
Atacama - Carr_Bajo	β_1	0,84	0,074	0,0876	3,6E-30
Atacama - Ca_Angosta	β_0	-6,90	0,433	0,0627	3,2E-57
Atacama - Ca_Angosta	β_1	0,50	0,031	0,0622	3,0E-58
Atacama - Ch_Aceituno	β_0	-13,88	1,464	0,1055	2,5E-21
Atacama - Ch_Aceituno	β_1	0,99	0,101	0,1029	2,4E-22
Coquimbo - Ca_Hornos	β_0	-13,20	1,295	0,0981	2,2E-24
Coquimbo - Ca_Hornos	β_1	0,92	0,089	0,0967	4,7E-25
Coquimbo - Pto_Aldea	β_0	-9,48	0,781	0,0823	5,9E-34
Coquimbo - Pto_Aldea	β_1	0,67	0,054	0,0812	7,3E-35
Coquimbo - Pta_Talca	β_0	-6,53	0,513	0,0786	4,8E-37
Coquimbo - Pta_Talca	β_1	0,47	0,036	0,0757	7,3E-40
Coquimbo - Ca_El_Toro	β_0	-8,79	0,902	0,1025	1,8E-22



Tabla 30. Valores de parámetro $L_{C99\%}$ para huiro negro por sitio de muestreo poblacional

ZONA	L_{99}	E.E.(L_{99})	CV	LI	LS
Arica y Parinacota - Camarones	66,63	0,47	0,01	60,69	63,38
Tarapaca - Pozo_Dorado	62,55	0,50	0,01	56,57	59,34
Tarapaca - Pta_Gruesa	44,10	0,21	0,01	38,61	40,39
Tarapaca - Aguadita	50,26	0,42	0,01	44,40	46,93
Tarapaca - Río_Seco	31,81	0,38	0,02	26,01	28,42
Antofagasta - Los_Patos	37,18	0,43	0,02	31,30	33,87
Antofagasta - Lagarto	63,02	1,22	0,02	56,26	60,59
Antofagasta - Hacienda	57,73	0,60	0,01	51,62	54,65
Antofagasta - Vicuña	87,26	1,75	0,02	80,07	85,25
Antofagasta - S_Cifuncho	97,42	1,18	0,01	90,69	94,95
Atacama - Chañaral	22,05	0,19	0,02	16,60	18,32
Atacama - Barranquilla	21,22	0,12	0,02	15,95	17,31
Atacama - Carr_Bajo	20,12	0,18	0,02	14,70	16,35
Atacama - Ca_Angosta	23,09	0,10	0,01	17,89	19,11
Atacama - Ch_Aceituno	18,75	0,22	0,03	13,23	15,08
Coquimbo - Ca_Hornos	19,42	0,22	0,02	13,91	15,74
Coquimbo - Pto_Aldea	21,09	0,16	0,02	15,73	17,27
Coquimbo - Pta_Talca	23,47	0,14	0,02	18,15	19,60
Coquimbo - Ca_El_Toro	22,82	0,27	0,02	17,21	19,24
Coquimbo - Maitencillo	23,75	0,24	0,02	18,20	20,12



Tabla 31. Coeficientes de la función logística reproductiva de huiro palo en los sitios de muestreo poblacional. Se incluye error en la estimación, coeficiente de variación y valor p.

Región- Zona	Coeficiente	Estimación	Error Estimación	CV	Valor p
Tarapaca - Junin	β_0	-2,77	0,300	0,1082	2,4E-20
Tarapaca - Junin	β_1	0,12	0,016	0,1284	6,9E-15
Tarapaca - Pta_Gruesa	β_0	-2,23	0,328	0,1472	1,1E-11
Tarapaca - Pta_Gruesa	β_1	0,08	0,016	0,1908	1,6E-07
Tarapaca - Aguadita	β_0	-1,51	0,341	0,2264	1,0E-05
Tarapaca - Aguadita	β_1	0,09	0,017	0,1961	3,4E-07
Tarapaca - Río_Seco	β_0	-4,43	0,558	0,1258	1,9E-15
Tarapaca - Río_Seco	β_1	0,17	0,027	0,1552	1,2E-10
Antofagasta - Pta_Arenas	β_0	-3,27	0,339	0,1037	5,1E-22
Antofagasta - Pta_Arenas	β_1	0,14	0,016	0,1203	9,4E-17
Antofagasta - Lagarto	β_0	-4,32	0,554	0,1283	6,6E-15
Antofagasta - Lagarto	β_1	0,31	0,040	0,1288	8,0E-15
Antofagasta - Hacienda	β_0	-2,70	0,760	0,2815	3,8E-04
Antofagasta - Hacienda	β_1	0,18	0,040	0,2259	9,6E-06
Antofagasta - N_Taltal	β_0	-3,50	0,441	0,1258	1,9E-15
Antofagasta - N_Taltal	β_1	0,11	0,023	0,2169	4,0E-06
Antofagasta - S_Cifuncho	β_0	-1,81	0,514	0,2844	4,4E-04
Antofagasta - S_Cifuncho	β_1	0,15	0,028	0,1859	7,5E-08
Atacama - Chañaral	β_0	-2,50	0,419	0,1674	2,3E-09
Atacama - Chañaral	β_1	0,08	0,018	0,2288	1,2E-05
Atacama - Barranquilla	β_0	-4,02	0,838	0,2083	1,6E-06
Atacama - Barranquilla	β_1	0,20	0,040	0,1930	2,2E-07
Atacama - Carr_Bajo	β_0	-5,01	0,885	0,1764	1,4E-08
Atacama - Carr_Bajo	β_1	0,44	0,067	0,1507	3,3E-11
Atacama - Ca_Angosta	β_0	-5,40	0,705	0,1307	2,0E-14
Atacama - Ca_Angosta	β_1	0,35	0,043	0,1234	5,5E-16
Atacama - Ch_Aceituno	β_0	-4,04	0,611	0,1511	3,7E-11
Atacama - Ch_Aceituno	β_1	0,29	0,037	0,1271	3,5E-15
Coquimbo - Ca_Hornos	β_0	-3,14	0,514	0,1635	9,7E-10
Coquimbo - Ca_Hornos	β_1	0,17	0,025	0,1459	7,3E-12
Coquimbo - Pto_Aldea	β_0	-4,67	0,559	0,1198	6,8E-17
Coquimbo - Pto_Aldea	β_1	0,27	0,031	0,1145	2,4E-18
Coquimbo - Ca_El_Toro	β_0	-7,90	1,402	0,1773	1,7E-08
Coquimbo - Ca_El_Toro	β_1	0,50	0,087	0,1738	8,7E-09
Coquimbo - Pta_Talca	β_0	-4,27	0,372	0,0871	1,8E-30
Coquimbo - Pta_Talca	β_1	0,26	0,022	0,0851	6,6E-32
Coquimbo - Maitencillo	β_0	-2,31	0,319	0,1380	4,3E-13



Tabla 32. Valores de parámetro $L_{C99\%}$ para huiro palo por sitio de muestreo poblacional.

Región - Zona	L99	E.E.(L99)	CV
Tarapaca - Junin	59,5	0,5	0,0
Tarapaca - Pta_Gruesa	81,4	1,0	0,0
Tarapaca - Aguadita	69,5	0,8	0,0
Tarapaca - Río_Seco	52,4	0,8	0,0
Antofagasta - Pta_Arenas	58,2	0,4	0,0
Antofagasta - Lagarto	28,8	0,5	0,0
Antofagasta - Hacienda	41,0	0,9	0,0
Antofagasta - N_Taltal	76,0	1,9	0,0
Antofagasta - S_Cifuncho	42,8	0,5	0,0
Atacama - Chañaral	92,2	1,5	0,0
Atacama - Barranquilla	42,1	0,8	0,0
Atacama - Carr_Bajo	21,6	0,4	0,0
Atacama - Ca_Angosta	28,9	0,4	0,0
Atacama - Ch_Aceituno	29,7	0,3	0,0
Coquimbo - Ca_Hornos	45,0	0,5	0,0
Coquimbo - Pto_Aldea	34,7	0,3	0,0
Coquimbo - Ca_El_Toro	25,1	0,7	0,0
Coquimbo - Pta_Talca	34,0	0,2	0,0
Coquimbo - Maitencillo	12,9	0,0	0,0
Coquimbo - Maitencillo	38,4	0,3	0,0

Tabla 33. Resultados de t – student en sitios de muestreo de talla media para el recurso *L. trabeculata* (huiro palo) del denominado Norte Grande.

Evaluación talla media en estaciones contrastantes: Inv. 2021 -Inv. 2022

Recurso *L. trabeculata* (Huiro palo)

Regiones AyP; TPCA; ANTOF

SITIO MUESTREO	p-value	G de L	Valor t
Junin	p =0.157	df =111.232	t =-1.4247
Punta.Gruesa	p =0.3868	df =50.7891	t =-0.873
Aguadita	p =0.091	df =82.6709	t =-1.7099
Río.Seco	p =0.2114	df =64.6651	t =1.2623



Tabla 34. Resultados de t – student en sitios de muestreo de talla media para el recurso *L. berteroana* (huiro negro) del denominado Norte Chico.

Evaluación talla media en estaciones contrastantes: Inv. 2021 -Inv. 2022

Recurso *L. berteroana* (Huiro negro)

Regiones AyP; TPCA; ANTOF

SITIO MUESTREO	p-value	G de L	Valor t
Camarones	p =0.0872	df =161.149	t =1.7208
Pozo.Dorado	p =0.7897	df =225.038	t =-0.2671
Punta.Gruesa	p =0.9213	df =232.681	t =0.0989
Aguadita	p =0.7016	df =193.504	t =0.3837
Río.Seco	p =0.0047	df =261.314	t =-2.8515
Los.Patos	p =0	df =176.518	t =-6.3798
Lagarto	p =0.6523	df =69.0145	t =-0.4525
La.Hacienda	p =0.0025	df =175.490	t =3.0688
Vicuña	p =0.2896	df =180.177	t =-1.0622
Sur.Cifuncho	p =0.0105	df =190.063	t =-2.5829

Tabla 35. Resultados de t – student en sitios de muestreo de talla media para el recurso *L. berteroana* (huiro negro) del denominado Norte Grande.

Evaluación talla media en estaciones contrastantes: Inv. 2021

Recurso *L. berteroana* (Huiro negro)

Regiones ATCMA; COQ

SITIO MUESTREO	p-value	G de L	Valor t
Chañaral	p =0.0059	df =191.684	t =2.7855
Barranquilla	p =0.0266	df =347.022	t =-2.2267
Carrizal.Bajo	p =0.4014	df =393.999	t =-0.84
Caleta.Angosta	p =0.3297	df =447.525	t =0.9757



Tabla 36. Capturas oficiales corregidas por humedad y densidad poblacional asociada, registrada de estudios FIPA (2015 – 2019) y de proyecto ASIPA Planes de Manejo de IFOP (2020 – 2022).

Año	Huiro negro				Huiro palo			
	Chañaral		Chañaral Aceituno		Carrizal Bajo		Chañaral Aceituno	
	Captura	Densidad	Captura	Densidad	Captura	Densidad	Captura	Densidad
2015	21276	2.90	10435	3.62	3923		13528	
2016	21240		5598		2851		5526	
2017	19932	2.48	2257	1.36	2212		1179	
2018	4939		975		1444		1015	1.38
2019	12170	1.99	2925	2.57	2585		1625	1.27
2020	12495	9.39	4621	11.08	1020	0.611	742	0.65
2021	11167	3.32	4352	2.49	3180	1.181	2170	0.85
2022	6525	7.93	1582	7.07	2346	1.505	1633	1.97
2022 - FIPA		3.82		5.62		1.460		0.80

Tabla 37. Resultados de t – student en sitios de muestreo de densidad para el recurso *L. trabeculata* (huiro palo) del denominado Norte Grande.

Evaluación densidad en estaciones contrastantes: Inv. 2021 -Inv. 2022

Recurso *L. trabeculata* (Huiro palo)

Regiones AyP; TPCA; ANTOF

SITIO MUESTREO	TAMAÑO	p-value	G de L	Valor t
Pisagua	Reclutas	p =0.6745	df =142.34	t =0.4209
Punta Gruesa		p =9e-04	df =102.58	t =-3.4154
Aguadita		p =0.6366	df =157.92	t =-0.4733
Río Seco		p =0.0228	df =173.49	t =-2.2971

Pisagua	Juveniles	p =0.1574	df =150.63	t =1.4209
Punta Gruesa		p =0	df =152.34	t =-4.9645
Aguadita		p =0	df =163.98	t =9.3421
Río Seco		p =0.0051	df =144.80	t =-2.8425

Pisagua	Adultos	p =0.282	df =154.50	t =1.0797
Punta Gruesa		p =1e-04	df =162.38	t =-4.1493
Aguadita		p =0	df =123.50	t =5.0626
Río Seco		p =0.3643	df =177.59	t =-0.9094

Pisagua	Total	p =0.3562	df =144.27	t =0.9255
Punta Gruesa		p =0	df =111.84	t =-4.8994
Aguadita		p =0	df =176.30	t =6.0566
Río Seco		p =0.2999	df =176.96	t =-1.0397



Tabla 38. Resultados de t – student en sitios de muestreo de densidad para el recurso *L. berteroana* (huero negro) del denominado Norte Grande.

Evaluación densidad en estaciones contrastantes: Inv. 2021 -Inv. 2022

Recurso *L. berteroana* (Huiro negro)

Regiones AyP; TPCA; ANTOF

SITIO MUESTREO	TAMAÑO	p-value	G de L	Valor t
Camarones	Reclutas	p =0.5114	df =17.479	t =0.6703
Pozo Dorado		p =0.7172	df =16.528	t =0.3684
Punta Gruesa		p =0.341	df =17.969	t =-0.9781
Aguadita		p =0.1015	df =10.965	t =-1.7874
Río Seco		p =0.3379	df =11.469	t =1
Los Patos		p =0.0342	df =10.659	t =2.4282
Lagarto		p =0.1145	df =9.8672	t =1.7311
La Hacienda		p =0.1184	df =9.8186	t =-1.7111
Vicuña		p =0.1347	df =9.8159	t =1.6303
Sur Cifuncho		p =0.0265	df =10.366	t =2.5844
Camarones	Juveniles	p =6e-04	df =10.015	t =-4.9732
Pozo Dorado		p =0.072	df =14.831	t =-1.9371
Punta Gruesa		p =0.0224	df =15.549	t =-2.5348
Aguadita		p =0.7832	df =11.187	t =-0.2818
Río Seco		p =0.6078	df =17.999	t =-0.5223
Los Patos		p =0.5159	df =16.263	t =-0.6642
Lagarto		p =0.6562	df =17.804	t =0.4528
La Hacienda		p =0.0146	df =16.275	t =-2.7305
Vicuña		p =0.622	df =17.591	t =0.5019
Sur Cifuncho		p =7e-04	df =11.971	t =4.5667
Camarones	Adultos	p =0.3372	df =15.736	t =0.9898
Pozo Dorado		p =0.3345	df =17.815	t =0.9919
Punta Gruesa		p =0.0735	df =13.615	t =-1.9392
Aguadita		p =0.451	df =13.936	t =-0.7755
Río Seco		p =0.0433	df =9.6338	t =2.325
Los Patos		p =0.1746	df =17.995	t =1.4132
Lagarto		p =0.1645	df =12.050	t =1.4801
La Hacienda		p =0.1153	df =15.541	t =1.668
Vicuña		p =0.2608	df =15.716	t =1.1666
Sur Cifuncho		p =0.0028	df =16.891	t =3.5021
Camarones	Total	p =0.4389	df =17.695	t =-0.7919
Pozo Dorado		p =0.7119	df =17.988	t =-0.3752
Punta Gruesa		p =0.022	df =17.935	t =-2.5078
Aguadita		p =0.1765	df =13.060	t =-1.4291
Río Seco		p =0.1742	df =16.730	t =1.4193
Los Patos		p =0.1706	df =17.908	t =1.4277
Lagarto		p =0.1007	df =12.847	t =1.7683
La Hacienda		p =0.0964	df =12.506	t =-1.7977
Vicuña		p =0.0671	df =14.363	t =1.9811
Sur Cifuncho		p =0	df =16.992	t =5.6519



Tabla 39. Resultados de t – student en sitios de muestreo de densidad para el recurso *L. berteroana* (huiro negro) del denominado Norte Chico.

Evaluación densidad media en estaciones contrastantes: Inv. 2021 -Inv. 2022

Recurso *L. berteroana* (Huiro negro)

Regiones ATCMA; COQ

SITIO DE MUESTREO	TAMAÑO	p-value	G de L	Valor t
Chañaral	Reclutas	p =0.2538	df =17.9732	t =1.179
Barranquilla		p =0.0018	df =10.6850	t =4.119
Carrizal Bajo		p =0	df =16.5268	t =7.8081
Caleta Angosta		p =2e-04	df =15.2659	t =4.9473
Chañaral	Juveniles	p =0	df =11.7019	t =-7.2826
Barranquilla		p =3e-04	df =14.6267	t =-4.6484
Carrizal Bajo		p =0.4258	df =17.6286	t =-0.8152
Caleta Angosta		p =7e-04	df =17.8469	t =4.0594
Chañaral	Adultos	p =0	df =16.9921	t =8.5293
Barranquilla		p =0.0076	df =17.8185	t =3.0079
Carrizal Bajo		p =0.0115	df =12.7797	t =2.9477
Caleta Angosta		p =0	df =16.3575	t =7.7378
Chañaral	Total	p =0.0831	df =14.7675	t =-1.8589
Barranquilla		p =0.0299	df =15.2656	t =2.3941
Carrizal Bajo		p =0	df =16.8386	t =5.7419
Caleta Angosta		p =0	df =14.5675	t =9.0322



12. ANEXOS

Anexo 1. Actas reunión de trabajo estandarización de metodologías de muestreos poblacionales en los ZOE definidas en la zona de estudio.

ACTA

Taller de metodologías de evaluación poblacional de huiro negro y huiro palo
IFOP, HPMAR y M&S

PROYECTO FIPA 2020-34

Propuesta de diseño e implementación de un plan de monitoreo del estado y de la actividad extractiva de las algas pardas en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo.

Fecha	:	Lunes 10 de mayo del año 2021.
Horario	:	3:00 a 5:12 pm.
Lugar	:	Sesión virtual mediante plataforma Zoom.
Proyecto	:	FIPA 2020-34.
Asistentes	:	
Pablo Araya		Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).
Carlos Cortes		Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).
Carlos Techeira		Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).
Alejandro Roldan		Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).
Pedro Pizarro		Consultora M&S.
Darío Contreras		Consultora M&S.



Helmo Pérez

Consultora HPMAR.

Alonso Vega

Consultora HPMAR.

Temas en tabla

- 1) Presentar las metodologías de evaluación poblacional de huiro negro y huiro palo, y
- 2) Definir la ejecución del monitoreo y los requerimientos necesarios para su inicio.

Desarrollo

- 1) Presentar las metodologías de evaluación poblacional de huiro negro y huiro palo.

El Taller de trabajo realizado de manera virtual fue enfocado a la estandarización de las metodologías de levantamiento de datos poblacionales en las Zonas de Operación Extractivas (ZOE) seleccionadas previamente por el equipo IFOP en el área de estudio.

La discusión metodológica fue llevada a cabo entre el equipo de IFOP y las contrapartes técnicas (empresas subcontratadas) HPMAR y M&S Ltda., las que estarán a cargo de los muestreos poblacionales en la macrozona del norte chico y norte grande, respectivamente

En el Taller de trabajo se realizó una presentación y discusión de la metodología establecida en la propuesta técnica del Proyecto FIPA 2020-34.

Acuerdos

Al final del Taller de trabajo el equipo IFOP solicitó y se concordó con las contrapartes técnicas la utilización de los protocolos de levantamiento de información y datos en terreno, procesamiento de la información, estructura de las bases de datos y almacenamiento de la información que usa IFOP. En este contexto, también se acordó que el señor Pablo Araya, enviará dichos protocolos para su revisión a las contrapartes técnicas.



En el Taller de trabajo se definió y se concordó entre las partes que el inicio del monitoreo estacional corresponderá a la campaña de invierno del año 2021, previa tramitación de las pescas de investigación y de las firmas de contratos.



ESTRUCTURA DE TALLAS DE LOS DESEMBARQUES
INVESTIGACIÓN SITUACIÓN PESQUERÍAS BENTÓNICAS

Fecha vigencia: 01-07-2019

N° MUESTREO	
N° FAENA	
N° EJEMPLARES MEDIDOS	
PESO PROVEEDOR (k)	

PUERTO DE DESEMBARQUE	Código	DÍA	MES	AÑO	RECURSO	Código	DESTINO	Código

MATRÍCULA Y NOMBRE EMBARCACIÓN	Código	PROCEDENCIA	Código	TIPO DE EXTRACCIÓN	Código

LONGITUD (mm)	FRECUENCIA N° EJEMPLARES		LONGITUD (mm)	FRECUENCIA N° EJEMPLARES	
0			0		
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
0			0		
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
0			0		
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		

OBSERVACIONES : _____ RUT OBSERVADOR : _____

TIPO DE EXTRACCIÓN (algas): 20 = Barreteado 21= Varado
PESO PROVEEDOR: Sólo para recurso algas



Anexo 3. Acta reunión inicial entre IFOP – mandante y contrapartes técnicas.

Acta reunión inicial de coordinación

PROYECTO FIPA 2020-34

Propuesta de diseño e implementación de un plan de monitoreo del estado y de la actividad extractiva de las algas pardas en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo.

Fecha y hora de realización: Viernes 29 de enero de 2021, de 10 a 12 h.

Lugar: Virtual (Google Meet).

Participantes:

FIPA: Malú Zavando.

Dirección Zonal de Pesca Atacama: Giovanca Rendich, Yasna Matos y Manuel Andrade.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Valparaíso): María Alejandra Pinto, Nicole Maturana y Octavia Barra.

Instituto de Fomento Pesquero: Pablo Araya, Carlos Montenegro y Sergio Lillo.

Se inicia la reunión presentándose cada integrante de cada una de las instituciones participantes. Se acuerda que el acta de la reunión será elaborada por IFOP, para posteriormente enviarla a I@s participantes para su revisión. Los principales temas tratados son:

- Se solicita a la Direcciones zonales que se activen las reuniones de los Comité de Manejo (CM) e incorporen dentro de los temas a tratar, la presentación del proyecto y la validación de los sitios de monitoreo en las respectivas Regiones.
- Se consulta cuando comenzará la fase de levantamiento de datos. Se explica que el proyecto tiene 3 fases: Implementación (mes 1 al 5), ejecución (mes 6 al 23) y análisis (mes 24 al 28). De acuerdo a esta planificación, IFOP proyecta el inicio de las actividades de levantamiento de datos para el mes de mayo del 2021, no obstante, puede sufrir algún retraso conforme a la contingencia de la pandemia regional.
- Se consulta respecto de si son representativos los puntos de muestreo que se implementarán. IFOP comenta que la representatividad del plan de muestreo y la precisión en la estimación de los indicadores se hará a posteriori, en el marco del objetivo tres del estudio. No obstante, se revisará toda la información de desembarque para que los ZOE tengan la mayor representación posible en cada región.
- Se propone realizar las reuniones con los alqueros y otros actores ya sea dentro del marco de los CM o en reuniones convocadas por el ejecutor del proyecto. Es muy importante la participación de los actores de la actividad productiva en toda la ejecución del estudio.
- Se plantea como una iniciativa interesante el realizar salidas a terreno en los sectores de monitoreo, con todos los actores involucrados. Esto refuerza el compromiso de los actores



con el proyecto. Es deseable que los recolectores muestren interés en el trabajo de investigación que se desarrollará y participen activamente de él, en este contexto el equipo de terreno se compromete a informar las fechas de los muestreos poblacionales y los sitios con muestreo biopesquero-económico.

- La Directora Zonal de Pesca de Atacama ofrece el apoyo para la vinculación con el sector.

- Se sugiere convocar a l@s colegas del Servicio Nacional de Pesca, a las reuniones de coordinación y divulgación del proyecto, tanto a nivel central, como a nivel regional.

- Finalmente, el ejecutante muestra disposición a resolver dudas o consultas respecto al estudio a desarrollar como también a realizar las reuniones que se estimen pertinentes, tanto en el marco formal del FIPA como con otras entidades relacionadas con la administración y manejo de los recursos.



Anexo 4. Material visual de difusi3n del proyecto FIPA 2020-34.

Tipo Dossier (material redes sociales)



Tipo Librillo (material impreso)





Anexo 5. Actas de las reuniones de validación y definición de las ZOE en los comités de manejo regionales.

Arica y Parinacota

4. TEMAS Y ACUERDOS

Tema (s)	Acuerdo (s)	Responsable (s)	Plazo (s)
Validación de los sectores de monitoreo de la Región de Arica y Parinacota, propuestos en el Proyecto FIPA 2020-34	1. Se acordó por consenso validar la contrapropuesta de muestreos poblacionales ofrecida por el Instituto de Fomento Pesquero, en el sentido de realizar dos muestreos de huïro negro, uno al norte y otro al sur de Caleta Camarones, respectivamente. Se elimina el muestreo poblacional del recurso huïro palo.	<ul style="list-style-type: none">Comité de Manejo de Algas Pardas de Arica y ParinacotaUnidad Ejecutora Instituto de Fomento Pesquero y Consultora M&S Ltda.	05/04/2021

2. CIERRE DE LA REUNIÓN: 17:08

PPF/NMR/JVU/ppf/nmr/jvu
27 de abril de 2021



Tarapac3

4. TEMAS Y ACUERDOS

Tema (s)	Acuerdo (s)	Responsable (s)	Plazo (s)
Validaci3n de los sectores de monitoreo de la Regi3n de Tarapac3, propuestos en el Proyecto FIPA 2020-34	<p>1. Se acord3 por consenso validar la siguiente propuesta de sectores de monitoreo poblacional de la Regi3n de Tarapac3:</p> <p>i. Zona 1 Pisagua: recurso huero negro en el sector Pozo Dorado (al norte de Pisagua) y recurso huero palo en sector al sur de Punta Pichalo (al sur de Pisagua).</p> <p>ii. Zona 3 Los Verdes: ambos recursos, huero negro y huero palo en el sector Punta Gruesa.</p> <p>iii. Zona 4 Caramucho: ambos recursos, huero negro y huero palo en el sector Aguadita.</p> <p>iv. Zona 5 Sur de Tarapac3: ambos recursos, huero negro y huero palo en sector localizado entre Caleta Rio seco y Caleta San Marcos.</p> <p>2. Se acord3 por consenso validar la siguiente propuesta de sectores de muestreo pesquero de la Regi3n de Tarapac3:</p>	<ul style="list-style-type: none">Comit3 de Manejo de Algas Pardas de Arica y ParinacotaInstituto de Fomento Pesquero.Consultora M&S Ltda.	08/04/2021

Borrador Acta Sesi3n Extraordinaria / A3o 2021
Comit3 de Manejo de Algas Pardas Regi3n de Tarapac3, 8 de Abril de 2021

P3gina 6

	<p>i. Zona 1 Pisagua: sector al norte de Pisagua.</p> <p>ii. Zona 5 Sur de Tarapac3: sector localizado entre Caleta Rio seco y Caleta San Marcos.</p>		
--	---	--	--

i. CIERRE DE LA REUNI3N: 17:20

PPF/NMR/JVU/ppf/nmr/jvu
29 de abril de 2021



Antofagasta



COMIT3 DE MANEJO ALGAS PARDAS REGI3N ANTOFAGASTA

ACTA SINT3TICA N3 01-2021

A trav3s de videoconferencia, con fecha 14 de abril del a3o 2021, siendo las 15:00 horas, se dio inicio a la 13 sesi3n extraordinaria de Comit3 de Manejo de Algas Pardas de la Regi3n de Antofagasta.

Principales temas tratados:

Palabras de bienvenida, aprobaci3n de agenda y acta anterior.

La citaci3n a sesi3n extraordinaria tiene como 3nicamente a tratar la validaci3n de los sectores de monitoreo de la Regi3n de Antofagasta, propuestos en el proyecto FIPA 2020-34 "Propuesta de dise3o e implementaci3n de un plan de monitoreo del estado y de la actividad extractiva de las algas pardas en el 3rea mar3tima de la Regi3n de Arica y Parinacota hasta la Regi3n de Coquimbo", el cual est3 siendo ejecutado por IFOP.

Acuerdos:

1. Se proponen sectores de monitoreo basados en la base de datos de la captura y desembarque entregados por Sernapesca Direcci3n Regional Antofagasta y la tarea del Comit3 consiste en seleccionar las 5 m3s importantes.
2. Se acuerda por consenso que las zonas de monitoreo poblacional estacional ser3n los sitios que a continuaci3n se detallan:

Estaci3n	Zona del PM	Caletas o referencia	Ubicaci3n	Recurso a evaluar	
1	2	Tocopilla	Entre Los Patos y Caleta Buena	huiro negro	
	1	R3o Loa Caleta Los Duendes	Caleta Punta Arena, H3aman o Urco	huiro palo	
2	4	Punta Angamos a sector Punta Colorada	El Lagarto	huiro negro y huiro palo	
3	6	Punto coloso a punta agua salada	El Cobre o cercanos	huiro negro y huiro palo	
4	7	Punta dos reyes hasta punta carrizalillo	Al norte Paposo	Al norte Paposo	huiro negro
				Taltal	huiro palo
5	7	Punta dos reyes hasta punta carrizalillo	Al sur de Cifuncho	huiro negro	
				huiro palo	



COMITÉ DE MANEJO ALGAS PARDAS REGIÓN ANTOFAGASTA

3. Muestreo pesquero 3 sitios por 18 meses en con observadores científicos pescadores, los siguientes sitios:

Estación	Zona del PM	Ubicación
1	2	Entre Los Patos y Caleta Buena
2	4	Constitución y Lagarto
3	7	Cifuncho

Siendo las 17:15 horas, se da por finalizada la sesión del Comité de Manejo

MAG, GJA, NMR/ nmr



JUAN CARLOS VILLARROEL

Presidente (S) Comité Manejo Algas Pardas Antofagasta

El acta completa se encuentra en: https://www.subpesca.cl/portal/616/articles-110682_documento.pdf.



Atacama



Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama

Región de Atacama

Sesión N° 01

Fecha: 10/03/2021

Lugar: Sesión virtual mediante plataforma Microsoft Teams

- **PRESENTACIÓN PROFESIONAL SR. PABLO ARAYA DE IFOP, FIPA 2020-34.**

La Srta. Mattos informa a los miembros del CM y como penultimo tema en tabla, que el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) se adjudicó el proyecto FIPA 2020-34 "Propuesta de diseño e implementación de un plan de monitoreo del estado y de la actividad extractiva de las algas pardas en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Coquimbo", el cual permitirá levantar información relevante para el manejo.

El objetivo general del proyecto que durará 28 meses es; Implementar y evaluar un diseño de monitoreo de indicadores poblacionales, pesqueros, sociales y económicos básicos, asociados a la pesquería de algas pardas de los recursos huiro negro, huiro palo y huiro flotador en las regiones que van desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo y el sector de Bahra Chasco, que permita evaluar y proponer medidas de administración y manejo, con la menor incertidumbre posible.

Los objetivos específicos son:

- Propuesta de un diseño de muestreo que permita disponer de indicadores poblacionales, pesqueros, sociales y económicos para los recursos huiro negro, huiro palo y/o flotador en áreas marítimas de la macro zona norte del país comprendida entre las regiones de Arica y Parinacota y de Coquimbo.
- Implementar en escala piloto, el diseño de muestreo en los recursos y las zonas seleccionadas para el seguimiento de los indicadores propuestos.
- Evaluar el diseño y recomendaciones/sugerencias respecto del escalamiento espacial del monitoreo piloto.
- Proponer reglas de decisión asociadas a las medidas de administración y manejo de los planes de manejo en función de la batería de indicadores evaluados.

El Sr. Pablo Araya, investigador bentónico de IFOP y jefe del proyecto en comento, explicó que "es un proyecto muy esperado por quienes se encuentran trabajando en la sustentabilidad de la actividad productiva de las algas pardas (huiros). En las últimas décadas, se ha producido un rápido crecimiento de la actividad productiva en la zona norte de país, en especial entre las regiones de Arica y Parinacota y Coquimbo, presentando actualmente altos niveles de desembarque, lo que ha provocado interés y preocupación por la conservación de las praderas naturales, dada su alta importancia para los ecosistemas marinos".

El Sr. Araya prosigue indicando que los Planes de Manejo tienen dificultades para evaluar las medidas implementadas, ya que, no existe un monitoreo permanente que origine insumos para generar indicadores, tanto del estado de los diversos huiros como de la actividad ejercida sobre



Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama

Región de Atacama

Sesión N° 01

Fecha: 10/03/2021

Lugar: Sesión virtual mediante plataforma Microsoft Teams

ellos. Si bien, ha existido investigación de algas pardas, en el ámbito extractivo han estado orientadas a evaluaciones directas ejecutadas para conocer el estado de las praderas en un momento determinado y han permitido estimar biomásas explotables poco explicativas del desembarque en algunas regiones, con alta incertidumbre en su estimación, dada la gran escala espacial donde se distribuyen las macroalgas. El presente proyecto (FIPA 034 -2020) se orienta a la identificación de zonas o sectores acotados, representativos de cada recurso y región, que permitan levantar datos informativos, tanto cuantitativos y cualitativos, capaces de proveer indicadores para vigilar y explicar la dinámica extractiva y poblacional de las praderas de las algas pardas sujetas a explotación en la zona norte de Chile.

En líneas generales el proyecto (FIPA 34-2020) contempla tres etapas:

- i. Implementación; donde se deben identificar, seleccionar y definir los sectores de monitoreo (red piloto de monitoreo), para esto se necesita de una revisión de la información existente, rescate del conocimiento local y reclutamiento de muestreadores.
- ii. Ejecución del monitoreo, levantamiento de datos bio-pesqueros, poblaciones y socioeconómicos desde los sectores seleccionados para su monitoreo.
- iii. Análisis, evaluación de la red de monitoreo establecida y potencial continuidad, selección de indicadores claves y proposición de reglas de decisión que permitan avanzar en la gestión de estas pesquerías al interior de cada plan de manejo.

Con la finalidad de iniciar este proyecto en el marco del CM, el Sr. Pablo Araya solicita al CM revisar y validar los 5 sitios de monitoreo para el proyecto en función del trabajo realizado con el Sernapesca de la Dirección Región de Atacama, los cuales fueron seleccionados en función del desembarque registrado donde los mayores desembarques se registran en la parte sur de la Región de Atacama (es decir provincia de Huasco), no obstante dicha selección de sitios puede ser validada o modificada en consideración de la experiencia del sector artesanal del CM. Asimismo, Don Pablo indica que el proyecto no contará con un observador científico en plantas de proceso. En función de lo indicado anteriormente, a continuación se indican los sitios por provincia:



Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama

Región de Atacama

Sesión N° 01

Fecha: 10/03/2021

Lugar: Sesión virtual mediante plataforma Microsoft Teams

ellos. Si bien, ha existido investigación de algas pardas, en el ámbito extractivo han estado orientadas a evaluaciones directas ejecutadas para conocer el estado de las praderas en un momento determinado y han permitido estimar biomásas explotables poco explicativas del desembarque en algunas regiones, con alta incertidumbre en su estimación, dada la gran escala espacial donde se distribuyen las macroalgas. El presente proyecto (FIPA 034 -2020) se orienta a la identificación de zonas o sectores acotados, representativos de cada recurso y región, que permitan levantar datos informativos, tanto cuantitativos y cualitativos, capaces de proveer indicadores para vigilar y explicar la dinámica extractiva y poblacional de las praderas de las algas pardas sujetas a explotación en la zona norte de Chile.

En líneas generales el proyecto (FIPA 34-2020) contempla tres etapas:

- i. Implementación; donde se deben identificar, seleccionar y definir los sectores de monitoreo (red piloto de monitoreo), para esto se necesita de una revisión de la información existente, rescate del conocimiento local y reclutamiento de muestreadores.
- ii. Ejecución del monitoreo, levantamiento de datos bio-pesqueros, poblaciones y socioeconómicos desde los sectores seleccionados para su monitoreo.
- iii. Análisis, evaluación de la red de monitoreo establecida y potencial continuidad, selección de indicadores claves y proposición de reglas de decisión que permitan avanzar en la gestión de estas pesquerías al interior de cada plan de manejo.

Con la finalidad de iniciar este proyecto en el marco del CM, el Sr. Pablo Araya solicita al CM revisar y validar los 5 sitios de monitoreo para el proyecto en función del trabajo realizado con el Sernapesca de la Dirección Región de Atacama, los cuales fueron seleccionados en función del desembarque registrado donde los mayores desembarques se registran en la parte sur de la Región de Atacama (es decir provincia de Huasco), no obstante dicha selección de sitios puede ser validada o modificada en consideración de la experiencia del sector artesanal del CM. Asimismo, Don Pablo indica que el proyecto no contará con un observador científico en plantas de proceso. En función de lo indicado anteriormente, a continuación se indican los sitios por provincia:



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA



Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama

Región de Atacama

Sesión N° 01

Fecha: 10/03/2021

Lugar: Sesión virtual mediante plataforma Microsoft Teams

Adicionalmente se acuerda por consenso lo siguiente:

- Primero, se consultará a los miembros del CM y dirigentes de las caletas antes mencionadas para entregar los contactos que servirán de apoyo y guía para la ejecución de este estudio. Dicha información de contacto será enviada al correo del Sr. Pablo Araya.
- Segundo, enviar la presentación de IFOP y la Resolución de Contrato a los miembros del CM.
- Tercero, Don Claudio Mamani señala que en el STI existe un exportador de algas y de planta picadora, ofrece su apoyo con establecer los contactos.

El acta completa se puede encontrar en: https://www.subpesca.cl/portal/616/articles-111303_documento.pdf



Coquimbo

**COMITE DE MANEJO ALGAS PARDAS REGI3N COQUIMBO**

El sector pesquero de Elqui, seala la importancia de seguir trabajando en la instancia del Comit3 destacando que el grupo actual es id3neo, que las nuevas medidas del nuevo de Plan de Manejo han aportado a un manejo m3 asertivo y los antecedentes que nos pueda aportar el proyecto FIPA 2020-34 son claves.

4 Temas varios

- FIPA 2020-34: se dan a conocer los 5 sitios preseleccionados para evaluar a trav3s del proyecto FIPA en la Regi3n de Coquimbo, para el monitoreo pesquero (18 meses seguidos) y monitoreo poblacional (por estaci3n del a3o), los puntos fueron consensuados en funci3n del desembarque 2017-2019, no obstante el Comit3 de Manejo se pronuncia sobre las estaciones y posible cambio de estaciones si es pertinente. Los sectores preseleccionados son:

ZOE (estaci3n monitoreo)	Provincia	Caleta referencia	Ubicaci3n	Muestreo poblacional	Muestreo pesquero
1	Elqui	Totoralillo norte	Fin Amerb T, norte a Isla Tilgo	HN- HP	no
2	Elqui	Pto. Aldea	Fin Amerb Lengua de vaca a San Lorenzo	HN- HP	sí
3	Limari	Limari (El Toro)	Al sur de la caleta sector los muleros	HN- HP	sí
4	Limari	Sierra	Sector sur o norte de la caleta	HN- HP	no
5	Choapa	Maitencillo	Sector norte de la caleta	HN- HP	sí

Al respecto el Comit3 seala:

- La provincia de Elqui, confirma los dos sectores de monitoreo para Elqui correspondiente a Totoralillo Norte y Puerto Aldea.
- Se acuerda realizar una reuni3n para definir con los pescadores los sitios de monitoreo el d3a mi3rcoles 05 de mayo de 2021 de 16:00 a 17:00 horas.
- Lo representantes de Limari Sres. Sergio Carvajal y Jos3 C3rdenas, se retiran de la sesi3n debido a problemas de log3stica (traslado y Hora) para llegar a su caleta, dando las explicaciones del caso, sin embargo la sesi3n continua porque cuenta con el quorum.
- Se consulta a la Autoridad Marítima sobre el procedimiento a considerar para ingresar a la caleta Puerto Aldea ya que este sector es campo de entrenamiento militar. El Sr. David Sierra, seala que el ejecutor o la SUBPESCA deben enviar de manera oportuna una carta dirigida al Gobernador Marítimo de Coquimbo, quien, a su vez, realizar3 la consulta a su nivel jer3rquico superior. El contenido de la carta debe contener la argumentaci3n que sustenta esta solicitud (alcances del proyecto), identificando el sector a intervenir, quien o quienes realizar3n las tareas de campo (nombres) y el periodo en que estar3n en muestreo en el marco del proyecto FIPA 2020-34.

Acuerdos:



COMITÉ DE MANEJO ALGAS PARDAS REGI3N COQUIMBO

- 5 Enviar el reglamento de funcionamiento de los Comités de Manejo (D. S. 95/2013 y sus modificaciones).
- 6 Se consultará a nivel central de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, la posibilidad que un profesional del nivel central o quien corresponda realice una presentaci3n a los miembros del Comité sobre los alcances generales que considera el proyecto Ley Bent3nica
- 7 En la siguiente sesi3n, se presentará el reporte de las capturas de algas pardas y agentes extractores por tipo de categoría, periodo 2013- 2020.
- 8 Se realizará un trabajo entre la DZP y Sernapesca Regional, con el objetivo de evidenciar los sectores de libre acceso disponibles en la Regi3n de Coquimbo

Siendo las 18:06 horas, se da por finalizada la sesi3n del Comité de Manejo

JRV. MAF. MAG. NMR/ nmr

JOVANKA RENDIC VELIZ
PR3SIDENTA COMITÉ MANEJO DE ALGAS PARDAS
REGI3N DE COQUIMBO

El acta completa se puede encontrar en: https://www.subpesca.cl/portal/616/articles-110943_documento.pdf



Anexo 6. Descripción, fotografías y mapas de los sitios de monitoreo en el ámbito poblacional

1. NORTE GRANDE

- Región de Arica y Parinacota.

Norte Caleta Camarones: El sitio de estudio se ubica al norte de la Caleta de Camarones. Los ambientes costeros están caracterizados por la nula accesibilidad por tierra (cordillera de la costa pegada a la costa), la que fue constatada al realizar la prospección por mar, en una hora de navegación. Existen farellones sin acceso y muy expuestos al oleaje, con poblaciones de huiro negro dispuestas en un cinturón continuo (Foto 1, Mapa 1).

Sur Caleta Camarones: El sector se ubica al sur de la caleta de Camarones. Los ambientes costeros están caracterizados por la dificultosa accesibilidad por tierra. En algunos sectores del sitio de estudio, la presencia de pequeños islotes aminora la fuerza del oleaje. El ambiente intermareal rocoso está caracterizado por un típico cinturón de huiro negro, que varía en extensión vertical y abundancia relativa dependiendo del grado de inclinación de las rocas y de la exposición al oleaje (Foto 1, Mapa 1).

- Región de Tarapacá.

Pozo Dorado: Se ubica al norte de la caleta Pisagua y la única forma de acceder es por navegación durante 3 horas, se recalca en caletita Chica y se accede por tierra, mediante la contratación de un vehículo asentado en las proximidades para recorrer el sitio seleccionado. Se caracteriza por presentar zonas con plataforma extensas y sitios con rocas rugosas, planas y bolones. El ambiente intermareal rocoso está caracterizado por el típico cinturón de huiro negro cuya extensión vertical y abundancia relativa son variables dependiendo del grado de inclinación de las rocas y de la exposición al oleaje (Foto 1, Mapa 1).

Punta Gruesa, Aguadita y Río Seco: Se ubican al sur de Iquique, el acceso es relativamente fácil. La costa de estos sitios seleccionados en general alternan playas de arena y/o bolones con roqueríos de plataformas fragmentadas y paredones expuestos al oleaje. Aunque la cordillera de la costa es abrupta existen terrazas marinas que ayudan la accesibilidad a la costa. También, se observan playas de arena, con plataformas rocosas sobresalientes y fragmentadas que generan islotes, rocas y paredones expuestos al oleaje. Se presentan en este sector principalmente roqueríos heterogéneos y prominentes. El ambiente intermareal rocoso está caracterizado por el típico cinturón de huiro negro cuya extensión vertical y abundancia relativa son variables dependiendo del grado de inclinación de las rocas y de la exposición al oleaje (Foto 2, Mapa 1).

- Región de Antofagasta.

Los Patos, Lagarto, La Hacienda, Vicuña y Sur de Cifuncho: En la parte norte de la segunda región, el litoral de este sector se caracteriza por una costa rocosa fragmentada muy expuesta al oleaje (Los Patos). La costa en torno a caleta Constitución (Lagarto) está caracterizada por ambientes muy expuestos al oleaje, es desmembrada con roqueríos, islotes y barras rocosas que recorren perpendiculares el litoral generando numerosas pozas. Además, se observan pequeñas ensenadas con playas de bolones y/o arena que aumentan la heterogeneidad del litoral produciendo ambientes protegidos al oleaje. En los sectores al norte de Paposó (La Hacienda y Vicuña), en los sectores costeros predominan farellones, paredones y plataformas expuestas al oleaje interrumpidos por playas de bolones ubicadas en pequeñas ensenadas. Estos roqueríos y ensenadas emergen con fuertes pendientes desde los cerros de la cordillera de la costa que conforman una línea costera escarpada con muy pocos accesos a la costa y que caen directamente al mar. El litoral del sur de Cifuncho está dominado por ambientes rocosos muy expuestos al oleaje, playas de bolones y de arenas, una cordillera de la costa muy pegada al mar (Foto 2, Mapa 2).



Foto 1. Fotografías de los sitios de estudio macrozona norte grande Camarones norte, sur (región de Arica y Parinacota) y Pozo Dorado (Tarapacá).



Foto 2. Fotografías de los sitios de estudio en las regiones de Tarapacá (sur de Iquique) y Antofagasta.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



Mapa 1. Puntos de monitoreo en las estaciones seleccionadas en las regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



Mapa 2. Puntos de monitoreo en las estaciones seleccionadas en la regi3n de Antofagasta.



2. NORTE CHICO

- Región de Atacama

Porto Fino (Chañaral). El sitio de estudio se ubica hacia el sur de Puerto Barquito en Chañaral, en el entorno de Porto Fino (Mapa 1). Los ambientes costeros de este sector se caracterizan por islotes y roqueríos muy expuestos al oleaje, con poblaciones de algas pardas históricamente afectadas por la descarga de desechos mineros en Chañaral (Faugeron et al. 2005) que actualmente están en proceso de recuperación (Westermeier et al. 2016). En algunos sectores la presencia de islotes y playas de conchuela/arena aminoran la fuerza del oleaje. El cinturón de huiro negro es estrecho en canalones y paredones rocosos muy expuestos al oleaje, ensanchándose en los roqueríos e islotes alcanzando las mayores extensiones verticales. La población intermareal de huiro negro se proyecta hacia el submareal a lo largo de plataformas rocosas submarinas que corren perpendicular a la costa, entre los 2 y 5 m de profundidad. Por sobre los 5-10 m y hasta los 20-25 m de profundidad, o cuando el sustrato rocoso es reemplazado por fondos blandos, pequeñas poblaciones de *Lessonia trabeculata* con distribución parchada caracterizan el submareal. **En el sitio de estudio existen varias AMERB, por ejemplo, "Playa Hippie" y "La Pocitas", en estado de solicitud, y "Norte Punta Ánimas", "Punta Flamenco" y "Punta Roca Baja" ya decretadas y operativas.** En las áreas de libre acceso se ha observado actividad extractiva directa y de recolección de algas pardas. En este sector, también ocurren varazones, particularmente en el sector de Los Pozos, que son usados por recolectores de orilla residentes en el sector.

Barranquillas (Barranquilla): El sitio de estudio se ubica en Barranquillas, al sur de Puerto Viejo. Los ambientes costeros están caracterizados principalmente por farellones y acantilados rocosos muy expuestos al oleaje que penetran hacia el mar desde cerros pronunciados. Esta morfología costera se caracteriza por una escasa accesibilidad a algún punto de muestreo y un alto riesgo de accidentalidad para ejecutar los muestreos poblacionales. Como alternativa, se ubicó un sitio con sectores accesibles para la ejecución del muestreo poblacional. El cinturón de huiro negro es estrecho en farellones y acantilados muy expuestos al oleaje, mientras que, en plataformas rocosas, roqueríos e islotes alcanza las mayores extensiones verticales. La población de *Lessonia trabeculata* se extiende desde los 5-10 m hasta los 20-25 o más m de profundidad, o cuando el sustrato rocoso es reemplazado por fondos blandos (e.g., arena, conchuela). En general, la población de huiro palo presenta una distribución en parches. La exposición al oleaje de este sitio de estudio y la profundidad en los acantilados ha dificultado la ejecución de los muestreos de este recurso, por lo que estuvo condicionado por la ubicación de sectores aptos para realizar actividades de buceo (< a 20 m de profundidad), según norma de la DIRECTEMAR.

En el sitio de estudio existen varias AMERB en estado de solicitud (e.g., La Virgen sector A, Co Pérez), así como decretadas y operativas (e.g. Puerto Viejo sector C, Barranquilla Norte). En las áreas de libre acceso se ha observado actividad extractiva directa y de recolección de algas pardas. La recolección de material varado es realizada por recolectores de orilla residentes en el sector (Mapa 1).

Carrizal Bajo: El litoral de este sitio de estudio está caracterizado por una costa rocosa muy expuesta al oleaje, interrumpida por playas de bolones/conchuela/arena que genera ambientes menos expuestos al oleaje. La franja intermareal de la costa rocosa está caracterizada por un cinturón de huiro negro el que está ausente en las playas protegidas, o es estrecho en paredones rocosos muy expuestos al oleaje; mientras que en roqueríos y playas de bolones puede alcanzar las máximas amplitudes. En algunas radas protegidas al oleaje se ubican poblaciones de huiro flotador (*Macrocystis pyrifera*) (e.g. Los Pozos) sobre plataformas y bolones rocosos someros entre 1 a 5 m de profundidad. En pozas de mareas, las plantas de huiro flotador coexisten con plantas de huiro negro y palo. En los ambientes sublitorales, los huirales de *Lessonia trabeculata* presentan un patrón de distribución segregada en forma de parches, desde los 0-5 m hasta los 15-20 o más m de profundidad. Se ha sugerido que estos patrones espaciales de distribución de huiro negro son una consecuencia de eventos El Niño históricamente intensos (e.g., 1997-1998; Vásquez & Vega 2004).



En el sitio de estudio existen varias AMERB, por ejemplo, “Punta Los Pozos”, en estado de solicitud, y “Carrizal Bajo” y “Carrizal Bajo sector B” ya decretadas y operativas. El sitio de estudio, en particular la sección sur, es un varadero natural que continuamente descarga plantas de huiro negro, palo y flotador a las playas rocosas. Sin embargo, en algunos varaderos aumenta significativamente el acopio de algas. En las áreas de libre acceso se ha observado actividad extractiva directa y de recolección de algas pardas. La recolección de material varado es realizada por recolectores de orilla residentes en el sector (Mapa 1).

Caleta Angosta: Los ambientes costeros de este sitio de estudio son muy similares a lo descrito para Carrizal Bajo. La costa es desmembrada, con islotes, roqueríos y barras rocosas que generan pozas de mareas. Las ensenadas con playas de bolones/arena/conchuela aumentan la heterogeneidad de la costa produciendo ambientes menos expuestos al oleaje. Un cinturón continuo de huiro negro caracteriza el intermareal bajo de la costa rocosa expuesta, es estrecho en paredones rocosos y extenso en plataformas rocosas y roqueríos expuestos al oleaje. En las pozas de mareas se pueden observar parches de huiro flotador que crecen sobre plataformas rocosas, roqueríos y bolones y se extienden hasta los 3-5 m de profundidad. En algunos sectores, dependiendo de la profundidad y de la exposición al oleaje, la pradera de huiro flotador es interrumpida por parches de plantas submareales de huiro negro y el inicio de la pradera submareal de huiro palo. La población de este último recurso puede llegar hasta los 20-30 o más m de profundidad, formando una pradera continua sobre sustrato rocoso estable. En sectores protegidos su distribución batimétrica comienza en las pozas de marea, mientras que en sectores más expuestos el límite superior de la pradera se ubica aproximadamente entre 2-5 m de profundidad. El límite inferior de la pradera generalmente está determinado por la discontinuidad del sustrato rocoso estable, y el comienzo de los fondos blandos. El ancho del bosque depende de la inclinación del fondo rocoso y en algunos sectores puede alcanzar hasta los 30 o más metros de profundidad, mientras que en otros sectores la pradera no sobrepasa los 100 m de longitud (Mapa 1).

Al igual que en Carrizal Bajo, este sitio de estudio contiene varaderos históricos de algas pardas (e.g., *L. berteriana*, *L. trabeculata*, *M. pyrifera*). Las praderas de huiro palo han sido históricamente explotadas a través de extracción directa, mientras que el huiro flotador no es explotado. La recolección de material varado es realizada por recolectores de orilla residentes en el sector. En este sitio de estudio existen varias AMERB, por ejemplo, “Caleta Angosta” decretada y operativa, junto con un espacio costero marino de pueblos originarios (ECMPO) en Punta Lobos que está en proceso de solicitud.

Chañaral de Aceituno: La costa rocosa de este sitio de estudio es muy expuesta al oleaje, interrumpida por pequeñas radas con playas de arenas, conchuela y/o bolones que genera ambientes menos expuestos al oleaje. El cinturón de huiro negro está ausente o disminuido en las playas de bolones y es estrecho en los farellones y paredones rocosos muy expuestos al oleaje; mientras que en roqueríos expuestos al oleaje alcanza las mayores extensiones verticales. En algunos sectores menos expuestos al oleaje se detectan parches de plantas de huiro flotador. En pozas de mareas coexisten los tres huiros (*M. pyrifera*, *L. berteriana* y/o *L. trabeculata*). En los ambientes sublitorales del área de estudio, los huirales de *L. trabeculata* presentan un patrón de distribución segregada en forma de parches, desde los 0-5 m hasta los 15-20 o más metros de profundidad (Mapa 1).

En el sitio de estudio existen varias AMERB, por ejemplo, “Chañaral de Aceituno” y “Chañaral de Aceituno sector B” decretada y operativa, junto con un ECMPO, “Punta Tetillas” que está en proceso de solicitud. El sitio de estudio contiene varaderos de algas pardas (i.e., *L. berteriana*, *L. trabeculata* y *M. pyrifera*). La recolección de material varado es realizada por recolectores de orilla residentes en el sector. Las praderas de huiro palo han sido históricamente explotadas a través de extracción directa, mientras que huiro flotador no es explotado.

- Región de Coquimbo

Totalillo Norte (Caleta Hornos): Este sitio de estudio corresponde al sector costero ubicado entre la Caleta de Totalillo norte e Isla Tilgo. La costa de este lugar está caracterizada principalmente por farellones y acantilados rocosos muy expuestos al oleaje que penetran hacia el mar, lo cual generan una escasa accesibilidad y un alto riesgo de accidentalidad para ejecutar los muestreos poblacionales, muy similar al sitio de estudio de Barranquillas en la



Región de Atacama. En el sitio de estudio existen varias AMERB decretadas y operativas, por ejemplo, “Hornos sector C” y “Totoralillo Norte sector C”. El ambiente intermareal rocoso está caracterizado por un típico cinturón de huiro negro, en este caso, *Lessonia spicata*, que es estrecho en farellones y paredones rocosos muy expuestos al oleaje, mientras que, en plataformas rocosas, roqueríos e islotes el cinturón de *L. spicata* alcanza las mayores extensiones verticales.

La población de *Lessonia trabeculata* se extiende desde los 5-10 m hasta los 20-25 o más metros de profundidad, o cuando el sustrato rocoso es reemplazado por fondos blandos (e.g., arena, conchuela); en general, la pradera de huiro palo que caracteriza el submareal presenta una distribución en parches. La exposición al oleaje de este sitio de estudio y la profundidad de los acantilados ha dificultado la ejecución de los muestreos de este recurso, lo cual ha estado condicionado por la ubicación de sectores aptos para realizar actividades de buceo, según normativa de la DIRECTEMAR (buceo < a 20 m de profundidad).

En las áreas de libre acceso de este sitio de estudio se ha observado actividad extractiva directa y de recolección de algas pardas, tanto de *L. spicata* como de *L. trabeculata*. La recolección de material varado es realizada por recolectores de orilla residentes en el sector (Mapa 2).

Punta Lengua de Vaca (Puerto Aldea): Este sitio de estudio está inserto en terrenos administrados por la Armada de Chile, institución que ha restringido totalmente el acceso a civiles, con excepción de los pescadores que trabajan en el sector; dificultando el ingreso y tiempo de operación en este sitio de estudio. El litoral está caracterizado por ambientes muy expuestos al oleaje. La costa presenta plataformas, farellones, roqueríos e islotes interrumpidos por pequeñas ensenadas con playas de bolones que producen ambientes menos expuestos al oleaje. En el intermareal bajo de la costa rocosa, *Lessonia spicata* forma un cinturón continuo y en farellones y paredones rocosos muy expuestos al oleaje el cinturón es estrecho. En plataformas rocosas y playas de bolones expuestas y semi-expuestas al oleaje, la distribución vertical y abundancia de *L. spicata* es significativamente mayor. En los sectores menos expuestos al oleaje (e.g. pozas de mareas producidas por islotes y barras rocosas; pequeñas ensenadas), se ubican poblaciones someras de huiro flotador que se expanden desde el intermareal hacia los 3-5 m de profundidad. En las pozas de marea *L. spicata* puede coexistir con *L. trabeculata* y *M. pyrifera*. En el submareal las praderas de huiro negro forman un continuo a lo largo del sitio de estudio, interrumpida en algunos sectores por parches de conchuela y fondos rocosos blanqueados. La población de huiro negro comienza en las pozas de marea o entre los 2-4 m de profundidad dependiendo de la exposición al oleaje, y puede alcanzar hasta los 25-30 o más m de profundidad, dependiendo de la disponibilidad de sustrato rocoso.

En el sitio de estudio existen varias AMERB decretadas y operativas, por ejemplo, “Totoral” y “Punta Lengua de Vaca, IV”; así como en proceso de solicitud (e.g., El Faro sector B). El sitio de estudio, es un varadero que continuamente descarga plantas de *L. spicata*, *L. trabeculata*, *M. pyrifera* y de cochayuyo *Durvillaea incurvata* a las playas rocosas. Sin embargo, en algunos sectores el acopio de algas varadas en la playa aumenta significativamente. En las áreas de libre acceso de este sitio de estudio se ha observado actividad extractiva directa y de recolección de algas pardas, tanto de *L. spicata* como de *L. trabeculata*. La recolección de material varado es realizada por recolectores de orilla residentes en el sector (Mapa 2).

Caleta Limarí: El sitio de estudio corresponde a una franja de costa limitada por dos AMERB aprobadas y operativas denominadas “Limarí” y “Los Muleros”. El litoral del área de estudio está caracterizado por ambientes muy expuestos al oleaje. La costa desmembrada está compuesta por islotes, roqueríos y barras rocosas con pozas de mareas. Algunas radas pequeñas con playas de bolones o arena aumentan la heterogeneidad de la costa produciendo ambientes menos expuestos al oleaje. En el intermareal bajo de la costa rocosa, *L. spicata* forma un cinturón continuo. En las pozas de mareas se observan plantas de *M. pyrifera* que pueden proyectarse hacia el submareal formando pequeños parches someros. La heterogeneidad del área de estudio facilita que en algunos sectores se formen poblaciones mixtas de *M. pyrifera*, *L. spicata* y *L. trabeculata*. También se observan plantas de cochayuyo en el cinturón de huiro negro. Las praderas submareales de huiro palo forman un continuo a lo largo del sitio de estudio y su distribución vertical comienza en las pozas de marea o entre 3-5 m de profundidad dependiendo de la exposición



al oleaje y llega hasta los 25-30 a más metros de profundidad, o cuando el sustrato rocoso es reemplazado por fondos blandos.

Todo el sitio de estudio es un varadero de plantas o fragmentos de huiros (*i.e.*, *L. spicata*, *L. trabeculata*, *M. pyrifera*) y de cochayuyo, aunque, sólo en algunos sectores el acopio de algas varadas aumenta significativamente. En las áreas de libre acceso de este sitio de estudio, también se ha observado actividad extractiva directa y de recolección de algas pardas, tanto de *L. spicata* como de *L. trabeculata*. La recolección de material varado es realizada por recolectores de orilla residentes en el sector (Mapa 2).

Caleta Punta de Talca (Caleta Sierra): El sitio de estudio original es caleta Sierra; sin embargo, la presencia de AMERB aprobadas y operativas (*i.e.*, Sierra, Sierra sector B, Mantos de Hornillo), la escasa accesibilidad a la costa y la baja disponibilidad de costa con acceso libre a la pesquería impidieron realizar los muestreos poblacionales. Como alternativa, considerando las sugerencias de los pescadores, se utilizó como sitio de estudio, caleta Punta de Talca, **ubicada entre las AMERB “Talquilla” y “Punta de Talca”**. La costa se caracteriza por ambientes muy expuestos al oleaje que es desmembrado por la presencia de islotes, roqueríos heterogéneos y pozas de mareas. Algunas playas de bolones aumentan la heterogeneidad ambiental produciendo ambientes menos expuestos al oleaje. La población de *L. spicata* forma un típico cinturón continuo que varía en extensión vertical y abundancia relativa dependiendo del grado de inclinación de la roca, de la exposición al oleaje, y de la presencia de cochayuyo. En las pozas de marea hay ensambles mixtos de *L. spicata* y *L. trabeculata*, junto a plantas de *M. pyrifera*. Las praderas submareales de huiro palo forman un continuo a lo largo del sitio de estudio, con una distribución batimétrica que puede empezar en pozas de marea hasta 2-4 m de profundidad dependiendo de la exposición al oleaje, alcanzando hasta los 25-30 o más m de profundidad, o hasta cuando el sustrato rocoso es reemplazado por fondos blandos.

El sitio de estudio es un varadero donde arriban plantas y retazos de huiros (*i.e.*, *L. spicata*, *L. trabeculata*, *M. pyrifera*), incluido cochayuyo. En áreas de libre acceso, también se ha observado actividad extractiva directa y de recolección de algas pardas, tanto de *L. spicata* como de *L. trabeculata*. La recolección de material varado es realizada por recolectores de orilla residentes en el sector (Mapa 2).

Maitencillo (Caleta Maitencillo): Este sitio de estudio se ubica entre AMERB operativas (*i.e.*, Mantos de Hornillo, Maitencillo IV, Caleta Illapel, Maitencillo sector B), presenta una escasa accesibilidad a la costa, y una mínima disponibilidad de costa con acceso libre, lo cual dificulta los muestreos poblacionales. La costa está caracterizada por ambientes muy expuestos al oleaje. El litoral desmembrado presenta islotes y roqueríos heterogéneos que forman pozas de mareas. Algunas playas de bolones/arena aumentan la heterogeneidad de la costa produciendo ambientes expuestos al oleaje. En la franja intermareal de la costa rocosa, *L. spicata* forma un típico cinturón continuo, también se ve interrumpido por la presencia de cochayuyo. Las pozas de marea facilitan la presencia de ensambles mixtos de *L. spicata* y *L. trabeculata*, a veces con plantas de *M. pyrifera*. Las praderas submareales de huiro negro forman un continuo a lo largo del sitio de estudio, con una distribución vertical que puede empezar en pozas de marea a 4 m de profundidad, dependiendo de la exposición al oleaje, y alcanza hasta los 25-30 o más metros de profundidad, o cuando el sustrato rocoso es reemplazado por fondos blandos.

El sitio de estudio, en general, es un varadero donde arriban plantas y retazos de algas pardas (*i.e.*, *L. spicata*, *L. trabeculata*, *M. pyrifera*), incluido cochayuyo; aunque es en los varaderos donde aumenta significativamente el acopio de algas varadas (Mapa 2).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



Mapa 1 Ubicaci3n geogr3fica del sitio de estudio en la macrozona norte chico, Regi3n de Atacama



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



Mapa 2. Ubicaci3n geogr3fica del sitio de estudio en la macrozona norte chico, Regi3n de Coquimbo

a)



b)



Figura 1. a) Vista panorámica de caleta punta Colorada (Pisagua) y b) secado de algas en la playa. Imágenes: Carolina Navarro Peña.

En cambio, con una muy buena conectividad vial, caleta Río Seco (**Figura 2**), distante a 90 km al sur de Iquique, se sumó a la red de puntos de muestreo en julio de 2021. La observadora contratada generó vínculos con los usuarios algueros que le permitieron desarrollar su labor sin mayores inconvenientes. No obstante, al año siguiente, durante marzo dejó de prestar servicio, reemplazando su cupo por un integrante del comité de manejo de algas de la región, lo que permitió mantener el nivel y calidad de datos requerido hasta finalizar el proyecto (**Tabla 2**).

Durante la ejecución de monitoreo, la llegada en el mes de agosto de 2022 de un número importante de personas foráneas con la intención de extraer algas, entre estas también inmigrantes, la mayoría atraídas por el alza de precios que experimentaron los huiros, provocó serias disputas con los recolectores formales del lugar, situación que se mantuvo vigente hasta finalizar el estudio.

a)



b)



Figura 2. a) caleta Río Seco y b) Observadora determinando la longitud máxima de disco de huiro negro. Imágenes: Carolina Navarro Peña.

En los términos de resultados en números el trabajo de campo se afianzó por su evidente continuidad durante todo el periodo de estudio, en el cual se verificó la relevancia de huiro negro para estas dos caletas pesqueras de la región (**Tabla 2**).

Tabla 2. Actividad de muestreo en número. Región de Tarapacá, julio de 2021 a diciembre de 2022.

Región	Puerto	Recurso	Actividad de muestreo	2021						2022											
				jul	ago	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
T	Pisagua (Pta. Colorada)	Huiro negro	Nro. días	5	3	11	3	10	8	4	7	4	6	7	4	3	4	7	2	4	6
A			Nro. reg. de extracc.	5	3	13	5	14	9	4	8	4	6	8	4	3	4	8	3	5	6
R			Nro. muest. discos	4	1	4	5	2	9	4	8	4	6	8	4	3	4	8	3	5	6
A	Río Seco	Huiro negro	Nro. discos medidos	185	50	333	250	100	456	235	521	300	374	439	249	162	244	508	245	312	366
P			Nro. días	13	18	20	10	9	10	13	10	20	15	16	18	10	20	13	10	10	10
A			Nro. reg. de extracc.	15	20	20	10	9	10	13	10	20	15	16	18	10	20	13	10	10	10
C	Á		Nro. muest. discos	15	20	20	10	9	10	13	10	20	15	16	18	10	20	13	10	10	10
Á			Nro. discos medidos	1.072	1.421	1.501	738	644	720	963	702	1.491	1.106	1.156	1.300	734	1.508	979	770	754	740

Nro. reg. de extracc: comprende el conjunto de tipos de extracción, barreteado, barreteado/varado, pozones, segado y varado
Fuente: IFOP

En la Región de Antofagasta, el monitoreo efectivo también comenzó en julio de 2021. Caleta Buena, a unos 30 Km de Tocopilla (**Figura 3**), estuvo a cargo de un observador relacionado directamente con la actividad como dueño de una planta de proceso e integrante del comité de manejo en calidad de representante de los pescadores de la comuna. Posiciones que facilitaron un amplio acceso a todo tipo de información concerniente a la extracción de algas de la zona.

En esta localidad tal como en Río Seco, personas extranjeras llegaron a extraer huiros a esta caleta pesquera, apropiándose incluso de sectores de barreteo y recolección tradicional de su borde costero que comenzaron a custodiar para beneficio propio. Este escenario originó que los sindicatos y gremios locales recurrieran a la Autoridad Marítima, Carabineros y Sernapesca, para lograr la protección de sus orilleros y buzos mariscadores.

a)



b)



Figura 3. a) Vista de playa de caleta Buena y b) Orillero en faena de secado de algas.
Imágenes: Carolina Navarro Peña.

Caleta Lagarto situada en el sur de la península de Mejillones (**Figura 4**), fue en un principio el lugar escogido como centro de monitoreo. Lo que se concretó en junio de 2021, sin embargo, el observador renunció prontamente, sin lograr registrar información (**Tabla 3**), debido a la intensificación de las disputas entre lugareños y quienes comenzaron a ocupar sus sectores de varaderos para construir viviendas turísticas, Por lo cual se descartó esta opción y se optó por Mejillones sur.

a)



b)



Figura 4. a) Apilado de algas en caleta Lagarto y b) Personal del IFOP visitando el lugar.
Imágenes: Carolina Navarro Peña.

En Mejillones sur se inició la recolección de datos a partir de diciembre de 2021, con la contratación de un buzo mariscador y recolector de algas residente (**Tabla 3**). De esta manera se logró el objetivo del monitoreo. (**Figura 5**).

a)



b)



Figura 5. a) Borde costero de Mejillones y b) Secado de algas.
Imágenes: Carolina Navarro Peña.

Más al sur, pero en la misma de región, caleta Cifuncho situada a 32 km al sur de Taltal (**Figura 6**), se sumó a la red de monitoreo, comenzando el registro de datos a partir del mes de julio de 2021 (**Tabla 3**). Contratando para esos fines al encargado de la recepción de la producción de algas local, quien durante el periodo de estudio además cumplía labores como presidente de uno de los sindicatos de esta caleta pesquera e integraba el comité de manejo de algas de la región. Funciones anexas que permitieron mantener una adecuada cobertura de la verdadera actividad de extracción y recolección de las algas pardas presentes en el sector como los cambios de sus zonas de extracción tradicionales que estuvieron activas en la mayor parte del proyecto, hacia áreas de manejo en el último trimestre del año 2022.

a)



b)



Figura 6. a) Caleta Cifuncho y b) Secado de algas en sus cercanías.
Imágenes: Carolina Navarro Peña.

A partir del trabajo de campo del monitoreo se evidenció numéricamente la importancia de huiro negro en todas las caletas monitoreadas, y como recurso secundario, huiro palo, tanto en Mejillones, como en caleta Cifuncho (**Tabla 3**).

Tabla 3. Actividad de muestreo en número. Región de Antofagasta, julio de 2021 a diciembre de 2022.

Región	Puerto	Recurso	Actividad de muestreo	2021					2022												
				jul	ago	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
A N T O F A G A S T A	Cta. Buena	Huiro negro	Nro. días	5	5	8	6	6	6	6	6	7	8	7	9	8	10	8	6	9	4
			Nro. reg. de extracc.	5	6	9	6	6	6	6	6	7	8	7	9	8	10	10	6	9	4
			Nro. muest. discos	5	6	9	6	6	6	6	6	7	8	7	9	8	10	10	6	9	4
			Nro. discos medidos	351	423	630	435	450	427	411	450	540	587	505	640	540	738	741	420	644	286
	Cta. Lagarto (Mejillones)	Huiro negro	Nro. días					3	4	2	5	9	1	2	4	6	4	3	3		
			Nro. reg. de extracc.					3	4	6	6	13	3	9	5	8	16	10	7		
			Nro. muest. discos					3	2	5	2	4	1	3	4	2	1	1			
			Nro. discos medidos					196	122	468	87	227	43	243	308	120	65	48			
	Cta. Cifuncho	Huiro palo	Nro. días	5	2	5	3	6	4	5	6	5	3	5	6		4	4	2		
			Nro. reg. de extracc.	8	2	5	3	10	9	6	10	8	3	6	6		4	4	2		
			Nro. muest. discos	7	2	5	3	10	9	6	10	8	3	6	6		4	4	2		
			Nro. discos medidos	614	122	298	195	558	527	362	590	443	173	341	321		233	235	99		
Cta. Cifuncho	Huiro palo	Nro. días	2	13	3		2	1	1	6		7	5		10	2	8	9	5		
		Nro. reg. de extracc.	4	16	3		2	1	1	8		7	5		10	2	8	9	5		
		Nro. muest. discos	1	16	3		2	1	1	8		7	5		10	2	8	9	5		
		Nro. discos medidos	65	1.064	164		111	64	65	500		385	272		552	113	511	613	265		

Nro. reg. de extracc.: comprende el conjunto de tipos de extracción, barreteado, barreteado/varado, pozones, segado y varado
Fuente: IFOP

Norte chico

En esta segunda macrozona, caleta bahía Chasco, en la Región de Atacama, distante a 80 km al sur de la ciudad de Copiapó (**Figura 7**), demoró un mes en implementarse por efecto de la veda de invierno, esta caleta tuvo la ventaja de poder contar con el mismo observador que trabajó en el proyecto del mismo tenor ejecutado durante el año 2018 (Araya et al., 2018), cuyos resultados contribuyeron a fundamentar el presente monitoreo. (**Tabla 4**).



Figura 7. a) Vista de Bahía Chasco y b) playa del sector colindante
Imágenes: Nancy barahona, Omar Yáñez Barrera

En caleta Barranquilla, distante 74 km al oeste de Copiapó (**Figura 8**), la labor de muestreo comenzó en junio del año 2021, empleando como observador un buzo mariscador con suficiente autonomía para responder a los requerimientos muestrales. Características que beneficiaron la obtención de datos sobre la real actividad en la zona durante todo el periodo de estudio (**Tabla 4**).



Figura 8. a) Caleta Barranquilla y b) playa de secado de algas
Imágenes: Omar Yáñez Barrera

Hacia el sur, en el límite entre las regiones de Atacama y Coquimbo, caleta Chañaral de Aceituno, localidad que, si bien comenzó a la par con la mayoría de las caletas pesqueras la ejecución del programa de muestreo en julio (**Tabla 4**), tempranamente evidenció dificultades debido a que la persona seleccionada no respondió a los estándares de calidad de información solicitada y se prescindió de sus servicios al finalizar el año 2021. Al año siguiente se contrataron los servicios de muestreo de una profesional del área. Sin embargo, su presencia en la caleta no logró el consentimiento necesario entre los usuarios locales, aspecto crucial para el desarrollo de las respectivas encuestas y muestreos. Por lo tanto, y frente a la falta de otros interesados que calificaran para la actividad, finalmente se exceptuó a este centro de muestreo del levantamiento de información (**Tabla 4**).

Los registros del trabajo de campo en número en toda la Región de Atacama permitió apreciar la distinta relevancia de las algas pardas en la zona, donde huiro flotador aparece con una considerable actividad circunscrita a bahía Chasco (**Tabla 4**).

Tabla 4. Actividad de muestreo en número. Región de Atacama, julio de 2021 a diciembre de 2022.

Región	Puerto	Recurso	Actividad de muestreo	2021					2022												
				jul	ago	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic
A	Ba. Chasco	Huiro flotador	Nro. días		14	17	14	16	17	17	16	7	14	17	17	14	19	15	16	18	16
			Nro. reg. de extracc.		265	390	317	348	346	219	311	97	162	264	233	154	229	201	198	247	228
A	Barranquilla	Huiro negro	Nro. días	6	16	11	15	14	11	8	16	13	11	11	14	10	8	15	10	12	
Nro. reg. de extracc.			14	20	22	24	20	17	13	34	30	31	27	27	25	28	24	12	21		
A	Barranquilla	Huiro negro	Nro. muest. discos	12	16	18	24	19	17	13	34	30	31	26	27	25	28	24	12	21	
Nro. discos medidos			743	1.436	1.322	1.472	824	809	669	1.774	1.584	1.619	1.360	1.392	1.299	1.436	1.230	615	1.061		
M	A	Huiro palo	Nro. días	1	7	2	9		20			10		1	9	5	5	5	5		
Nro. reg. de extracc.			1	7	2	9		37			10		2	15	6	6	5	5			
A	Ch. Aceituno	Huiro negro	Nro. muest. discos	1	4	2	9		36			10		2	15	6	6	5	5		
Nro. discos medidos			255	466	116	354		1.983			571		90	790	311	316	256	249			
	Ch. Aceituno	Huiro negro	Nro. días	4																	
Nro. reg. de extracc.			28																		
Nro. muest. discos			2																		
Nro. discos medidos			197																		

Nro. reg. de extracc: comprende el conjunto de tipos de extracción, barreteado, barreteado/varado, pozones, segado y varado
Fuente: IFOP

En la Región de Coquimbo y en el mismo periodo se estableció el monitoreo en puerto Aldea, poblado situado a 15 km al oeste de Tongoy (**Figura 9**). Lugar en que el registro de información sistemática no tuvo mayores inconvenientes, excluyendo algunos breves lapsos debido a las restricciones derivadas de los ejercicios navales que periódicamente desarrolló la Armada de Chile en los sectores de acopio de algas de la zona (**Tabla 5**).

a)



b)



Figura 9. a) Muelle de puerto Aldea y b) playa de recolección de algas
Imágenes: Omar Yáñez Barrera

Mientras que en la desembocadura del río Limarí, en su caleta homónima, conocida también como El Toro, el plan de monitoreo se instauró con un cierto desfase a partir de septiembre de 2021 (**Tabla 6**). Esta localidad situada a 68 km de Ovalle (**Figura 10**), contó con los servicios de muestreo de la observadora que ya había participado del monitoreo piloto (Araya et al., 2018), cuya experticia favoreció la continuidad de la labor de muestreo. No obstante, a partir del segundo trimestre de 2022, su acceso a parte de la información fue restringido por dirigentes y pescadores de la caleta, especialmente aquella correspondiente a sus áreas de manejo (**Tabla 6**), condicionando su entrega a la comunicación de resultados preliminares del plan de monitoreo que de algún modo les garantizara que las actividades extractivas de la zona no se alterarían. Esta situación se resolvió tomando exclusivamente encuestas, omitiendo los muestreos de tamaños a los discos de fijación de las algas hasta que el inconveniente fuese resuelto entre el jefe del proyecto y estos usuarios (**Tabla 6**).

a)



b)



Figura 10. a) Poblado de caleta Río Limarí (El Toro) y b) playa y caleta
Imágenes: Omar Yáñez Barrera

Al sur del área de estudio el monitoreo se estableció en caleta Maitencillo, situada a 79 km al norte de Los Vilos (**Figura 11**). Instalación que de manera similar no estuvo exenta de previos contratiempos, ya que sus dirigentes en un principio, durante el mes de julio de 2021, vincularon al estudio con el proyecto de ley que se había discutido en el congreso con el fin de erradicar la técnica del barroteo de algas, por tanto, se negaban al levantamiento de información en su caleta. Esta dificultad se resolvió oportunamente luego de que el jefe de proyecto se reuniera con los dirigentes de la caleta en Los Vilos y les detallara los objetivos y alcances del plan de monitoreo. Encuentro después del cual, los pescadores brindaron las facilidades para la implementación del programa de muestreo desde el mes de septiembre del año 2021 en adelante (**Tabla 6**). Puesta en marcha que contempló la participación de dos observadoras en diferentes periodos, cuya labor no estuvo libre de ciertos rechazos por parte de algunos pescadores, aunque la gran mayoría estuvo dispuesta a colaborar hasta finalizar el estudio en la zona.

a)



b)



Figura 11. a) Vista panorámica de caleta Maitencillo y b) Muelle
Imágenes: Omar Yáñez Barrera

Por medio de los muestreos en número registrados en la Región de Coquimbo, se demostró la importancia de huiro palo para la zona, junto a la extracción de huiro negro (**Tabla 6**).

Tabla 6. Actividad de muestreo en número. Región de Coquimbo, julio de 2021 a noviembre de 2022.

Región	Puerto	Recurso	Actividad de muestreo	2021						2022													
				jul	ago	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic		
C O Q U I M B O	Pto. Aldea	Huiro	Nro. días	2																			
		flotador	Nro. reg. de extracc.	6																			
			Nro. días	8	6	10	7	10	5	3	5	16	4	5	4	7	10	9	9	8			
		Huiro	Nro. reg. de extracc.	42	13	52	32	42	23	18	28	50	29	36	27	26	58	45	42	35			
	negro	Nro. muestr. discos	42	13	51	28	41	23	18	28	50	29	33	27	26	58	45	35	35				
		Nro. discos medidos	1.253	337	1.039	560	819	461	360	562	988	582	656	540	520	1.163	905	700	699				
	Huiro		Nro. días	6	3	5	2	6	5	9	11				4	4	2	5	4	9	8		
			Nro. reg. de extracc.	11	7	5	2	11	12	19	14				4	10	6	8	4	19	9		
		palo	Nro. muestr. discos	11	7	5	2	11	12	19	14				4	10	6	8	4	19	9		
			Nro. discos medidos	275	218	98	39	218	241	381	281				80	198	119	160	80	378	189		
	Río Limarí (El Toro)	Huiro		Nro. días				5	2	1				2	2				1				
				Nro. reg. de extracc.				21	9	1				14	2				3				
			negro	Nro. muestr. discos				1			1							4					
				Nro. discos medidos				38			112							189					
		Huiro		Nro. días				7	3	11	15	8	9	9	6	9	11	4			3	11	12
				Nro. reg. de extracc.				26	24	94	150	68	94	76	34	99	106	50			31	111	152
palo			Nro. muestr. discos				3							1	1			5					
			Nro. discos medidos				223				125	137			475								
Maitencillo	Huiro		Nro. días				10	17	19	17	18	17	12	7	16	4	9	7	6	8	9		
			Nro. reg. de extracc.				88	106	142	138	129	105	75	29	96	20	45	36	41	52	46		
	palo	Nro. muestr. discos				19	33	29	27	20	16	12	6	15	4	9	7	6	8	9			
		Nro. discos medidos				1.430	2.098	1.651	1.432	1.146	923	701	248	605	170	381	286	223	411	425			

Nro. reg. de extracc: comprende el conjunto de tipos de extracción, barreteado, barreteado/varado, pozones, segado y varado
Fuente: IFOP

Anexo 8. Encuesta realizada de indicadores económicos para el manejo de algas pardas.

Encuesta FIPA 2020 - 34. Selección de indicadores biológicos pesqueros para Planes de Manejo de Macroalgas (huiros) de la Zona Norte.

El Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) se encuentra ejecutando el proyecto FIPA (2020-34), donde uno de sus objetivos contempla: " Proponer reglas de decisión asociadas a las medidas de administración y manejo de los planes, en función de una batería de indicadores propuestos", para su desarrollo es fundamental conocer y considerar la valiosa opinión de los diversos actores de la pesquería, por lo cual solicitamos su colaboración para responder esta breve encuesta de cuatro preguntas.

Agradeciendo desde ya su participación, atentos saludos.

pablo.araya@ifop.cl

*Obligatorio

Correo*

Tu dirección de correo electrónico

1.- Con cuál de los siguientes grupos relacionados a la pesquería de macroalgas pardas (huiros) se identifica:

Académico

Asesor técnico, investigadores, consultores

Administración por parte del Estado

Fiscalización por parte del Estado

Extractor - recolector

Otro:

Especificar alternativa "Otro"

Tu respuesta

2.- Cual de estas medidas podría ser implementada como alternativa, frente a situaciones repentinas o imprevistas de emergencia, que involucre un deterioro no previsto de los recursos, en los Planes de Manejo de cada Región (Ud. puede considerar más de una alternativa).

Cierre de temporadas de extracción (vedas temporales)

Aumento de talla de extracción (diámetro de disco).

Límites de volúmenes de DA (declaración artesanal) por extractor y días de operación.

Otro:

Favor justificar la alternativa elegida y describir su alternativa si seleccionó la opción "otra".

Tu respuesta

3.- Considerando la posibilidad de realizar un monitoreo biológico-pesquero de los desembarques en la pesquería de macroalgas, cual de estos indicadores y/o variables considera más informativos del estado de salud de la pradera (Ud. puede considerar más de una alternativa).

- Diámetro del disco de las plantas removidas y recolectadas.
- Estado reproductivo de plantas removidas y recolectadas.
- Longitud de estipe de plantas removidas o recolectadas.
- Proporción de plantas removidas en forma activa vs plantas recolectadas en el desembarque.

Otro:

Favor justificar la alternativa elegida y describir su alternativa si seleccionó la opción "otra".

Tu respuesta

4.- En la situación que se estableciera un monitoreo poblacional (muestreos de campo o evaluación directa) de las praderas de macroalgas objeto de la pesquería, cual de estos indicadores y/o variables considera más informativos del estado de salud de la pradera (Ud. puede considerar más de una alternativa).

- Cobertura espacial de la pradera o superficie objeto de la pesquería.
- Densidad total de la pradera o superficie objeto de la pesquería.
- Estructura de tamaños de los individuos de la pradera.
- Estimación de la biomasa (total y extraída) de la pradera o superficie objeto de la pesquería
- Intensidad de reclutamiento.
- Biomasa en estado reproductivo.

Otro:

Favor justificar la alternativa elegida y describir su alternativa si seleccionó la opción "otra".

Anexo 9. Narración de talleres para la determinación de indicadores Económicos y Reglas de decisión para los Planes de Manejo Algas Pardas

Propósito: Definir el set de indicadores de monitoreo de los objetivos perseguidos por la administración y las reglas de decisiones que oriente la toma de decisiones socio - económicas ante diferentes escenarios de desarrollo de las pesquerías de algas pardas.

1. Metodología del taller

Los talleres se realizaron en dos jornadas de forma remota con profesionales de la Unidad de Recursos Bentónicos de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (URB-SSPA) que participan en la administración de pesquerías de algas pardas en la zona norte de Chile.

Los talleres son de carácter dinámico, buscando generar el debate y acuerdos entre los participantes sobre los objetivos e indicadores de medición del ámbito económico. Para ello, cada taller presentó un propósito independiente: El primer taller (Taller 1), propendió a definir el objetivo, indicadores y puntos de referencias para el ámbito socio-económico; mientras que el segundo taller (Taller 2), tuvo por propósito la validación de los resultados y la calibración de los mismos.

Cada taller se dividió en dos etapas: i) Inducción de los conceptos claves a considerar y ii) desarrollo de una dinámica. En el caso de la primera parte se realizó una presentación donde se abordaron conceptos claves como el marco donde se encuentra inserto un programa de monitoreo, identificando su rol dentro de un programa de gestión, además de conceptos claves asociado al trabajo a realizar en la segunda parte (Tabla 1).

Tabla 1. Conceptos y definiciones abordados en la inducción al taller.

Conceptos	Definiciones
Modelo de gestión basada en evidencia	Propósito: Generar evidencia sobre el alcance de un Objetivo trazado sobre un programa, política
Monitoreo	Componente asociada a la recolección de información asociada a los objetivos trazados
Seguimiento	Evaluación de las acciones ejecutadas o actividades en relación a un programa acordado
Evaluación	Valoración acerca del alcance de los objetivos, desde el punto de su eficiencia y eficacia
Reglas de decisión	Desde la Teoría de decisión, criterio de elección entre varias alternativas para el alcance de un objetivo esperado
Objetivo	Propósito perseguido producto de un estado u escenario el cual se desea alcanzar
Factor de éxito	Condición o valor que nos permite identificar que se cumple con los objetivos
Indicadores	Ecuaciones que permite representar cuantitativamente que se está alcanzando los objetivos y sus factores de éxito
Punto de Referencia	Valor acordado el cual indica el nivel de desarrollo de los indicadores (indeseado, aceptable e indeseado)
Obstáculos	Problemas o brechas de información asociada al alcance del objetivo
Acciones	Actividades a realizar para subsanar los obstáculos identificados

El desarrollo de la dinámica, segunda parte, se utilizó la plataforma web mural⁴ donde se presentaron una serie de preguntas que los profesionales de la URB-SSPA debieron llenar. Dentro de las bondades de la plataforma utilizada está el hecho que es un lienzo y presenta una forma de trabajo similar al llenado de información bajo el uso de post-

⁴ <http://www.mural.co>

it, presentando independencia y anonimato en el llenado de la información. Las preguntas realizadas se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Preguntas realizadas a profesionales de la URB-SSPA

Ámbito	Pregunta formulada
Objetivo	Como administrador, ¿Qué se desea alcanzar para el ámbito socio-económico?
Factor de éxito	¿Cómo se entenderá que se está alcanzado el objetivo?
Indicador	¿Cómo se puede medir el factor de éxito?
Punto de Referencia	¿Cuál es el nivel deseado alcanzar para el factor de éxito?
	¿Hasta qué nivel se está dispuesta a aceptar?
	¿En qué nivel se encuentra en un escenario no deseado?

2. Resultados

Durante el primer taller, la discusión principal se centró en la definición del objetivo de la autoridad para el ámbito socio-económico. En este sentido, los profesionales de la URB-SSPA identificaron una serie de objetivos asociados al quehacer del programa de monitoreo en vez de identificar su propósito como administradores de la medida Planes de Manejo, generando un primer quiebre y debate respecto a su quehacer y las necesidades de información para dicho ámbito.

Cada objetivo propuesto fue revisado identificando su pertinencia y coherencia ante su rol institucional, lo cual permitió identificar aquel que se alinea de mejor manera con los objetivos de manejo asociados con la Ley General de Pesca y Acuicultura. Dentro de los principales debates sobre la materia radica el hecho que un objetivo se enmarca dentro de un diagnóstico preliminar que se tiene sobre la pesquería de algas pardas, del cual existe un conocimiento de la situación social y económica por parte de los profesionales de la URB; además, de identificar la orientación de las decisiones económicas que se tomarán en la materia (Tabla 3).

Si bien se manifiesta la necesidad por parte de los profesionales de la URB-SSPA por contar con información para tomar decisiones administrativas, durante el transcurso del taller no se identificó la orientación de las decisiones adoptadas, complejizando el proceso de explicitar el objetivo perseguido por sus profesionales.

Dentro de los profesionales de la URB se planteó como objetivo el “mantener e incrementar el ingreso económico de los agentes extractivo manteniendo una sostenibilidad de la pesquería”. Si bien se consideró este objetivo como el central, no hubo consenso pleno entre los profesionales participante.

Tabla 3. Objetivos económicos planteados por los profesionales de la URB-SSPA y las principales observaciones realizadas sobre cada objetivo planteado.

Objetivo	Observaciones y debate ante cada objetivo propuesto
Mantener e incrementar el ingreso económico de los agentes extractivo manteniendo una sostenibilidad de la pesquería	<ul style="list-style-type: none"> • Asesor, indica que dentro de las alternativas planteadas parece ser el de mayor pertinencia. • No genera consenso dentro de los profesionales de la URB
Dimensionar el impacto y variación de la actividad extractiva de macroalgas en los diferentes agentes de la cadena productiva y de manera regional o a para la macrozona.	<ul style="list-style-type: none"> • Se recuerda que se busca el objetivo que persiguen como autoridad. • Se observa que lo planteado no da orientaciones sobre el propósito administrativo de los Planes de Manejo. • La obtención de información no es un objetivo per sé, sino más bien una acción intrínseca del monitoreo
Lograr generar un monitoreo, que permita tener un indicador que refleje el impacto/resultados de la actividad extractiva en el ámbito socioeconómico para diferentes agentes y con una temporalidad y escala espacial que permita una acertada toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> • Se recuerda que se busca el objetivo que persiguen como autoridad. • Se recuerda que un monitoreo es parte de una metodología de gestión mayor y no un objetivo por sí mismo. • Se observa que un indicador tiene la característica de “indicar”, por tanto requiere de una orientación otorgada por un propósito bajo el cual se realiza un contraste.
Conocer los ingresos reales del sector pesquero artesanal que participa en los planes de manejo de algas pardas.	<ul style="list-style-type: none"> • Se acerca bastante, no obstante, se observa que el conocer no debería ser un objetivo que persiga el administrador.
Generar un indicador para la toma de decisiones basado en los ingresos regionales y por usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> • Se debate sobre la orientación de las decisiones, debido que se requiere conocer que se busca respecto a los ingresos para tomar decisiones que apunten en dicha dirección. • Se observa que el objetivo es más que una acción a tomar con la información
Evaluar el impacto de la pesquería de algas pardas en los ámbitos económico relacionados con los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> • Se observa que la evaluación de impacto es un método “ex -post” para cuantificar el alcance de un objetivo administrativo, por ende, es una acción que requiere la identificación de un propósito en la materia. • Se indica que el desarrollo de una acción de esta naturaleza requiere definir el objetivo perseguido por la administración.

A partir de dicho objetivo, se profundizó en la definición de los factores de éxito bajo los cuales se considera que se está alcanzando satisfactoriamente el propósito planteado, siendo tres los ámbitos definidos (nivel de formalidad, preservación del ingreso y eficiencia productiva). De esta información se alcanzó a esbozar la orientación de los indicadores sin llegar a definir su ecuación durante el taller (Tabla 4).

Finalmente, dentro del taller se identificaron los obstáculos que observan que posee el administrador para alcanzar el objetivo planteado y las acciones de manejo que permiten minimizar sus brechas de información, tal como se presenta en el informe.

Tabla 4. Objetivos, Factores de Éxito e Indicadores descritos y debatidos

Objetivo	Factor de éxito	Indicadores
"Mantener e incrementar el ingreso económico de los agentes extractivo manteniendo una sostenibilidad de la pesquería"	El los PA se encuentren autorizados para desarrollar la actividad	Nivel de formalidad (NF)
	Mantener nivel de ingreso de los pescadores asociados a la actividad respecto del año de inicio del Plan de Manejo	Porcentaje de variación del ingreso bruto percibido a partir de la actividad extractiva
	Mantener la eficiencia productiva respecto periodo inicial del Plan (CPUE)	Cuota de captura V/s N° usuarios establecer una "capacidad de carga del sistema" económico, biológico y social

* Objetivo seleccionado

En el taller 2 se realizó un trabajo previo consistente en proponer un set de indicadores a levantar y Puntos de Referencias los cuales iban a debatir; no obstante, la discusión nuevamente se centró en el objetivo planteado ya que no representa la visión de los profesionales de la URB-SSPA debido al hecho que las decisiones que adoptan no ponderan la situación socio-económica de los usuarios.

Si bien, se les recordó que el propósito es definir la orientación de los administradores en este ámbito, hubo una negativa asociada por parte de los profesionales URB-SSPA que generó el término con la ronda de talleres sin definir su objetivo, indicadores, puntos de referencias y reglas de decisión en el ámbito socio-económico, ya que, independiente de la situación y el contexto social en el cual se encuentren los pescadores, las decisiones adoptadas dependerán exclusivamente del ámbito biológico.

Anexo 10. Taller interno para la proposición de indicadores Económicos para la evaluación y seguimiento de los Planes de Manejo Algas Pardas

Propósito: Proponer el set de indicadores de monitoreo de los objetivos perseguidos por la administración que oriente la evaluación y toma de decisiones socio - económicas de las pesquerías de algas pardas.

1. Metodología del taller

El taller tuvo por propósito definir el objetivo, indicadores y puntos de referencias para el ámbito socio-económico asociado a los Planes de Manejo de algas pardas. Este se realizó de forma remota el viernes 10 de marzo de 2023, con profesionales adscritos al estudio.

El taller fue de carácter dinámico, buscando generar el debate y acuerdos entre los participantes sobre los objetivos e indicadores de medición del ámbito económico. El taller se dividió en dos etapas: i) Inducción de los conceptos claves a considerar y ii) desarrollo de una dinámica. En la primera parte se realizó una presentación donde se abordaron conceptos claves como el marco donde se encuentra inserto un programa de monitoreo, identificando su rol dentro de un programa de gestión, además de conceptos claves asociado al desarrollo metodológico de la segunda parte (Tabla 1).

Tabla 1. Conceptos y definiciones abordados en la inducción al taller.

Conceptos	Definiciones
Modelo de gestión basada en evidencia	Propósito: Generar evidencia sobre el alcance de un Objetivo trazado sobre un programa, política
Monitoreo	Componente asociada a la recolección de información asociada a los objetivos trazados
Seguimiento	Evaluación de las acciones ejecutadas o actividades en relación a un programa acordado
Evaluación	Valoración acerca del alcance de los objetivos, desde el punto de su eficiencia y eficacia
Reglas de decisión	Desde la Teoría de decisión, corresponden a los criterios de elección entre varias alternativas para el alcance de un objetivo esperado
Objetivo	Propósito perseguido producto de un estado u escenario que se desea alcanzar
Factor de éxito	Condición o valor que permite identificar que se cumple con los objetivos
Indicadores	Ecuaciones que permite representar cuantitativamente que se está alcanzando los objetivos y sus factores de éxito
Punto de Referencia	Valor acordado el cual indica el nivel de desarrollo de los indicadores (indeseado, aceptable e indeseado)

En la segunda parte, para el desarrollo de la dinámica se utilizó la plataforma web mural⁵, con la cual se presentó una propuesta de objetivos e indicadores a ser evaluada y calibrada por el conjunto de participante (Tabla 2), con el propósito de estimular el avance y el debate entre los presentes.

Tabla 2. Matriz de objetivos e indicadores propuesta inicialmente

Objetivo	Factores de Éxito	Indicadores	Estados	Punto Referencia
Mantener e Incrementar la	Incrementar Valor económico de actividad en un 2% anual		Malo	TVIB < 0%

⁵ <http://www.mural.co>

generación eficiente de beneficios económicos para los usuarios perteneciente a PM sin comprometer las oportunidades de desarrollo de las generaciones futuras	(relación crecimiento productivo nacional)	Tasa Valor Ingreso Bruto Pesquería	Regular	$0 < TVIB < 2\%$
			Bueno	$TIVB \geq 2\%$
		$TIVB = (VIB_t/VIB_{t-1} - 1)$		
	Asegurar niveles de ingreso productivos cercanos a la mediana de ingreso nacional (\$450.000 mes)	Proporción ingreso sector	Malo	$PIP < 1$
		$PIP = INGPA/INNac$	Regular	$1 < PIP < 1,15$
			Bueno	$PIP > 1,15$
	Mantener e incrementar la eficiencia productiva respecto periodo inicial del Plan	Tasa productividad	Malo	$TCPUE < 0$
			Regular	$0 < TCPUE < 15\%$
		$TCUPE = CPUE_t/CPUE_{0-1}$	Bueno	$TCPUE \geq 15\%$
	Al menos el 80% de los PA se encuentren autorizados para desarrollar la actividad	Porcentajes actores legales	Malo	$PPAL < 60\%$
		$PPAL = PAL/PAtot$	Regular	$60\% < PPAL < 80\%$
			Bueno	$PPAL > 80\%$
Asegurar que la transferencia en precio de exportación se refleje en el precio playa. Es decir, que el precio playa sea al menos un 20% del valor de exportación FOB	Proporción precios comercial	Malo	$PPC < 20\%$	
		Regular	$20 < PPC < 40\%$	
	$PPC = pplaya/FOB$	Bueno	$PPC > 40\%$	

2. Resultados

Durante el taller, la discusión principal se centró en la definición del objetivo e indicadores para el ámbito socio-económico. Se logró identificar una serie de objetivos asociados al programa de monitoreo, generándose un debate respecto a su quehacer y funcionalidad a propósito de las necesidades de información para dicho ámbito.

Cada objetivo propuesto fue revisado identificando su pertinencia y coherencia ante el rol institucional, acordando aquel que mejor representa los objetivos de manejo asociado con la Ley General de Pesca y Acuicultura. Dentro grupo **se determinó como objetivo "Mantener e Incrementar la generación de beneficios económicos para los usuarios perteneciente al Plan de Manejo sin comprometer las oportunidades de desarrollo de las generaciones futuras bajo principios equitativos, cumpliendo el marco de ordenamiento, legalidad y respeto"**.

A partir de dicho objetivo, se profundizó en la definición de los factores de éxito bajo los cuales se considera que se está alcanzando satisfactoriamente el propósito planteado, siendo dos los ámbitos definidos: nivel de formalidad y preservación del ingreso. Finalmente, respecto a los indicadores y puntos de referencia, se acordó la mantención de los propuestos inicialmente, centrando la atención en completar los asociados a indicadores restantes (Tabla 3).

Tabla 3. Objetivos, Factores de Éxito, Indicadores y puntos de referencia descritos y debatidos

Objetivo	Factores de Éxito	Indicadores	Estados	Punto Referencia
Mantener e Incrementar la generación de beneficios económicos para los usuarios perteneciente al Plan de Manejo sin comprometer las oportunidades de desarrollo de las generaciones futuras bajo principios equitativos, cumpliendo el marco de ordenamiento, legalidad y respeto	Incrementar Valor económico de actividad en un 2% anual (relación crecimiento productivo nacional)	Tasa Valor Ingreso Bruto Pesquería $TIVB = (VIBt/VIB_{t-1} - 1)$	Malo	$TVIB < 0\%$
			Regular	$0 < TVIB < 2\%$
			Bueno	$TIVB \geq 2\%$
	Asegurar niveles de ingreso productivos cercanos a la mediana de ingreso nacional (\$450.000 mes)	Proporción ingreso sector $PIP = INGPA/INNac$	Malo	$PIP < 1$
			Regular	$1 < PIP < 1,15$
			Bueno	$PIP > 1,15$
	Mantener el número de usuarios de las pesquerías respecto de la cantidad de personas inscrita	Tasa de usuarios $TPA = (PA/PA_{t-1} - 1)$	Malo	$TPA < 1$
			Regular	$1 < TPA < 1,1$
			Bueno	$TPA > 1,1$
	Que el 100% de los PA se encuentren autorizados para desarrollar la actividad	Porcentajes actores legales $PPAL = PAL/PAtot$	Malo	$PPAL < 80\%$
			Regular	$80\% < PPAL < 100\%$
			Bueno	$PPAL = 100\%$
	Asegurar que la transferencia en precio de exportación se refleje en el precio playa. Es decir, que el precio playa sea al menos un 20% del valor de exportación FOB	Proporción precios comercial $PPC = pplaya/FOB$	Malo	$PPC < 20\%$
			Regular	$20 < PPC < 40\%$
			Bueno	$PPC > 40\%$

3. Discusión

La definición de objetivos e indicadores de manejo y administración son componente interrelacionados entre sí los cuales orientan a los tomadores de decisiones respecto del nivel de éxito sobre la materia administrada, facilitando la

identificación de brechas respecto de los ámbitos sobre los cuales tomar decisiones; no obstante, el alcance de los mismos no es una tarea sencilla. Existe una serie de complejidades asociadas a la implementación de los modelos de identificación bajo una figura de gestión como es la poca frecuencia con la cual se procede a labores de dicha naturaleza.

En general existe una tendencia natural a definir objetivos bajo componentes de ambigüedad que orienten al lector sin indicar expresamente el escenario al cual se desea alcanzar, o bien, la formulación de éstos suele expresar deseos que se alejan a la real capacidad que posee el administrador de poder lograrlo, tal como ocurre al momento de plantear formalidad al 100%, sin tener en la actualidad claridad sobre el nivel de ilegalidad presente en la pesquería.

Por su parte, existe una tendencia natural en generar objetivos aparatosos, con múltiples conceptos y alcances que no necesariamente terminan siendo reflejo de los procesos de evaluación, tal como es el caso de proponer dentro de **su definición contextos como “cumpliendo el marco de ordenamiento, legalidad y respeto”, siendo más bien una serie** de atributos a tener presente al momento de administrar, dado que éstos no fueron representados dentro de los factores perseguidos.

La proposición de objetivo es una labor compleja y no trivial, requiere de un amplio conocimiento sobre el estado de la actividad sobre la cual se desea gestionar, así como también de las capacidades y limitaciones que presenta los administradores de turno para armonizar las expectativas con la realidad. Es relativamente sencillo anteponer niveles deseados o esperables por sobre las verdaderas capacidades que presenta un sector productivo o los administradores de poder controlar. Armonizar requiere avanzar en la definición de metas concretar fundamentadas en los resultados por sobre las expectativas de los actores proponentes.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Almte. Manuel Blanco Encalada 839
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl

