

INFORME FINAL

PROYECTO FIP 2014-08

**Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de
erizo en la X y XI Regiones**

EJECUTOR:



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

ENTIDAD SUBCONTRATADA



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Puerto Montt, 05 de Octubre de 2016

Equipo de Trabajo

Nombre	Institución	Título	Función
Carlos Molinet	UACH	Biólogo Marino, Dr. En Ciencias	Jefe de Proyecto, coordinación, modelamiento crecimiento, talla crítica
Patricio Díaz	UACH	Biólogo Marino Dr. Oceanografía	Análisis de datos
Cecilia Balboa	UACH	Ingeniero Acuícola	Coordinación, lectura anillos y linternas de erizos
Patricia Ruiz	UACH	Biólogo Marino	Análisis de datos, estimación de parámetros
Nancy Barahona Toledo	IFOP	Ingeniero (E) Pesca	Coordinación - Análisis - Difusión
Eduardo Díaz Ramos	IFOP	Biólogo Marino	Lectura muestras histológicas
Pablo Araya Castillo	IFOP	Biólogo Marino	Análisis, coordinación terreno
Dagoberto Subiabre Mena	IFOP	Técnico	Muestreos, coordinación terreno
Carlos Montenegro Silva	IFOP	Doctor en Estadística	Análisis de datos
Crista Eisele Mayorga	IFOP	Técnico	Técnicas histológicas
Camilo Arriagada Muñoz	IFOP	Ing. En Acuicultura	Cortes histológicos y lectura de placas
Cesar Bravo Espinoza	IFOP	Ing. En Acuicultura	Tratamiento de muestras
Andres Olguín Ibacache	IFOP	Biólogo Marino	Tratamiento de muestras

Paulo Mora Vasquez	IFOP	Biólogo Marino	Tratamiento de muestras Quellón
Debora Sánchez Payahuala	IFOP	Asistente	Tratamiento de muestras Carelmapu
Joany Chávez Casanova	IFOP	Asistente	Tratamiento de muestras Quellón
Daniel Triviño Miranda	IFOP	Asistente	Tratamiento de muestras Quellón
Jose Luis Calbuyahue Barrientos	IFOP	Asistente	Tratamiento de muestras Quellón
Ariel Villarroel Abarzua	IFOP	Asistente	Tratamiento de muestras Quellón
Brayan Gonzalez Miranda	IFOP	Asistente	Tratamiento de muestras Quellón
Karen Barría Ruiz	IFOP	Asistente	Tratamiento de muestras Melinka
Mauro Andrade Ñancupel	IFOP	Asistente	Tratamiento de muestras Melinka
David Osorio Villa	IFOP	Asistente	Tratamiento de muestras Quellón

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento constituye el Informe Final del proyecto FIP 2014-08, **“Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de erizo en la X y XI Regiones”**, cuyo objetivo general fue “Disponer de parámetros poblacionales actualizados de las poblaciones de erizo *Loxechinus albus*, que representen la variabilidad espacial para el recurso erizo en la X y XI regiones”. Para ello se desarrollaron cuatro objetivos específicos, i) en el primero de ellos se efectuó una revisión bibliográfica de los antecedentes disponibles del recurso en relación a los parámetros de crecimiento y reproductivos, ii) el segundo objetivo específico abordó el estudio y validación del crecimiento en dos sub poblaciones de erizo ubicadas, iii) el tercer objetivo estuvo asociado a estimar parámetros reproductivos en cuatro sub poblaciones de erizo, dos sectores ubicados en la X Región y dos en la XI Región, iv) el cuarto objetivo estuvo asociado a la estimación de la talla crítica de *L. albus* con los parámetros de crecimiento actualizados

Finalmente el quinto objetivo estuvo orientado a socializar los resultados de este estudio con los miembros de la Comisión de Manejo de Pesquerías Bentónicas Zona Contigua X y XI regiones y su Grupo Técnico Asesor de la pesquería de erizo.

Referente al objetivo 1: Existen diversos proyectos de investigación financiados por el Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) que dan cuenta de una importante cantidad de literatura existente sobre el recurso erizo. Considerando lo anterior, se complementó y actualizó el trabajo ya realizado, enfocándose en los parámetros del ciclo reproductivo, crecimiento, mortalidad natural, talla crítica y estructura de talla poblacional del recurso erizo. Se consultaron fuentes especializadas en ciencias marinas, en la web.

La revisión de la literatura sobre erizo indica que hay un amplio número de estudios y publicaciones referidas al recurso, centradas mayoritariamente en la zona sur de Chile. Se elaboraron tablas que reúnen todas las citas encontradas, las que se agruparon según las temáticas de interés de este proyecto. Una

fracción importante de ellas está referida a estudios orientados al cultivo de erizo. Se logró disponer de bases de datos de 5 estudios ejecutados por el FIPA y de una base proporcionada por el autor de una publicación referida a un estudio realizado en la zona sur austral de Argentina.

La información asociada a aspectos reproductivos confirma que el ciclo reproductivo de erizo es anual, aunque hay evidencia de un desfase latitudinal hacia de región de Magallanes. Diversos autores que han estimado el Índice Gonadosomático señalan que este presenta variaciones en distintos lugares de muestreo y que puede ser confuso dado el proceso que sigue la gónada.

Referente al objetivo 2. Para la validación de la técnica de la lectura de los anillos de crecimiento se utilizó el método de marcaje y recaptura. Entre enero y febrero de 2015 se realizó el marcaje de los erizos en los dos sitios propuestos (Carelmapu en la X región e Isla Westhoff en la XI región), mediante la inyección de tetraciclina a erizos mayores a 20 mm de diámetro de testa (DT) e inmersión de calceína a ejemplares menores a 20 mm DT. Un total de 2654 erizos fueron marcados en Punta Picuta, Carelmapu, X región de los Lagos y 1487 erizos en Isla Westhoff, XI región de Aysén. Luego de un año (enero y febrero 2016) se recapturó alrededor de 15% de los erizos entre ambos sitios. La identificación de los erizos marcados se realizó en la mandíbula (demi-pirámides) de la linterna de Aristóteles. Una vez identificados los erizos marcados, las placas genitales fueron procesadas de acuerdo a la metodología descrita por Gebauer y Moreno, 1995, para el conteo de los anillos de crecimiento. La sobrevivencia de erizos marcados con tetraciclina fue 49%, mientras que la sobrevivencia de los erizos controles marcados con calceína fue de 100%, durante un periodo de 60 días en el laboratorio.

Los resultados de la lectura de los anillos en las placas genitales muestran que aproximadamente el 80% de los erizos marcados en Carelmapu y el 60% en Westhoff presentaron 1 anillo de crecimiento (una banda opaca y una banda translúcida) luego del marcaje.

Nuestros resultados muestran que existe variabilidad en la formación de anillos, al menos entre la dos zonas estudiadas, sugiriendo que en la zona de Carelmapu

alrededor de 17,8% de los erizos podría tener menos edad que la asignada a través de la lectura de anillos de las placas genitales, mientras que en Westhoff, un 30,9% de los erizos podrían tener más años que los asignados.

Relativo al objetivo 3.3: Se seleccionaron cuatro lugares para abordar este objetivo, dos ubicados en la X Región: Punta Picuta ubicado en Carelmapu ($41^{\circ}45'13''\text{S}$; $73^{\circ}42'11''\text{W}$), Punta Paula asociado a Quellón ($43^{\circ}11'30''\text{S}$; $73^{\circ}39'42''\text{W}$); y dos en la XI Región referidos al puerto de Melinka: isla Westhoff ($43^{\circ}53'55''\text{S}$; $73^{\circ}43'43''\text{W}$) e isla Midhurst ($44^{\circ}10'23''\text{S}$; $74^{\circ}15'42''\text{W}$). Se empleó el criterio de abarcar el mayor gradiente latitudinal. El periodo de muestreo fue de septiembre de 2015 a marzo de 2016, ambos meses inclusive, considerando los antecedentes de literatura que indican que el periodo de desove y reabsorción de la gónada ocurre en estos meses en la zona de estudio. Se extrajeron mensualmente 15 individuos por intervalo de clase de 5 mm, por localidad de estudio. Se recolectaron erizos entre 30 mm DT y hasta 80 mm DT, considerando que en rangos menores no es posible diferenciar la gónada.

El IGS en peso y volumen siguió trayectorias similares por localidad, mostrando variabilidad inter-localidad, ajustándose parcialmente con los estados reproductivos registrados histológicamente. En general se observan valores altos al inicio del periodo de muestreo, disminuyen en la mitad, mostrando un vaciamiento gonadal producto del desove y posteriormente un aumento de los valores hacia finales del periodo, con excepción de las muestras obtenidas en isla Westhoff que muestra una tendencia decreciente.

En este proyecto se empleó una escala para definir los estados reproductivos que considera al estado I como un individuo inmaduro adulto y IA como un inmaduro adulto en crecimiento. Estas definiciones no son consideradas en otras escalas, sin embargo se consideró relevante poder identificar ejemplares virginales de aquellos que ya habían desovado una vez en su vida.

Se observó alta variabilidad en los estados reproductivos, entre sexos y localidades. En Carelmapu en ambos sexos, se identificaron individuos maduros a lo largo del periodo de estudio, mientras que en las otras localidades el patrón general fue de una maduración progresiva, concentrándose en los meses de

noviembre y diciembre, pero en bajas proporciones. Esto refleja aportes reproductivos diferenciados por cada localidad de estudio. En términos generales los rangos de tallas mayores presentaron mayor proporción de individuos maduros en ambos sexos, aunque en Isla Westhoff se observó erizos maduros en todo el rango de tallas. Esto indicaría que existen localidades donde la diferenciación sexual está bajo los 30 mm, a pesar que estudios realizados a la fecha de este proyecto daban cuenta que el establecimiento de una talla mínima de 30 mm de diámetro de la testa, respondía bien al objetivo planteado.

Los ajustes de un modelo logístico estadísticamente más robustos para la madurez reproductiva fueron conseguidos en la localidad de Carelmapu obteniendo una ojiva de 46.8 mm en hembras y 38.2 mm en machos.

Es importante considerar que este año fue especial en términos ambientales. En la zona de estudio se registraron eventos poco frecuentes sucedieron, influenciados posiblemente por la anomalía de el “Niño”. Es probable que las variaciones reproductivas observadas se vieran aumentadas a las existentes bajo condiciones naturales normales. La variable temperatura analizada en punta Paula, isla Westhoff e isla Midhurst varió entre 10° y 12,9°, observándose en punta Paula e isla Westhoff un aumento de temperatura respecto al periodo 2014-2015 de prácticamente 1°. En general no se observa una disminución de la temperatura en el periodo de la mayor fracción de ejemplares desovados.

Relativo al objetivo específico 4: La talla crítica estimada para *L. albus* varió dependiendo del parámetro de mortalidad utilizado, entre valores de 51 mm DT ($M=0.45$, edad= 9.22) hasta 73 mm DT ($M=0.25$, edad= 9.22). Las estimaciones de Rendimiento por Recluta y Huevo por Recluta para ejemplares de 60 y 70 mm de DT son similares utilizando un valor de $F_{0.10}$ y $M= 0.35$, mientras que con $M= 0.25$ el RPR en erizos cosechados a 70 mm DT es superior en 7%. Sin embargo, los valores de F deben ser reducidos (al menos en la X región norte y sur) para mantener los niveles de desembarque de la pesquería.

Se debe destacar que los modelos son muy sensibles a los parámetros de crecimiento y mortalidad natural, los que (como se observó en la revisión bibliográfica) son muy variables.

En cualquier caso, los resultados de este proyecto complementados con el seguimiento de la pesquería sugieren la aplicación de un manejo espacialmente explícito en al menos tres unidades (X norte, X sur y XI región).

Relativo al objetivo específico 5: Se informó al Grupo Técnico Asesor de erizo (GTA-erizo) (que pertenece a la Comisión de Manejo de las Pesquerías bentónicas de la Zona Contigua (COMPEB), del inicio de este proyecto. Durante el mes de mayo de 2016 se ejecutaron dos actividades en el marco de este objetivo: i) 1 taller de análisis de datos con integrantes del GTA-erizos de la COMPEB e invitados especiales, y ii) presentación de resultados al Comité Científico Bentónico.

En el mes de noviembre se presentaron los resultados del proyecto a la Comisión de Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua X–XI Regiones (COMPEB)

Executive Abstract

This document constitutes the Final Report for the FIP 2014-08 project, "Update of the estimation of biological and growth parameters of sea urchins in the X and XI Regions." The general objective of this project was the following, "To provide updated population parameters of *Loxechinus albus* populations which represent the spatial variability of urchins, as a resource, in the X and XI regions." For this, four specific objects were developed. i) First, a bibliographic review of the available background of the resource in terms of growth and reproductive parameters was conducted. ii) The second specific objective included the study and validation of growth of two urchin subpopulations. iii) The third objective was associated with estimating reproductive parameters in four urchin subpopulations; two of these were located in the X Region and two were located in the XI Region. iv) The fourth objective was associated with estimating the critical size of *L. albus* using updated growth parameters. v) Finally, the fifth objective was oriented at disseminating the results of this study with members of the Benthic Fisheries Management Commission of the Contiguous Areas of the X and XI regions (COMPEB) and with members of the Technical Advisory Group (GTA) of urchin fisheries.

Referring to objective 1: There are a number of research projects funded by the Fisheries and Aquaculture Research Fund (FIPA) which account for a significant amount of the existing literature on sea urchin resources. As such, the existing work was complemented and updated, focusing on including parameters of the reproductive cycle, growth, natural mortality, critical size, and population size structure of urchin resources. Specialized sources of marine science were consulted using the web.

The review of sea urchin literature indicated that there are a large number of studies and publications on the resource. These studies mainly focus on urchins of southern Chile. Tables were compiled to document all of the citations found; these were grouped according to the themes of interest of this project. A significant fraction of the studies found are oriented towards urchin cultivation. From the

references gathered, it was possible to provide databases for five studies carried out by FIPA and for one published study carried out in southern Argentina.

The information associated with reproductive aspects confirms that the urchin reproductive cycle is annual although there is evidence of a latitudinal lag towards the region of Magallanes. Several authors who have estimated the Gonadosomatic Index indicate that there is variation among sample sites which can be further confounded due to gonadal processes.

Relative to objective 2: The mark and recapture method was used to validate the growth ring reading technique. Between January and February 2015, the urchin was marked at the two proposed sites (Carelmapu in the X region and Westhoff Island in the XI region), by tetracycline injections into urchins with test diameters (TD) larger than 20 mm and calcein immersion for specimens with a TD smaller than 20 mm. A total of 2654 urchins were marked at Punta Picuta, Carelmapu, X region, Los Lagos and 1487 hedgehogs at Westhoff Island, XI region, Aysén. After a year (January and February 2016), approximately 15% of the urchins between the two sites were recaptured. Identification of marked urchins was performed on the mandible (demi-pyramids) of Aristotle's lantern. Once the marked urchins were identified, the genital plates were processed according to the methodology described by Gebauer and Moreno, 1995, for counting growth rings. Tetracycline-labeled urchin survival was 49%, while the survival of the calcein-labeled control urchins was 100%, during a period of 60 days in the laboratory.

Growth ring readings on the genital plates show that approximately 80% of urchins marked in Carelmapu and 60% in Westhoff had 1 growth ring (an opaque band and a translucent band) after being marked.

Our results show that there is variability in ring formation, at least between the two zones studied, suggesting that in the Carelmapu area, approximately 17.8% of the urchins could be younger than the age assigned through growth ring readings on the genital plaques, while in Westhoff, 30.9% of urchins may be older than the years assigned.

Relative to Objective 3.3: Four sites were selected to address this objective, two located in Region X: Punta Picuta, located in Carelmapu (41°45' 13"S, 73°42'11"

W), Punta Paula associated with Quellón (43°11'30" S; 73°39'42" W); and two in the XI Region, referring to the port of Melinka: Westhoff Island (43°53'55" S, 73°43'43" W) and Midhurst Island (44°10'23"S; 74° 15' 42" W). The criterion for covering the largest latitudinal gradient was used. The sampling period was from September 2015 to March 2016, both months being inclusive, considering literature that indicates that the spawning period and gonad reabsorbing occurs in these months in the study area. Fifteen 5 mm class interval specimens were extracted monthly per study location. Urchins were collected between 30 mm TD and up to 80 mm TD, considering that in smaller ranges it is not possible to differentiate the gonad.

The IGS, in weight and volume, followed similar trajectories by locality, showing inter-local variability, partially adjusting with the reproductive states recorded histologically. In general, high values are observed at the beginning of the sampling period, decreasing at the half-way period, demonstrating gonadal emptying, product of spawning and later an increase in the values towards the end of the period, except for the samples obtained in Westhoff island which show a decreasing trend.

A scale was used in this project to define the reproductive states, considering state I as an immature adult individual and IA as a growing immature adult. These definitions are not considered in other scales, however it was considered relevant to be able to identify virgin specimens of those that had already spawned once in their life.

High variability was observed in reproductive states, between sexes and localities. In Carelmapu, for both sexes, mature individuals were identified throughout the study period, while in the other localities, the general pattern was a progressive maturation, concentrated in the months of November and December, but in low proportions. This reflects reproductive supports differentiated by each study location. In general terms, the larger size ranges presented a higher proportion of mature individuals for both sexes, although in the Westhoff Island mature urchins were observed throughout the size range. This would indicate that there are localities where sexual differentiation is below 30 mm, although studies conducted

at the time of this project showed that a minimum size of 30 mm in test diameter, responded well to the objective.

A statistically more robust logistic model for reproductive maturity was obtained in the locality of Carelmapu capturing an ojive of 46.8 mm for females and 38.2 mm for males.

It is important to consider that this year was special in environmental terms. Infrequent events occurred in the study area, possibly influenced by the "El Niño" anomaly. Reproductive variations observed are likely to increase under normal natural conditions. The temperature variable analyzed at Paula Point, Westhoff Island and Midhurst Island ranged between 10° and 12.9°, with Paula Point and Westhoff Island showing a temperature increase from the 2014-2015 period of practically 1°. In general, a decrease in temperature in the period of the largest fraction of spawned specimens is not observed.

Relative to specific objective 4: The estimated critical size for *L. albus* varied depending on the mortality parameter used, between 51 mm TD ($M = 0.45$, age = 9.22) up to 73 mm TD ($M = 0.25$, age = 9.22). Yield estimates by recruit and egg per recruit for 60 and 70 mm TD specimens are similar using a value of $F_{0.10}$ and $M = 0.35$, while with an M_0 of 0.25 the RPR of urchins harvested at 70 mm TD is higher by 7%. However, F values should be reduced (at least in the north and south X regions) to maintain landing levels for the fishery.

It should be noted that the models are very sensitive to natural growth and mortality parameters, which (as observed in the literature review) are very variable. In any case, the results of this project, complemented with the monitoring of the fishery, suggest the application of spatially explicit management in at least three units (north X, south X and XI regions).

Relative to specific objective 5: The Group of Technical Advisors Group on urchins (GTA-urchin) (belonging to the Contiguous Zone of the benthic Fisheries Management Commission (COMPEB), was informed of this project. During the month of May 2016, two activities were carried out under this objective: (i) 1 data analysis workshops with members of the COMPEB GTA-urchins and special guests, and (ii) presentation of results to the Benthic Scientific Committee.

Project results were presented to the Commission of Benthic Fisheries of the Contiguous Zone X-XI Regions (COMPEB) in november.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	23
2. OBJETIVOS.....	25
2.1 Objetivo General.....	25
2.2 Objetivo Específicos.....	25
3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	26
3.1 Objetivo Específico 1.....	26
3.1.1 Metodología de trabajo.....	26
a. Revisión técnica de literatura científica disponible en la “web”.....	26
b. Elaboración de una base de datos con la información recopilada.....	27
3.1.2 Resultados.....	28
a. Antecedentes sobre crecimiento de <i>Loxechinus albus</i>	29
b. Antecedentes sobre aspectos reproductivos de <i>Loxechinus albus</i>	32
c. Mortalidad.....	40
3.1.4 Discusión.....	42
3.1.4 Tablas.....	45
3.1.5 Figuras.....	58
3.2. Objetivo Específico 2.....	63
3.2.1. Antecedentes.....	63
3.2.2. Metodología.....	64
a. Marcaje de erizos.....	64
b. Difusión, coordinación y vigilancia.....	65
c. Evaluación de sobrevivencia al marcaje.....	66
d. Identificación de erizos marcados y lectura de anillos.....	66
e. Análisis de datos.....	68
f. Análisis Estadísticos.....	69
3.2.3. Resultados.....	69
a. Marcaje de erizo.....	69
b. Evaluación de sobrevivencia.....	70
c. Identificación de erizos marcados y lectura de anillos.....	70
d. Estimación de parámetros de crecimiento de zonas representativas.....	71
3.2.4. Discusión.....	73
2.2.5 Tablas.....	75
2.2.6 Figuras.....	78
3.3 Objetivo Específico 3.....	90
3.3.1 Plan operativo y área de estudio.....	90
3.3.2 Plan operativo y área de estudio.....	92

a.	Recolección de muestras	93
c.	Índice Gonadosomático en peso (IGS)	94
d.	Índice Gonadosomático en volumen (IGSV)	95
e.	Coloración gonadal.....	95
f.	Escala de madurez sexual (EMS).....	95
g.	Talla de primera madurez sexual (TPMS).....	96
h.	Variables ambientales.....	98
3.3.3	Resultados.....	99
a	. Índice gonadosomático.....	99
b	Coloración gonadal.....	99
c	. Estados de madurez sexual	100
d.	Talla primera madurez sexual.....	100
e	. Variables ambientales.....	101
3.3.4	Discusión	103
3.3.5	Tablas	109
3.3.6	Figuras.....	113
3.4	Objetivo Específico 4.	130
3.4.1	Antecedentes	130
3.4.2	Metodología.....	131
a.	Edad/ Talla crítica	131
b.	Rendimiento por Recluta (RPR)	132
c.	Producción de Huevos por Recluta (HPR)	132
3.4.3	Resultados	133
a.	Edad Crítica	133
b.	Rendimiento por recluta.....	133
c.	Producción de huevos por recluta.....	134
3.4.4	Discusión.....	135
3.4.5	Tablas	137
3.4.6	Figuras	142
3.5	Objetivo Específico 5.	144
3.5.1	Metodología de trabajo	144
3.5.2	Resultados.....	144
3.5.3	Tablas	146
3.6.	Conclusiones	148
3.7.	Bibliografía	150
4.	ANEXOS.....	160
	Anexo 1: Marcaje experimental en I. Westhoff Proyecto FIP 2012-14	161
	Anexo 2: Recalendarización del proyecto	166

Anexo 3: Protocolo para la clasificación histológica de gónadas de erizo Proyecto FIP 2014-08”	168
Anexo 4: Acta Presentación resultados preliminares al Comité Científico Bentónico	174
Anexo 5: Taller de análisis de datos con GTA-erizos de la COMPEB.....	193
Anexo 6: Acta reunión de la Comisión de Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua X-XI Regiones (COMPEB).....	204
Anexo 7: Noticia publicada en revista Aqua.....	247

INDICE TABLAS

Tabla 1.1: Literatura sobre crecimiento de erizo (<i>Loxechinus albus</i>).	45
Tabla 1. 1: Literatura sobre reproducción de erizo (<i>Loxechinus albus</i>).	48
Tabla 1. 2: Literatura sobre crecimiento y reproducción de erizo (<i>Loxechinus albus</i>).	51
Tabla 1. 3: Literatura sobre estudios poblacionales erizo (<i>Loxechinus albus</i>).	53
Tabla 1. 4: Literatura sobre estudios de crecimiento y/o reproductivos y/o poblacionales erizo (<i>Loxechinus albus</i>).	55
Tabla 1. 5: Modelos y parámetros de crecimiento estimados para <i>Loxechinus albus</i> en varios estudios	56
Tabla 1. 6: Parámetros reproductivos: Talla media de madurez L_{50} (TMMSL ₅₀), L_{100} (TMML ₁₀₀), Inicio madurez sexual individual (IMSI), talla mínima de diferenciación sexual (TMDS) obtenidos desde la literatura revisada.	57
Tabla 2. 1. Análisis de varianza de un modelo de regresión lineal para la variable respuesta incremento de la linterna (mm) y largo de la linterna (mm) versus las variables predictoras localidad y diámetro de la testa.	75
Tabla 2. 2: Regresión multinomial para categorías ordenadas, aplicando modelos de regresión para datos ordinales (McCullagh, 1980). AIC, Índice de información de Akaike.....	76
Tabla 2. 3: Probabilidad predicha, por el modelo de regresión para datos ordinales, para la formación de anillos de crecimiento en <i>L. Albus</i> durante 1 año (periodo de este estudio), en Carelmapu y Westhoff	76
Tabla 2. 4: Parámetros del modelo de crecimiento propuesto por Schnute (1981) y ajustado para cada zona de pesca estudiada. Este fue el modelo que presentó el valor de AIC más bajo al comparar desde un modelo nulo (a, b, y1, y2 iguales para cada polígono de pesca), hasta un modelo saturado (a,b, y1, y2 distintos para cada polígono de pesca). Tomado del proyecto FIP 2012-14.	77
Tabla 3. 1: Fecha de los muestreos en las diferentes localidades seleccionadas para el estudio reproductivo.	109

Tabla 3. 2: Ejemplares analizados por rango mes en las localidades seleccionadas para el estudio reproductivo.	110
Tabla 3. 3: Ejemplares analizados por sexo mes en las localidades seleccionadas para el estudio reproductivo.	111
Tabla 3. 4: Parámetros estimados del modelo logístico utilizado para describir la madurez a la talla de erizo, según sexo y localidad de estudio. H, hembras, M, machos. B0 y B1 parámetros del modelo. T50, talla de primera madurez. AIC, índice de información de Akaike.....	112
Tabla 4.1. Estimación de la edad crítica para <i>L. albus</i> , basada en parámetros de crecimiento de von Bertalanffy	137
Tabla 4.2 Rendimiento por recluta estimado para <i>L. albus</i> considerando tallas mínimas de captura de 60, 70 y 80 mm de DT, para $M=0.35$ y $M=0.25$	137
Tabla 4.3 Rendimiento por recluta de una cohorte hipotética ($N_0=1000$) erizo <i>L. albus</i> , considerando edades mínimas de captura de 7 años (aproximadamente 60 mm) y 8 años (alrededor de 70 mm), dada una mortalidad natural $M=0.35$ y valores estimados de $F_{0.10}=0.44$ (35.5% anual) y $F_{0.10}= 0.557$ (42.3% anual), respectivamente	138
Tabla 4.4 Rendimiento por recluta de una cohorte hipotética ($N_0=1000$) de erizo <i>L. albus</i> , para edades mínimas de captura de 7 años (aproximadamente 60 mm) y 8 años (alrededor de 70 mm), dada una mortalidad natural $M=0.25$ y puntos de referencia $F_{0.10}=0.363$ (30.4% anual) y $F_{0.10}= 0.465$ (37.2% anual), respectivamente.	139
Tabla 4.5 Variación de la fecundidad para la edad y talla de <i>L. albus</i> estimada a través de la inducción al desove (ver Molinet et al. 2009).....	140
Tabla 4.6 Producción de huevos por recluta y valores de $F_{40\%}$ estimados para <i>L. albus</i> considerando tallas mínimas de captura de 60, 70 y 80 mm de DT, para $M=0.35$ y $M=0.25$	141
Tabla 5.1 Actividades de difusión y comunicación de resultados del proyecto FIP 2014-08	146
Tabla 5. 2: Participantes Taller de análisis de datos. Valparaíso 30 – 31 de Mayo de 2015	146

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1: Ubicación de estudios reproductivos de erizo entre la XV a VIII Regiones	58
Figura 1. 2: Ubicación de estudios reproductivos de erizo entre la X y XII Regiones	59
Figura 1. 3: Variación del índice gonodosomático de <i>Loxechinus albus</i> en diferentes áreas de la isla de Chiloé (Tomado de Bustos et al., 1990)	60
Figura 1. 4: Ubicación de los periodos de desove del recurso erizo (<i>Loxechinus albus</i>) según la literatura.	61
Figura 1. 5: Tallas de primera madurez sexual L50 estimadas para diversos lugares de Chile.	62
Figura 2. 1: Afiche informativo del marcaje realizado en Carelmapu.	78
Figura 2. 2: Demi-pirámide de <i>Loxechinus albus</i> marcado con tetraciclina, línea amarilla corresponde a la marca luego de un año.....	79
Figura 2. 3: Medida de la demi-pirámide de <i>L. albus</i>	79
Figura 2. 4: Placa genital de <i>Loxechinus albus</i> de 57 mm DT, marcada con tetraciclina, observada en microscopio de epifluorescencia. Las flechas indican: O= banda Opaca; T= banda Translucida; MT= Marca de tetraciclina	80
Figura 2. 5: Distribución de frecuencia de los erizos recolectados y marcados por rango de tallas en el sector de Isla Westhoff en enero de 2015.....	81
Figura 2. 6: Distribución de frecuencia de los erizos recolectados y marcados por rango de tallas en el sector de Punta Picuta, Carelmapu en febrero de 2015	81
Figura 2. 7: Distribución de frecuencia de los erizos recuperados y marcados en Westhoff durante Enero de 2016.....	82
Figura 2. 8: Distribución de frecuencia de los erizos recuperados y marcados en Carelmapu durante febrero de 2016	83
Figura 2. 9: Relación diámetro de testa y largo de la linterna (demi-piramides) de <i>L. albus</i>	84

Figura 2. 10: Relación diámetro de testa e incremento de la linterna (demi-piramides) de <i>L. albus</i> .	85
Figura 2. 11: Bandas formadas a partir de la marca de tetraciclina hasta el borde de la placa genital al momento de la recaptura (1 año después) en la localidades de Carelmapu y Westhoff; N= Sin bandas formadas, O= Opacas, T= Translucidas, OT=Opaca-Translucida, TO=Translucida-Opaca, OTO= Opaca-Translucida-Opaca, TOT=Translucida-Opaca-Translucida, TOTO= Translucida-Opaca-Translucida-Opaca, TOTOT= Translucida-Opaca-Translucida-Opaca-Translucida	86
Figura 2. 12: Frecuencia absoluta y probabilidad esperada (obtenida del modelo de regresión ordinal) de Anillos formados luego de 1 año en Carelmapu y Westhoff	87
Figura 2. 13: Lectura de anillos de placas genitales para cada zona de pesca. Línea gris muestra DT 60 mm. Figura extraída del proyecto Fip 2012-14.	88
Figura 2. 14: Modelos de crecimiento por macrozona de pesca. Ajustados con información recolectada en el proyecto FIP 2012-14. El mejor ajuste se obtuvo aplicando un modelo Schnute (Schnute 1981).	89
Figura 3. 1: Sitios de muestreo para la estimación de los parámetros reproductivos.	113
Figura 3. 2: Fotografías toma de muestras en terreno para la estimación de los parámetros reproductivos.	114
Figura 3. 3: Fotografías procesamiento muestras colectadas en terreno para la estimación de los parámetros reproductivos.	115
Figura 3. 4: Escala utilizada para la clasificación de la coloración gonadal de <i>L. albus</i> , basada en Barahona et al (2003) y simplificada para su presentación gráfica por Molinet et al. (2015).	116
Figura 3. 5: Proceso de preparación de muestras histológicas para la estimación de los estados reproductivos de erizo.	116
Figura 3. 6: Fotografías procesos y equipos utilizados en la preparación de muestras histológicas para la estimación de los estados reproductivos de erizo.	117
Figura 3. 7: Ciclo con las escalas reproductivas de erizo identificadas en este estudio.	118

Figura 3. 8: Índice gonodasomático mensual en peso (IGS) (izquierda), e Índice gonodasomático mensual en volumen (IGSV), en las localidades de estudio.	119
Figura 3. 9: Proporción mensual de la coloración gonadal de erizos < 55 mm DT (izquierda) y > 55 mm DT (derecha) en las localidades de estudio.	120
Figura 3. 10: Proporción de los estados madurez reproductiva de erizo hembras (izquierda) y machos (derecha) por mes en Carelmapu (Punta Picuta) X Región.	121
Figura 3. 11: Proporción de los estados madurez reproductiva de erizo de hembras (izquierda) y machos (derecha) por mes en Punta Paula, X región.	122
Figura 3. 12: Proporción de los estados madurez reproductiva de erizo de hembras (izquierda) y machos (derecha) por mes en Isla Westhoff, XI región.	123
Figura 3. 13: Proporción de los estados madurez reproductiva de erizo de hembras (izquierda) y machos (derecha) por mes en isla Midhurst, XI región.	124
Figura 3. 14: Ojivas de madurez de erizo por sexo en las diferentes localidades considerando el escenario 1. Proporción de individuos maduros a la talla estimados por el modelo en línea continua y proporciones observadas en círculos. Líneas indican la talla de primera madurez sexual (L50).	125
Figura 3. 15: Ojivas de madurez de erizo por sexo en las diferentes localidades considerando el escenario 2. Proporción de individuos maduros a la talla estimados por el modelo en línea continua y proporciones observadas en círculos. Líneas indican la talla de primera madurez sexual (L50).	126
Figura 3. 16: Distribución de temperaturas por localidad y periodo	127
Figura 3. 17: Distribución de temperatura superficial del mar en el sector donde se realizó el estudio reproductivo. Año 2014 – 2016	128
Figura 3. 18: Distribución de clorofila obtenida desde imágenes satelitales en el sector donde se realizó el estudio reproductivo. Año 2014 – 2016	128
Figura 3. 19: Distribución de temperaturas y relación con la proporción de ejemplares desovados y post desovados. y el promedio del IGS, a través del periodo en las localidad.	129
Figura 4. 1: Estimación de la relación entre el diámetro de la testa y la cantidad de huevos desovados en erizos inducidos al desove, aplicando modelos generales lineales mixtos. Datos obtenidos del proyecto FIP 2007-44.....	142

Figura 4. 2 Distribución de tamaños de la pesquería del erizo *L. albus* en las zonas X región norte, X región sur y XI región de Aysén para los años 1996, 2000, 2005, 2010 y 2015. Las representaciones de caja debajo de la distribución de frecuencias muestran la mediana de la distribución (línea gris), a la izquierda de la mediana se muestra el 25% inferior de los datos ordenados, a la derecha se muestra el 25% superior de los datos ordenados y las barras de error muestran los valores mínimos y máximos. 143

1. ANTECEDENTES.

El erizo comestible chileno *Loxechinus albus* (Molina, 1872) es uno de los invertebrados bentónicos de mayor importancia económica, social y ecológica en Chile (ej. Guisado & Castilla 1987, Moreno & Vega 1988, Vásquez 2001, Moreno *et al.*, 2011). Esta especie soporta una de las más importantes pesquerías bentónicas en Chile, que constituye la pesquería de erizos de mayor importancia en el mundo (FAO 2014) con desembarques alrededor de 35.000 t anuales en los últimos años. Sólo en la macrozona X y XI regiones esta pesquería da empleo directo a más de 5.000 personas entre buzos mariscadores, asistentes, intermediarios y operarios de plantas de proceso.

Pese a su importancia, y considerando la variabilidad latitudinal en los ecosistemas que habita *L. albus* en Chile, los parámetros biológicos necesarios para promover el manejo sustentable de esta pesquería se encuentran desactualizados o sólo abordados en una escala espacial nacional, desconociendo las particularidades de extensas zonas geográficas donde se desarrolla el 90% de la pesquería (región de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes).

El ciclo reproductivo del erizo chileno (*L. albus*) ha sido estudiado por diversos autores, encontrando que la época de desove varía en la costa Chilena (Bay-Schmith *et al.*, 1981, Guisado & Castilla 1987, Zamora & Stotz 1992, Arias *et al.*, 1995, Guisado *et al.*, 1998). Las variaciones temporales del ciclo gonadal de *L. albus* han sido relacionadas con temperaturas bajas, producidas durante los días más cortos del año y seguidas de un período de alta productividad primaria (Bay-Schmith *et al.*, 1981; Zamora & Stotz, 1992, Vásquez, 2001), de tal modo que la época de desove y su duración en las poblaciones de erizos *L. albus* distribuidas a lo largo de Chile varían de forma latitudinal.

La fecundidad potencial estimada es variable, estimándose que esta oscila entre 5,0 a 7,2 millones de huevos para erizos de 5,2 a 7,2 cm (Guisado 1995), mientras en un estudio realizado por Guisado *et al.*, 1998, entre la I y la VIII Región, estos autores efectúan estimaciones que superan los 10 millones de huevos por erizo. La inducción al desove ha resultado en la liberación de entre 200.000 y 5 millones de ovocitos (Molinet *et al.*, 2012, Barahona et al 2003).

Desde el año 2005 el Plan de Manejo de la Pesquería del erizo mantiene como talla mínima de captura 60 mm de diámetro, lo que de acuerdo a los parámetros biológicos conocidos de la población, sugieren un riesgo para la pesquería. Sin embargo, esto se contradice con los resultados de evaluaciones de stock a través de modelamiento (Roa-Ureta et al., 2015), los cuales indican que la pesquería estaría en equilibrio alrededor de 18.000 t (cuota global) con la actual talla de captura (60 mm de diámetro) con que se explota este recurso en la X y XI regiones.

Finalmente, el enfoque precautorio para el manejo de pesquerías sugiere considerar puntos de referencia límite que permitan reflejar la habilidad de una población para persistir (Botsford *et al.*, 2004) Específicamente estos autores sugieren que para pesquerías de erizo se debe considerar la fracción de “Periodo de vida de producción de huevos” como un punto de referencia límite e intentar limitar tempranamente los excesos de la capacidad de pesca. Para mejorar la aproximación a este tipo de indicadores es fundamental actualizar los parámetros reproductivos de *Loxechinus albus*, así como validar la metodología de lectura de anillos para la determinación de su crecimiento.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Disponer de parámetros poblacionales actualizados de las poblaciones de erizo *Loxechinus albus*, que representen la variabilidad espacial para el recurso erizo en la X y XI regiones.

2.2 Objetivo Específicos

1. Recopilar en una base de datos, considerando la literatura científica, los parámetros del ciclo reproductivo, crecimiento, mortalidad natural, talla crítica y de la estructura de talla poblacional del recurso erizo para la costa de Chile.
2. Validar la técnica de lectura de anillos a través de marcaje de erizos *L. albus* y estimar sus parámetros de crecimiento en áreas representativas de la operación de la pesquería.
3. Determinar los principales parámetros reproductivos de *L. albus* en al menos cuatro sectores de pesca de la macrozona X y XI regiones en áreas representativas.
4. Estimar la talla crítica con los parámetros de crecimiento actualizados.
5. Difundir los resultados en un taller técnico.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Objetivo Específico 1

Recopilar en una base de datos, considerando la literatura científica, los parámetros del ciclo reproductivo, crecimiento, mortalidad natural, talla crítica y de la estructura de talla poblacional del recurso erizo para la costa de Chile.

3.1.1 Metodología de trabajo

a. Revisión técnica de literatura científica disponible en la “web”

Existen diversos proyectos de investigación financiados por el Fondo de Investigación pesquera (FIP) que dan cuenta de una acabada revisión de la literatura existente sobre el recurso erizo. Considerando lo anterior, se propuso complementar y actualizar el trabajo ya realizado con una revisión de la literatura disponible en los tópicos a nivel nacional, enfocándose en los parámetros del ciclo reproductivo, crecimiento, mortalidad natural, talla crítica y estructura de talla poblacional del recurso erizo para la costa de Chile. Para la recopilación de antecedentes bibliográficos se han consultado fuentes especializadas en ciencias marinas. En la web se utilizó el portal de tesis electrónicas chilenas (www.tesischilenas.cl), donde participan las siguientes universidades: Pontificia Universidad Católica de Chile; Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Universidad Austral; Universidad de Chile; Universidad de Concepción; Universidad de Talca; Universidad del Bío Bío; Universidad Academia de Humanismo Cristiano; Universidad Alberto Hurtado. También se consultó directamente en las bibliotecas de algunas universidades donde se imparten carreras asociadas a las Ciencias del Mar como en la página del Instituto del mar del Perú (IMARPE)

Una tercera fuente de información electrónica que fue consultada fue la Biblioteca electrónica de información científica (BEIC) la cual opera haciendo consultas en los siguientes colecciones Scopus (Elsevier); Science Citation Index Expanded

(Web of Science); SpringerLink; MEDLINE/PubMed (NLM); SciELO Chile (Scientific Electronic Library Online); Wiley Online Library; Repositorio Digital Conicyt, como también fue consultado el Scholar Google y Researchgate.

Dada la tecnología existente hoy día la mayor fracción de los reportes está en la web, por tanto desde allí también se recolectó información de reportes existente preferentemente en instituciones nacionales tales como: informes de proyectos o estudios realizados por diferentes instituciones que no corresponden a publicaciones que hayan sido sometidas a revisión experta (o por pares), incluido el propio IFOP, tesis universitarias de pre-grado y de post grado.

b. Elaboración de una base de datos con la información recopilada

Una vez identificada la literatura científica disponible en los tópicos de interés, se contactó vía mail a 2 autores principales de los trabajos científicos o informes técnicos, con el objeto de obtener los datos originales de sus estudios para poblar una base de datos que permitiera estandarizar o reestimar parámetros reproductivos y de crecimiento a través del modelamiento. Complementariamente y como se estableció en las bases técnicas de este estudio se solicitaron las bases de datos al Fondo de Investigación Pesquera de 5 estudios con el fin de acceder a los datos entregados por los ejecutores de los proyectos. Las bases de datos disponibles luego de una revisión se estructuraron en Access.

3.1.2 Resultados

Se realizó una lista de la literatura disponible desde los años 70s y se recolectó la mayor fracción de la bibliografía existente, identificándose publicaciones y reportes asociados a los siguientes tópicos:

Tema	Reportes/tesis	Publicaciones	Total
Crecimiento	8/3	12	23
Reproducción	16/1	14	31
Crecimiento y Reproducción	2	2	4
Poblacional	13	2	15
Crecimiento, poblacional y reproductivo	8		8

Una completa descripción de la publicación se entrega en las **tablas 1.1 a 1.5**. En términos temporales los trabajos recopilados permitieron disponer del conocimiento desarrollado en los tópicos objetivo de este estudio, lo que fue empleado para desarrollar apropiadamente las discusiones en relación a los resultados que se obtuvieron en este estudio.

En el proyecto FIP 2000-18, Barahona et al., (2003) hacen una completa revisión a esa fecha, sobre los estudios disponibles que contribuyeron al conocimiento del proceso reproductivo de esta especie y recientemente Almonacid y Vargas (2012) lo repiten en su estudio reproductivo de este recurso en la XII Región. Tomando como base ambos documentos, a continuación se destacan las principales publicaciones y su aporte a los estudios reproductivos y de crecimiento, complementando con los estudios más recientes.

a. Antecedentes sobre crecimiento de *Loxechinus albus*.

La revisión bibliográfica realizada nos permitió identificar 23 estudios que corresponden prioritariamente a estudios de crecimiento de erizo (**Tabla 1.1**), siendo 12 de ellos publicaciones, 8 reportes y 3 tesis. Además, hay 4 estudios orientados al crecimiento y la reproducción y otros donde además se analizan aspectos poblacionales (**Tabla 1.3 y 1.5**). De este total, la mayor fracción está orientada a estudios realizados con ejemplares de la X Región o con datos de ejemplares provenientes de esta región, como también varis de ellos fueron desarrollados con fines de cultivo de este recurso.

Los estudios de crecimiento de erizo que emplean la metodología de lectura de anillos se basa en que los equinoideos incorporan constantemente carbonato de calcio en las estructuras que forman el esqueleto, tales como espinas, linterna de Aristóteles y placas de la testa (periproctales, placas ambulacrales, placas interambulacrales, placas oculares y placas genitales). En estas estructuras se observan zonas de crecimiento rápido y lento formando anillos opacos y translucidos, siendo estas zonas influenciadas tanto por la abundancia de alimento, época de desove y factores ambientales (Pearse & Pearse 1975). La lectura de anillos en placas genitales fue validada por Gebauer and Moreno (1995) a través de un muestreo mensual de 50 individuos para lectura de anillos lo que fue contrastado con manipulación no destructiva de cohortes seleccionadas de individuos en pozas intermareales.

Destacan los trabajos de Zabala (1987), quien estudió el crecimiento de erizo en placas interambulacrales. Bustos (1987) señala que una primera aproximación al crecimiento mediante el programa ELEFAN les permitió estimar los parámetros de crecimiento para poblaciones de la X Región (**Tabla 1.5**). Bustos et al., (1990) entregan los parámetros de crecimiento en base a la lectura de anillos, para dos

localidades: Laitec y Yelcho, junto a ellos proponen una estructura de edad del desembarque representándola mediante la pirámide de Odum, estimando la estructura de edad para el desembarque de Quellón en el periodo comprendido entre 1985 y 1989. Estos autores señalan que la pesquería estaría en ese momento sustentada por los grupos de edad 4, 5 y 6 en un 78%, siendo el grupo 5 el más importante. Finalmente señalan que en los bancos de Laitec y Yelcho la captura estaría centrada en las edades 4 y 5.

Estudios de repoblación efectuados en sectores ubicados en el mar interior de la isla de Chiloé reportan datos de crecimiento de erizo promedio de 1,2 mm mensual en un periodo de control de 34 meses (Olave et al., 1992).

Otros autores como Durán et al., (1999), Reyes *et al.*, (1991), Gebauer y Moreno (1995) y Gálvez (1996), Barahona et al (2003), posteriormente estiman parámetros para este recurso asociados también a poblaciones de erizos ubicadas en la X y XII regiones (**Tabla 1.6**).

Reyes et al., (1991) señala que la estimación de parámetros de crecimiento para poblaciones de erizo en Laitec y Yelcho (X Región) corresponden a los ajustados por Bustos et al., (1990) a partir de la lectura de anillos en placas interambulacrales, los cuales fueron validados mediante la lectura de anillos en erizo de edad conocida y a través de la lectura del incremento marginal. Este autor señala que a partir de estos datos la talla mínima legal de 70 mm de diámetro de la testa (DT) se alcanzaría a los 4 años de vida.

Barahona et al., (2003) estudian el crecimiento de erizo en las placas genitales en dos lugares, Quellón y Melinka, como una forma de practicar la técnica y adquirir las destrezas necesarias para llevar a cabo este tipo de estudios.. Manifiestan problemas presentados en ejemplares menores a 20 mm de diámetro. Ajustan los

parámetros de crecimiento por separado para cada localidad de muestreo como en su conjunto, en ambos casos el patrón de crecimiento es lineal.

Más recientemente está el trabajo de Flores (2010), Balboa (2012) y Molinet et al., (2013). En otras regiones se identifican los trabajos de Gutiérrez y Otsu (1975), Bückle et al, (1977), Zegers et al., (1983) y Guisado et al., (1998), hechos todos con anterioridad (**Tabla 1.6**).

Almonacid y Vargas (2012) en su revisión bibliográfica señalan que la talla mínima legal (70 mm) es alcanzada entre los 5 y 6 años de edad. Valladares *et al.*, (1999) con el fin de estimar los parámetros de crecimiento y mortalidad efectuaron un muestreo poblacional en isla Dawson y estimaron parámetros de crecimiento en poblaciones ubicadas en isla Dawson y sector Cockburn ubicados en la XII Región, determinando que la talla mínima legal se alcanzaría entre los 3 y 4 años de edad. Estos autores señalan que de acuerdo a los mejores ajustes logrados el asentamiento sería en octubre creciendo los individuos en sus primeros años hasta tallas entre 20 y 28 mm. Palma y Rosales (1996), estimaron un crecimiento similar para este recurso, aunque los cálculos fueron hechos en base a registros de crecimiento de erizos en laboratorio.

Aunque el ajuste de los parámetros de crecimiento se ha realizado aplicando el modelo de von Bertalanffy principalmente (ej. Gebauer and Moreno 1985), una evaluación comparativa de 4 modelos ofrecida por Flores *et al.*, (2010) y Molinet *et al.*, (2013), incluyendo el modelo de von Bertalanffy (**Tabla 1.6**), indica que otros modelos pueden presentar un mejor ajuste.

Barahona et al., (2003) señalan que entre los métodos utilizados para determinar el crecimiento se mencionan: lectura de anillos en placas interambulacrales y genitales, seguimiento de un grupo modal de talla en el tiempo en el ambiente natural, y estimación de crecimiento de erizos en sistemas de cultivo, lo cual se ha

mantenido a través del tiempo, sumando en este proyecto la validación en medio natural.

b Antecedentes sobre aspectos reproductivos de *Loxechinus albus*.

Del total de literatura reunida, 31 textos corresponden prioritariamente a estudios reproductivos (**Tabla 1.2**), de ellos sólo 8 están basados en estudio realizados con ejemplares provenientes de la X Región (Bay-Schmith et al., (1981); Reyes et al., (1991); Olivarez (2003); Kino y Agatsuma (2007); Molinet et al., (2009); Molinet et al.,(2012), Bustos et al (1990¹) y Guisado (1995)) y 1 de ellos realizó estudios con ejemplares provenientes de la X y XI regiones (Arias et al.,1995). Complementariamente hay estudios que abordaron otras temáticas junto a estudios reproductivos también desarrollados en la X Región, tal como Bustos et al., (1990b) (**Tabla 1.3 y 1.5**).

Ciclo reproductivo

Este recurso se caracteriza por poseer sexos separados (dioico) sin presentar dimorfismo sexual externo. Dada su simetría corporal penta radiada, el sistema reproductivo está constituido por cinco gónadas o “lenguas”, las cuales constituyen la fracción que se comercializa. La fecundación es externa. Las larvas (“echinopluteus”) permanecen de tres a cinco semanas en el plancton alimentándose de fitoplancton para luego transformarse en juveniles que se asientan sobre el sustrato del intermareal rocoso (Vásquez, 2007). McEdward & Miner, (2007) en Barahona et al.,(2003), señalan que las larvas pelágicas confieren a la población gran capacidad de dispersión espacial. Los estudios realizados a la fecha en Chile indican que los periodos de máxima evacuación de gametos presentan variaciones de norte a sur, perdiéndose este patrón en la XII Región (Zamora y Stotz, 1992).

¹El trabajo de Kino y Agatsuma (2007) está contenido en el reporte de Bustos et al (1990)

Su ciclo reproductivo ha sido estudiado por diversos autores en lugares y épocas diferentes (**Fig. 1.1 y 1.2**). Bay-Schmith et al., (1981) estudió poblaciones de la X y XI regiones, encontrando que el desove ocurría entre octubre y diciembre. Bustos et al., (1990) estudiaron el ciclo reproductivo en 8 bancos ubicados en la X Región: bahía Hueihue, bahía Teupa, bahía Linao, punta Yategue, isla Chaullín, canal Dalcahue, punta Paula, y estero Yaldad. Desde ellas tomaron 30 ejemplares cada mes, de la franja parental, sobre la talla de primera madurez. Como un indicador del ciclo estudiaron la tendencia del Índice Gonadosomático (IGS) observando diferencias entre zonas (**Fig. 1.3**). Emplearon una escala macroscópica, consistente en tres estados: hembras, presentan huevos claramente al frotis, machos, no presenta huevos y la gónada es de aspecto blanquecino y lechoso e indeterminado. Esto les permitió obtener un índice cualitativo. Los autores concluyen que el desove se extiende entre agosto y enero, variando el periodo como el pick entre sectores como sigue:

Sector	Periodo de desove	Pick de desove
bahía Hueihue	septiembre - diciembre	Diciembre
bahía Linao	agosto - diciembre	Diciembre
canal Dalcahue	septiembre - noviembre	Noviembre
bahía Teupa,	septiembre - diciembre	Diciembre
punta Yategue	agosto - noviembre	Noviembre
isla Chaullín	septiembre – enero	Enero
estero Yaldad	septiembre - enero	Enero
punta Paula	septiembre - noviembre	Noviembre

(Tomado de Bustos et al (1990))

Paralelamente Bustos et al., (1990b) estudiaron el ciclo reproductivo de erizo mediante técnicas histológicas entre agosto de 1988 y noviembre de 1989, estos autores indican que el periodo de madurez progresiva de erizo para ambos sexos ocurriría entre mayo a septiembre, madurez máxima entre julio y septiembre y evacuación entre agosto y marzo. Estos autores concluyen que tanto del estudio histológico, como de las variaciones del IGS e IG, el ciclo de hembras y machos es anual, sincrónico y con un único periodo de desove.

Reyes et al., (1991) determinaron el ciclo reproductivo con ejemplares provenientes de Yelcho (X Región), continuando con el estudio realizado en los años 1988 y 1989 por Bustos et al (1990b), muestreando hasta octubre del año 1990. Emplearon tres métodos, escala microscópica, índice gamético (IG) e índice gonadosomático (IGS) en peso y volumen, determinando que el recurso presenta un ciclo reproductivo anual, con un periodo de madurez progresiva entre mayo y octubre, logrando la madurez máxima entre agosto y octubre, un desove importante entre octubre y enero y un periodo de reabsorción gonadal y de reposo entre marzo y mayo. Estos autores comparan las curvas de IG e IGS y observan iguales tendencias con los periodos de desove, reposo e inicio de la madurez, determinado por la escala macroscópica.

Arias et al. (1995) mediante un estudio microscópico documentaron una intensa actividad gamética entre los meses de octubre y enero en poblaciones de erizo de Carelmapu y Melinka, con madurez gonadal máxima en octubre y el máximo de evacuación de gametos entre noviembre y diciembre. Estos resultados confirman los obtenidos por Bay- Smith et al., (1981).

Zamora y Stotz (1992), por su parte, postularon que la época de desove presenta diferencias a lo largo del país atribuibles a la temperatura. Observaron, además, evidencia de coincidencia de los desoves con temperaturas bajas, producidas durante los días más cortos del año, seguidos por periodos de alta productividad primaria, lo cual implicaría una eventual sincronización entre ambos fenómenos. El

estudio, realizado mediante técnicas histológicas entre junio de 1987 y julio de 1988 en Punta Lagunillas, IV Región, identificó que en esa zona el periodo de desove ocurriría entre junio y agosto. Estos autores, empleando una zonificación, resumen los estudios relativos al periodo de evacuación y desove de erizo como sigue: entre los 22° a 24° S ocurre durante junio (Gutiérrez & Otsu, 1975; Zegers et al., 1983), en los 30° S entre junio y agosto (Zamora & Stotz, 1992), entre los 32° y 33° S entre agosto y noviembre (Bückle et al., 1978; Guisado & Castilla, 1987), y entre octubre y diciembre en Valdivia (40° S) (Guisado, 1985). En Chiloé e Islas Guaitecas entre los 42° y 45° S, Bay-Schmith et al. (1981) reportan este fenómeno entre noviembre y diciembre.

Kino & Agatsuma, (2007) registraron disminución del índice gonádico a valores mínimos en concordancia con aumentos de temperatura. Además señalaron que probablemente la evacuación y el desove ocurrían a causa de abundante disponibilidad de alimento.

En un estudio de Lozada & Arias, 1992, se obtuvo evidencia de fenómenos de hermafroditismo, lo cual no es raro en especies de sexos separados. Ello se comprobó mediante un examen histológico del tejido gonadal, verificándose la presencia de folículos de células germinales masculinas y otros con células germinales femeninas.

Guisado et al., (1998), realizan un estudio de ciclo reproductivo de erizo en ocho regiones (I a VIII) utilizando entre otras técnicas la histológica. Estos autores concluyeron que el período de maduración se prolonga por varios meses, principalmente entre fines del verano y comienzos de primavera, iniciándose primero en las regiones del norte (I a VI), y concluyendo hacia fines de primavera en las regiones del sur (VII a VIII). El proceso de desove se presentaba durante los meses de primavera e inicios del verano, observándose reclutamiento a la población masivo entre octubre y enero. Según estos antecedentes, los resultados obtenidos de los estudios reproductivos efectuados en las regiones australes son coherentes, confirmando la tendencia mostrada en el norte y centro de Chile en

cuanto que el período de la maduración, desove y reclutamiento se desplaza tres o cuatro meses desde el invierno hacia el verano.

En la región de Magallanes se presentaría una situación diferente. Jerez et al., (1997), determinaron mediante técnicas histológicas para islas Malaspinas en la XII Región (49° 55' S/75° 00' W), un período de evacuación y desove unimodal que abarca de septiembre a diciembre de cada año. Arana et al., (1996), señalan un período más amplio, de julio a diciembre, en la misma región. Oyarzún et al., (1999), empleando técnicas histológicas, señalan que ocurriría una evacuación y desove simultáneos entre agosto y septiembre en isla Dawson y entre julio y septiembre en canal Cockburn, concluyendo que la variabilidad del periodo de desove entre ambas zonas respondería a disponibilidad y tipo de alimento. Bay-Schmith et al. (1981), señalan que el principal periodo de evacuación y desove ocurre entre septiembre y octubre.

Almonacid y Vargas (2012) identificaron para tres lugares en la XII Región el periodo de desove mediante técnicas histológicas. En canal Oeste, la etapa de madurez máxima del ciclo se observó para ambos sexos entre junio y julio, previo a la maduración, evacuación y desove que se observó entre julio y agosto con un posible segundo evento entre noviembre y diciembre. En cabo Phillips, la etapa de madurez máxima se observó, en ambos sexos, durante agosto y la evacuación y el desove ocurrirían entre agosto y septiembre hasta inicios de febrero. En paso Adventure, la evacuación ocurriría en agosto y septiembre con un probable segundo evento entre diciembre y marzo, mientras que en hembras el desove sería continuo desde agosto a marzo.

Zamora & Stotz (1992) sugieren que en Punta Arenas las poblaciones de *L. albus* no están expuestas a la influencia de la Corriente de Humbolt lo cual afecta la distribución de esta especie entre los 22° a 45° de latitud. Por el contrario, la costa sobre los 48°S es influenciada por la corriente del Cabo de Hornos, la cual tiene diferentes características oceanográficas (Dayton, 1985; Strub et al., 1998). El

efecto de la corriente del Cabo de Hornos es una frontera biogeográfica importante para la distribución de macro-invertebrados bentónicos en el litoral del pacífico sureste (Lancellotti & Vásquez, 1999).

En resumen, la literatura existente sugiere que el desfase latitudinal del periodo de evacuación y desove de *L. albus* se presentaría hasta la XI Región y que la región de Magallanes no seguiría este patrón. Las condiciones oceanográficas y físicas propias de la zona, la heterogeneidad espacial que presentan los bancos de erizo, es probable que esté correlacionada con variables como temperatura del agua, salinidad y disponibilidad de alimento, factores que inciden en el comportamiento reproductivo de las distintas poblaciones presentes en la región.

En la **Figura 1.4** se entregan en forma resumida los periodos de desove estudiados por diversos autores.

Talla de Primera Madurez

La ojiva de madurez de *L. albus* estimada por (Moreno et al., 1996), utilizando los datos recolectados por Bay-Schmith et al. (1981) entre Chiloé e Islas Guaitecas, indican que el valor Lm_{50} (diámetro de la testa a la que el 50% de la población alcanza la primera madurez reproductiva) se alcanza entre 42.4-42.9 mm de diámetro de la testa (DT), mientras Lm_{100} se alcanza a 65 mm DT (**Tabla 1.7**). Arias et al., (1995) concluyeron que el inicio de la madurez sexual en Carelmapu (X Región) tiene lugar (en promedio) a los 35 y 37 mm de DT en machos y hembras, respectivamente. En la XI Región, sector de Melinka, los mismos autores estimaron tallas medias de 40 y 36 mm DT para machos y hembras respectivamente, en tanto Guisado et al., (1998) determinaron una talla mínima de madurez entre los 33 a 45 mm para poblaciones ubicadas entre la I y la VIII Región. Jerez, et al., (1994) para la XII Región, señalaron que la talla de madurez media ocurriría a los 40 mm de DT.

Almonacid y Vargas (2012) quienes estudiaron la talla de primera madurez en áreas de la XII Región señalan que en canal Oeste la TMS fue de 27 mm para los machos y 43 mm para las hembras con una talla promedio de 38 mm de DT. En cabo Phillips fue de 36 mm para los machos y 49mm para hembras, en tanto que la TMS promedio fue de 43 mm y en paso Adventure la TMS en machos fue de 4,2 mm, siendo superior en las hembras con 58 mm y una talla promedio de 46 mm de DT, mostrando una variación en los valores promedios entre 38 mm y 46 mm (**Tabla 1.7**). En la **figura 1.5** se observa las tallas de primera madurez sexual L₅₀ para ambos sexos, estimadas en diversos estudios a nivel nacional.

Fecundidad Potencial

Guisado (1995) estimó una fecundidad potencial entre 4,98 a 7,22 millones de ovocitos para erizos de 52 a 72 mm (DT), a través de muestras histológicas de hembras en estado de máxima madurez y cuantificando los ovocitos a través de una técnica cuantitativa microscópica estereométrica.

Guisado *et al.*, (1998), utilizando la misma técnica, en un estudio que se extendió desde la I Región hasta la VIII Región, señalan la fecundidad potencial varió entre 140 mil ovocitos en erizos de alrededor de 40 mm DT y 160 millones de ovocitos en erizos de hasta 120 mm DT, aumentando exponencialmente con la talla. Estos autores determinaron una función de tipo exponencial entre la talla y la fecundidad y reportaron que erizos de talla superior a 60 mm producían, en promedio, más de 10 millones de ovocitos.

Barahona *et al.*, (2003) estimaron la fecundidad a través de inducción al desove con inyección de KCl a 215 ejemplares provenientes de Pargua. Erizos de 40-50 mm DT no registraron desove, mientras que erizos entre 50-100 mm DT desovaron entre 75000 y 1650000 ovocitos por hembra. Las experiencias de IFOP en inducción al desove para la obtención de semillas de erizo, con reproductores maduros de 80-90 mm DT, reportan aproximadamente 3 a 4 millones de ovocitos por hembra en condiciones de ser fecundados.

Finalmente, Molinet et al. (2009, 2012) realizaron experimentos de inducción al desove en Quellón e Islas Guaitecas (entre septiembre y marzo), registrando entre 105 mil ovocitos por hembra, hasta alrededor de 5 millones de ovocitos por hembra.

Fase larval

La duración de la fase larval pelágica ha sido estudiada en condiciones de laboratorio por diversos autores (Pereira et al, 1987; Zamora & Stotz, 1991; Bustos et al, 1990; Guisado, 1991; Olave, 1992), los cuales han determinado un período, de al menos, 30 días, lo que podría implicar un alto potencial de dispersión. En la naturaleza, larvas de *L. albus* han sido registradas principalmente entre noviembre y febrero (Bay-Schmith et al., 1981, Bustos et al., 1990, Kino and Agatsuma, 2007, Molinet et al., 2010, Arre 2014, Espinoza 2014). Larvas de 8 brazos han sido raramente registradas en estos trabajos y los asentados han sido escasos (Bustos et al., 1990, Barahona et al., 2003, Arre 2014).

Según Moreno *et al.* (1996), las zonas de mayor probabilidad de transporte de larvas de erizos son aquellas que poseen una gran cantidad de canales transversales que conectan las aguas abiertas del Pacífico con las aguas interiores de los archipiélagos. El mayor y principal de estos es Golfo del Corcovado, que se conecta con el Canal Moraleda.

Bustos et al., (1990) en estudios realizados bajo condiciones controladas señalan que se requieren 16 días para obtener una larva pre metamórfica, situación que ocurre a temperatura de 18°C, aumentando a 23 y 31 días a temperaturas de 16°C y 12°C, respectivamente. En relación a los tamaños de las larvas estos autores señalan que este es independiente de la temperatura. También indican que un inductor a la metamorfosis son las diatomeas. Paralelamente estos autores estudiaron la presencia de larvas en el medio natural encontrando la mayor

cantidad de larvas entre octubre y abril en la X Región (estudios realizados entre junio 1986 y mayo 1989) y con mayor abundancia hacia la zona sur de Chiloé.

Estos autores señalan que lograron analizar cambios en las densidades larvales presentes en la red de muestreo establecida en su estudio, indicando que la sobrevivencia entre estados de las larvas sucesivas es de alrededor de un 10 a 30% y que estos cambios muestran que las tasas de mortalidad son similares a las estudiadas en Japón en las cuales la sobrevivencia es de un 10%. Esto significa que se necesitan 1000 larvas de 4 brazos por metro cúbico de agua para obtener 1 larva metamórfica en condiciones de fijarse. En este contexto, indican los mismos autores, que las densidades larvales están muy por debajo de una captación exitosa, probablemente a causa de la explotación, lo que ha llevado a comprometer el stock parental. Otro aspecto importante indicado fue la fijación de juveniles, donde destaca que en los colectores se fijaron sólo en los primeros 9 metros de profundidad entre 1,1 y 6,5 mm de diámetro.

Olave et al., (1992) estudian los aportes de larvas en pleamar y bajamar en dos lugares de Chiloé, donde efectuaron repoblación, bahía Hueihue y Linao en la X Región, isla de Chiloé, encontrando un bajo número de larvas en el medio, entre 9 y 10 larvas entre octubre de 1991 y enero de 1992. Bustos et al., (1990)

c. Mortalidad

El erizo es parte de la apifauna de fondos duros, tiene un comportamiento gregario, formando agrupaciones de variado tamaño. Bustos et al., (1991) estudiaron diversas poblaciones de erizo en el sector de mar interior de la isla de Chiloé identificando que las combinaciones más frecuentes eran cantos rodados con grava, cantos gruesos y arena, ninguna área presentó limo y en solo dos de ellas encontraron arena. Molinet et al., (2014) mediante el desarrollo de la red de estaciones fijas cuenta con numerosos datos sobre el sustrato que habita el erizo (*Loxechinus albus*) faltando a la fecha un análisis de dicha variable, pero en

general se puede indicar que es coincidente con el tipo de sustrato señalado en otros trabajos.

Los depredadores documentados incluyen estrellas de mar (*Meyenaster gelatinosius*; *Comasteria lurida* (Dayton et al, 1977), el rollizo (*Pinguipes chilensis*), los lábridos (Moreno y Vega, 1988; Bustos et al., 1991). Peces como el pejeperro (*Primelometopon maculatus*), vieja negra o mulata (*Graus nigra*), vieja colorada (*Primelometopon darwini*), San Pedro (*Oplehnathus insignis*) y Cabrilla (*Acanthisthius sp.*) (Viviani, 1975; Deppe y Viviani, 1977, Fuentes, 1981), caracoles (*Fusitron magallanicus*) y algunos crustáceos (Vásquez et. al., 1981), jaibas (*Cáncer spp* y *Homalapsis plana*) y estrellas (*Anesterias spp*) (Olave et al., 1992).

Bustos et al., (1990) estudiaron durante 12 meses (mayo de 1989 a abril de 1990) en el mar interior de Chiloé si el rollizo (*Mugiloides chilensis*) era un depredador de erizo, encontrando en su contenido estomacal erizos entre 2 y 12 mm de diámetro en un bajo número mensual, entre 0 y 18 individuos, concluyendo estos autores que existe una baja incidencia de este depredador. Finalmente señalan que si bien hay reportados una serie de depredadores, es posible que existiendo en Chiloé mayor oferta alimentaria, disminuya la presión sobre erizo.

Las estimaciones de la tasa finita de mortalidad natural, efectuadas por diversos autores, han fluctuado entre 10% y 25% anual (Jerez, 1987; Reyes et al., 1992; Gálvez, 1996; Guisado et al., 1998). Valladares et al., (1999) estimó una tasa de mortalidad natural cercana al 57% de la población en un año, para poblaciones de erizo ubicadas en la XII Región.

Arias et al. (1994) concluyeron que la talla crítica para *L. albus* en sitios alrededor de Carelmapu y en Islas Guaitecas se alcanzaría a alrededor de 88 mm DT (unos 7 años de edad) por lo que sugieren que la pesquería estaría sobreexplotada, al menos en esa época y en los lugares estudiados.

Reyes et al., (1991) señalan que el promedio de los individuos de la población de erizo ubicados en Yelcho y Laitec (X Región) alcanza su máxima biomasa a una talla de 96 mm de diámetro de testa en un periodo de 7 años, valores calculados con una mortalidad natural de 0,2. Estos autores estiman tasas de mortalidad por pesca (F) con valores de 0,209 en los años 90 a 0,771 en 1985, con valores promedio de 0,463. Las tasas de mortalidad natural las estimaron en 0,189 y 0,168 (año⁻¹), lo que equivale a un 17,2% y 15,5% de mortalidad natural anual. Bustos (1987) estimó para las localidades de Yelcho y Laitec en 1986 un valor promedio de 0,245. Este autor señala que las tasas instantáneas de mortalidad total (Z) entre 1984 y 1990 varían entre 0,398 y en 1990 y 0,960 en 1985 con un valor promedio de 0,652 lo que equivale a tasa absolutas de 32,8%, 61,7% y 47,9%. Valladares et al. (1999) señalan que la mortalidad natural asciende a 0,8 – 0,9 y la mortalidad por pesca varía entre 0,4 y 4, probablemente a causa de diferentes intensidades de pesca.

3.1.4 Discusión

La revisión de la literatura existente y disponible sobre erizo indica que hay un amplio número de estudios y publicaciones referidas al recurso, centradas mayoritariamente en la zona sur de Chile. A partir de ella, se lograron elaborar tablas que reúnen todas las citas encontradas que se agruparon según las temáticas de interés de este proyecto. Una fracción importante de ellas está referida a estudios orientados al cultivo de erizo, lo que implica las diversas etapas que conlleva esta actividad y que en algunos casos se han combinado con estudios de poblaciones de erizo en el medio natural.

En relación al objetivo propuesto se logró disponer de bases de datos de 5 estudios ejecutados por el Fondo de Investigación Pesquera y de una base proporcionada por el autor de una publicación referida a un estudio realizado en la zona sur austral de Argentina.

La menor fracción de información disponible está asociada a estudios poblacionales. Barahona et al., (2003) señala que proyectos dirigidos a estudiar la dinámica y efectuar evaluaciones de las poblaciones de erizos son escasos, los estudios de prospecciones y evaluaciones directas fueron efectuados a fines de la década del 70 y hasta mediados de los 80, antes de la expansión de la pesquería orientada a la exportación (Norambuena *et al.*, 1976; Aranda & Gili, 1978a,b ; Aranda *et al.*, 1979; Aranda & Gimpel, 1980; Inostroza *et al.*, 1983). Si bien IFOP ha llevado el monitoreo de la pesquería del erizo en la X Región por más de dos décadas, este no ha contemplado la realización de prospecciones o evaluaciones directas del recurso tal como se efectuaron hasta principios de los ochenta. Otros estudios realizados a fines de los 80 fueron ejecutados por Bustos et al., (1990) en el marco del estudio de repoblación de erizo, estos autores entregan amplios antecedentes para un alto número de sectores ubicados en el mar interior de Chiloé.

Recientemente, desde el año 2010 en adelante se inició un estudio de monitoreo en una red de estaciones fijas en áreas de pesca ubicadas en la X y XI regiones, lo que ha permitido disponer de una fracción de datos asociados a la población de erizos ubicada en esas regiones en época más reciente (Barahona et al., (2011 a 2015), Molinet et al., (2014), Molinet et al., (2016)).

La revisión de la literatura permitió disponer en forma resumida de los parámetros de crecimiento estimados por distintos autores como también conocer las metodologías empleadas. La validación del crecimiento en el medio natural que se ha efectuado en este estudio sin lugar a dudas será una importante contribución. Así también, los estudios orientados en pos de obtener el desarrollo larval para efectos de cultivo y repoblación de erizo, en la X Región ejecutados por IFOP, si lugar a dudas han contribuido con el conocimiento de este recurso también en el medio natural.

Las diversas fases larvales de erizo, han sido descritas apropiadamente, el tiempo de vida de las larvas y condiciones que aceleran sus distintas fases, sobrevivencia entre estados de larvas, lo que releva el disponer de stock parental apropiado para una producción exitosa de juveniles. Así también, se conoce a las diatomeas como inductores de la metamorfosis, las algas coralinas como lugares de juveniles y los diversos tipos de sustratos duros en que este recurso se desarrolla. Así también se dispuso al menos de evidencia de un periodo sin reclutamiento de larvas.

La información asociada a aspectos reproductivos existente en la literatura confirma que el ciclo reproductivo de erizo es anual, el desfase latitudinal no es tan claro si bien en la zona sur del país se concentra en los últimos meses del año e inicios del siguiente, rompiéndose el “orden” relativo en la XII Región. Diversos autores que han estimado el Índice Gonadosomático señalan que este presenta variaciones en distintos lugares de muestreo. Es conocido que el periodo reproductivo de erizo estaría fuertemente influenciado por las condiciones abióticas de cada lugar. Bustos et al., (1990), que estudiaron el IGS en varios lugares en la isla de Chiloé indican que los lugares con fuerte circulación como canales y puntas no registran una segunda caída del IGS. También señalan que la confiabilidad del IGS como indicador del estado de madurez es baja, debido a que el peso de la gónada no es sólo producto del contenido de las células sexuales, sino también de fagocitos nutritivos. Además, si se considera que estas últimas reemplazan prácticamente en su totalidad a las células sexuales en la etapa de reposo del ciclo reproductivo se puede llegar a conclusiones erróneas en la estimación del estado de madurez de la gónada (Holland y Holland, 1969, Bay Schmith (1981)). Sin embargo, al tener claridad sobre el ciclo de madurez del recurso, la obtención del IGS continúa siendo un indicador más fácil, rápido y de menor costo que un estudio histológico.

Otros aspectos asociados a estimaciones de mortalidad y talla crítica son escasos, por lo cual se espera contribuir en este estudio.

3.1.4 Tablas

Tabla 1.1: Literatura sobre crecimiento de erizo (*Loxechinus albus*).

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
1	1958	ISI.	Arrau L. (1958). Desarrollo del erizo comestible de Chile <i>Loxechinus albus</i> Mol. Rev. Biol. Mar. Calparaíso-Chile. Vol. VII: 39-73
2	1976	Reporte	Bückle, F., Guisado, Ch., Tarifeño, E., Zuleta, A., Córdoba, I., Serrano, C. y R. Maldonado (1976). Estudios biológicos del erizo <i>Loxechinus albus</i> , (Molina) (Echinoidea Echinodermata). I Investigaciones preliminares en cultivos masivos de larvas de erizo. Biol. Pesq. Chile 8:31-64.
3	1977	Publicación	Buckle, F., Guisado, C., Serrano, C., Córdoba, L., & Vásquez, E. (1977). Estudio de crecimiento en cautiverio del erizo <i>Loxechinus albus</i> (Molina) en las costas de Valparaíso y Chiloé, Chile. <i>An. Centro Cienc. Mar Limnol. Univ. Nac. Autón. Méx.</i> , 4(1), 153-160.
4	1983	ISI	Zegers, J., Oliva, M., Hidalgo, C., & Rodríguez, L. (1983). Crecimiento de <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en sistema de jaulas suspendidas a media agua. <i>Mem Asoc Latinoam Acuicult</i> , 5, 369-378.
5	1987	Tesis	Zabala, A. Determinación de una metodología para establecer edad en el erizo comestible <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782). <i>Informe de título UC Chile</i> , 54.
6	1990	Publicación	González, M., M. Pérez; D. López y J. Uribe. 1990. Crecimiento del erizo <i>Loxechinus albus</i> (Molina), en condiciones artificiales. <i>Biota</i> , Osorno, Chile, 6: 35-44
7	1992	Reporte	Araya, M., Medina, M., & Gallardo, M. (1992). Crecimiento en el medio natural del erizo comestible (<i>Loxechinus albus</i>) de la zona de Iquique. <i>Informe Final, Depto. de Ciencias del Mar, Univ. Arturo Prat</i> .
8	1992	Tesis	Gebauer, P. 1992. Validación experimental de los anillos de crecimiento de <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en la reserva marina de Mehuin,

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
			Chile. Tesis, Esc. Biología Marina, Univ. Austral de Chile, 66 pp
9	1992	Publicación	Stotz, W., S. Gonzalez y C. Lopez. Siembra experimental del erizo rojo <i>Loxechinus albus</i> (Molina) en la costa expuesta del centro norte de Chile: efectos del erizo negro <i>Tetrapygus niger</i> (Molina) sobre la permanencia y crecimiento de los juveniles.
10	1993	ISI	González, M. L., Pérez, M. C., López, D. A., & Pino, C. A. (1993). Effects of algal diet on the energy available for growth of juvenile sea urchins <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782). <i>Aquaculture</i> , 115(1), 87-95.
11	1995	ISI	Gebauer, P. and C. A. Moreno (1995). Experimental validation of the growth rings of <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) in southern Chile (Echinodermata: Echinoidea). <i>Fisheries research</i> 21(3): 423-435.
12	1995	Reporte	Olave, S., y Colaboradores. Investigación repoblamiento recursos bentónicos . Area piloto. IV región. (VII Etapa). Repoblación de erizo (<i>Loxechinus albus</i>).
13	1999	Reporte	Melo, C., Durán, L., Falcon, C., Galvez, M., Godoy, C., Melo, C. y D. Oliva (1999). Elaboración de claves talla-edad para el recurso erizo. Informe Final. Proyecto FIP-IT/97-30. Universidad de Valparaíso. 217 pp.
14	2003	Reporte	Barahona, N., Orenzans, J., Parma, A., Jerez, G., Romero, C., Miranda, H., Zuleta, A., Catasti, V. y P. Galvez (2003). Bases biológicas para rotación de áreas en el recurso erizo. Informe Final. Proyecto FIP 2000-18. Instituto de Fomento Pesquero. 378 pp.
15	2005	Reporte	Molinet, C., Rubilar, P., Zuleta, A., Rosales, S., Gili, R., Ariz, L., Barahona, N., Young, Z., Ernst, B., Orenzans, J., Parma, A. y M. Nilsson. Bases biológicas para la rotación de áreas del recurso erizo, Fase II. Informe Final. Proyecto FIP 2003-13. Universidad Austral de Chile. 360 pp.
16	2005	ISI	Cárcamo, P.F.; Candia, A.I.; Chaparro, O.R. (2005). Larval development and metamorphosis in the sea urchin <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea): Effects of diet type and

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
			feeding frequency <i>Aquaculture</i> , 2005, Vol.249 (1), pp.375-386.
17	2010	Reporte	Flores L. (2010). Variación espacial en el crecimiento del erizo (<i>Loxechinus albus</i>) en la zona sur de Chile. Tesis de grado. Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción. 122 pp.
18	2010	ISI	Flores, L., B. Ernst and A. Parma (2010). Growth pattern of the sea urchin, <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) in southern Chile: evaluation of growth models. <i>Marine Biology</i> 157(5): 967-977.
19	2010	ISI	Molinet, Carlos; Herrera, Claudia; Gebauer, Paulina; Landaeta, Mauricio F; Moreno, Carlos A. 2010. Early stages of Echinoidea in Lagreze Channel, Guaitecas Islands, southern Chile. <i>Revista de biología marina y oceanografía</i> , 2010, Vol.45(1), pp.19-33
20	2012	Tesis	Balboa, C. (2012). Variabilidad en el crecimiento del erizo rojo <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en un gradiente de profundidad, en un área del Sur de Chile
21	2013	ISI	Molinet, C., C. A. Balboa, C. A. Moreno, M. Diaz, P. Gebauer, E. J. Niklitschek and N. Barahona (2013). Variability in the Growth Patterns of <i>Loxechinus Albus</i> along a bathymetric gradient associated with a fishing ground. <i>Bulletin of Marine Science</i> 89(3): 699-716
22	2014	Reporte	Molinet, C., Díaz, M., Díaz, P.A., Rojas, O., Millanao, M.O., Aguayo, A., Balboa, C., Espinoza, K., Arre, C., Salas, C., Arriagada, C., Caro, R., Barahona, N., Araya, P., Subiabre, D., Ruiz, M., Niklitschek, E.J., Muñoz, N., Silva, M. (2014). Diseño de una red de estaciones fijas de monitoreo para la pesquería del recurso erizo en la X y XI Regiones. Informe Final Proyecto FIP 2012-14. 190 pp.
23	2015	ISI	Cárcamo, P. Francisco (2015). Effects of food type and feeding frequency on the performance of early juveniles of the sea urchin <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea): Implications for aquaculture and restocking. <i>Aquaculture</i> , 20 January 2015, Vol.436, pp.172-178.

Tabla 1. 1: Literatura sobre reproducción de erizo (*Loxechinus albus*).

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
1	1981	Reporte	Bay-Schmith, E., C. Werlinger and J. Silva (1981). Ciclo Anual de reproducción del recurso erizo <i>Loxechinus albus</i> entre la X y XII Región. Concepción, Universidad de Concepción: 1-68.
2	1982	Reporte	Retamales, R. y L. Gonzalez. Prospección, evaluación y reproducción del erizo (<i>Loxechinus albus</i>), ostión (<i>Chlamys (argopecten) purpurata</i> y locate (<i>Thais (Stromanita) chocolata</i>). IFOP – Serplac. 72 p + Anexos
3	1987	Publicación	Guisado, C. y J.C. Castilla. 1987. Historia de vida, reproducción y avances en el cultivo del erizo comestible chileno <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) (Echinoidea: Echinidae). In: "Manejo y Desarrollo Pesquero", P. Arana (Ed.), Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 59-68.
4	1991	Reporte	Bustos, E., S. Olave & R. Troncoso. 1991. Estudio repoblamiento de recursos bentónicos área piloto IV región. Etapa III. Investigaciones en erizo <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782). CORFO-IFOP, Chile, AP 90/1c: 186 p
5	1991	Reporte	Reyes, A., A. Carmona, A. Sepúlveda, E. Arias, C. Rojas, N. Barahona, I. Sasso & E. Lozada. 1991. Estado de situación y perspectivas del recurso pesquerías bentónicas III, IV y X Región. Diagnostico de las Principales Pesquerías Bentónicas. 1990. Informe Técnico CORFO-IFOP. 85 p + Tablas y Figuras
6	1992	Reporte	Orler, P. M. (1992). Biología reproductiva comparada de <i>Pseudechinus magellanicus</i> y <i>Loxechinus albus</i> , equinoideos del Canal Beagle (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo). http://hdl.handle.net/10915/4858
7	1992	ISI	Zamora, S. and W. Stotz (1992). "Ciclo reproductivo de <i>Loxechinus albus</i> (Molina 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en Punta Lagunillas, IV región, Coquimbo, Chile." Revista Chilena de Historia Natural 65: 121-133.
8	1992	Publicación	Lozada E y E. Arias (1992). Sobre variaciones morfologica y reproductiva en <i>Loxechinus albus</i> (Molina 1782). Resúmenes XII congreso de Ciencias del Mar . 27 – 29 de mayo de 1999.

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
			IFOP. Santiago 117
9	1995	Reporte	Guisado, C. (1995). Estrategias de desarrollo larval y ciclo de vida en dos especies de echinoideos regulares del sur de Chile. Tesis de Magister, Universidad Austral de Chile.
10	1995	Reporte	Arias E, N. Barahona, E. Lozada y G. Jerez (1995). Monitoreo del recurso erizo en la X y XI Región. Informe Final FIP 93-13. Instituto de Fomento Pesquero.
11	1996	Reporte	Moreno, C. A., A. Zuleta and P. S. Rubilar (1996). Investigación complemento pesquería Erizo 1995. Subsecretaría de Pesca. Valdivia, Universidad Austral de Chile: 1-47.
12	1996	ISI	Palma, A. and P. Arana (1996). Método rápido de determinación del sexo en el erizo comestible <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) y su aplicación en estudios biológico-pesqueros. Invest. Mar., Valparaíso, 24: 123-130.
13	1996	Publicación	Arana, P., S. Palma, E. Bay-Schmith, M.A. Monardes y M. Gálvez. 1996. Aspectos biológicos y pesqueros del erizo (<i>Loxechinus albus</i>) en la región de Magallanes. Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso, 23/96: 83-140 pp
14	1997	Reporte	Jerez, G., N. Barahona, A. Muñoz, E. Lozada y V. Ascencio 1997. Monitoreo de la pesquería del recurso erizo en la XII Región. FIP 94-27 A. Informe Final.
15	1998	Reporte	Boschi, E. El mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 2. Los moluscos de interés pesquero. Cultivos y estrategias reproductivas de bivalvos y equinoideos.
16	1999	Tesis	Salazar D. (1999). Madurez gonadal en el "Erizo rojo" <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782) (Echinoidea, Echinidae). Tesis para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú. 51pp + cuadros y figuras.
17	1999	ISI	Oyarzún, S., S. Marín, C. Valladares y J.L. Iriarte (1999). Reproductive cycle of <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea) in two areas of the Magellan Region (53°S, 70 – 72°W), Chile. Scientia Marina, Vol 63.

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
18	2001	ISI	Olave, S., Bustos, E., Lawrence, J. M., & Cárcamo, P. (2001). The effect of size and diet on gonad production by the Chilean sea urchin <i>Loxechinus albus</i> . Journal of the World Aquaculture Society, 32(2), 210-214.
19	2001	ISI	Vásquez, J. (2001). Ecology of <i>Loxechinus albus</i> . Edible sea urchins: Biology and ecology. J. M. Lawrence. Tampa, Elsevier Science B.V.: 161-175.
20	2001	ISI	Walker, C., T. Unuma, N. McGinn, L. Harrington and M. Lesser (2001). Reproduction of sea urchins. In edible Sea Urchins: Biology and Ecology, 5-20.
21	2002	Reporte	Olave, S. Optimización del cultivo de erizo comestible <i>L. albus</i> , mediante el uso de alimento artificial. FONDEF-IFOP
22	2003	Reporte	Olivarez, I. (2003) Characterization of the gametogenic cycle of the sea urchin <i>Loxechinus albus</i> . In Sea Urchins Fisheries and Ecology. Proceeding of the international conference on Sea-Urchin fisheries and aquaculture, 179-184.
23	2005	ISI	Arana, Patricio M. (2005). Demografía y pesquería del erizo <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinidae) en la región sur-austral de Chile. Revista de Biología Tropical, 2005 Dec, Vol.53 Suppl 3, pp.367-382.
24	2005	Reporte	Pérez, A., F., Morriconi E. and J. Calvo (2005). Ciclo reproductivo de <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea) en el Canal Beagle, Tierra del Fuego, Argentina. XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar y XXV Congreso de Ciencias del Mar. Viña del Mar. Chile.
25	2007	ISI	Kino, S. and Y. Agatsuma (2007). Reproduction of sea urchin <i>Loxechinus albus</i> in Chiloé Island, Chile. Fisheries Science 73 (6): 1265-1273.
26	2008	ISI	Pérez, A. F., Morriconi E. Boy, C. and J. Calvo (2008). Seasonal changes in energy allocation to somatic and reproductive body components of the common cold temperature sea urchin <i>Loxechinus albus</i> in a Sub-Antartic environment. Polar Biol. 31:443-449.

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
27	2009	Reporte	Molinet, C., Moreno, C., Codjambassis, J., Díaz, M., Flores, M., Almanza, V., Enríquez, J., Neculman, M., Cortez, E., Orenzans, J. y A. Parma (2009). Estudio de poblaciones fuente (profundas) y flujo de dispersión larvaria y reclutamiento de erizos en la XI región (Fase I). Informe Final. Proyecto FIP 2007-44. 154 pp.
28	2009	ISI	Pérez, A., C. Boy, E. Morriconi and J. Calvo (2009) Reproductive cycle and reproductive output of the sea urchin <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea) from Beagle Chanel, Tierra del Fuego, Argentina. Polar Biol., (33): 271-280.
29	2011	ISI	Pérez, A., G. Malanga and S. Puntarulo (2011). Reproductive conditions associated to changes in the lipid-soluble antioxidant capacity and the damage to lipids in the sea urchins <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea). Rev. Mar. Cost. Vol.3:183-194.
30	2012	ISI	Molinet, C., C. A. Moreno, E. J. Niklitschek, M. Matamala, M. Neculman, A. Arévalo, J. Codjambassis, P. Diaz and M. Diaz (2012). Reproduction of the sea urchin <i>Loxechinus albus</i> across a bathymetric gradient in the Chilean Inland Sea. Revista de biología marina y oceanografía 47: 257-272.
31	2012	Reporte	Almonacid, E. y C. Vargas (2012). Determinación del ciclo gonadal de <i>Loxechinus albus</i> a lo largo de la costa de Magallanes. Informe Final. SUBPESCA. 81pp + anexos.

Tabla 1. 2: Literatura sobre crecimiento y reproducción de erizo (*Loxechinus albus*).

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
1	1975	ISI	Gutierrez, J. and I. Otsu (1975). Periodicidad en las variaciones biométricas de <i>Loxechinus albus</i> Molina. Revista de Biología Marina 15(2): 179-199.
2	Sin Año	Reporte	Desarrollo de técnicas de producción y evaluación de stock en recursos bentónicos. Desarrollo larval. IFOP. Sin Año

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
3	1990	Reporte	Bustos, E, C. Godoy y R. Troncoso (1990). Investigaciones en erizo <i>Loxechinus albus</i> (Molina 1782) en Investigación repoblamiento de recursos bentónicos. Área Piloto. IV Región. Etapa III. SGI IFOP/91/5. 207 pp
4	2010	ISI	Schuhbauer, A., P. Brickle and A. Arkhpkin (2010). Growth and reproduction of <i>Loxechinus albus</i> (Echinodermata: Echinoidea) at the southerly peripheries of their species range, Flakland Islands (South Atlantic). Mar Biol. 157: 1837-1847.

Tabla 1. 3: Literatura sobre estudios poblacionales erizo (*Loxechinus albus*).

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
1	Sin año	Reporte	Aranda, E. y R. Gili. Prospección almeja, locos y erizos. X Región.
2	1977	Reporte	Norambuena, R., L. Gonzalez y L. Hironaka. Evaluación de la población de erizos en el sur de la Isla de Chiloé (Lat. 42° 50'S y Lat. 43° 29'S).
3	1978	Reporte	Sanhueza, A. Resultados exploración pesquera zona Puerto Eden. XII Región.
4	1981	Reporte	Gili, R. Evaluación del recursos erizo en la XII R.egión. Zona Estrecho Nelson (51°30' S) – Canal Cockburn (54° 30' S). SERPLAC – IFOP.
5	1982	Reporte	Bustos, H. E. y H. Robotham. Estudio biológico pesquero del recurso erizo (<i>Loxechinus albus</i>) en la X Región.
6	1982	Reporte	Aranda, E., H. Robotham, F. Inostroza, R. Gimpel y G. Lizama. Estudio del recursos erizo en Islas Guaitecas, XI Región.
7	1984	Reporte	Aranda, E., y otros. Perspectivas de desarrollo de una pesquería de moluscos y equinodermos en la zona de Navarino.
8	1986	Reporte	Bustos, E. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas. III – IV y X región. 1985. Estado de situación del recurso. AP 86/55.
9	1986	Reporte	Bustos, E., A. Reyes, H. Robotham, A. Augsburger y otros. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas. III – IV y X región. 1985. Estado de situación del recurso. Anexo Tablas y figuras. AP 85/43
10	1992	Reporte	Olave, S., R. Troncoso y C. Godoy. Investigación repoblamiento de recursos bentónicos área piloto IV Región. Etapa IV. 5. Investigación en erizo <i>Loxechinus albus</i> (Molina, 1782).
11	2011	ISI	Moreno, Carlos A. ; Molinet, Carlos ; Díaz, Patricio ; Díaz, Manuel ; Codjambassis, José ; Arévalo, Alejandra. (2011). Bathymetric distribution of the Chilean red sea urchin (<i>Loxechinus albus</i> , Molina) in the inner seas of northwest Patagonia: Implications for management. Fisheries Research,

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
			2011, Vol.110(2), pp.305-311
12	2012	Reporte	Barahona, N., A. Olgúin. P. Araya, G. Muñoz, C. Vicencio, C. Navarro, N. Salas, C. Vargas, V. Pezo, D. Subiabre y Z. Young. 2012. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquerías Bentónicas 2011. IFOP-SUBPESCA. Informe Final. 208 pp + Anexos
13	2013	Reporte	Barahona, N., A. Olgúin. P. Araya, G. Muñoz, A. Montes, Z. Young, V. Pezo, C. Navarro, N. Salas, C. Vargas, C. Vicencio y D. Subiabre. 2013. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Investigación Situación Pesquerías Bentónicas 2012. IFOP-SUBPESCA. Informe Final. 219 pp + Anexos
14	2014	Reporte	Barahona N., A.Olgúin, P. Araya, G. Muñoz, Z. Young, V. Pezo, C. Navarro, N. Salas, C. Vargas, C. Vicencio, D. Subiabre, C. Molinet, P. Diaz, M. Diaz y M. Millano, 2014. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final. Proyecto Investigación Situación Pesquerías Bentónicas 2013. Subsecretaria de Pesca-IFOP.
15	2016	ISI	Carlos Molinet, Nancy Barahona, Manuel Díaz, Patricio A. Díaz, María Olga Millanao, Pablo Araya, Dagoberto Subiabre & Edwin J. Niklitschek (2016) Using Drift VideoTransects and Maximum Likelihood Geostatistics for Quantifying and Monitoring Exploited Subpopulations of <i>Loxechinus albus</i> at a Mesoscale, Marine and Coastal Fisheries, 8:1, 70-80, DOI: 10.1080/19425120.2015.1121939

Tabla 1. 4: Literatura sobre estudios de crecimiento y/o reproductivos y/o poblacionales erizo (*Loxechinus albus*).

	Año	Tipo de Publicación	Detalle de la Publicación
1	1980	Reporte	Gili, R. Evaluación del recurso erizo en el Estrecho de Magallanes, XII Región.
2	1981	Reporte	Gili. R. Evaluación de recursos erizo en la XII Región. Zona Estrecho Nelson (51° 30´S) - Canal Cockburn (54° 30´S)
3	1982	Reporte	Retamales, R y L. Gonzalez. Prospección, evaluación y reproducción del erizo (<i>Loxechinus albus</i>), ostión (<i>Chlamys</i> (<i>Argopecten</i>) <i>purpurata</i>) y locote (<i>Thais</i> (<i>Stromanita</i>) <i>chocolata</i>).
4	1987	Reporte	Bustos, E. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas II, IV y X región. 1986. Estado de situación del recurso. AP 87/5 (Mortalidad Natural).
5	1988	Reporte	Jerez, G. Investigación Captura total permisible de recurso erizo.
6	1990	Reporte	Bustos, E., E. Pacheco, L. Sasso, A. Carmona, A. Sepúlveda, E. Arias, C. Gonzalez, E. Lozada, S. Medrano y C. Rojas. 1990. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales 1989. Estado de situación y perspectivas del recurso. Pesquerías Bentónicas III, IV y X Región. AP 91/3. CORFO /IFOP
7	1994	Reporte	Olave. S., C. Godoy y R. Troncoso. Investigación, repoblamiento recursos bentónicos. Área Piloto. IV Región. Etapa V. SGI- IFOP 93/8
8	1998	Reporte	Guisado, C., E. Arias and E. Pérez (1998). Estudio reproductivo del erizo en las regiones I-VIII. Informe Final. Proyecto FIP-IT/96-44. Coquimbo, Universidad Católica del Norte: 1-233.
9	2005	Reporte	Barahona, N., Z. Young, P. Galvez, L. Orensanz y otros. Monitoreo biológico pesquero del recurso erizo en la XII Región (Fase I). FIP 2003-16. Informe Final .

Tabla 1. 5: Modelos y parámetros de crecimiento estimados para *Loxechinus albus* en varios estudios

Modelo	Método	Parámetros				Lugar	Autor
		L_{∞}	K	t_0	n		
Von Bertalanffy	Distribución de frecuencia de tallas (Petersen)	106,00			1.838	Antofagasta, II Región	Gutierrez y Otsu (1975)
	Incremento mensual en jaula	61,30			105	Valparaíso, V Región	Buckle et al (1977)
	Incremento mensual (jaulas)	95,60	0,380	0,180	102	Antofagasta, II Región	Zegers et al., 1983
	Distribución de frecuencia de tallas	106,00			200		
	Distribución de frecuencia de tallas (Elefan)	127,00	0,370		1.594	isla Laitec, X Región	Bustos (1987)
	Distribución de frecuencia de tallas (Elefan)	145,00	0,340		1.637	Yelcho, X Región	
	Distribución de frecuencia de tallas (Elefan)	136,00	0,360			Ambos, X Región	
	Anillos placas interambulacrales	125,60	0,184	-0,445	2.205	Quellón, X Región	Bustos et al (1990)
	Anillos placas interambulacrales	125,61	0,184	-0,445		Yelcho, X Región	Reyes et al., 1991
	Anillos placas interambulacrales	131,27	0,141	-1,127		Yelcho, X Región	Arias, 1990
	Anillos de crecimiento	137,70	0,104	-0,770		Mehuín, XIV Región	Gebauer & Moreno, 1995
	Anillos de crecimiento	141,20	0,164	-0,230			
	Distribución de frecuencia de tallas (Elefan)	150,00	0,200	-0,072		Caleta Los Verdes, I Región	Guisado et al, 1998
	Distribución de frecuencia de tallas (Sheperd)	102,00	0,310	-0,050			
	Distribución de frecuencia de tallas (Elefan)	145,00	0,200	-0,026		Tocopilla, II región	
	Distribución de frecuencia de tallas (Sheperd)	92,20	0,300	-0,090			
	Distribución de frecuencia de tallas (Elefan)	145,00	0,290	0,000		Huasco, III Región	
	Distribución de frecuencia de tallas (Elefan)	140,00	0,220	-0,083		Los Vilos, IV Región	
	Distribución de frecuencia de tallas (Sheperd)	134,00	0,280	-0,060			
	Distribución de frecuencia de tallas (Elefan)	136,00	0,300	-0,084		Quintay, V Región	
	Distribución de frecuencia de tallas (Elefan)	120,00	0,250	-0,090		Loanco, VII Región	
	Anillos de crecimientos- Marcaje y recaptura	119,85	0,139	3,300		Hueihue, X Región	
	Anillos de crecimiento - Marcaje y recaptura	80,05	0,412	3,422		Melinka, XI Región	
Anillos de crecimiento - Marcaje y recaptura	89,81	0,323	3,413		Punta Arenas, XII Región		
Anillos de crecimiento	95,12	0,179	-0,195		islas Falkland, Argentina		
Tanaka		a	b	c	d		
	Anillos de crecimiento	0,0003	6,920	0,0096	381,210	isla Amita, XI Región	Flores et al., 2010
	Anillos de crecimiento	0,0005	6,750	0,0078	312,240	isla Williams, XI Región	
Schnute		a	b	y1	y2		
	Anillos de crecimiento	2,624	-10,106	27,334	59,757	isla Laitec, 5-15 m, X Región	Molinet et al., 2013
	Anillos de crecimiento	-0,301	3,821	29,667	79,133	isla Laitec, 24-45 m, X Región	
	Anillos de crecimiento	0,188	3,428	30,073	71,086	isla Laitec, 50-70 m, X Región	
	Anillos de crecimiento	0,081	1,048	33,859	71,668	isla Laitec, 75-100 m, X Región	
	Anillos de crecimiento	0,005	0,830	16,250	105,160	isla Stokes, XI Región	
						Flores et al., 2010	

Tabla 1. 6: Parámetros reproductivos: Talla media de madurez L₅₀ (TMMSL₅₀), L₁₀₀(TMML₁₀₀), Inicio madurez sexual individual (IMSI), talla mínima de diferenciación sexual (TMDS) obtenidos desde la literatura revisada.

Parámetros	Diámetro de la testa (mm)	Sexo	Zona geográfica	Autor
TMMSL ₅₀	41,0	ambos sexos	Caleta Los Verdes I Región	Guisado et al, 1998
	35,5	ambos sexos	Tocopilla, II región	
	35,5	ambos sexos	Huasco, III Región	
	45,4	ambos sexos	Los Vilos, IV Región	
	33,2	ambos sexos	Quintay, V Región	
	35,0	ambos sexos	La boca, VI Región	
	41,6	ambos sexos	Loanco, VII Región	
	40,5	ambos sexos	Laraquete, VIII Región	
	37,0	ambos sexos	Total I a VIII Región	
IMSI	38,6	machos	Carelmapu, X Región	Arias et al, 1995
	35,2	hembras		
	39,8	machos	Melinka, XI Región	
	36,5	hembras		
TMMSL ₅₀	42,9	ambos sexos	Ambas localidades	
TMMSL ₅₀	42,4 -42,9	ambos sexos	XI Región	Moreno et al., (1996)
TMMSL ₁₀₀		65		
TMDS	30 ,0	ambos sexos	islas Malaspina, XII Región	Jerez et al ., 1994
TMMSL ₅₀	40,3	ambos sexos		
TMMSL ₅₀	27	machos	canal Oeste, XII Región	Almonacid y Vargas, 2012
	43	hembras		
	38	ambos sexos		
	36	machos	cabo Phillips, XII Región	
	49	hembras		
	43	ambos sexos		
	42	machos	paso Adventure, XII Región	
	58	hembras		
	46	ambos sexos		

3.1.5 Figuras

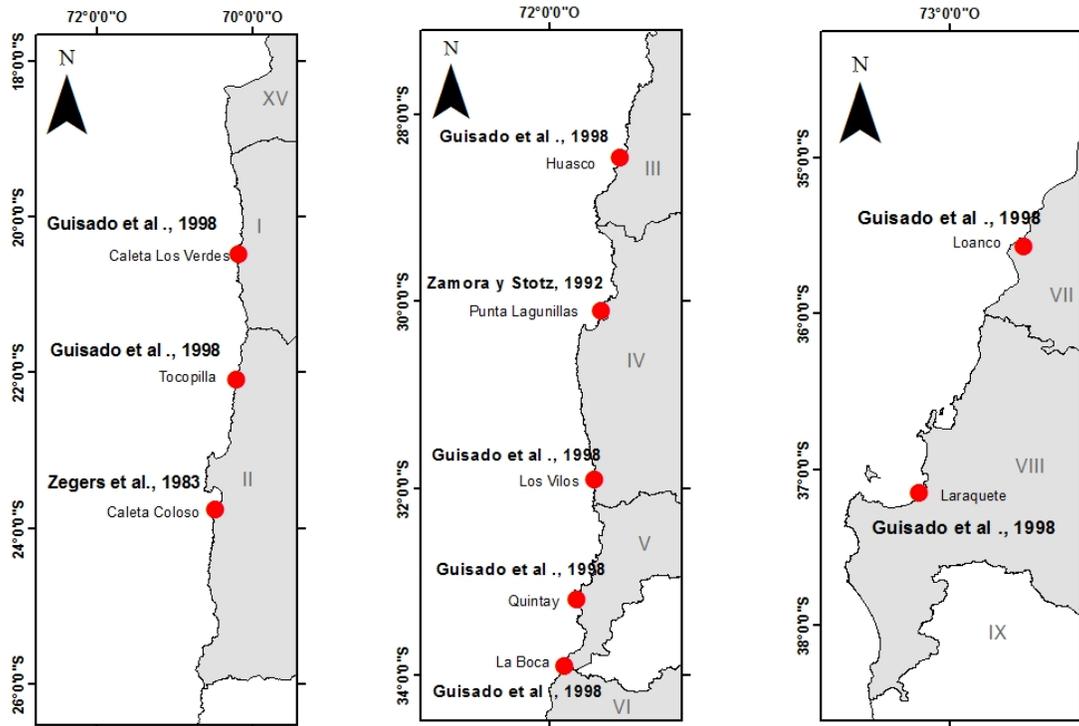


Figura 1. 1: Ubicación de estudios reproductivos de erizo entre la XV a VIII Regiones

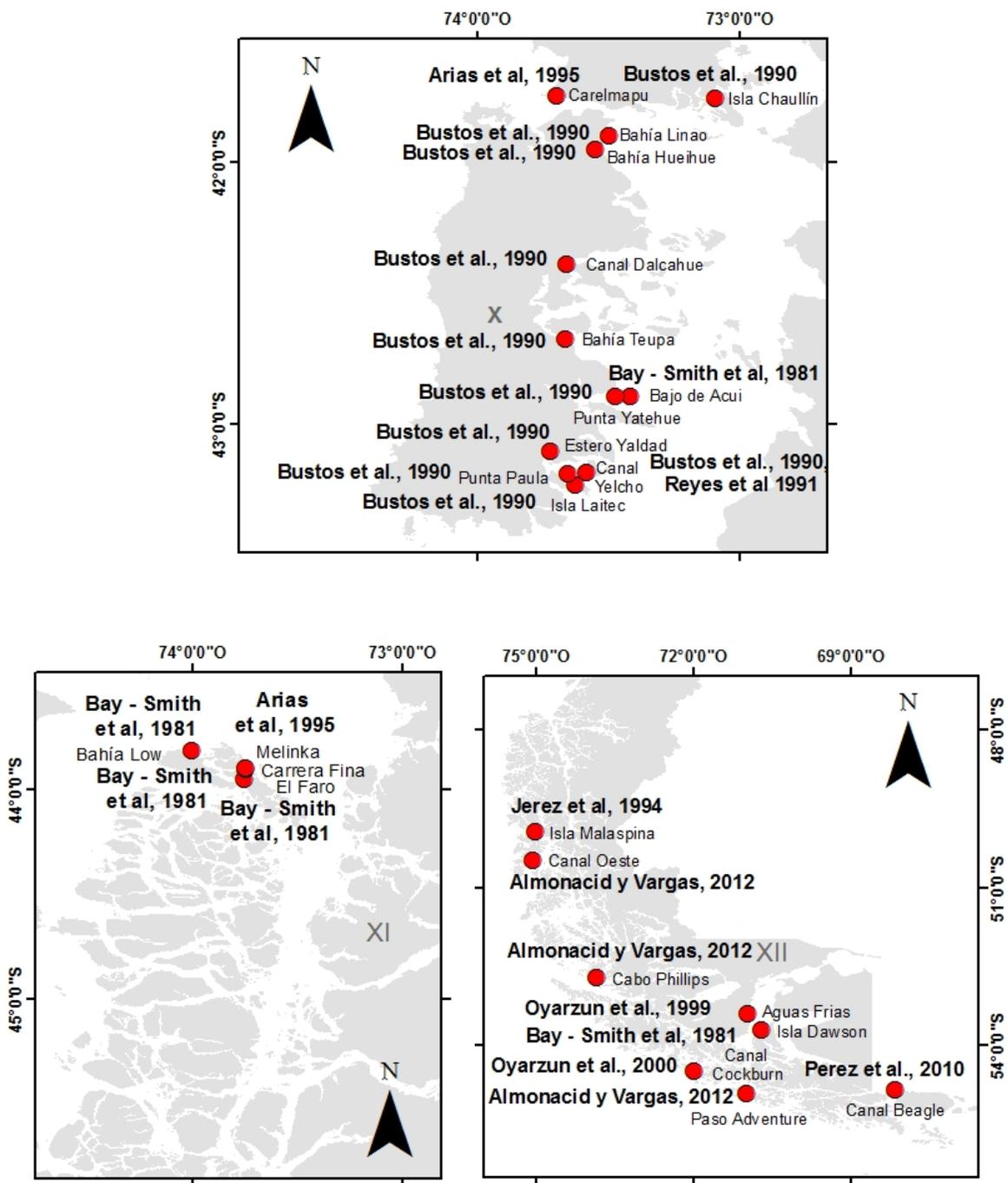


Figura 1. 2: Ubicación de estudios reproductivos de erizo entre la X y XII Regiones

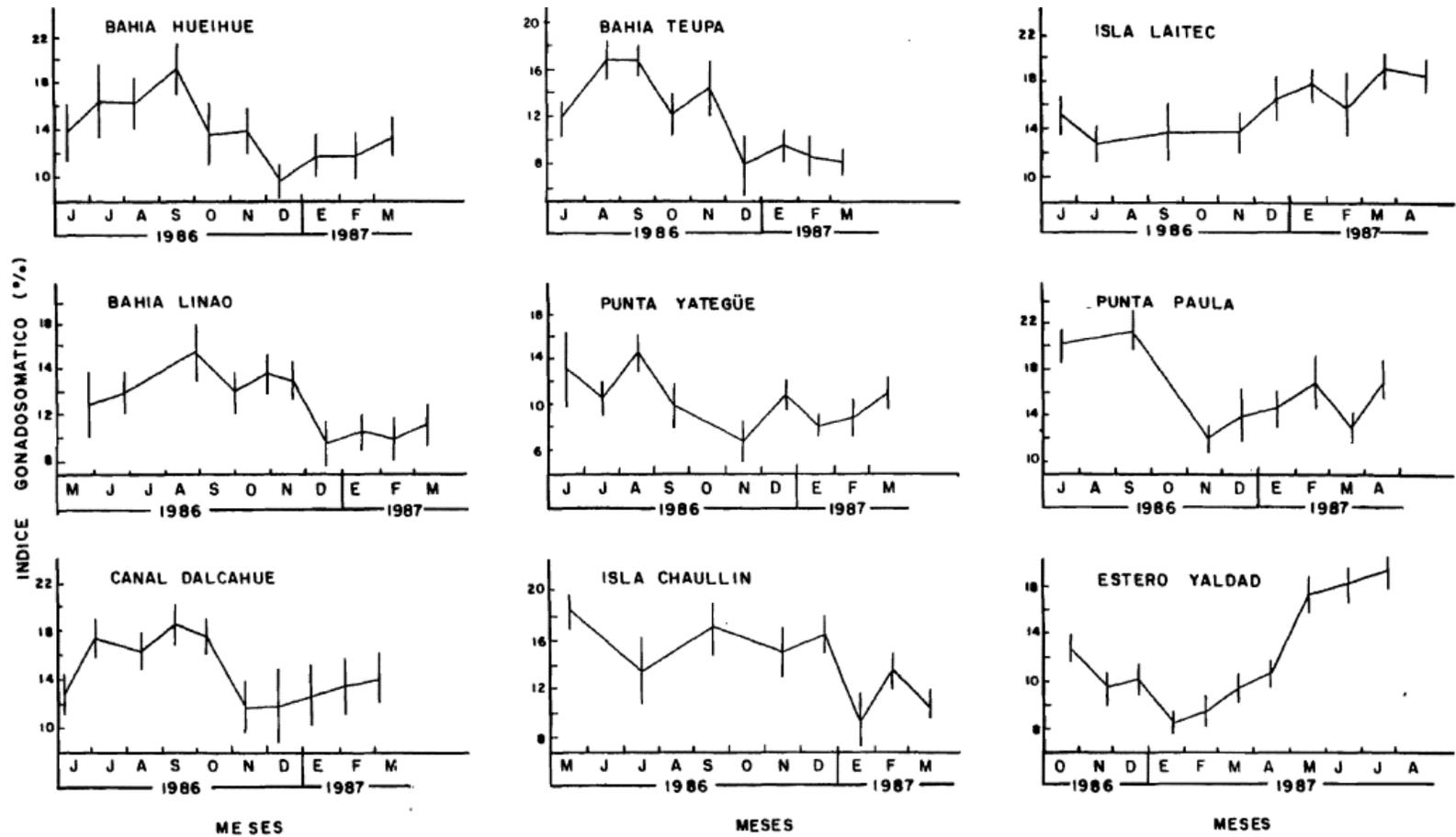


Figura 1. 3: Variación del índice gonadosomático de *Loxechinus albus* en diferentes áreas de la isla de Chiloé (Tomado de Bustos et al., 1990)

Autor	Lugar de muestreo	Región	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Zegers et al., 1983	Caleta Coloso	II												
Guisado et al., 1998	Caleta Los Verdes	I												
Guisado et al., 1998	Tocopilla	II												
Gutierrez y Otsu, 1975	Mejillones	II												
Guisado et al., 1998	Huasco	III												
Zamora y Stotz, 1992	Punta Lagunillas	IV												
Guisado et al., 1998	Los Vilos	IV												
Bückle et al., 1978; Guisado y Castilla, 1987	Valparaíso y El Quisco	V												
Guisado et al., 1998	Quintay	V												
Guisado et al., 1998	La Boca	VI												
Guisado et al., 1998	Loanco	VII												
Guisado et al., 1998	Laraquete	VIII												
Bustos et al., 1990	Bahía Hueihue	X												
Bustos et al., 1990	Bahía Linao	X												
Olivarez, 2001	Quemchi	X												
Bustos et al., 1990	Canal Dalcahue	X												
Bustos et al., 1990	Bahía Teupa	X												
Bustos et al., 1990	Punta Yatehue	X												
Bustos et al., 1990	Isla Chaullín	X												
Bustos et al., 1990	Estero Yaldad	X												
Bustos et al., 1990	Punta Paula	X												
Bustos et al., 1990	Yelcho	X												
Reyes et al., 1991	Canal Yelcho	X												
Arias et al., 1995	Caremapu	X												
Arias et al., 1995	Melinka	XI												
Bay - Smith et al., 1981	Chiloé	X												
Bay - Smith et al., 1981	Isla Guaitecas	XI												
Bay - Smith et al., 1981	Punta Arenas	XII												
Arana et al., 1996	XII Región	XII												
Jerez et al 1997	Islas Malaspinas	XII												
Oyarzún et al,1999	Isla Dawson	XII												
Oyarzún et al,1999	Canal Cockburn	XII												
Almonacid y Vargas, 2012	Canal Oeste	XII												
Almonacid y Vargas, 2012	Cabo Phillips	XII												
Almonacid y Vargas, 2012	Paso Adventure	XII												
Periodo de desove														
Pick del desove														

Figura 1. 4: Ubicación de los periodos de desove del recurso erizo (*Loxechinus albus*) según la literatura.

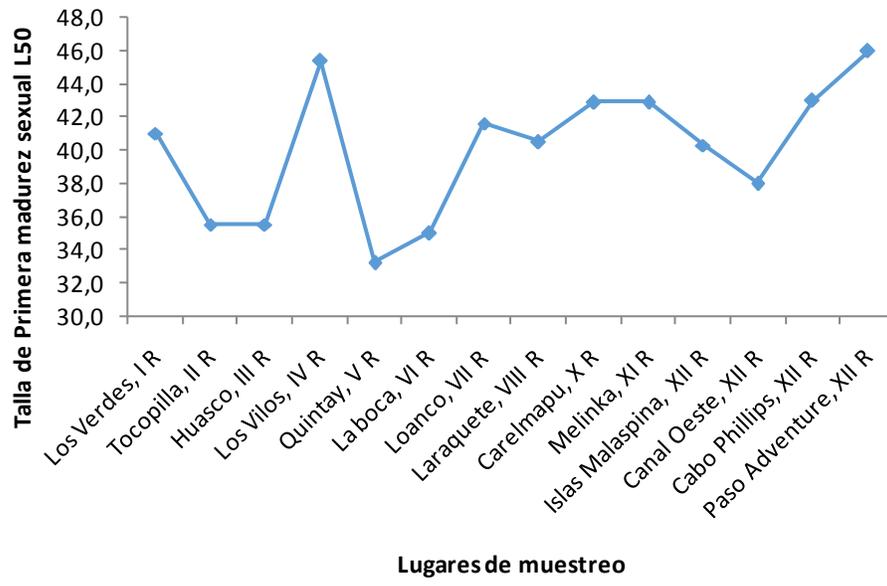


Figura 1. 5: Tallas de primera madurez sexual L50 estimadas para diversos lugares de Chile.

3.2. Objetivo Específico 2

Validar la técnica de lectura de anillos a través de marcaje de erizos *L. albus* y estimar sus parámetros de crecimiento en áreas representativas de la operación de la pesquería.

3.2.1. Antecedentes

El crecimiento de los equinodermos se basa principalmente en la adición de nuevas placas al sistema apical y en la incorporación, a una tasa constante, de carbonato de calcio (CaCO_3) dentro de las principales estructuras que forman su esqueleto: espinas, aparato mandibular o linterna de Aristóteles y placas de la testa (interambulacrales, ambulacrales, genitales, oculares y periproctales). En éstas estructuras se observan zonas de crecimiento rápido y lento, que se reflejan en la formación de bandas opacas y translúcidas, respectivamente. Las bandas opacas se observan de un tono claro a la luz reflejada, y oscura a la luz transmitida. Por otro lado, las bandas translúcidas, por tener relativamente menos material orgánico, reflejan menos luz y se observan de un tono oscuro a la luz reflejada y claro a la luz transmitida (Pearse and Pearse 1975).

Teóricamente, un ciclo anual de crecimiento está conformado por dos bandas, una opaca, que se forma en verano y una banda translúcida, que se forma en invierno. A partir de esta premisa, numerosos estudios han empleado estas estructuras para la estimación de la edad y crecimiento en diversas especies de la clase Echinoidea como *Evechinus chloroticus* (Walker 1981), *Echinus affinis* (Gage and Tyler 1985), *Echinus esculentus* (Gage 1992b), *Sphaerechinus granularis* (Lumingas and Guillou 1994), *Hemicentrotus pulcherrimus* (Agatsuma and Nakata 2004), *Strongylocentrotus franciscanus* (Shelton et al. 2006) y *Loxechinus albus* (Gebauer and Moreno 1995, Flores et al. 2010, Schuhbauer et al. 2010, Molinet et al. 2013) .

Para *L. albus*, la técnica de lectura de los anillos de crecimiento ha sido validada usando placas genitales (Gebauer and Moreno 1995). Estos autores a través del seguimiento de cohortes y frecuencia de tallas, determinaron que la formación de los anillos de crecimiento translucido utilizado para determinar la edad ocurre, frecuentemente en los meses de invierno, y consecuentemente un indicador confiable de la edad. A pesar de la conveniencia del uso de esta técnica en estudios de crecimiento (Schuhbauer et al. (2010); Flores et al. (2010) Molinet et al. (2013)) de esta especie, a la fecha, aún no ha sido validada usando métodos directos. El método más directo para evaluar si el patrón de formación de bandas (una opaca y una translúcida) obedece a un ciclo anual, es mediante experimentos de marcaje fluorescente (Russell and Meredith 2000). Los marcadores fluorescentes se adhieren al borde de cada una de las estructuras donde se deposita el CaCO_3 , sin efectos deletéreos para los ejemplares, permitiendo el crecimiento por un periodo de tiempo conocido, para luego recapturarlos y evaluar el número de bandas adicionadas posterior a la marca fluorescente.

3.2.2. Metodología

a. Marcaje de erizos

La zona de estudio consideró la macrozona X y XI regiones. Para representar adecuadamente cada macrozona y orientar apropiadamente las actividades de terreno, se trabajó en 2 sitios de estudio para abordar el presente objetivo específico, los cuales corresponden a Carelmapu (Punta Picuta) en la X región e Isla Westhoff en la XI región. Los sitios fueron seleccionados en base a la posibilidad de vigilancia y compromiso de los pescadores para no intervenir en el estudio extrayendo los erizos marcados.

En cada sitio se recolectaron todos los individuos presentes en el área de marcaje. En Isla Westhoff los erizos fueron recolectados desde pozas submareales (1 m de profundidad), mientras que en Punta Picuta se recolectaron en el submareal a una profundidad de 8 a 10 m mediante buceo.

Cada erizo fue medido con un pie de metro de 0.1 mm de precisión y fueron clasificados por rangos de tallas de 5 mm.

Una vez determinado el rango de tallas, los erizos mayores a 21 mm de diámetro de testa (DT) fueron inyectados con una solución de tetraciclina (1gr de tetraciclina en 100 ml de agua de mar filtrada) dependiendo del tamaño del individuo. La solución de tetraciclina fue inyectada a través de la membrana peristomal utilizando jeringas de 1 y 3 mL siguiendo a Rogers-Bennett (2003) y Russell et al. (1998), considerando inyectar 1 mg de tetraciclina por 10 gr erizo vivo Pearse and Pearse (1975).

Para ejemplares menores a 20 mm DT, dentro de un estanque con aireación constante, un baño por inmersión de calceína fue aplicado por un periodo de 24 horas (2.5 g de Calceína y 0.5 g NaCO₃ disueltos en 400 ml adicionados a 55 L de agua de mar), siguiendo el protocolo descrito por Russell et al. (1998). Luego de este periodo, los erizos pequeños fueron devueltos al mar, agrupados en redes y fijados al fondo por piedras para evitar la pérdida de los ejemplares.

Tanto la tetraciclina como la calceína se unen a las estructuras que forman el esqueleto y emiten fluorescencia cuando se iluminan con luz ultravioleta y no afectan el crecimiento de los individuos (Ebert (1988), Russell and Meredith (2000)).

Los erizos marcados con tetraciclina, fueron devueltos a las pozas intermareales y submareales dependiendo del sitio de marcaje. En Westhoff, cada poza fue identificada con marcas en la roca, en tanto, en Punta Picuta, el área donde se dejaron los erizos (13 m x 8 m) fue marcada en los bordes con marcas (contrapesos cónicos de 8 kg) con etiquetas de color azul y mallas rellenas de piedras con etiquetas.

b. Difusión, coordinación y vigilancia

Con el fin de solicitar el apoyo de los pescadores para la vigilancia y mantención de los ejemplares de erizo en las áreas de estudio, se asistió a reuniones con la agrupación de sindicatos de pescadores de Carelmapu. Además se

confeccionaron afiches informativos (**Fig. 2.1**) los cuales fueron instalados en las oficinas y muelle pesquero artesanal de Carelmapu. Finalmente se difundió el contenido del afiche a través de mensajes radiales en la radio comunitaria de Carelmapu. En la zona de Guaitecas se entablaron reuniones informales con los socios de la Federación de Pescadores Guaitecas, y socios del STI Guaitecas, quienes poseen un área de manejo aledaña al área de estudio.

c. Evaluación de sobrevivencia al marcaje

Desde el sitio de Punta Picuta, 62 erizos marcados con tetraciclina y 10 erizos marcados con calceina fueron llevados al hatchery de la Universidad Austral de Chile, para observar su sobrevivencia durante 60 días. Los erizos fueron mantenidos en un estanque con flujo de agua y aireación constante, además de alimentación constituida por algas.

Adicional a cada chequeo de mortalidad diario, se monitoreo la temperatura del agua, se hizo recambio de alimento y, cada dos días, se retiraron las fecas. Los erizos muertos fueron retirados del estanque, a cada uno se les midió el diámetro de la testa.

d. Identificación de erizos marcados y lectura de anillos

Metodología para identificación de marcas de tetraciclina

Luego de un año se realizó la recaptura de los ejemplares marcados, para esto se removieron todos los erizos presentes en el área de marcaje, y fueron llevados al laboratorio del Programa de Investigación Pesquera de la Universidad Austral de Chile para su procesamiento.

Cada ejemplar fue medido y se le extrajeron las placas genitales y la linterna de Aristóteles.

Las placas calcáreas de la linterna de Aristóteles (que en adelante llamaremos mandíbulas (ver Ebert et al. (1999)) tienen una superficie plana y no requiere de pulido para detectar las marcas de tetraciclina, por lo tanto se utilizaron estas

estructuras para identificar los erizos marcados para el posterior procesamiento de las placas genitales.

La linterna de Aristóteles fue tratada con hipoclorito de sodio al 7% con el fin de blanquearlas y extraer la materia orgánica adherida a ellas. Este último puede interferir en la visión de la marca de tetraciclina bajo la luz U.V. por lo tanto es necesario dejar reposando las mandíbulas por 24 horas. (la tetraciclina es protegida dentro del esqueleto y no es tocada por el blanqueador). Luego cada mandíbula es enjuagada con agua dulce y secado al aire.

La identificación de los erizos marcados se realizó mediante la observación de las mandíbulas (demi-piramides) bajo un microscopio portátil con luz ultravioleta (PCE-MM200) (**Fig. 2.2**).

Adicionalmente las mandíbulas fueron medidas, para evaluar la relación entre el diámetro de la testa, el largo total de la mandíbula y el incremento de ésta desde la marca de tetraciclina. El incremento fue medido en la mandíbula (demi-piramides) de la linterna de Aristóteles de cada erizo (**Fig. 2.3**)

Lectura de anillos de crecimiento

Una vez identificados los individuos con marcas de tetraciclina y/o calceína, las cinco placas genitales fueron almacenadas en microtubos Eppendorf® debidamente rotulados. Previa a la identificación de los anillos, las placas fueron tratadas con hipoclorito de sodio (NaClO) al 7%, por 24 horas, con objeto de extraer la materia orgánica restante y blanquearlas para facilitar su lectura. Una vez seca, cada placa fue pulida por ambos lados con una lija al agua de tamaño de grano 360, 400 y 600, dependiendo del tamaño de la placa.

Las placas genitales fueron observadas bajo un microscopio de epifluorescencia (Nikon, modelo Eclipse E400), inmersas en xilol, para facilitar la identificación de los anillos y poder ser fotografiadas. Tanto el número de anillos como la distancia de la marca al borde fueron medidas a través del software Image-Pro Plus v4.5.

Siguiendo a Pearse and Pearse (1975) se consideró que 1 anillo de crecimiento está formado por una banda opaca y una banda translúcida. Las bandas opacas y translúcidas que se generaron a partir del marcaje fueron contadas para luego relacionarlas al número de anillos anuales. Las bandas opacas se observan de un tono claro y las bandas translúcidas observan de un tono oscuro con luz reflejada (Fig. 2.4)

e. Análisis de datos

Estimación de parámetros de crecimiento de zonas representativas

Durante el proyecto FIP 2012-14 (entre marzo de 2013 y septiembre de 2013) se recolectaron 4.402 testas de erizos para realizar estimaciones de crecimiento a través de lectura de anillos. En ese proyecto se recolectaron muestras de los polígonos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 12 (ver Molinet et al. 2011) y se estimaron los parámetros de crecimiento ajustando un modelo Schnute (Schnute 1981), considerando la selección del modelo más informativo de acuerdo al criterio de información de Akaike (ver informe final en <http://www.fip.cl/resultadosProyectos.aspx?sub=OA&an=MjAxMg&rec=&tit=>).

Para realizar ese estudio, se extrajo la parte superior de la testa de 20-30 erizos por clase de talla, que fue separada, etiquetada y almacenada para la obtención de las cinco placas genitales utilizadas para la lectura de anillos (Ebert 1968, Pearse & Pearse 1975, Gebauer & Moreno 1995). Las clases de tamaño fueron definidas con intervalos de 5 mm para cada clase, considerando la distribución de tallas presente entre el intermareal y hasta el rango de profundidad que se distribuyó *L. albus* en el área de estudio. Lo anterior, se realizó considerando las muestras recolectadas por el buzo en todo el polígono muestreado. Para completar las tallas faltantes se realizaron recolecciones selectivas a través de buceo hasta obtener una estructura de talla entre 15 mm y 80 mm, al menos, por polígono. Las muestras fueron etiquetadas y almacenadas para su posterior

análisis en laboratorio siguiendo la metodología propuesta por Gebauer y Moreno, 1995.

En este proyecto los datos se agregaron por macrozonas de pesca definidas por Sernapesca: X región Norte, X región Sur y XI región, con lo cual se obtuvo los parámetros de crecimiento para cada zona. Éstos fueron revisados y comparados con la validación de la lectura de anillos.

f. Análisis Estadísticos

La relación entre el incremento de la longitud total de la mandíbula y el diámetro de la testa y la relación entre el incremento de la mandíbula desde la marca de tetraciclina y el largo de la linterna, fueron analizadas a través un análisis de regresión (Zar 1999)

Para evaluar la variación en la formación de nuevos anillos de crecimiento entre la marca de tetraciclina o calceina y la recaptura se evaluó la composición del número de anillos nuevos formados por localidad (Carelmapu y Westhoff), las que fueron comparadas a través del uso de modelos de regresión para datos ordinales (McCullagh 1980), usando la librería *ordinal* (Christensen 2012) en R 3.02 (R Development Core Team, 2015).

3.2.3. Resultados

a. Marcaje de erizo

En Isla Westhoff se marcaron con tetraciclina un total de 1487 erizos, cuyos diámetros de testa variaron entre 20 a 85 mm (**Fig. 2.5**).

En Punta Picuta se marcaron un total de 2654 erizos, con tamaños entre 10 a 118 mm (**Fig. 2.6**), de los cuales 2407 ejemplares fueron marcados con tetraciclina y 247 con calceina.

b. Evaluación de sobrevivencia

Debido a la baja presencia de erizos menores a 20 mm solo se trasladaron al laboratorio 10 erizos marcados con calceína (<20 mm) y 62 marcados con tetraciclina con diámetros de testa entre 21 a 118 mm.

En los erizos marcados con tetraciclina se registró 51% de mortalidad, la que ocurrió durante la primera semana de monitoreo en el laboratorio, mientras que en los erizos marcados con calceína no se registró mortalidad durante todo el periodo de monitoreo (1 año)

c. Identificación de erizos marcados y lectura de anillos

Identificación de marcas de tetraciclina

La marca de la tetraciclina se hace visible bajo la luz ultravioleta y se observa de un tono amarillo fluorescente. En la identificación se logró observar con éxito la marca en las mandíbulas y posteriormente en las placas genitales bajo luz UV.

La intensidad de la marca en las placas genitales en la mayoría de los ejemplares fue intensa, mientras que en algunos la marca fue muy tenue y en unos pocos 13% y 2,8 % en Westhoff y Carelmapu respectivamente no se observó la marca aun cuando en la linterna si estaba presente.

Del marcaje realizado en verano de 2015 en el sector Westhoff se recuperaron un total de 277 erizos marcados (18,6% del total de marcados), cuyo rango de tallas estuvo representado por erizos de entre 30 a 84 mm de diámetro de testa (DT) (**Fig. 2.7**). En Carelmapu se recuperaron un total 279 erizos marcados (10.5% del total de marcados) con un rango de talla entre los 25 a 89 mm DT (**Fig. 2.8**).

Incremento de la mandíbula (demi-pirámide)

Se observó una regresión significativa entre el DT de erizos y la longitud de la mandíbula, con Carelmapu presentando una menor pendiente en la regresión (**Tabla 2.1, Fig. 2.9**). Por otro lado, se observó una regresión con pendiente

negativa entre el DT y el incremento en el tamaño de la mandíbula, lo que indica que el incremento disminuye en los erizos de mayor tamaño (**Fig. 2.10**).

Lectura de anillos de crecimiento

Los resultados muestran que aproximadamente el 80 % de los erizos marcados en Carelmapu y el 60% en Westhoff presentaron 1 anillo de crecimiento (es decir dos nuevas bandas) posterior a la marca. Además, el 18 % de los erizos en Carelmapu formaron más de dos bandas (un anillo de crecimiento) y alrededor de 2 % formaron menos de 2 bandas. Mientras en Westhoff el alrededor de 31% de los erizos formaron menos de dos bandas y sólo 9 % formaron más de un anillo (en este caso, sólo una banda más) (**Fig. 2.11 y Fig. 2.12**).

El 81% y 80% de los erizos marcados en Carelmapu y Westhoff, respectivamente, fueron marcados en la banda opaca de la placa genital (que correspondería al periodo de mayor crecimiento), mientras que en la recaptura 85% y 72% de los erizos recuperados, respectivamente, presentó una banda opaca en el borde de la placa genital.

El número de nuevos anillos de crecimiento formados en cada zona fueron estadísticamente diferentes (**Tabla 2.2**), con una probabilidad de alrededor de 0.72 y 0.68 de que se forme un anillo de crecimiento en un año en placas genitales de erizos en Carelmapu y Westhoff, respectivamente. A la vez el modelo estadístico predijo una probabilidad de 0.05 y 0.27 de que no se forme un anillo de crecimiento (formación de sólo 1 banda o ninguna) en Carelmapu y Westhoff, respectivamente. Finalmente, el modelo predice una probabilidad de que alrededor de 0.21 y 0.04 de que se forme más de un anillo de crecimiento en un año (más de una banda) en Carelmapu y Westhoff, respectivamente (**Tabla 2.3, Fig. 2.12**).

d. Estimación de parámetros de crecimiento de zonas representativas

La lectura de anillos de placas genitales para cada zona de pesca estudiada en el proyecto Fip 2012-14, mostró que erizos con 60 mm de DT, presentan una edad

que fluctúa entre 4 y 5 años (**Fig. 2.13**) con alta variabilidad en cada edad. Por otra parte, los erizos más longevos (>10 años) fueron observados hacia el sur del área de estudio (polígonos 7, 8, 11 y 12). El ajuste del modelo de crecimiento de erizos para toda el área de estudio mostró que el “modelo de Schnute” presenta el mejor ajuste, basado en el criterio del índice de akaike.

El significado de los parámetros del modelo, de crecimiento Schnute es el siguiente:

a = Tasa constante relativa de la tasa de crecimiento relativo ($1/t$), b = Tasa incremental de la constante de crecimiento relativo, y_1 e y_2 son el DT a los 2 y 9 años (rango de años descrito en el modelo), respectivamente (**Tabla 2.4**). El ajuste de modelos de crecimiento para *L. albus* (considerando las clases de edad entre 2 y 9 años con las que se trabajó permitió identificar 2 casos siguiendo a Schnutte (1981):

Caso 3: $a < 0$, $b > 0$ (Polígono 2)

En este caso la curva de crecimiento es no asintótica, sino que llega ser ilimitada (esto en el rango de las edades estudiadas 2 – 9 años). La curva de crecimiento cruza el eje- t a la edad T_0 y un periodo inicial de crecimiento desacelerado comienza a esta edad. La curva continúa más tarde con un periodo indefinido de crecimiento acelerado. Esta curva de crecimiento no es común, pero se puede observar cuando organismos juveniles experimentan una dura competencia por alimento, hasta que los organismos alcanzan un tamaño crítico (y las cosas mejoran).

Caso 8, $a > 0$, $b < 0$ (los demás Polígonos)

Aquí la curva es en forma de S. A diferencia de un modelo clásico, sin embargo, la curva no extrapolar de vuelta al eje t . En lugar de ello, tiene el eje t como asíntota inferior. Dicha curva puede ser apropiada si el crecimiento de los peces temprano es extremadamente gradual.

Al agregar la información siguiendo las zonas de pesca que utiliza el Servicio Nacional de Pesca para el seguimiento de la pesquería del erizo entre la X y XI regiones (X región Norte, X región Sur y Xi región) se observan tres modelos de

crecimiento distintos (**Fig. 2.14**). Los parámetros a y b de los modelos de crecimiento para la X Norte y XI región tienen el mismo signo, aunque en la X Norte la aceleración del crecimiento luego de la fase lenta es mayor para las tallas estudiadas. Por otro lado, en la X Sur se observa que el parámetro b es negativo, lo que indica desaceleración de crecimiento antes de 70 mm DT (**Fig. 2.14**).

3.2.4. Discusión

Numerosos trabajos se han realizado utilizando la técnica de la lectura de anillos para estimar la edad y crecimiento en equinodermos, sobre la base de que en un año se adiciona una banda opaca y una translúcida a los osículos (placas de la testa) más viejos y esto es independiente del tamaño del individuo. Sin embargo esta técnica ha sido cuestionada debido a que se ha observado variación en la cantidad de anillos formados en distintas estructuras calcáreas Russell and Meredith (2000), Narvaez et al. (2016). En otros casos su uso es válido solo para animales pequeños debido a que en animales más viejos el crecimiento es más lento, lo que hace más difícil distinguir un anillo de otro. Gage (1991), Gage (1992a), Gage (1992b), Russell and Meredith (2000), Pecorino et al. (2012), Shelton et al. (2006).

Russell and Meredith (2000) han puesto en duda la confiabilidad de esta técnica para *Strongylocentrotus droebachiensis*. Dichos autores determinaron el crecimiento de esta especie mediante la lectura de una de las placas interambulacrales y la rótula de la linterna de Aristóteles, para esto marcaron 30 individuos con tetraciclina, después de un año de seguimiento encontraron que el 23% de los erizos generaron dos bandas (una opaca y una translúcida) en las estructuras analizadas y en el 20% de los erizos encontraron más de una banda o anillo por año, mientras que en los erizos más grandes no se apreciaban. Resultados similares fueron encontrados en un estudio reciente realizado por Narvaez et al. (2016) en *Strongylocentrotus droebachiensis*, quienes señalan la poca confiabilidad de esta técnica e indican que la formación de los anillos de

crecimiento translucidos no es estrictamente estacional y que también se generan cuando los erizos están sometidos a un periodo de estrés (temperatura, salinidad, alimento). Además, estos autores encontraron que la formación de los anillos no es consistente al analizarlo en diferentes estructuras (placa interambulacral, oral y rotula de la linterna de Aristóteles).

En este estudio se observó que 60% de los erizos marcados y recapturados en Westhoff y 80% de los erizos marcados en Carelmapu, muestran un patrón de formación de los anillos de crecimiento anual. Después del marcaje en verano, los erizos formaron una banda translucida y una opaca. La periodicidad anual de estas bandas ha sido estudiada a través del seguimiento de cohortes (Gebauer y Moreno, 1995) y a través de análisis de incremento marginal (Schuhbauer et al., 2010). Estos autores encontraron que las bandas translucidas (usadas para el conteo de edad) están presentes en mayor frecuencia entre los meses de invierno (junio y agosto), luego decrece para dar lugar a la formación de una banda opaca en verano de crecimiento rápido.

Nosotros observamos que aproximadamente el 81% los erizos registraron la marca de tetraciclina/calceina en el anillo opaco, coincidiendo con el periodo de crecimiento rápido (verano). Este patrón estacional de formación de anillos en las placas genitales también se vio reflejado en los erizos marcados con tetraciclina en época de invierno (abril de 2013) en el proyecto Fip 2012-14 (**Anexo 1**). En ese trabajo se observó que 97% de los erizos registraron la marca en el anillo translucido, coincidiendo con el periodo de crecimiento lento.

Por otro lado, nuestros resultados muestran que existe variabilidad en la formación de anillos, al menos entre la dos zonas estudiadas, observándose que en la zona de Carelmapu alrededor de 21,1% de los erizos tendrían menos edad que la asignada a través de la lectura de anillos de las placas genitales, mientras que en Westhoff, 27,3% de los erizos tendrían más años que los asignados.

2.2.5 Tablas

Tabla 2. 1. Análisis de varianza de un modelo de regresión lineal para la variable respuesta incremento de la linterna (mm) y largo de la linterna (mm) versus las variables predictoras localidad y diámetro de la testa.

Variable respuesta: Incremento linterna (mm)					
	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr(>F)
Localidad	1	1.075	1.0749	5.6779	0.0175
Diámetro de la testa	1	24.094	24.0936	127.2681	<2e-16
Residuales	588	111.316	0.1893		
Variable respuesta: Largo linterna (mm)					
Localidad	1	8.94	8.94	10.359	0.001359
Diámetro de la testa	1	616.03	616.03	713.723	2.20E-16
Residuales	588	507.51	0.86		

Tabla 2. 2: Regresión multinomial para categorías ordenadas, aplicando modelos de regresión para datos ordinales (McCullagh, 1980). AIC, Índice de información de Akaike.

Modelo	Número de parámetros	AIC	Log Verosimilitud	Estadístico de razón de verosimilitud	$P(\chi^2)$
Caremapu = Westhoff	5	991.18	-490.59		
Caremapu ≠ Westhoff	6	925.39	-456.70	67.788	2.2E-16

Tabla 2. 3: Probabilidad predicha, por el modelo de regresión para datos ordinales, para la formación de anillos de crecimiento en *L. Albus* durante 1 año (periodo de este estudio), en Caremapu y Westhoff

Sector	Número de anillos					
	0	0.5	1	1.5	2	2.5
Caremapu	0.000	0.050	0.727	0.164	0.044	0.003
Westhoff	0.056	0.217	0.682	0.035	0.007	

Tabla 2. 4: Parámetros del modelo de crecimiento propuesto por Schnute (1981) y ajustado para cada zona de pesca estudiada. Este fue el modelo que presentó el valor de AIC más bajo al comparar desde un modelo nulo (a, b, y1, y2 iguales para cada polígono de pesca), hasta un modelo saturado (a,b, y1, y2 distintos para cada polígono de pesca). Tomado del proyecto FIP 2012-14.

Polígono	a	b	y1	y2
1	0.67562	-1.32630	9.69	72.39
2	-0.00591	1.19446	16.45	84.62
4	0.41542	-1.03294	15.40	69.78
5	1.29330	-3.19927	12.42	70.96
6	1.04481	-3.35857	15.26	69.92
7	0.30860	-0.98004	16.88	85.35
8	0.46523	-0.78069	13.13	74.20
112	1.60635	-6.95522	18.51	83.60

2.2.6 Figuras

Proyecto FIP 2014-08
"Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de erizo en la X y XI Regiones"

Marcaje de erizos

AVISO IMPORTANTE:
Se marcaron erizos en el sector de punta Picuta, en un área de 13 x 8 metros, con el fin de determinar su crecimiento durante 1 año calendario.
Esta investigación va en apoyo directo a la pesca artesanal y del recurso erizo, por lo tanto, se solicita **NO EXTRAER LOS ERIZOS**, ubicados dentro del área de 13x8 m, delimitada por muertos y mallas con etiquetas de color azul".

Muertos
↓

consultas a: cecilia.balboa@gmail.com / dagoberto.subiabre@ifop.cl / raul.seron@ifop.cl
Fono Cecilia Balboa Vera: 89280791

Figura 2. 1: Afiche informativo del marcaje realizado en Carelmapu.

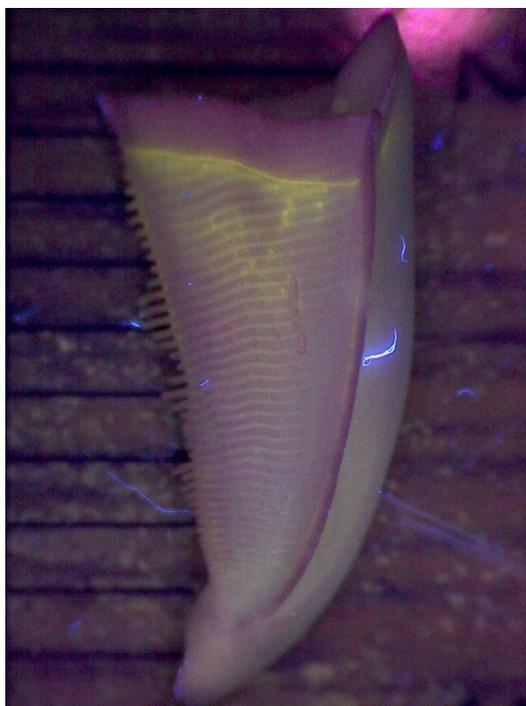


Figura 2. 2: Demi-pirámide de *Loxechinus albus* marcado con tetraciclina, línea amarilla corresponde a la marca luego de un año.

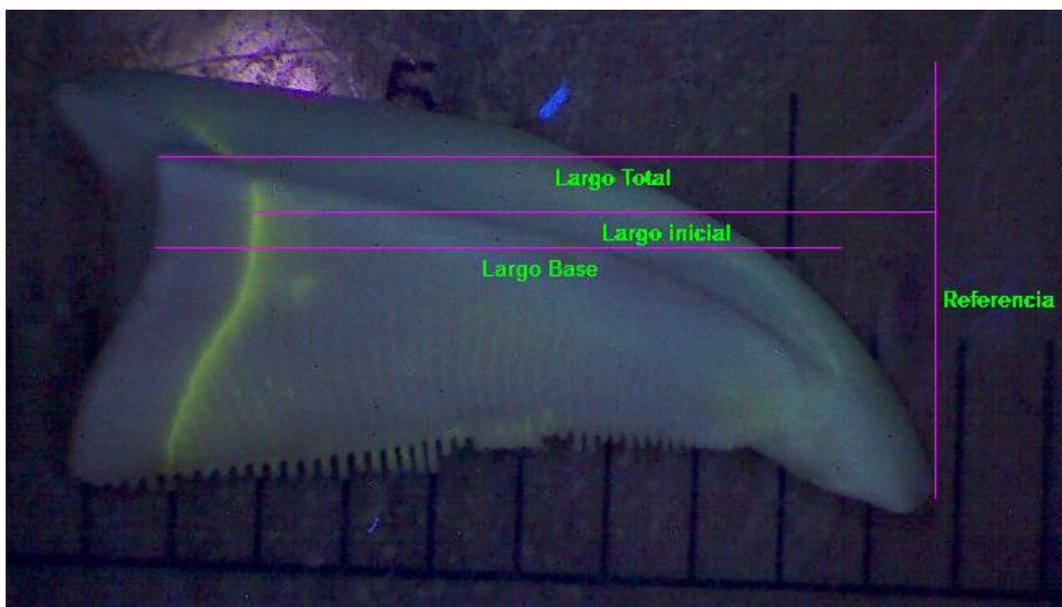


Figura 2. 3: Medida de la demi-pirámide de *L. albus*

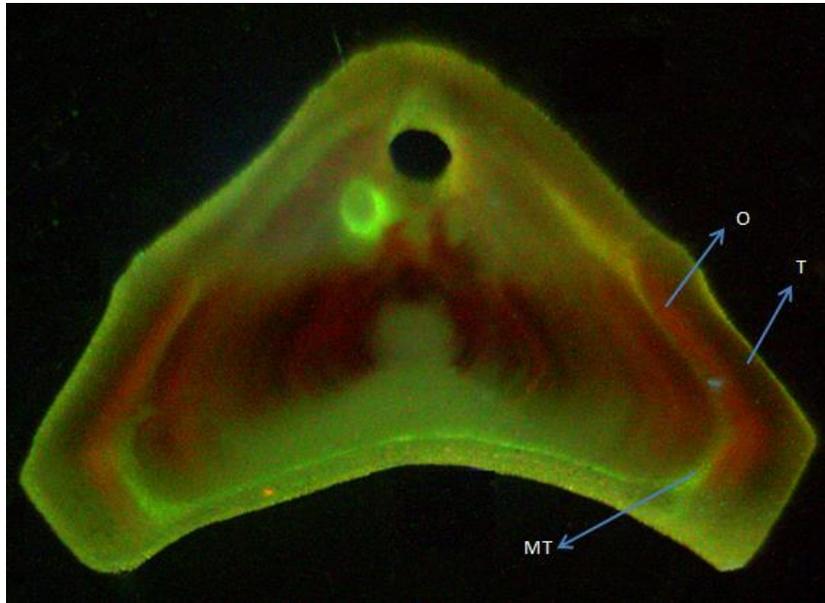


Figura 2. 4: Placa genital de *Loxechinus albus* de 57 mm DT, marcada con tetraciclina, observada en microscopio de epifluorescencia. Las flechas indican: O= banda Opaca; T= banda Translucida; MT= Marca de tetraciclina

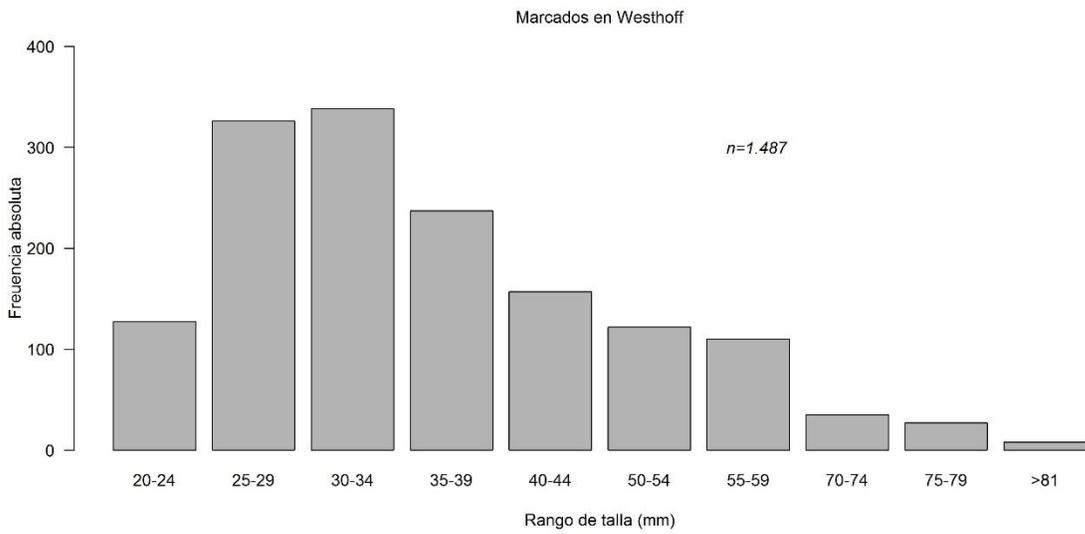


Figura 2. 5: Distribución de frecuencia de los erizos recolectados y marcados por rango de tallas en el sector de Isla Westhoff en enero de 2015

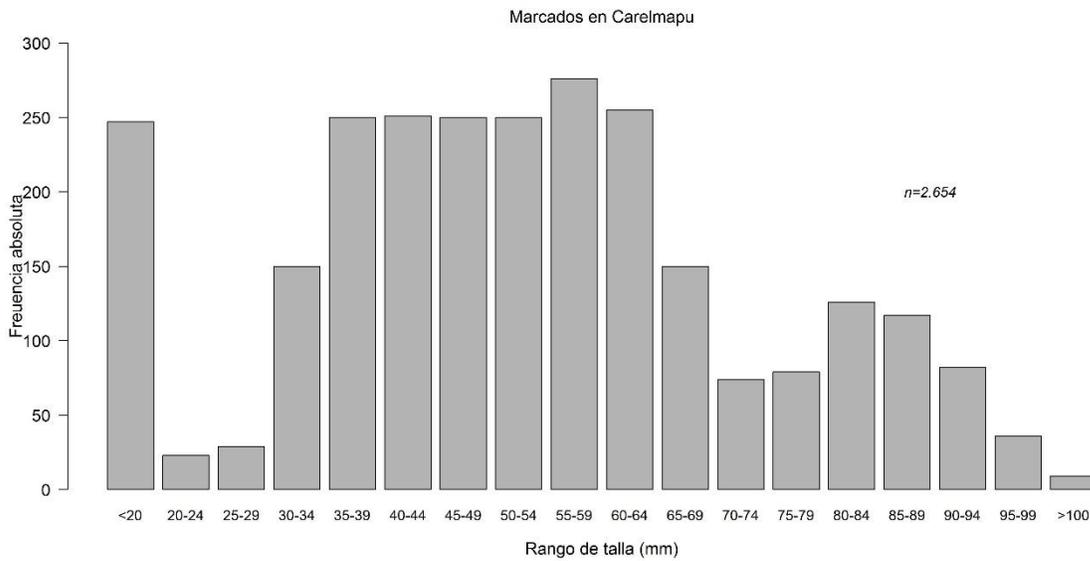


Figura 2. 6: Distribución de frecuencia de los erizos recolectados y marcados por rango de tallas en el sector de Punta Picuta, Carelmapu en febrero de 2015

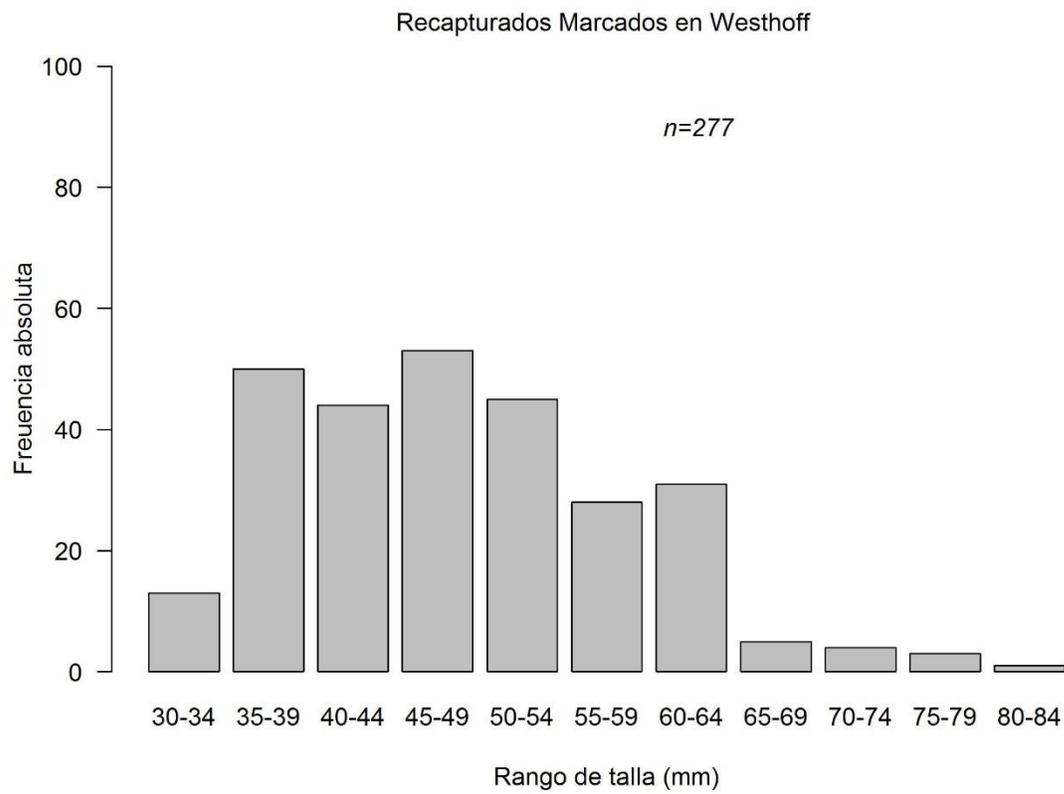


Figura 2. 7: Distribución de frecuencia de los erizos recuperados y marcados en Westhoff durante Enero de 2016

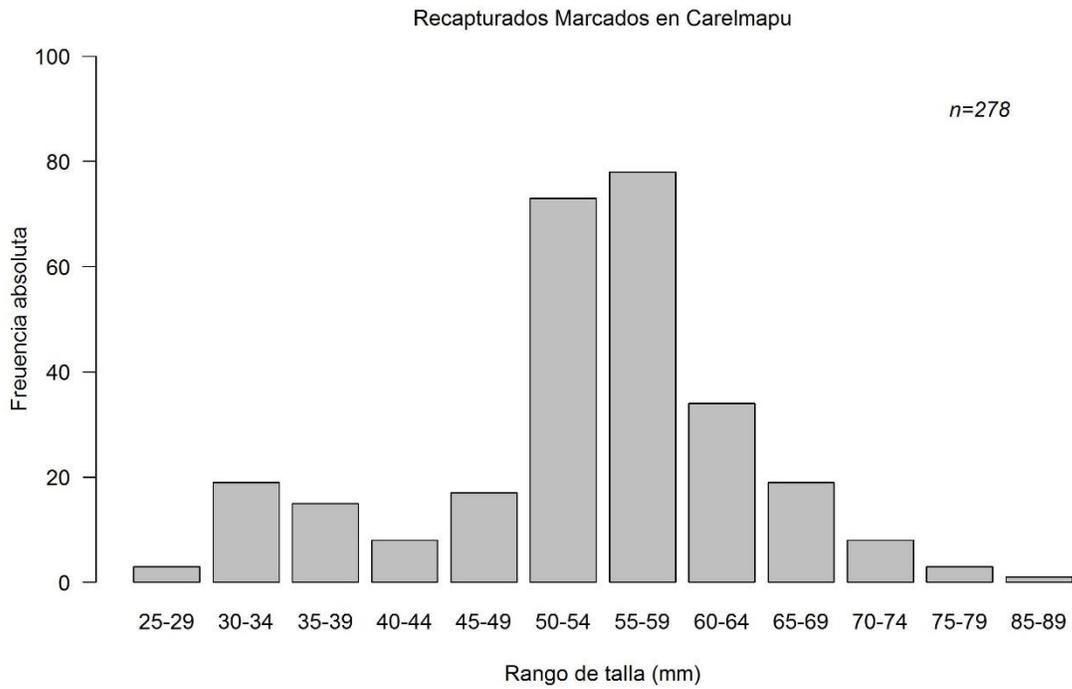


Figura 2. 8: Distribución de frecuencia de los erizos recuperados y marcados en Carelmapu durante febrero de 2016

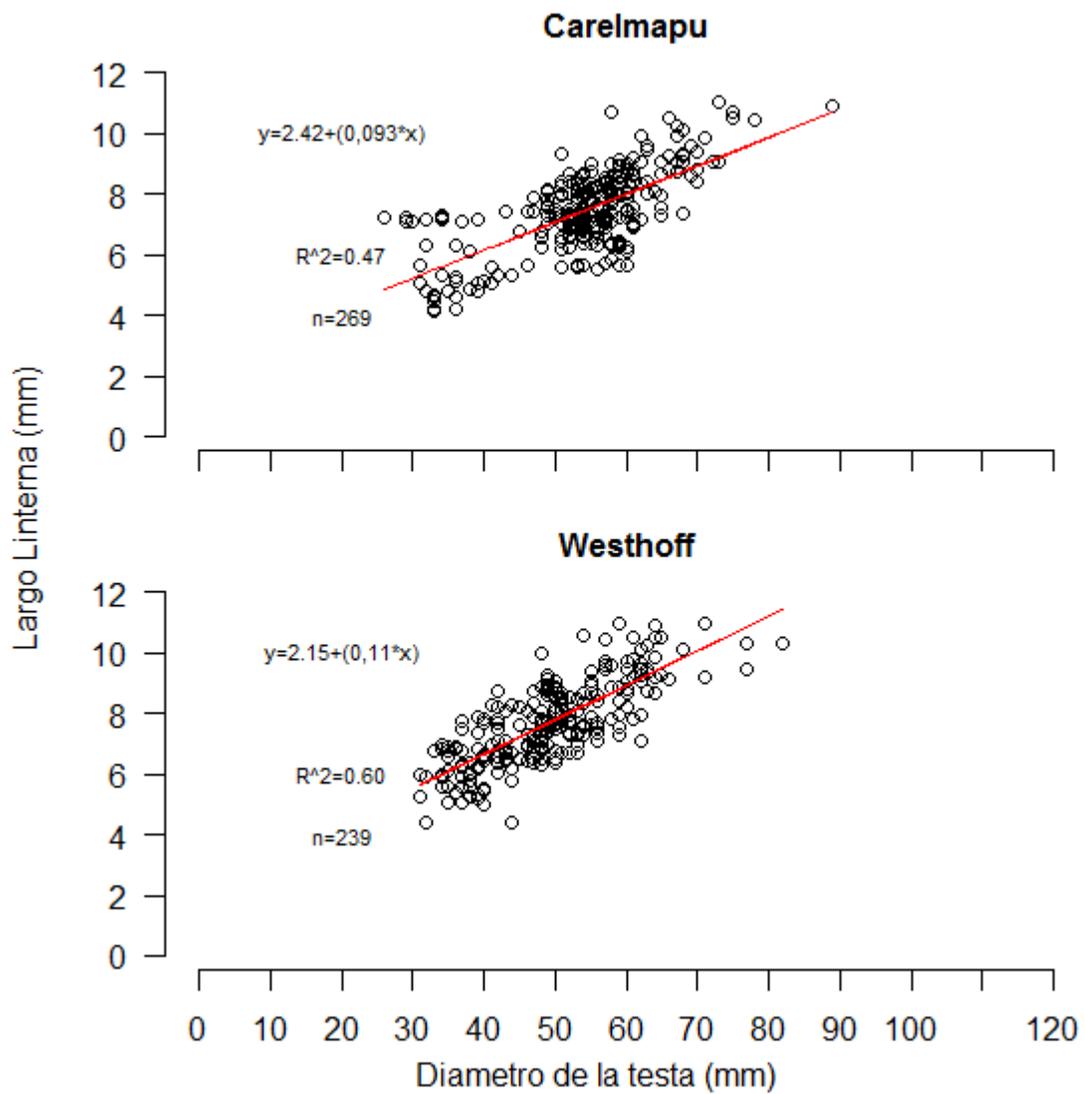


Figura 2. 9: Relación diámetro de testa y largo de la linterna (demi-piramides) de *L. albus*.

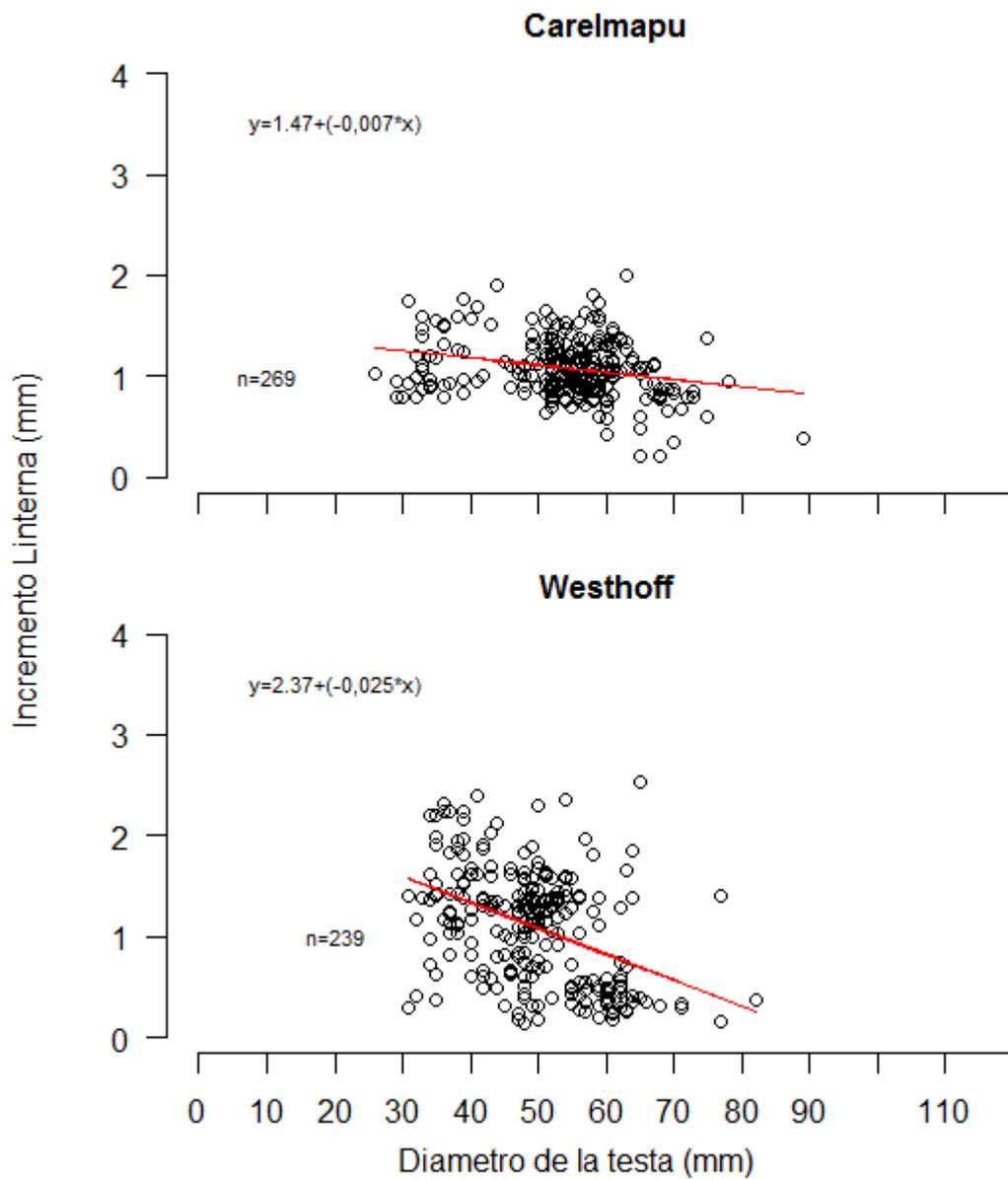


Figura 2. 10: Relación diámetro de testa e incremento de la linterna (demi-piramides) de *L. albus*.

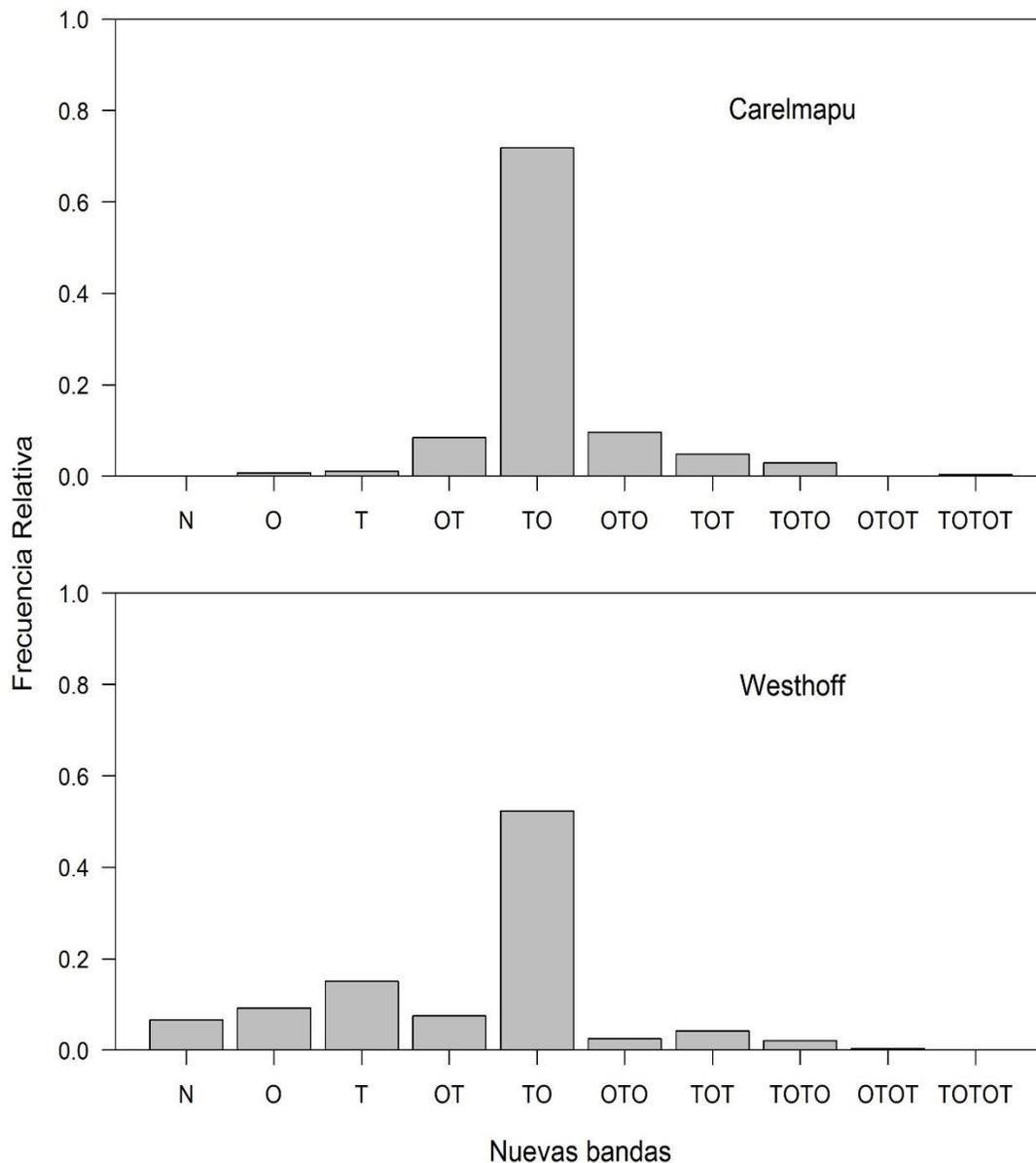


Figura 2. 11: Bandas formadas a partir de la marca de tetraciclina hasta el borde de la placa genital al momento de la recaptura (1 año después) en la localidades de Carelmapu y Westhoff; N= Sin bandas formadas, O= Opacas, T= Translucidas, OT=Opaca-Translucida, TO=Translucida-Opaca, OTO= Opaca-Translucida-Opaca, TOT=Translucida-Opaca-Translucida, TOTO= Translucida-Opaca-Translucida-Opaca, TOTOT= Translucida-Opaca-Translucida-Opaca-Translucida

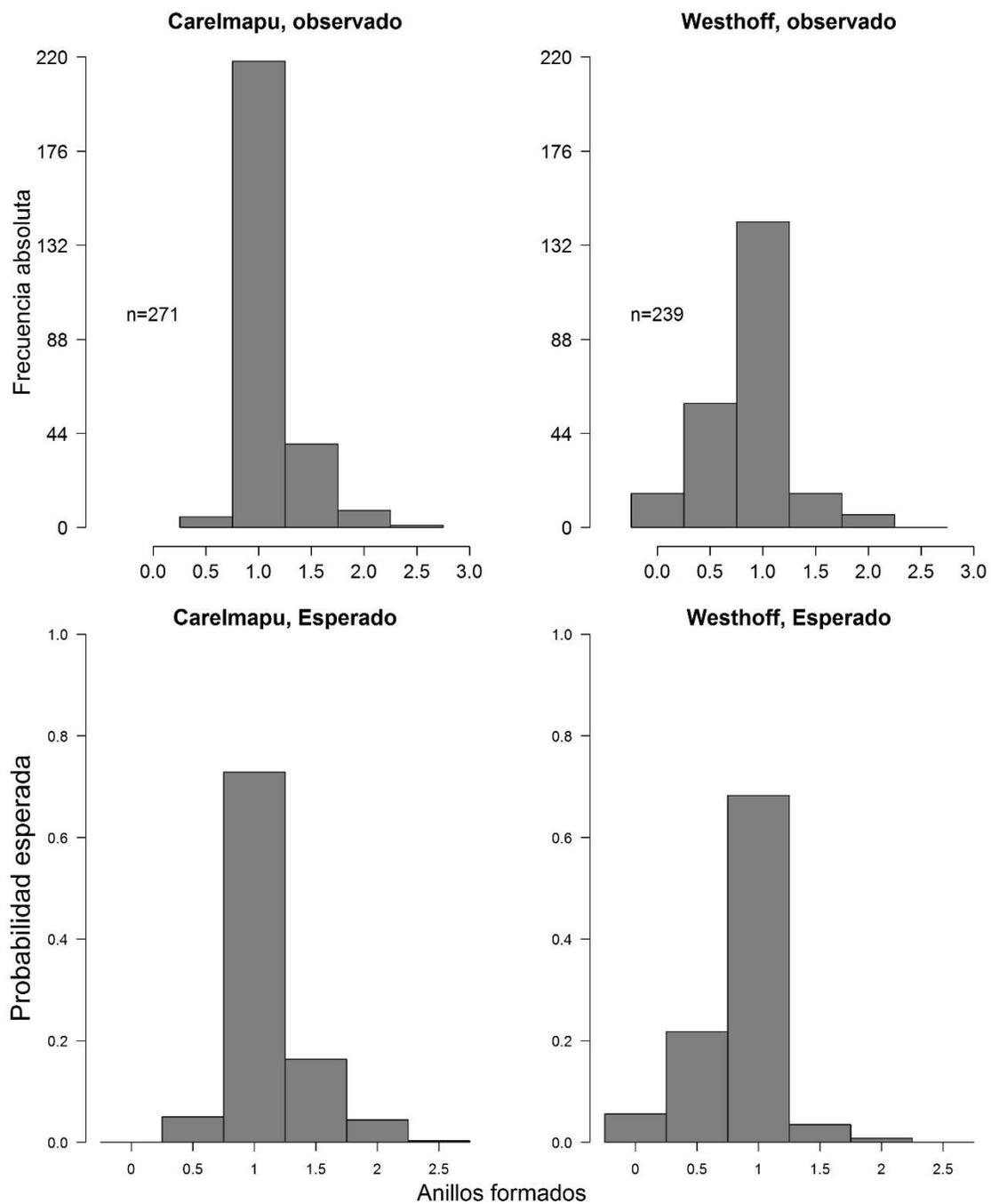


Figura 2. 12: Frecuencia absoluta y probabilidad esperada (obtenida del modelo de regresión ordinal) de Anillos formados luego de 1 año en Carelmapu y Westhoff

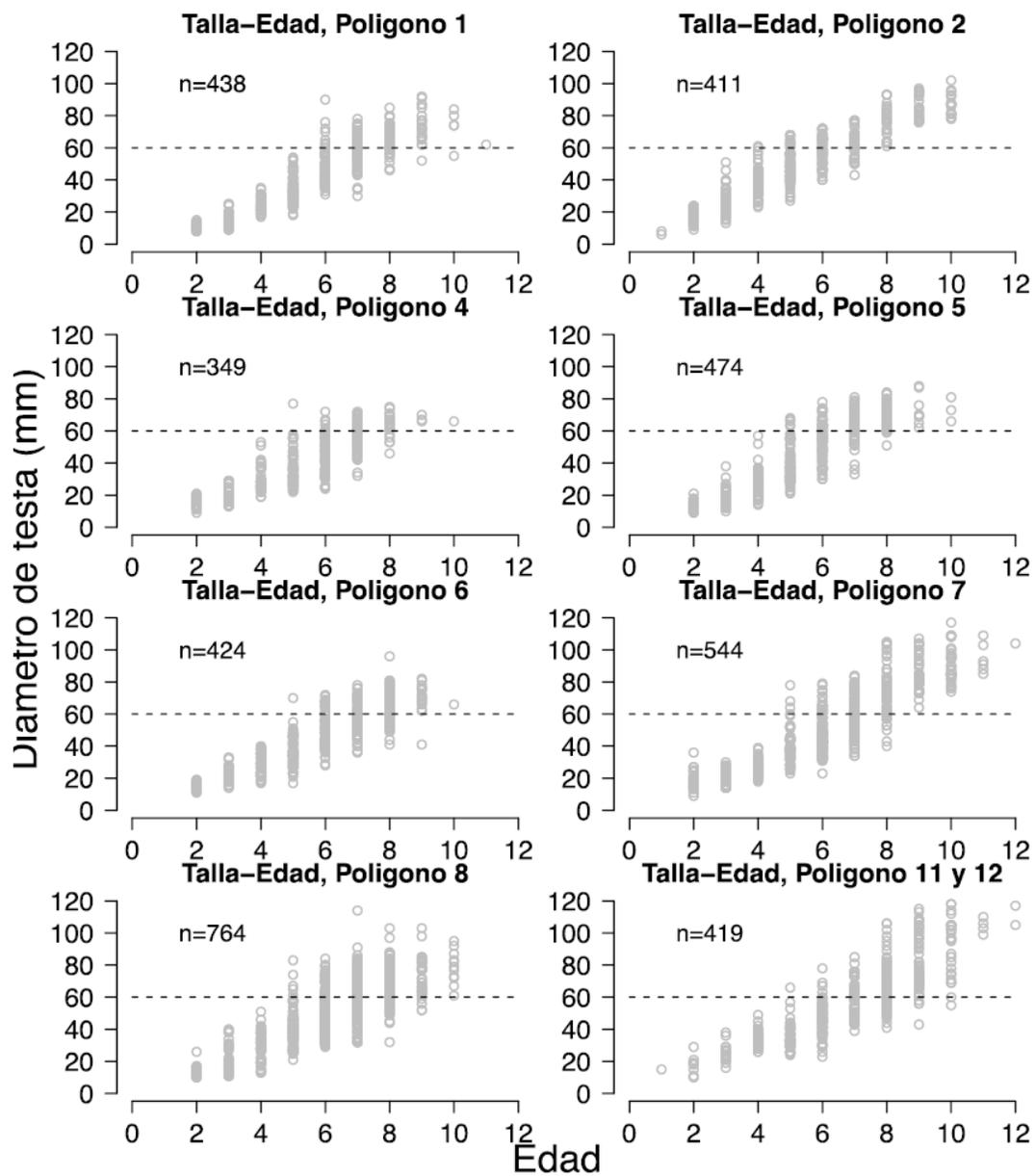


Figura 2. 13: Lectura de anillos de placas genitales para cada zona de pesca. Línea gris muestra DT 60 mm. Figura extraída del proyecto Fip 2012-14.

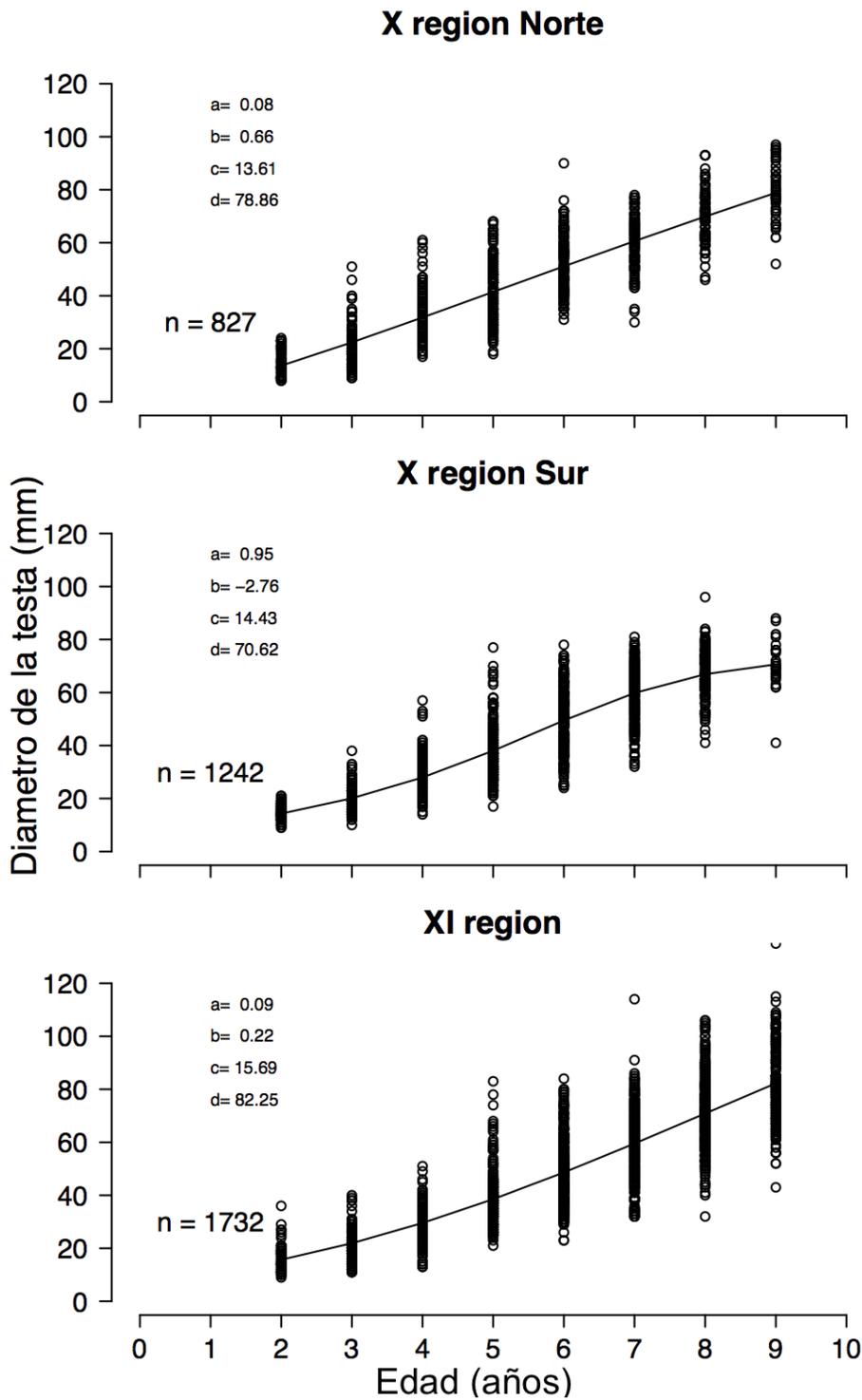


Figura 2. 14: Modelos de crecimiento por macrozona de pesca. Ajustados con información recolectada en el proyecto FIP 2012-14. El mejor ajuste se obtuvo aplicando un modelo Schnute (Schnute 1981).

3.3 Objetivo Específico 3

Determinar los principales parámetros reproductivos de *L. albus* en al menos cuatro sectores de pesca de la macrozona X y XI regiones en áreas representativas.

3.3.1 Plan operativo y área de estudio

La talla media de madurez sexual es uno de los parámetros reproductivos básicos en el análisis de pesquerías y evaluación de stock, ya que permite separar la fracción madura de un stock. Además, junto con la talla crítica, la cual se define como aquella que maximiza el rendimiento en biomasa de una cohorte, son ampliamente empleados como indicadores de referencia para el manejo de recursos pesqueros.

En el caso de la pesquería del erizo (*Loxechinus albus*) de la X y XI regiones, a partir del año 2005 existe un Plan de Manejo para las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua ZC y la Comisión de Manejo asociada (COMPEB). Este plan considera las siguientes acciones de manejo: i) La determinación de un rango de cuota de captura , ii) la definición de un rango de porcentaje Bajo Talla Mínima Legal (BTML) y iii) una veda biológica con el fin de reducir la mortalidad por pesca de la fracción desovante (D.S. MINECON N° 439-00/524-03). La talla mínima legal (TML), está legalmente establecida en los 70 mm de diámetro de testa (DT) (D.S MINECON N°291/1987), sin embargo, a inicios de la temporada 2005 se solicitó que la TML fuera rebajada a los 60 mm DT, aludiendo a que las distribuciones de tamaño indicaban que una significativa fracción de las capturas se encontraba bajo los 70 mm DT. Esta medida fue aceptada por las autoridades administrativas y desde entonces se ha mantenido, y cada año, se solicita a la administración que se mantenga esta medida. La última resolución del año 2016, estableció la TML nuevamente en los 60 mm, señalando que la subsecretaría de pesca ha mantenido esta recomendación en los últimos años aludiendo a que “esta

pesquería se ha mantenido estable tanto en capturas y cuotas autorizadas, sin poner en riesgo la biomasa de la especie en cuestión”.

De acuerdo a lo estipulado en la Ley General de Pesca y Acuicultura, en su artículo N°4 señala: “Fijación de tamaños mínimos de extracción por especie en un área determinada y sus márgenes de tolerancia. En ningún caso el tamaño mínimo será inferior al de la talla crítica”. Además, la subsecretaría de pesca señala que “en ningún caso la TML podrá ser inferior al valor entre la talla de primera madurez sexual o la talla crítica de la especie respectiva”.

Por lo anterior, es necesario contar con algunas consideraciones en relación a la talla media de madurez, ya que la TML se asocia con el tamaño o edad que alcanza un stock explotado para garantizar que un individuo se reproduzca al menos una vez antes de ser extraído. En el caso de *Loxechinus albus*, existe información de la talla media de madurez en las costas chilenas (ver objetivo 1). Uno de los primeros registros al respecto, es un trabajo realizado por Bückle et al., (1978), quien reportó que evidencia de actividad gametogénica en esta especie ocurriría sólo a partir de los 38 mm DT en hembras y desde los 47 mm DT en machos. Posteriormente, un estudio realizado por Bay-Smith et al. 1980, con muestras provenientes de Chiloé, Guaitecas y Punta Arenas, reveló que la primera madurez efectiva de este recurso no ocurría a tallas inferiores de 35 40 mm de DT. Si bien ambos estudios aportaron valores de referencia para poder inferir a partir de qué fracción de DT existe actividad reproductiva, no realizaron estimaciones de una ojiva de madurez. Moreno et al., 1996, reportaron una ojiva de madurez generalizada, sin diferenciar por sexo, de 43.8 mm de DT, empleando la información generada por Bay-Smith et al. 1980, la cual ha sido empleada como referencia para el manejo hasta la actualidad.

Según las últimas conclusiones reportadas por el comité científico bentónico (CCT- N° 04/2016), este recurso habría sufrido una baja en su biomasa y excedentes productivos al comparar los años 2014 y 2015 y recomendó establecer la cuota global de captura 2016 en 16.000 t (2.000 t menos que el año anterior).

En relación a la talla mínima legal el CCT recomendó como medida precautoria que la extracción del recurso debería realizarse con una talla mínima legal de 70 mm DT. Sin embargo, no existen nuevos antecedentes que permitan realizar una revisión de la TML. En ese sentido, el presente reporte tiene como finalidad aportar con nuevos antecedentes de talla media de madurez y crítica, que permitan una revisión de la TML y lograr en el mediano plazo, un mejor manejo de este recurso.

3.3.2 Plan operativo y área de estudio

Debido a que el decreto de adjudicación del proyecto se firmó el 23 de diciembre de 2014 y considerando que el principal periodo de madurez y desove documentado para esta especie es entre octubre y diciembre, se pospuso el inicio del muestreo para cumplir este objetivo para septiembre de 2015. Para esto se solicitó una prórroga al Consejo de Investigación Pesquera. La prórroga y el nuevo calendario del proyecto fue aprobada con fecha 25 de mayo de 2015 a través de carta FIP N° 364 (**Anexo 2**).

Se consideraron cuatro (4) sitios de muestreo para la estimación de los parámetros reproductivos. Dos (2) sitios en la X Región, correspondientes a Carelmapu (Punta Picuta) y Quellón (Punta Paula) y otros dos (2) sitios en la XI región correspondientes a Melinka (Isla Westhoff) e (Isla Midhurst). Todos los sitios fueron seleccionados en base al análisis de información previa y estudios desarrollados por IFOP y UACH, de manera tal de seleccionar puntos de muestreo representativos de la pesquería y hábitat del erizo que cubre el gradiente latitudinal de la macrozona X- XI regiones (**Fig. 3.1**).

Dada la cercanía de tres (3) de los sitios de muestreo a los puertos de desembarque, corresponden a lugares frecuentemente visitados por la flota extractiva local. Mientras que el sitio de Isla Midhurst, que fue el más alejado de algún puerto de desembarque, es un sitio visitado por la flota extractiva de las faenas de pesca.

a. **Recolección de muestras**

La recolección de las muestras fue realizada mediante buceo semi-autónomo, por buzos mariscadores, dentro de un área no superior a 1 Há en cada sitio de muestreo.

En base a los antecedentes bibliográficos se consideró muestrear mensualmente, entre septiembre (2015) y marzo (2016) un total de 200 ejemplares por localidad. Las muestras fueron obtenidas dentro del mismo periodo de tiempo (primeras dos semanas de cada mes) en las distintas localidades (**Tabla 3.1**). Las muestras fueron colectadas en embarcaciones debidamente equipadas y arrendadas para estos fines, en la localidad más cercana al sitio de muestreo.

Los viajes de recolección de muestras, estuvieron a cargo de personal técnico de IFOP o UACH en cada sitio, con el fin de asegurar que la muestra corresponda al lugar seleccionado. Todos los viajes fueron georreferenciados mediante uso de equipos data logger o GPS.

Los erizos recolectados en terreno fueron seleccionados por rango de tallas, agrupados cada 5 mm, entre 30 mm y 80 mm de diámetro de testa, incluyendo 10 rangos (que fueron factibles de recolectar mensualmente). Se seleccionaron un total de 20 individuos por cada rango, los cuales fueron puestos en bandejas plásticas y recubiertos con algas, con la finalidad de mantenerlos en un ambiente frío y húmedo, disminuyendo el stress producido por la extracción y evitando que el individuo desove alterando el resultado del proceso (**Fig. 3.2**).

El procesamiento de las muestras recolectadas se realizó en laboratorios de la UACH en Melinka y Puerto Montt y en un lugares debidamente equipado que preparó IFOP en Quellón, siguiendo el protocolo realizado por Jerez et al. (1997).

Se seleccionaron 15 erizos por rango de talla cada 5 mm (aquellos con mejor condición externa) y fueron depositados en recipientes plásticos enumerados para su individualización y posterior análisis. A cada ejemplar se midió el diámetro de la testa (mm) y peso total (g), se procedió a extraer sus gónadas para registrar su peso (g), volumen (ml) y color, se hizo un frotis de la gónada para identificar el sexo. Posteriormente de la parte media de una de las cinco gónadas se obtuvo un

trozo de tejido, el cual fue fijado con formalina al 8% y depositado en frascos, debidamente etiquetados, para el análisis histológico (**Fig. 3.3**).

Cuando el sexo de los individuos fue identificable, se enviaron para histología 5 machos y 5 hembras por rango de talla cada 5 mm, mientras que, cuando el frotis no permitió identificar el sexo del ejemplar se enviaron a histología muestras de las gónadas de los 15 ejemplares de erizos correspondientes al rango respectivo. Todos los datos fueron registrados en formularios, especificando la fecha de muestreo y localidad de muestreo. Las medidas de diámetro total se registraron con pie de metro de ± 1 mm de precisión, los pesos se obtuvieron con balanzas electrónicas cuya precisión fue de ± 0.01 gr., para el volumen de las gónadas se usaron probetas graduadas, para el registro del color de la gónada se usó la tabla de colores desarrollada en el proyecto FIP 2000-18 (Barahona *et al.*, 2003) (**Fig. 3.4**).

b. Preparación histológica

Para el análisis microscópico del estado sexual del erizo se analizaron un total de 10 ejemplares por rango de talla-localidad-mes, en terreno se fijaron un mayor número de muestra, por posibles problemas que puedan surgir en su procesamiento. La **Fig. 3.5** muestra el procedimiento histológico de las muestras para lectura de los estados reproductivos de erizo.

Todas las preparaciones histológicas se realizaron en dependencias del laboratorio de histología de la base IFOP en Puerto Montt (**Fig. 3.6**).

Las lecturas de las placas fueron realizadas por 2 lectores, personal contratado y capacitado para estos fines, en dependencias de la UACH y de IFOP en Puerto Montt e Iquique.

c. Índice Gonadosomático en peso (IGS)

Este índice relaciona el peso de la gónada y el peso total del individuo, permitiendo obtener una aproximación al ciclo de madurez sexual, según las fluctuaciones que experimenta el peso gonádico a lo largo del tiempo. Para la

obtención del IGS se usó el total de individuos muestreados en el periodo, abarcando un rango entre los 30 mm y 80 mm.

El índice gonadosomático (IGS) fue calculado mensualmente y por localidad con el registro del peso de las 5 gónadas en fresco por ejemplar, empleando la metodología descrita por Jerez et al, 1997.

d. Índice Gonadosomático en volumen (IGSV)

El IGS en términos volumétricos permitió reducir los efectos que genera la pérdida de agua de los ejemplares muestreados sobre el índice en términos de peso. Este índice relaciona el volumen de la gónada y el volumen de la testa del erizo, permitiendo obtener una aproximación al ciclo de madurez, según las fluctuaciones que experimente a lo largo del periodo. Para la obtención del IGSV se usó el total de individuos muestreados en el periodo, abarcando un rango entre los 30 mm y 80 mm.

El índice gonadosomático en volumen (IGSV) fue calculado mensualmente y por localidad con el registro del volumen de las 5 gónadas en fresco por ejemplar, empleando la metodología descrita por Jerez et al, 1997.

e. Coloración gonadal

Se registró la coloración gonadal con el objeto de poder establecer alguna relación con el ciclo reproductivo del erizo. La clasificación de coloración de la gónada fue realizada en base a lo propuesto por Barahona et al. (2003), quien presentó una clasificación de 20 colores (Fig. 3.4). Para simplificar la presentación gráfica de la coloración de la gónada nosotros agrupamos los 20 colores en 6 clases, siguiendo lo propuesto en el proyecto FIP 2012-14 (Molinet et al (2015)) (Fig. 3.4). El análisis fue segregado por localidad y mes a lo largo del periodo estudiado. El registro consideró la totalidad de los individuos muestreados donde se logró distinguir la gónada.

f. Escala de madurez sexual (EMS)

El indicador de escala de madurez sexual (EMS) se aplicó utilizando como base la escala microscópica confeccionada por Lozada y Bustos (1984). La muestra fue clasificada en ejemplares maduros, estados II a IV e inmaduros, estados O, OB, I y IA similar a lo descrito por Jerez et al. (1997) (**Fig. 3.7**). Para la elaboración de esta escala se revisó la literatura científica existente y la opinión de profesionales especialistas en la temática. La definición de cada estado esta descrita en extenso en el **Anexo 3**.

Basándose en la definición de los estados reproductivos descritos, se identificaron los períodos de desove y la proporción de desovados a la talla para cada localidad, además de la proporción de ejemplares maduros por sexo.

g. Talla de primera madurez sexual (TPMS)

La determinación de la talla de primera madurez sexual se obtuvo de la totalidad de las preparaciones histológicas, excluyendo del análisis aquellas muestras con sexo indiferenciado.

Para el análisis de la TPMS se utilizó la escala microscópica detallada en el **anexo 3**, considerando 2 escenarios. Las muestras fueron clasificadas en ejemplares maduros e inmaduros siguiendo el siguiente modelo esquemático:

Escenario 1

Juveniles	Adultos
ESTADOS: O-----OB-----I	IA-----II-----III-----IV
Inmaduros	Maduros

Escenario 2

Juveniles	Adultos
ESTADOS: O-----OB-----I-----IA	II-----III-----IV

Inmaduros	Maduros
-----------	---------

Para el análisis se utilizaron los datos lo más segregados posibles, siendo analizados por cada sector y sexo, pero considerando todo el periodo de estudio, ya que las muestras fueron obtenidas en los meses de máxima madurez sexual conforme a la literatura disponible para la zona.

La ojiva de madurez a la talla se estimó ajustando una regresión logística, usando Modelos Lineales Generalizados (McCullagh and Nelder 1989) en R 3.0.2 (The R DevelopmentCoreTeam, 2013). Calculando el valor a la cual el 50% de la población de erizo hembras y macho está madura en cada localidad.

La selección de la información para el ajuste del modelo logístico es fundamental para obtener una talla de primera madurez sexual correcta. La calidad del ajuste dependerá de al menos 3 requisitos básicos: a) disponer de una buena cobertura de muestras por rango de tallas, b) los datos deben mostrar el comportamiento logístico (en caso de no cumplir deberían probarse otros tipos de modelos como el logístico de 3 parámetros), c) entregar bondades de ajuste adecuadas (pseudo R²-altos).

El modelo propuesto se puede presentar en función de la probabilidad de individuos maduros en función de la talla, de la forma:

$$\pi(L) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 L}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 L}}$$

El método de estimación de los parámetros del modelo corresponde a máxima verosimilitud. Para resolver los sistemas de ecuaciones se utiliza el Método Scoring, el cual consiste, en términos operacionales, en un estimador de mínimos cuadrados iterativamente ponderados (Krzanowski, 1998).

La talla de primera madurez a partir de los parámetros del modelo es:

$$\hat{L}_{0.5} = \frac{1}{\beta_1} \log\left(\frac{1}{0.5} - 1\right) - \frac{\beta_0}{\beta_1} = -\frac{\beta_0}{\beta_1}$$

La varianza se estimó de acuerdo a McCullagh y Nelder (1989), a través del estimador:

$$\hat{v}(\hat{L}_{0.5}) = v(\hat{\beta}_0) + 2\hat{L}_{0.5} \text{cov}(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1) + \hat{L}_{0.5}^2 v(\hat{\beta}_1)$$

La bondad del ajuste se estimó a través del pseudo R^2 el cual corresponde a:

$$\text{pseudo } R^2 = \frac{l(\hat{\pi}; y) - l(\hat{\pi}; y)}{l(\hat{\pi}; y)}$$

el cual representa la mejora proporcional en la función de verosimilitud, dado el término incluido en el modelo (Dobson, 2002).

h. Variables ambientales

Para obtener datos continuos de temperatura a través de todo el periodo de muestreo se instalaron registradores (Tidbit) en las cuatro localidades en el mes de septiembre de 2015, al inicio del periodo de muestreo. En el mes de marzo, se realizó su búsqueda y rescate.

Paralelamente, se obtuvo la base de datos de variables ambientales de la columna de agua: temperatura, salinidad, profundidad y densidad, obtenidas con CTD mensualmente (1 día al mes) en zonas próximas a la de estudio, facilitadas por el Investigador de la División de Acuicultura de IFOP, señor Oscar Espinoza. Las zonas de estudio corresponden a Golfo de Quetalmahue, isla Laitec, Melinka e isla Stokes y el periodo de datos abarca de septiembre de 2014 a febrero de 2016.

Los datos de temperatura recogidos por los Tidbit fueron promediados por mes y graficados para su análisis conjunto con los datos de IGS y la proporción de ejemplares analizados histológicamente en estado de desove y post evacuados, por localidad.

Los datos de CTD se graficaron promediando las temperaturas con profundidades mayores a 9,99 m, abarcando desde los 10 m hasta un máximo de 51 m de profundidad, para el periodo comprendido entre septiembre de 2014 a marzo de 2015 y de septiembre de 2015 a febrero de 2016, con el fin de observar si hubo

diferencias de temperaturas en ambos periodos, dada la presencia del fenómeno del Niño.

Se consideró válido establecer la relación entre isla Laitec - punta Paula, Melinka - isla Westhoff, e isla Stokes – isla Midhurst.

3.3.3 Resultados

a. Índice gonasomático

La evolución mensual del IGS en peso, mostró variación en las diferentes localidades muestreadas. Para Carelmapu (Punta Picuta) e isla Midhurst los valores medios más altos fueron registrados al inicio y al final del periodo. En isla Westhoff se observa un patrón decreciente y en Paula el máximo valor fue observado a mitad del periodo en el mes de diciembre (**Fig. 3.8**).

Los valores medios del IGS en volumen concuerdan con los patrones mostrados por el IGS en peso (**Fig. 3.8**). De forma general se podría inferir que la gónada pierde peso y volumen en meses intermedios del periodo reproductivo, con excepción de isla Westhoff que al parecer necesita un tiempo de recuperación gonadal más prolongado.

Los registros observados podrían estar reflejando en forma parcial los procesos reproductivos de las diferentes localidades estudiadas, mostrando que a lo largo del periodo reproductivo del erizo, ocurre un vaciamiento gonadal que lo podría estar capturando de buena forma este indicador. No obstante se debe considerar que en la gónada pueden ocurrir otros procesos fisiológicos que pueden influenciar su peso y consistencia.

b Coloración gonadal

La coloración gonadal observada en el periodo estudiado mostró un amplio rango de tonalidades en los sitios analizados a través del periodo, no obstante existieron colores que prevalecieron en cada localidad. En general las tonalidades más oscuras fueron observadas en las estaciones de la XI región (**Fig. 3.9**)

c. Estados de madurez sexual

Los ejemplares analizados fueron agrupados en 10 rangos de 5 mm, con un mínimo de 2 y máximo de 15 individuos por rango/mes. El número por mes fue superior a 100 individuos y sobre 750 individuos por sector en el periodo. En total fueron analizados 3.256 ejemplares en los diferentes sectores a lo largo del periodo estudiado (**Tabla 3.2**).

El número de individuos por sexo confirma la relación sexual de 1:1 reportada para la especie. En algunos periodos se obtuvieron erizos a los que no se pudo determinar el sexo histológicamente, los que representaron 2% de los individuos analizados (**Tabla 3.3**).

Las escalas de madurez especificadas en el **anexo 3** indican los estados de la gónada de machos y hembras y los elementos citológicos relevantes de madurez y evacuación. La madurez gonadal presentó variabilidad en las diferentes localidades estudiadas. A modo general es posible apreciar una maduración gonadal progresiva en ambos sexos a lo largo del periodo, siendo las hembras y machos de la estación Punta Picuta (Carelmapu) los primeros en madurar. Los erizos de esta zona también presentaron la mayor proporción de maduros en el periodo de estudio. La mayor proporción de individuos maduros se concentró entre los meses de noviembre y diciembre para ambos sexos en las diferentes localidades (**Fig. 3.10**). En las estaciones de muestreo de Punta Paula e isla Westhoff el periodo de madurez se concentró entre noviembre y diciembre, aunque con sólo una fracción de erizos maduros en ambas estaciones (**Figs. 3.11, 3.12**), similar a lo observado en isla Midhurts (**Fig. 3.13**).

d. Talla primera madurez sexual

El ajuste de la función logística considerando la inclusión de las tres primeras categorías como inmaduros (escenario 1) entregó un buen ajuste en tres localidades, quedando fuera del análisis la muestra obtenida en isla Midhurst. Mientras que en el segundo escenario solo fue posible realizar el ajuste con los datos obtenidos en las áreas de procedencia de Punta Picuta en Carelmapu e isla

Westhoff (XI Región), omitiéndose del análisis punta Paula e isla Midhurst debido a la escasa proporción de individuos inmaduros en tallas menores. Los mejores ajustes fueron calculados con los datos observados considerando el escenario 1. En ambos escenarios la localidad con el mejor ajuste fue Carelmapu (**Tabla 3.4**). La talla en la cual el 50% de la población se encuentra madura sexualmente difiere entre sexos y localidades en ambos escenarios analizados. En todos los casos las hembras maduran a una talla mayor que los machos. El máximo valor estimado para hembras en el escenario con el mejor ajuste fue de 46.8 mm de diámetro de la testa (DT) en la localidad de Carelmapu (punta Picuta) y el menor, con 37.3 mm de DT en punta Paula. Para machos el máximo valor fue de 38.2 mm de DT y el menor de 31.9 mm de DT en las mismas localidades. En el segundo escenario las tallas de primera madurez fueron mayores, siendo el máximo valor de 53.5 mm de DT en hembras y 43.2 mm de DT en machos en la localidad de Carelmapu (**Figs. 3.14 y 3.15**).

e. Variables ambientales

De los datos obtenidos por el CTD se emplearon tres de las cuatro localidades, ya que se consideró que el Golfo de Quetalmahue podría presentar condiciones ambientales muy diferentes a Carelmapu, para establecer alguna relación entre el periodo reproductivo de erizo y la variable temperatura.

Los sensores de temperatura (Tidbit) sólo fueron encontrados en las localidades de isla Westhoff e isla Midhurst. En el primer sector el sensor tuvo problemas con el sistema led, por lo cual no se pudo descargar la información, siendo enviado al fabricante para una posible recuperación de los datos, a la fecha de este informe no se ha recibido. El sensor de isla Midhurst registró la temperatura in situ durante la totalidad del periodo de estudio y es incorporada en el presente análisis.

Los valores de temperatura por localidad variaron, en el periodo 2015 – 2016, entre 10,1°C y 13,1°C, mostrando un aumento progresivo, desde septiembre a enero, en las localidades de isla Laitec y Melinka, mientras que en isla Stokes la temperatura continuó elevándose el mes siguiente, lo mismo se observa en isla

Midhurst donde se dispuso de los registros del Tidbit (**Fig. 3.16**). Al comparar estos datos con los registrados en igual periodo el año 2014 se observa un comportamiento muy diferente, las temperaturas estuvieron fluctuando entre 9,7°C y 12,49°C, observándose un aumento progresivo entre septiembre y enero con excepción de isla Laitec que alcanzó el valor más alto en diciembre para luego caer los meses siguientes. Los valores de temperatura de isla Stokes se mantuvieron en alza hasta febrero disminuyendo levemente en marzo, mientras que en Melinka el valor más alto se presentó en febrero disminuyendo en marzo. Comparativamente los valores de temperatura en ambos periodos presentan comportamientos y valores diferentes, siendo más altos los alcanzados en el último periodo. Los valores de temperatura superficial del mar reflejan igual aumento de esta variable entre los años 2014 a 2016 (**Fig. 3.17**), lo mismo se observa en los niveles de clorofila (**Fig. 3.18**).

En isla Westhoff e isla Midhurst se observa una relación entre el aumento progresivo de la variable temperatura y el porcentaje de individuos desovados y en post desove (se agruparon ambos datos), mientras que en punta Paula no se logra visualizar, si bien en los meses de mayor temperatura hay mayor porcentaje de ejemplares desovados (**Fig. 3.19**).

En relación al IGS en peso y la variable temperatura, se observa en las dos áreas ubicadas en la XI Región una relación de aumento de la temperatura y disminución del IGS, lo cual no se logra visualizar en la X Región. En Carelmapu en particular el IGS no constituye un buen índice a considerar, ya que sigue igual tendencia que los ejemplares desovados, es decir, los valores más altos de IGS coinciden con el de mayor vaciamiento gonadal (**Fig. 3.19**). Mientras que el IGS presenta una relación más directa con la proporción de individuos desovados y postdesovados nuevamente en las áreas de estudio ubicadas en la XI Región correspondientes a isla Westhoff e isla Midhurst (**Fig. 3.19**).

3.3.4 Discusión

El estudio de la coloración gonadal en los ejemplares muestreados no presenta una asociación evidente con el ciclo reproductivo del erizo. La dominancia proporcional de un grupo de colores fue similar en las localidades estudiadas, presentando los ejemplares que provenían de las áreas ubicadas más al sur colores más oscuros, por lo que el color de la gónada no parece estar asociado al proceso reproductivo. Almonacid y Vargas (2012), estudiaron la relación entre el color de la gónada y el IGS en erizo de tres localidades ubicadas en la XII Región y no encontraron asociación entre ambas variables.

El IGS en peso y volumen constituyen índices que permiten obtener una aproximación al ciclo de madurez sexual según las fluctuaciones que presenta la gónada en dichas unidades, a lo largo del tiempo. De esta forma el IGS debería mostrar concordancia con los estados reproductivos registrados mediante la técnica histológica, esperando encontrar sus máximos valores en los periodos de mayor madurez gonádica y valores menores en periodos de desove.

Los resultados de este estudio muestran trayectorias similares entre el IGS en peso y el volumen, mostrando en ambos casos variabilidad interlocalidad, ajustándose parcialmente con los estados reproductivos registrados histológicamente. Algunos autores ya han señalado que la presencia de fagocitos nutritivos en las gónadas que prácticamente reemplazan en su totalidad las células sexuales en la etapa de reposo del ciclo reproductivo de erizo puede llevar conclusiones erradas sobre la duración del desove.

La trayectoria de los IGS a través del periodo en estudio, refleja en forma general, valores altos al inicio, estos caen en la mitad, sugiriendo un vaciamiento gonadal producto del desove y posteriormente una subida de los valores hacia finales del periodo. En isla Westhoff se observó una tendencia decreciente del IGS, lo que permite deducir que las poblaciones de este sector necesitan de un mayor tiempo para la recuperación gonadal. Si bien no existe consistencia entre los IGS y las proporciones de individuos maduros en algunas localidades, ya que valores bajos

de IGS coinciden con la presencia de estados maduros, los ejemplares maduros están presentes en bajas proporciones, situación por la cual no aumenta el valor medio del IGS. Solo en isla Midhurst se presentan altos valores de IGS en medio del periodo, coincidentes con la mayor maduración.

Al parecer el estado de máxima madurez es breve, seguido de un vaciamiento gonadal rápido, el cual parece ser detectado por el indicador. Otros autores también han detectado variaciones entre localidades en el IGS como se observa en los resultados entregados en el objetivo específico 1 de este estudio.

El ciclo reproductivo del erizo ha sido reportado para varias localidades de nuestro país, al igual que las escalas de madurez gonadal del recurso (Ver obj. 1). Este proyecto consideró una escala de madurez similar a la presentada por Lozada y Bustos (1984), en la cual se describen los estados O y OB, los cuales no son considerados por otros autores. Estos estados corresponderían a los ejemplares catalogados como inmaduro (neutro) e inmaduro virgen, en otros trabajos este estado es también llamado virgen o virginal.

La diferencia de la presente escala de madurez con la de Lozada y Bustos (Op. cit) se encuentra en la definición de los estados I y IA, el presente estudio define al estado I como un individuo inmaduro adulto y al IA como un inmaduro adulto en crecimiento, mientras que el otro trabajo como madurez inicial (estado IA) y madurez media (estado I).

Tras el proceso ontogénico de la maduración, los individuos entran en el periodo de desove anual. El modelo conceptual de ciclo reproductivo sugerida por Brown-Peterson *et al.* (2011) en peces, establece que el desarrollo del ovario se divide en fases, mientras que el desarrollo del ovocito se divide en estados. Las fases de regresión y regeneración (en ocasiones también denominadas de reposo) siguen al periodo activo de ovulación y puesta de huevos, en el cual el ovario se prepara para el siguiente ciclo reproductivo. En estas fases de inactividad reproductiva el individuo sigue siendo maduro, ya que tras el proceso ontogénico de la maduración el individuo no volverá a ser inmaduro. Sin embargo, en estas fases de regresión y regeneración del ciclo, todos los ovocitos se encuentran en estado

de crecimiento primario, lo que puede hacerlos confundir con la fase inmadura, especialmente si se usan criterios macroscópicos. Histológicamente, se observan estructuras de actividad ovulatoria previa. Pero es posible que estas estructuras sean reabsorbidas antes de que la hembra comience el siguiente ciclo, por lo que en este periodo de regeneración sería muy difícil distinguir un individuo maduro (en regeneración) de un inmaduro. En el erizo esta fase “conflictiva”, corresponde al estado denominado, en la escala original como *inmaduro adulto* (estado I).

La revisión bibliográfica realizada en este estudio, cuyos resultados conforman el objetivo específico 1 dan cuenta de que el erizo (*Loxechinus albus*) a nivel nacional presenta un desove anual y que el segundo proceso de maduración que normalmente presenta la gónada es reabsorbido. En términos generales en este estudio se observó alta variabilidad en los estados reproductivos, entre sexos y localidades. En Carelmapu se observó en ambos sexos, individuos maduros a lo largo del periodo de estudio, mientras que en las otras localidades el patrón general fue de una maduración progresiva, concentrándose en los meses de noviembre y diciembre, pero en bajas proporciones. Esto refleja aportes reproductivos diferenciados por cada localidad de estudio, situación similar a la reportada por Kino y Agatsuma (2007) para localidades ubicadas en la X Región. Si bien las proporciones sexuales presentan una relación 1:1 como la reportada en la literatura. De acuerdo a los resultados, se observaron diferencias en la maduración sexual entre sexos, donde los machos maduraron a una menor talla, esta situación sumada a la proporción de adultos inmaduros a través del periodo, hace suponer que la maduración por talla no alcanza al 100% de los ejemplares en un periodo reproductivo del erizo.

En términos generales los rangos de tallas mayores presentaron mayor proporción de individuos maduros en ambos sexos, no obstante Isla Westhoff principalmente presentó individuos maduros en todo el rango de tallas, situación que indica que existen localidades donde la diferenciación sexual está bajo los 30 mm. Jerez et al., (1997) señalan en su estudio reproductivo realizado en la XII Región que la diferenciación sexual es observada en erizos de 30 mm de DT, mientras que Arias

et al., (1995) obtuvieron ejemplares desde 30 mm de DT para estudiar el ciclo reproductivo de erizo en Carelmapu y Melinka (caleta Momia). No se dispone de información de estudios reproductivos de erizo que hayan analizado individuos con tallas menores a los 30 mm, ya que resulta difícil poder manipular individuos más pequeños para estudios histológicos, debido a que prácticamente no presentan gónadas.

Si bien este estudio se consideró todas las clases de tallas en el periodo de máxima madurez, con el propósito de detectar individuos inmaduros y maduros, existieron zonas donde prácticamente no existieron inmaduros, como Westhoff, por lo cual no se cumplió con los requisitos para un ajuste logístico.

La variabilidad reproductiva observada, da cuenta de las variaciones naturales a las cuales están expuestas las poblaciones de erizo a lo largo del gradiente de distribución de la especie en la zona de estudio.

Como se mencionó anteriormente en el caso del erizo es difícil poder diferenciar histológicamente entre un estado IV y un estado I, por esto se aconseja estimar la ojiva de madurez en el periodo de mayor actividad reproductiva de la población, cuando la posibilidad de co-existencia de ambos estados, disminuye considerablemente. Por otro lado existe discusión a la hora de seleccionar como maduro o inmaduro el estado IA. Esto es relevante ya que puede influenciar el parámetro de maduración de la población. En este estudio se analizaron dos escenarios, el primero considerando al estado IA como maduro y un escenario dos como inmaduro. Ambos escenarios segregados por localidad y sexo, abarcando la totalidad del periodo, ya que corresponde a los meses que reporta la mayor actividad reproductiva en la zona de estudio.

Los ajustes estadísticamente más robustos fueron conseguidos bajo el escenario uno, específicamente en la localidad de Carelmapu obteniendo una ojiva de 46.8 mm en hembras y 38.2 mm en machos. Los ajustes obtenidos para el segundo escenario fueron parcialmente deficientes ya que no se pudo estimar la talla de primera madurez para punta Paula e isla Westhoff.

Es importante considerar que este año fue atípico en términos ambientales, influenciado posiblemente por la anomalía térmica del “niño”. Los efectos se hicieron presentes en el mismo periodo de tiempo que se llevó a cabo este estudio. Es probable que las variaciones reproductivas observadas en el presente estudio se vieran afectadas por la variación ambiental, por lo que la estación reproductiva pudo haber sido “anormal”.

Las condiciones ambientales, especialmente, temperatura y fotoperiodo, y la disponibilidad de alimentos influyen en la maduración de gametos y desove de invertebrados marinos (Zamora y Stotz, 1992; Pérez et al., 2010, Oyarzún et al., 1998). Zamora y Stotz, 1992, indican que en Punta Lagunillas (VI región) la época de desove había coincidido con registros de temperatura superficial cercana a los 14°C, con los días más cortos del año y que fue inmediatamente previa al máximo de producción primaria de primavera en la zona norte de Chile. Estos autores también señalan que donde se había estudiado el ciclo reproductivo a la fecha de su estudio, el desove se produciría a temperaturas entre 11°C y 14°C, lo cual es similar con lo observado en este proyecto, donde las temperaturas superficiales alcanzaron hasta 15°C, pero las registradas a profundidades inferiores estuvieron en el rango entre 11° y 13°C. Otro factor que estos autores señalan es el fotoperiodo, dado que en punta Lagunillas el desove habría ocurrido en los días más cortos del año, lo cual no ocurre en la zona sur de Chile (X a XI Región). Un último factor indicado es la relación entre el desove y la presencia de alimento para larvas que ha sido demostrada por Himmelman (1975, 1980) citado en Zamora y Stotz, 1992, para varias especies de larva planctotrófica, incluyendo el erizo *Strongylocentrotus droebachiensis*

Pérez et al., 2010, indican que en la población de erizos del Canal de Beagle, donde ellos estudiaron el ciclo reproductivo de *L. albus* podría estar influenciado por el fotoperíodo, ya que el inicio de la gametogénesis se produce durante el otoño, cuando se está acortando el período de luz y el máximo desarrollo gonadal (julio-septiembre) se encontraría en coincidencia con el aumento del fotoperiodo y

cuando en septiembre, el período de luz supera las 12 h, el 50% de las ejemplares se encuentran desovando.

En relación al IGS en peso y la variable temperatura, en las dos áreas ubicadas en la XI Región se observó una relación de aumento de la temperatura y disminución del IGS, lo cual no se logró visualizar en la X Región. En Carelmapu en particular el IGS constituye un buen índice a considerar, ya que sigue igual tendencia que los ejemplares desovados, es decir, los valores más altos de IGS coinciden con el de mayor vaciamiento gonadal. Diversos autores han señalado que este índice no logra representar adecuadamente el periodo reproductivo, dado que finalizado el desove la gónada inicia un nuevo proceso de recuperación gonadal aunque los gametos son fagocitados (Olivarez, 2003, Arias et al., 1995). Mientras que el IGS presenta una relación más directa con la proporción de individuos desovados y postdesovados en las áreas de estudio ubicadas en la XI Región correspondientes a isla Westhoff e isla Midhurst.

3.3.5 Tablas

Tabla 3. 1: Fecha de los muestreos en las diferentes localidades seleccionadas para el estudio reproductivo.

PUERTO	CARELMAPU	QUELLÓN	MELINKA	MELINKA
LOCALIDAD	Punta Picuta	Punta Paula	Isla Westhoff	Isla Midhurst
LATITUD	41°45'13''	43°11'30''	43°53'55''	44°10'23''
LONGITUD	73°42'11''	73°39'42''	73°43'43''	74°15'42''
FECHA DE MUESTREO	01-09-2015	03-09-2015	06-09-2015	09-09-2015
	01-10-2015	03-10-2015	09-10-2015	10-10-2015
	02-11-2015	04-11-2015	09-11-2015	10-11-2015
	01-12-2015	03-12-2015	08-12-2015	06-12-2015
	04-01-2016	04-01-2016	12-01-2016	10-01-2016
	01-02-2016	30-01-2016	28-01-2016	27-01-2016
	01-03-2016	03-03-2016	07-03-2016	07-03-2016

Tabla 3. 2: Ejemplares analizados por rango mes en las localidades seleccionadas para el estudio reproductivo.

Sector	Rango Talla (mm)	Meses muestreo							Total
		sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	
Caremapu	30-34	4	10	8	15	15	15	15	82
Caremapu	35-39	7	14	10	15	15	15	15	91
Caremapu	40-44	10	14	15	10	15	10	10	84
Caremapu	45-49	15	15	13	10	10	10	10	83
Caremapu	50-54	13	10	10	10	9	11	10	73
Caremapu	55-59	15	12	9	10	10	9	10	75
Caremapu	60-64	10	10	10	10	10	11	10	71
Caremapu	65-69	8	10	10	8	10	10	10	66
Caremapu	70-74	10	10	10	9	10	10	10	69
Caremapu	75-79	10	11	10	11	10	10	10	72
Total general		102	116	105	108	114	111	110	766
Pta. Paula	30-34	14	14	13	14	14	14	15	98
Pta. Paula	35-39	15	14	15	15	10	15	15	99
Pta. Paula	40-44	10	15	14	10	15	15	15	94
Pta. Paula	45-49	10	10	10	10	10	14	15	79
Pta. Paula	50-54	14	10	10	10	10	14	15	83
Pta. Paula	55-59	10	10	10	10	10	15	15	80
Pta. Paula	60-64	10	10	10	10	10	15	9	74
Pta. Paula	65-69	10	10	10	10	10	15	10	75
Pta. Paula	70-74	10	10	10	9	10	15	10	74
Pta. Paula	75-79	9	9	10	9	10	15	8	70
Total general		112	112	112	107	109	147	127	826
Isla Westhoff	30-34	13	15	15	14	15	15	15	102
Isla Westhoff	35-39	13	15	14	15	15	15	15	102
Isla Westhoff	40-44	15	15	15	10	14	15	15	99
Isla Westhoff	45-49	10	10	9	10	15	15	15	84
Isla Westhoff	50-54	10	10	10	10	14	14	15	83
Isla Westhoff	55-59	10	10	10	9	10	10	15	74
Isla Westhoff	60-64	10	10	11	10	15	10	15	81
Isla Westhoff	65-69	8	10	10	10	10	10	14	72
Isla Westhoff	70-74	10	10	9	10	10	10	14	73
Isla Westhoff	75-79	8	9	9	9	10	14	15	74
Total general		107	114	112	107	128	128	148	844
Isla Midhurst	30-34	15	12	9	11	15	13	15	90
Isla Midhurst	35-39	15	13	11	12	15	14	15	95
Isla Midhurst	40-44	14	14	14	14	15	15	15	101
Isla Midhurst	45-49	15	10	10	15	10	15	15	90
Isla Midhurst	50-54	11	9	10	10	10	15	15	80
Isla Midhurst	55-59	9	10	10	10	10	15	15	79
Isla Midhurst	60-64	10	9	10	10	9	15	14	77
Isla Midhurst	65-69	9	9	10	10	10	10	15	73
Isla Midhurst	70-74	10	10	10	8	9	10	15	72
Isla Midhurst	75-79	2	10	10	9	10	13	9	63
Total general		110	106	104	109	113	135	143	820

Tabla 3. 3: Ejemplares analizados por sexo mes en las localidades seleccionadas para el estudio reproductivo.

Sector	Sexo	Mes de muestreo							Total
		sep-15	oct-15	nov-15	dic-15	ene-16	feb-16	mar-16	
Caremapu	Hembras	51	60	53	53	57	43	59	376
	Machos	51	56	35	55	54	66	51	368
	Indeterminados			17		3	2		22
Punta Paula	Hembras	62	57	62	51	58	84	58	432
	Machos	49	55	49	56	48	62	69	388
	Indeterminados	1		1		3	1		6
Isla Westhoff	Hembras	54	56	54	50	56	65	78	413
	Machos	53	58	58	57	72	63	70	431
	Indeterminados								0
Isla Midhurst	Hembras	47	59	49	47	55	68	77	402
	Machos	63	47	39	56	52	67	60	384
	Indeterminados			16	6	6		6	34
Total general		431	448	433	431	464	521	528	3256

Tabla 3. 4: Parámetros estimados del modelo logístico utilizado para describir la madurez a la talla de erizo, según sexo y localidad de estudio. H, hembras, M, machos. B0 y B1 parámetros del modelo. T50, talla de primera madurez. AIC, índice de información de Akaike.

Escenario 1							
Sector	Sexo	B0	B1	T50	Error std (T50)	AIC	pseudo R ²
Caremapu	H	-7.17318	0.15318	46.8	0.14	308.18	38
Caremapu	M	-6.1516	0.16093	38.2	0.17	245.01	37
Paula	H	-2.63922	0.0707	37.3	0.15	451.29	14
Paula	M	-2.33552	0.0731	31.9	0.20	359.7	13
Westhoff	H						
Westhoff	M						
Midhurst	H	-3.77984	0.08718	43.4	0.13	419.61	20
Midhurst	M	-4.06089	0.10835	37.5	0.17	329.09	23
Escenario 2							
Sector	Sexo	B0	B1	T50	Error std (T50)	AIC	pseudo R ²
Caremapu	H	-4.98736	0.0933	53.5	0.12	411.03	22
Caremapu	M	-2.11254	0.0489	43.2	0.13	454.8	8
Paula	H						
Paula	M						
Westhoff	H						
Westhoff	M						
Midhurst	H	-2.0677	0.04317	47.9	0.11	521.67	6.3
Midhurst	M	-1.09448	0.02579	42.4	0.13	518.16	2.2

3.3.6 Figuras

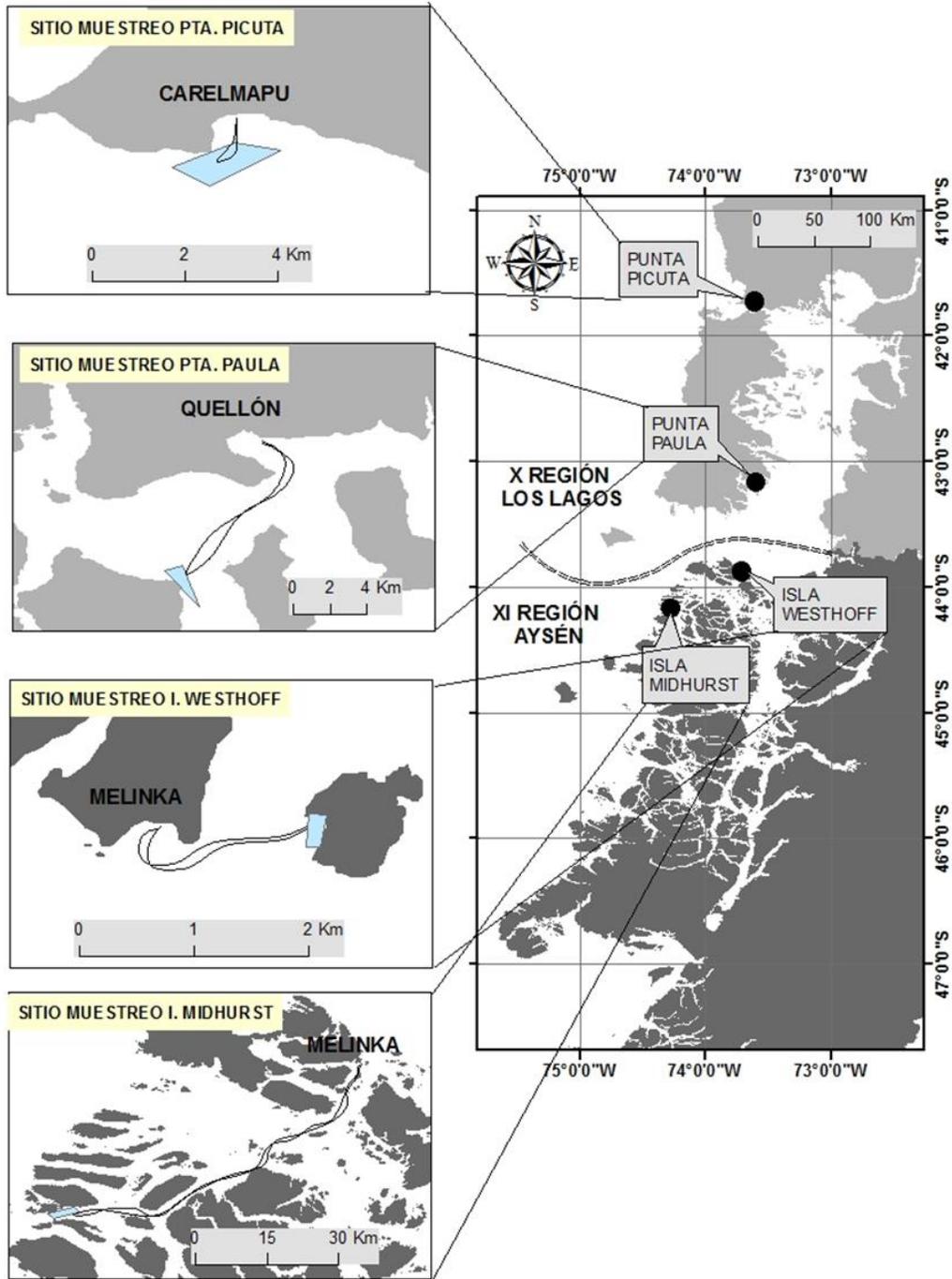


Figura 3. 1: Sitios de muestreo para la estimación de los parámetros reproductivos.



Figura 3. 2: Fotografías toma de muestras en terreno para la estimación de los parámetros reproductivos.



Figura 3. 3: Fotografías procesamiento muestras colectadas en terreno para la estimación de los parámetros reproductivos.

Escala de coloración gonadal

Barahona et al. (2003)



Proyecto FIP 2012-14



Figura 3. 4: Escala utilizada para la clasificación de la coloración gonadal de *L. albus*, basada en Barahona et al (2003) y simplificada para su presentación gráfica por Molinet et al. (2015).

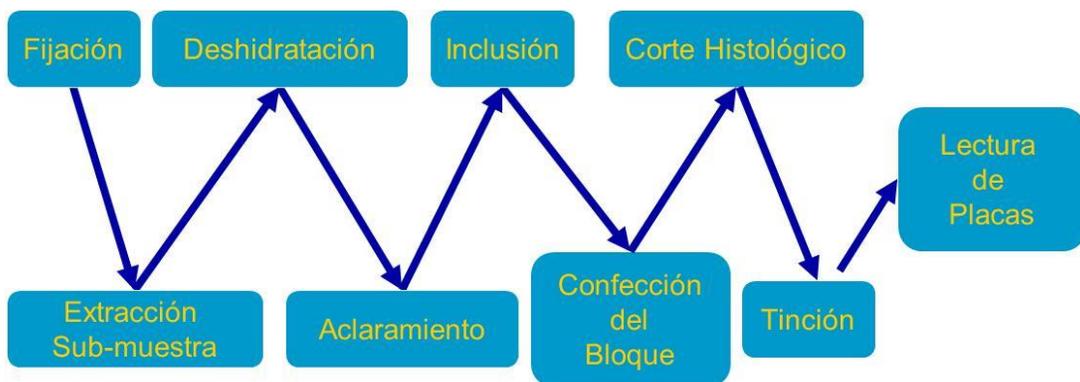


Figura 3. 5: Proceso de preparación de muestras histológicas para la estimación de los estados reproductivos de erizo.

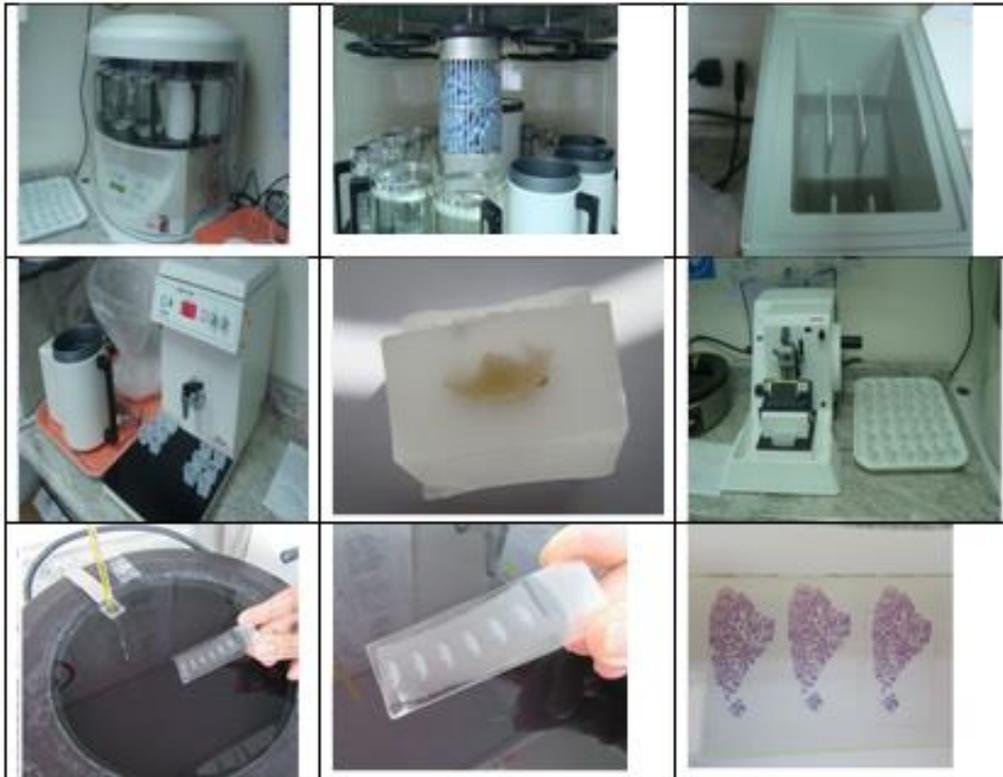


Figura 3. 6: Fotografías procesos y equipos utilizados en la preparación de muestras histológicas para la estimación de los estados reproductivos de erizo.

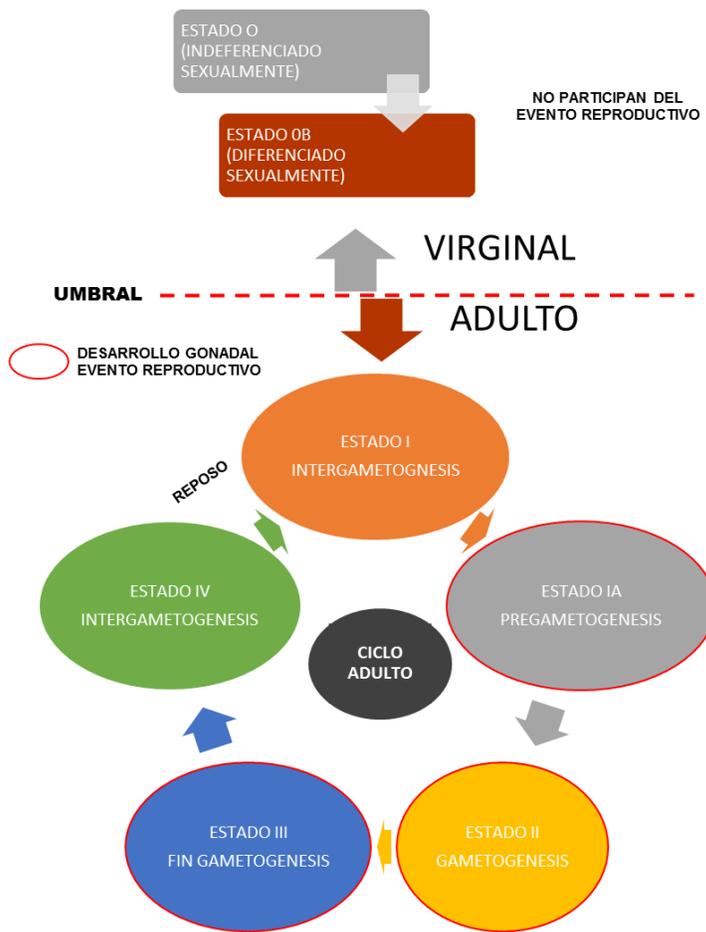


Figura 3. 7: Ciclo con las escalas reproductivas de erizo identificadas en este estudio.

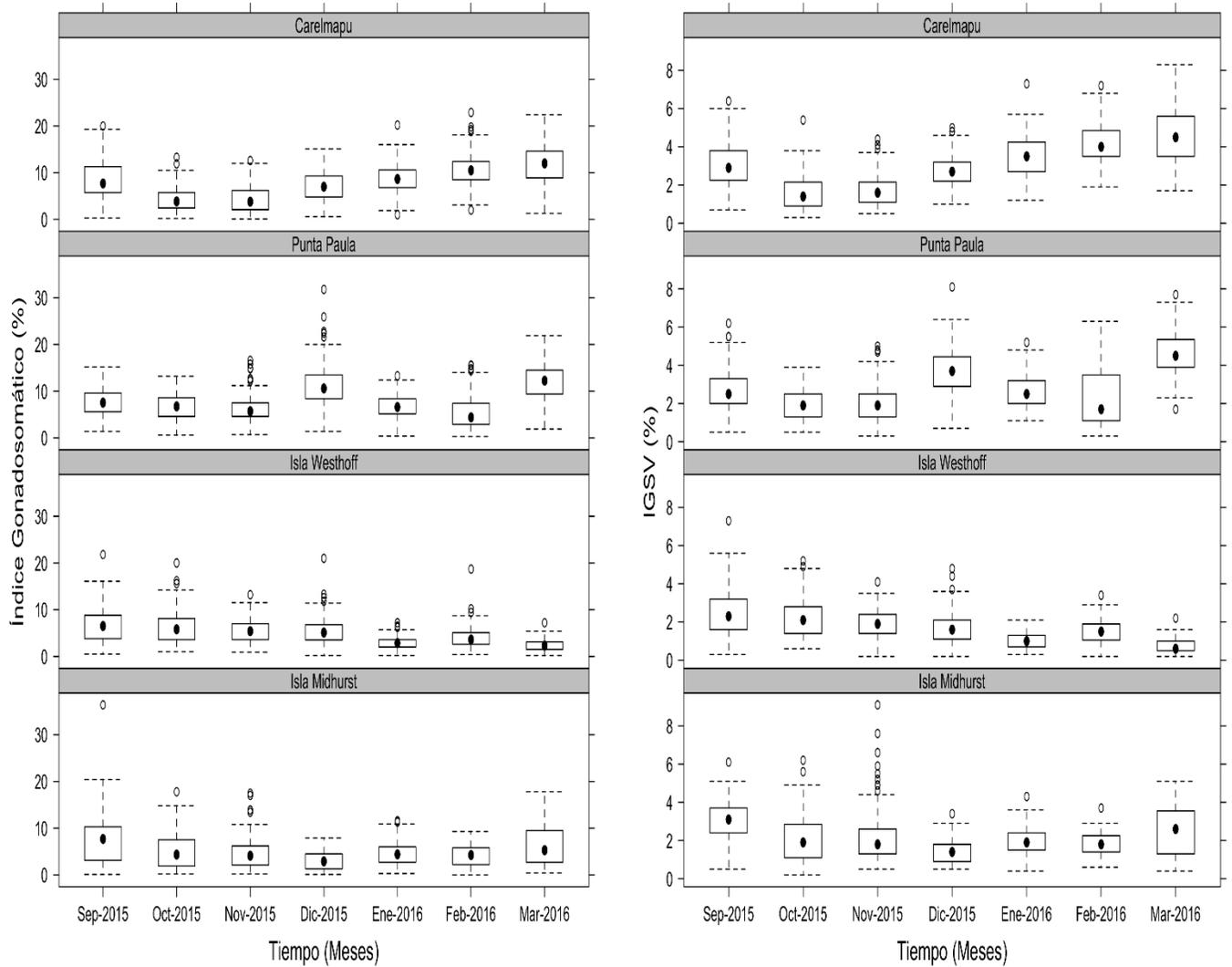


Figura 3. 8: Índice gonadasomático mensual en peso (IGS) (izquierda), e Índice gonadasomático mensual en volumen (IGSV), en las localidades de estudio.

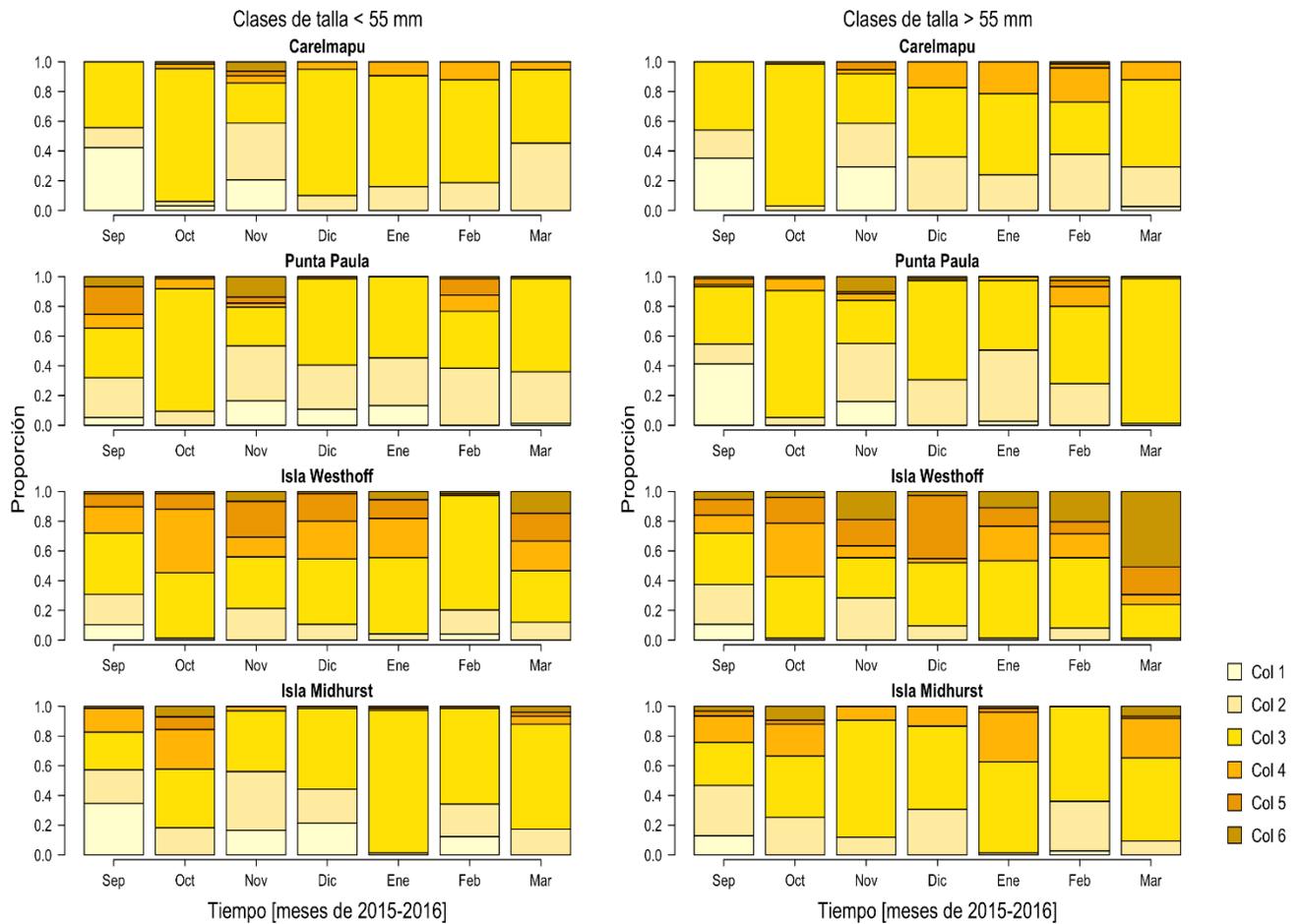


Figura 3. 9: Proporción mensual de la coloración gonadal de erizos < 55 mm DT (izquierda) y > 55 mm DT (derecha) en las localidades de estudio.

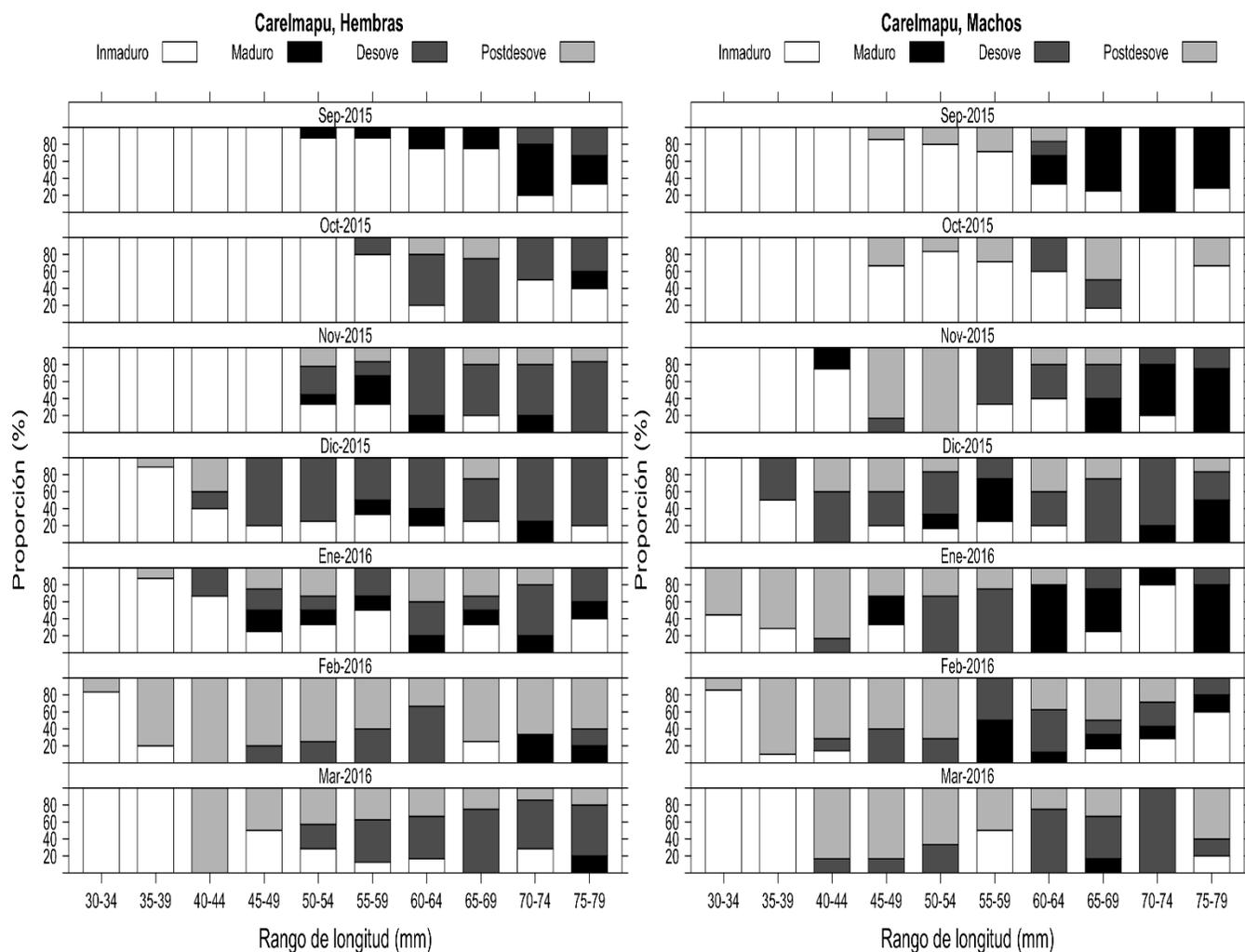


Figura 3. 10: Proporción de los estados madurez reproductiva de erizo hembras (izquierda) y machos (derecha) por mes en Carelmapu (Punta Picuta) X Región.

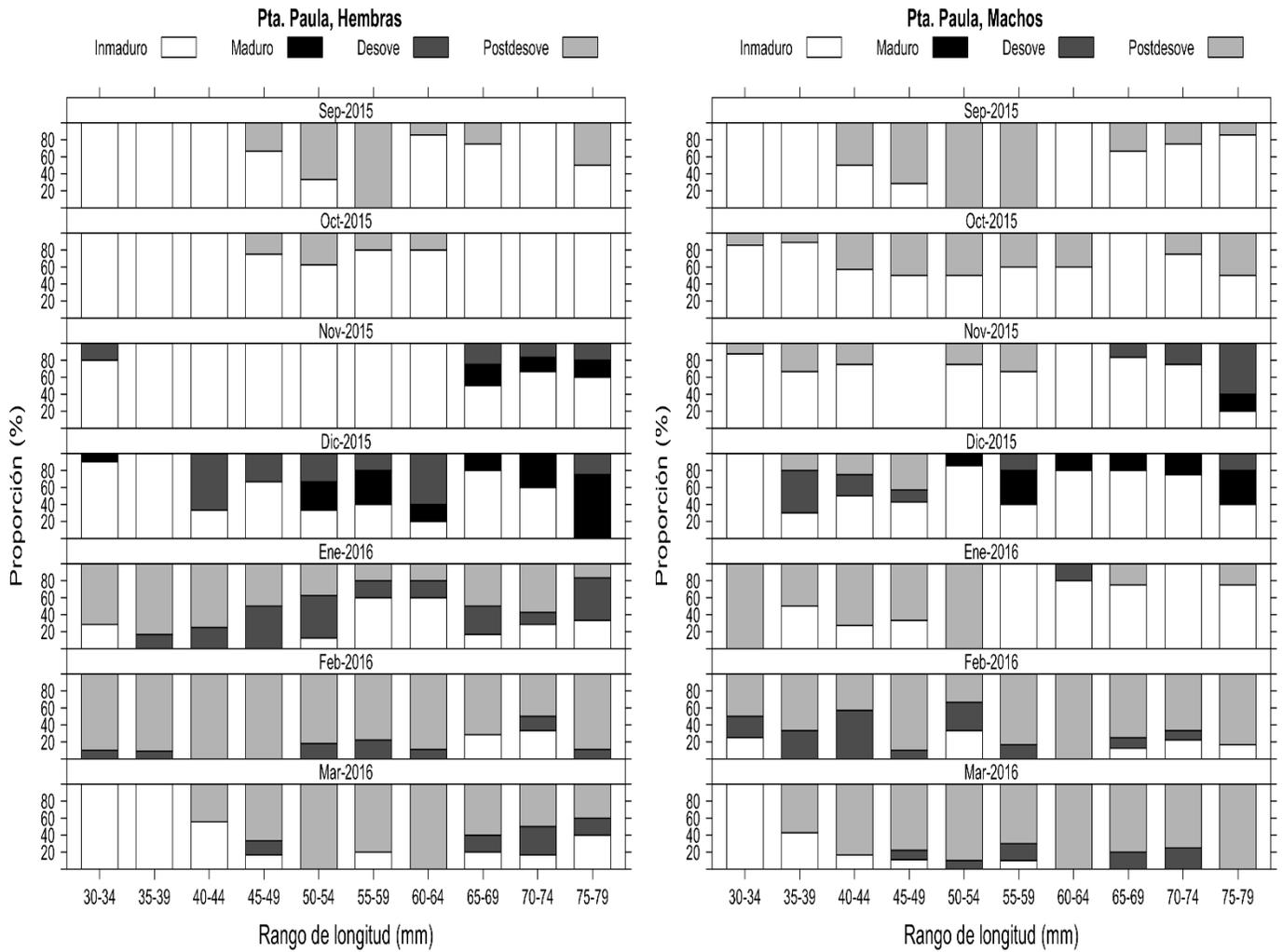


Figura 3. 11: Proporción de los estados madurez reproductiva de erizo de hembras (izquierda) y machos (derecha) por mes en Punta Paula, X región.

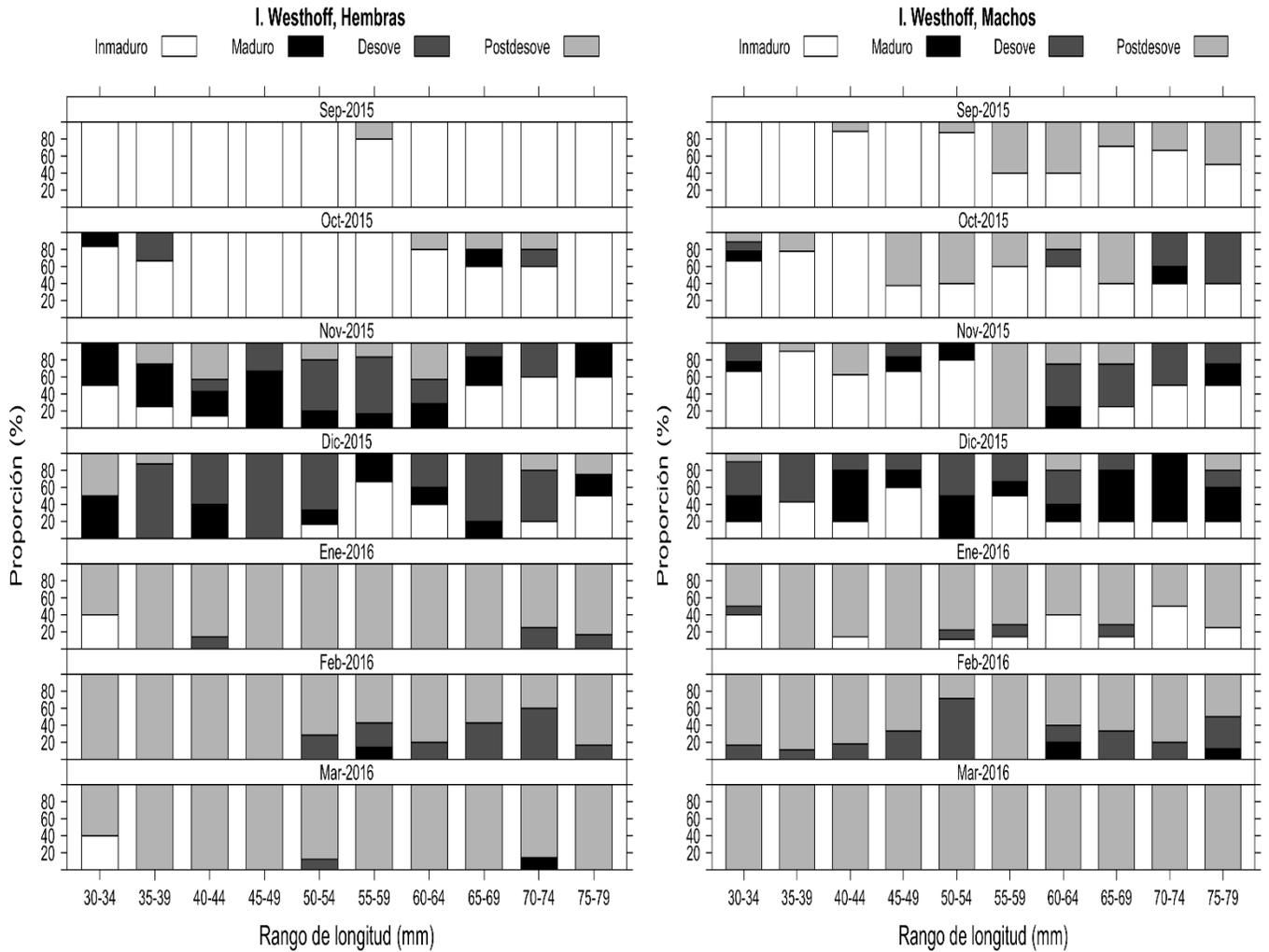


Figura 3. 12: Proporción de los estados madurez reproductiva de erizo de hembras (izquierda) y machos (derecha) por mes en Isla Westhoff, XI región.

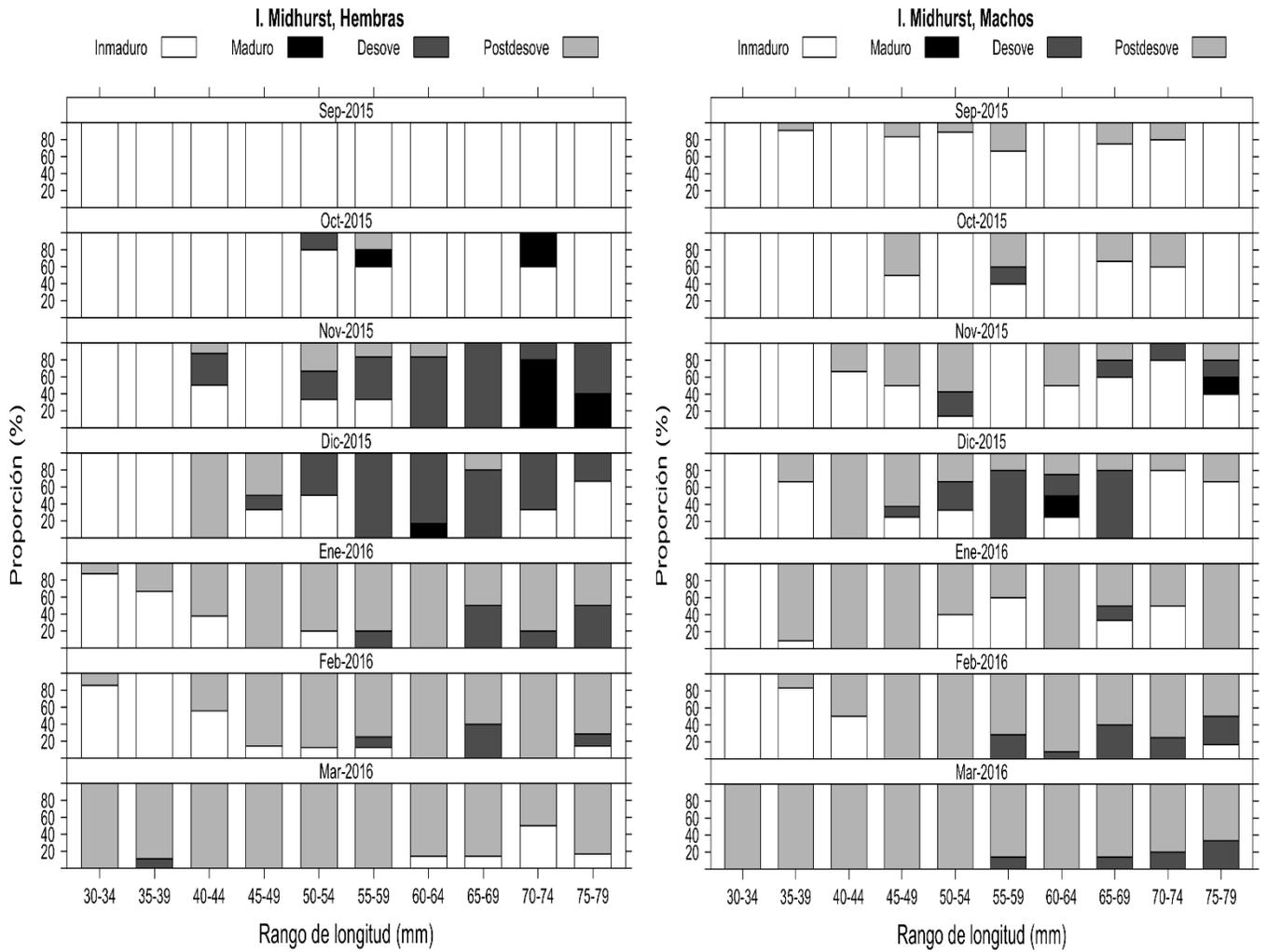


Figura 3. 13: Proporción de los estados madurez reproductiva de erizo de hembras (izquierda) y machos (derecha) por mes en isla Midhurst, XI región.

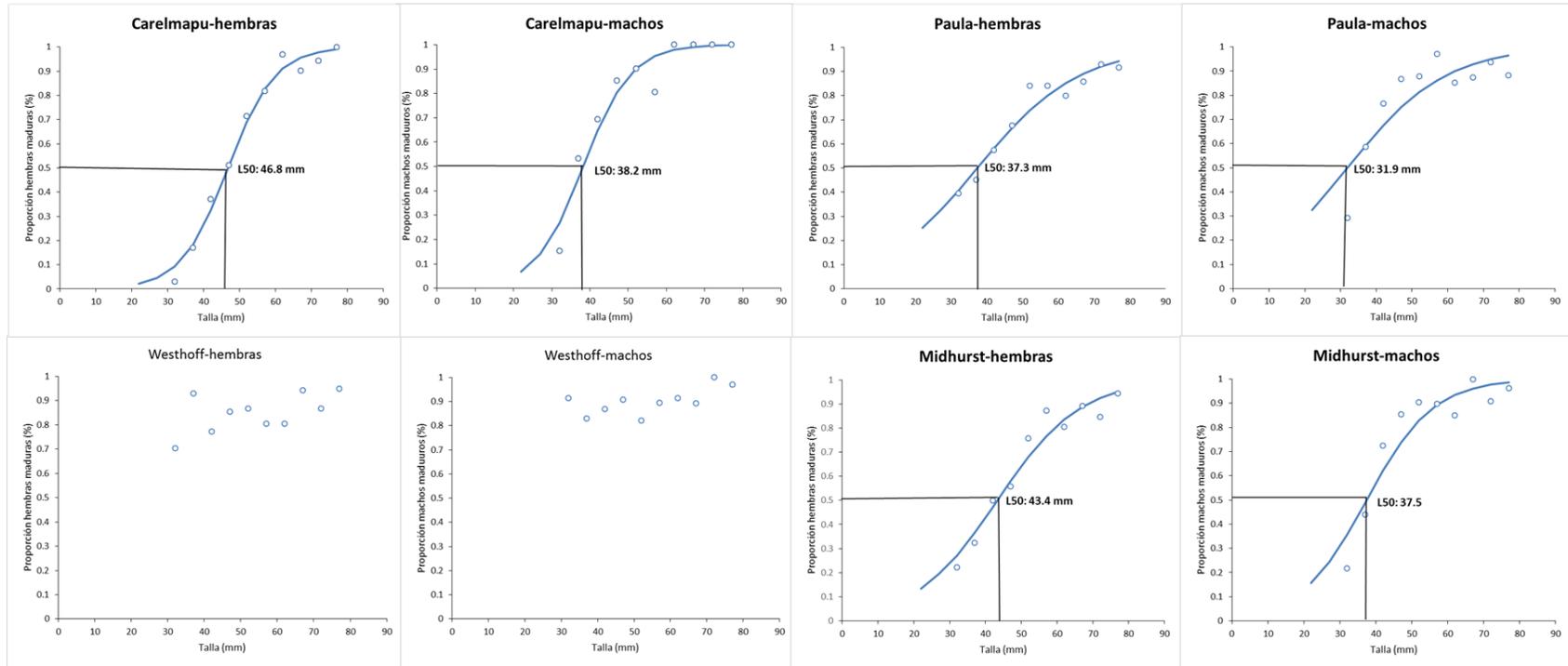


Figura 3. 14: Ojivas de madurez de erizo por sexo en las diferentes localidades considerando el escenario 1. Proporción de individuos maduros a la talla estimados por el modelo en línea continua y proporciones observadas en círculos. Líneas indican la talla de primera madurez sexual (L50).

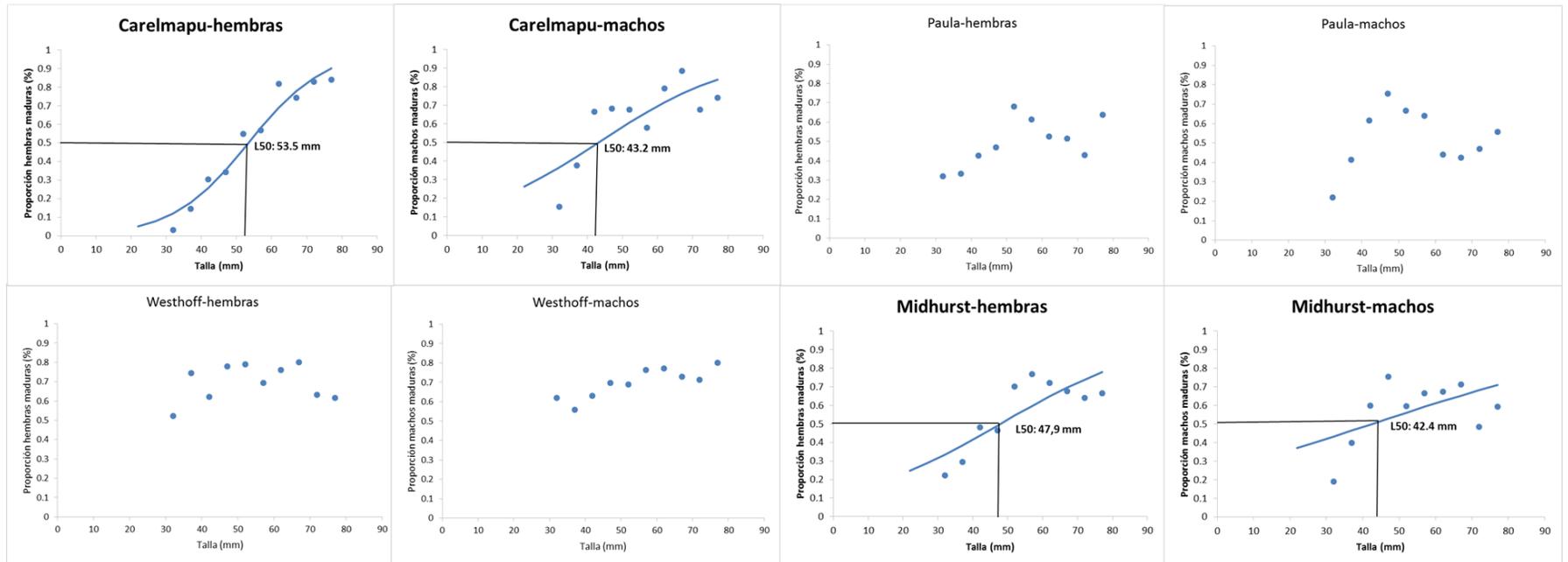


Figura 3. 15: Ojivas de madurez de erizo por sexo en las diferentes localidades considerando el escenario 2. Proporción de individuos maduros a la talla estimados por el modelo en línea continua y proporciones observadas en círculos. Líneas indican la talla de primera madurez sexual (L50).

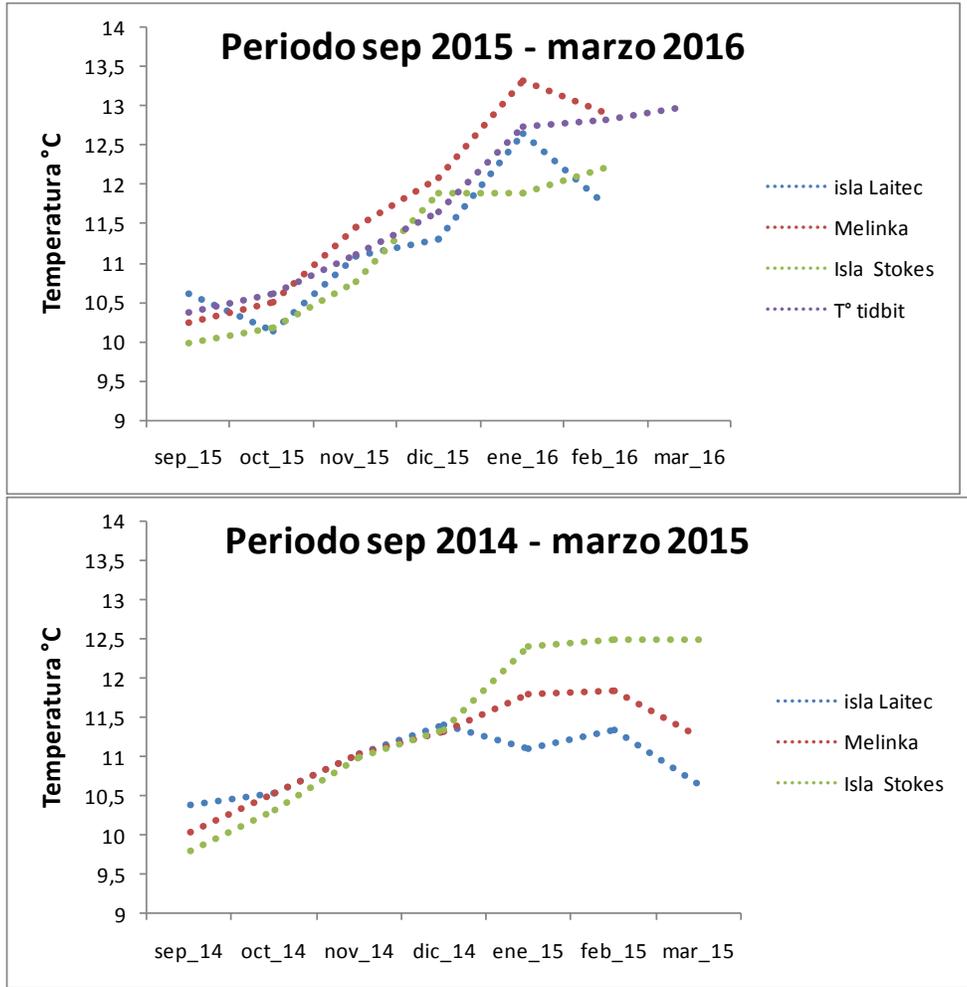


Figura 3. 16: Distribución de temperaturas por localidad y periodo

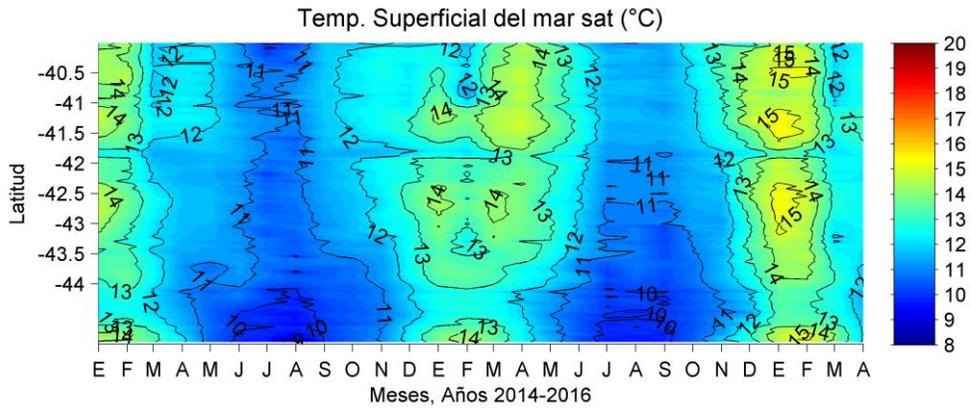


Figura 3. 17: Distribución de temperatura superficial del mar en el sector donde se realizó el estudio reproductivo. Año 2014 – 2016

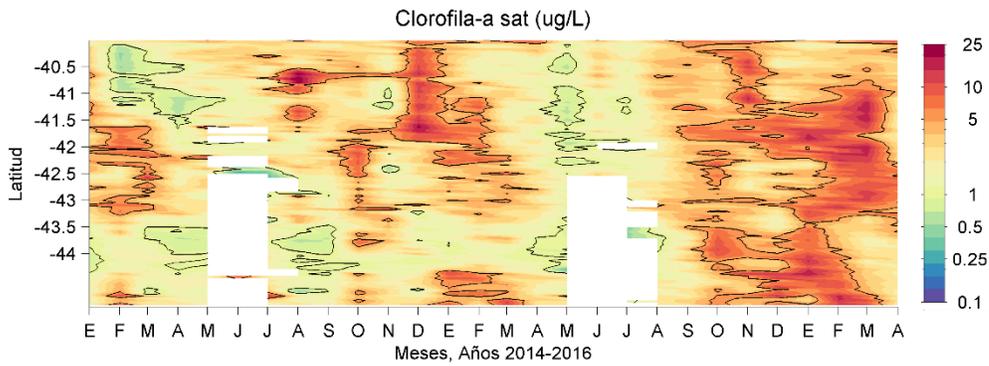


Figura 3. 18: Distribución de clorofila obtenida desde imágenes satelitales en el sector donde se realizó el estudio reproductivo. Año 2014 – 2016

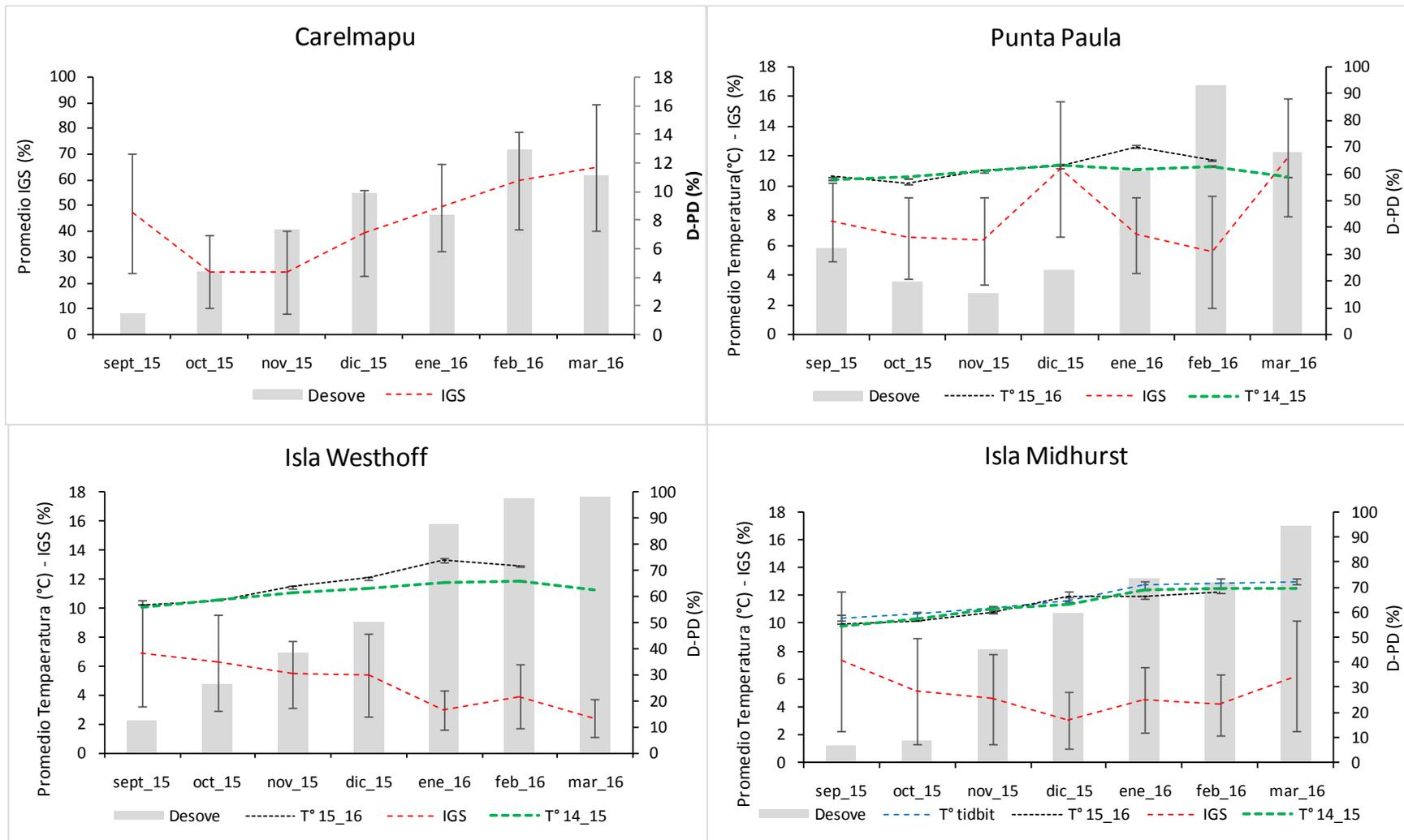


Figura 3. 19: Distribución de temperaturas y relación con la proporción de ejemplares desovados y post desovados, y el promedio del IGS, a través del periodo en las localidad.

3.4 Objetivo Específico 4.

Estimar la talla crítica con los parámetros de crecimiento actualizados.

3.4.1 Antecedentes

De acuerdo a la Ley de Pesca y Acuicultura la “Talla crítica” es aquella talla que maximiza el rendimiento en biomasa de una cohorte, dada una determinada sobrevivencia de ésta. En una población no pescada, esto es la longitud o peso medio de un recurso e una determinada clase de edad cuando G (crecimiento)= M (Mortalidad natural) (Ricker 1975). Refleja el balance entre crecimiento y mortalidad y es un punto biológico de referencia simple para evitar sobrepesca por crecimiento (pescar antes de que la cohorte genera la máxima biomasa predicha por el balance entre crecimiento y mortalidad natural). La talla crítica es sensible al modelo de crecimiento utilizado, además de los valores de mortalidad estimada. La talla crítica se utiliza como un insumo en los modelos de Rendimiento por Recluta (punto de referencia objetivo) y Huevos por Recluta (punto de referencia límite). En manejo de pesquerías existen varias referencias estándar o niveles objetivo de mortlidad por pesca y algunos de ellos derivan del análisis de rendimiento por recluta (Haddon 2011)

Para *L. albus* la talla crítica fue estimada por Arias *et al.*, (1995), concluyendo que esta sería de 88.8 mm diámetro de testa (DT) a aproximadamente 7 años de edad para erizos de la región de Los Lagos (X) y de Aysén (XI).

Los parámetros usados por Arias *et al.* (1995) fueron los siguientes:

Parámetro estimado					Autores
k	To	L _∞	M	B	
0.121	-0.702	147.82	0.308	2.991	Gebauer & Moreno 1995
0.127	0.504	141.2	0.268	2.911	Gebauer & Moreno 1995
0.184	-0.445	125.6	0.204	2.824	Arias 1990
0.141	-1.127	131.27			Reyes <i>et al.</i> 1991

Mientras que la talla mínima legal es de 70 mm DT a nivel nacional, en la macrozona de la X y XI región donde opera el Plan de Manejo de las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua (PMZC) la talla mínima es de 60 mm DT, la cual es revisada anualmente. De acuerdo a lo reportado por Arias et al. (1994) se estaría desaprovechando la producción de biomasa de una cohorte en ambos casos, con una tendencia a la sobreexplotación, que en el caso del PMZC parece ser mayor.

Arias et al (1994) recalcan que sólo se contó con información adecuada para la estimación de la talla crítica para la región de Los Lagos y que para a región de Aysén este valor puede ser sólo referencial. Estos autores sugieren que la aplicación de la talla crítica para un recurso como el erizo debe ser observada sólo como indicador indirecto considerando que sólo las gónadas de los erizos son de interés comercial y que estas presentan variaciones asociadas al periodo reproductivo.

En este objetivo se presenta una síntesis de la aplicación de la actualización de parámetros biológicos del erizo *L. albus* para la estimación de la talla crítica y complementariamente una aplicación de la talla crítica estimada para el cálculo del Rendimiento por Recluta y Huevos por recluta (Haddon 2011).

3.4.2 Metodología

a. Edad/ Talla crítica

A partir de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy estimados para las tres zonas de manejo reseñadas en el objetivo 2, se estimó la edad crítica, , la cual se define como la edad dentro del ciclo de vida de una cohorte no explotada en el cual la biomasa se maximiza y se estima mediante:

$$T_c = t_0 + \frac{1}{K} \ln \left(\frac{3K}{M} + 1 \right),$$

en donde:

t_0 :. Parámetro del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (edad hipotética a la cual el diámetro de testa es cero).

k : Parámetro del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (tasa de crecimiento)

M : Mortalidad natural

Con la finalidad de sensibilizar la estimación de edad crítica, se emplearon 3 valores plausibles de mortalidad natural: 0.25, 0.35 y 0.45. Estos valores de referencia se basan en estimaciones previas ($M= 0.22$ y 0.31 ; Moreno et al, 1996; $M= 0.4$; Zuleta et al., 2008, Arias et al. 1994) y en valores empleados en evaluaciones de stock del recurso ($M= 0.25$; Canales et al., 2014).

Todos los análisis fueron realizados en el programa R 3.0.2 (The R development Core Team 2015).

b. Rendimiento por Recluta (RPR)

De manera complementaria y considerando la información obtenida desde los objetivos anteriores se realizó un análisis de Rendimiento por Recluta, aplicando el algoritmo de Thompson-Bell modificado (Gabriel et al 1989). Con esta aproximación se estimaron los puntos de referencia F_{max} y $F_{0.1}$, para tallas mínimas de captura (TMC) de 60 y 70 mm DT, y valores de $M=0.25$ y $M=0.35$. Para realizar las estimaciones se usó el paquete *fishmethods* (Nelson 2015) en R 3.0.2 (The R Development Core Team).

c. Producción de Huevos por Recluta (HPR)

Se realizó un análisis de producción de huevos por recluta de erizos basada en información de proyectos anteriores. Para esto se recopiló la información disponible sobre mortalidad y fecundidad de *L. albus*, incluyendo observaciones (datos) originales para ser reanalizados.

A la información recolectada por Molinet et al. 2009, se aplicaron modelos generales lineales mixtos (McCulagh and Nelder 1981) para estimar la fecundidad potencial a la talla, seleccionando el modelo que entregó menores valores del índice de información de Akaike (AIC).

La estimación de la HPR se realizó siguiendo a Gabriel et al. (1989). A manera de punto biológico de referencia, se estimó la mortalidad por pesca $F_{40\%}$, definida

como la mortalidad a la que se esperaría una producción de huevos por recluta equivalente al 40% de la producción potencial en ausencia de pesca. La mortalidad $F_{40\%}$ se estimó considerando valores de TMC de 60 y 70 mm DT. Para realizar las estimaciones se usó el paquete *fishmethods* (Nelson 2015) en R 3.0.2 (The R Development Core Team).

3.4.3 Resultados

a. Edad Crítica

La edad crítica fue sensibilizada a tres valores plausibles de M . Para $M=0.25$, el valor estimado para el total de la zona de estudio fue de 9.22 años (73.5 mm DT), el cual puede fluctuar entre los 9.18 y 9.41 años, dependiendo de la zona analizada (**Tabla 4.1**). Para $M=0.35$ la edad crítica fue de 7.1 años (alrededor de 60 mm DT), mientras que para $M=0.45$ la edad crítica fue aproximadamente 6 años (alrededor de 50 mm DT), variando de acuerdo a las zonas de trabajo definidas.

b. Rendimiento por recluta

El RPR con $M=0.35$ fue superior en sólo 0.2 g para una TMC de 70 mm DT (8 años) que para una TMC de 60 mm DT (7 años), y fue superior en alrededor de 0.5 g para una TMC de 80 mm DT. Los valores de $F_{0.1}$ aumentaron progresivamente con el aumento de la TMC, resultando en $F_{0.1}=0.44$ (36% anual), 0.56 (42.3% anual) y 0.691 (50% anual) para 60, 70 y 80 mm DT, respectivamente (Tabla 4.2).

Con $M=0.25$ el mayor RPR fue alcanzado dada una TMC de 80 mm DT (alrededor de 9 años), y el menor RPR, bajo una TMC de 60 mm (~7 años de edad) (Tabla 4.2).

El efecto simulado de la mortalidad por pesca sobre la pesquería de *L. albus* para una edad de 8 años (70 mm DT) versus una edad de 7 años (60 mm DT), con $M=0.35$, indica que la cosecha a 70 mm DT produce alrededor de 1.3% más de biomasa en una cohorte determinada (Tabla 4.3).

Por otro lado, el mismo efecto simulado para un valor de $M=0.25$, indica que la cosecha a 70 mm DT produce alrededor de 7.2 % más de biomasa en una cohorte determinada (Tabla 4.4).

c. Producción de huevos por recluta

Guisado et al. (1998) analizó la fecundidad potencial de *L. Albus* a través de cortes histológicos, estimando alrededor de 1 millón de huevos en hembras <60 mmDT y alrededor de 10 millones de huevos en hembras > 60 mm DT, ambas en estado de máxima madurez.

Barahona et al. 2003, realizaron experimentos de inducción al desove en 215 ejemplares de *L. Albus* obteniendo entre 300000 y 1.5 millones de huevos en ejemplares entre 50 y 88 mm DT. Estos autores observaron que erizos entre 40 y 50 mm no registraron desove.

Finalmente, Molinet et al. (2009), realizaron experimentos de inducción al desove en Islas Guaitecas y bahía Quellón, utilizando ejemplares entre 50 y 90 mm DT. En este caso se realizó un re-análisis de los datos, observándose que no existieron diferencias significativas en el número de huevos que desovaron los erizos inducidos en tres periodos de muestreo (noviembre, enero y marzo, ver Molinet et al (2009) y Molinet et al. (2012). Los resultados indicaron que individuos de 50 mm DT pueden desovar alrededor 700000 huevos, mientras que erizos de 100 mm DT pueden desovar cerca de 3 millones de huevos (Tabla 4.5, **Fig. 1**).

Con esta aproximación y los parámetros biológicos obtenidos de los demás objetivos del proyecto se realizó la estimación de la producción de huevos por recluta (HPR) para erizos considerando edades mínimas de captura de 7 años (aproximadamente 60 mm DT), 8 años (70 mm DT), y 9 años (aproximadamente 80 mm DT), con valores de $M=0.35$ y $M=0.25$.

Para las tres edades mínimas de captura estudiadas se observó que el Punto de Referencia Objetivo $RPR=F_{0.10}$, derivado del análisis RPR fue más conservador que el Punto de Referencia Límite (cómo podría interpretarse el HPR) $F_{40\%}$ derivado del análisis HPR (Tabla 4.6).

3.4.4 Discusión

Nuestros resultados muestran variabilidad espacial en la edad y talla crítica estimada para *L. albus*, lo que es explicado por la variabilidad significativa en los parámetros biológicos de este recurso para las zonas estudiadas (ver objetivos 2 y 3). Esta variabilidad es explicada por la heterogeneidad espacial del área de estudio (ej. Molinet et al 2011) y por las características de este tipo de poblaciones bentónicas que son espacialmente estructuradas (ej. Orensanz and Jamieson 1998, Orensanz et al 2006).

Las estimaciones de edad crítica observadas en este estudio (6 a 9 años) estuvieron en el rango de lo observado por Arias et al (1995), aunque la talla crítica fue menor en nuestro caso ((50- 75 mm DT versus 88 mm DT observado por Arias et al (1995)). Esto se puede explicar ya que en nuestro caso el crecimiento ajustado por von Bertalanffy indicó erizos más longevos y con una tasa de crecimiento más lenta para el área de estudio, aunque con mucha dispersión para cada clase de edad.

Por otro lado, las estimaciones de mortalidad natural (M) que van desde 1.9 hasta 4.0, también presentan mucha variabilidad lo que tiene efectos significativos sobre la estimación de la talla crítica y el rendimiento por recluta. Lamentablemente este parámetro sólo fue estimado, ya que su registro desde las poblaciones naturales y impracticable.

En términos generales se observa que el rendimiento de la pesquería sería levemente mayor si se cosechara erizos a partir de los 70 mm DT que si se , cosecha erizos a partir de los 60 mm DT, lo cual se intensifica si M disminuye.

Todo esto, bajo el supuesto que las tasas de mortalidad por pesca se ajustaran a las estimadas mediante el análisis RPR $F_{0.1}$. La aplicación de $F_{0.1}$, puede ser un cambio significativo en prácticas de cosecha en pesquerías desde la amplia aceptación del punto de referencia Máximo Rendimiento Sostenible (MRS). Esto debido a que este PBR provee un reemplazo de F_{max} y MRS y a menudo parece

ser más robusto (Haddon 2011, Hilborn and Walters, 1992)

Es evidente que la variación en los parámetros de crecimiento y mortalidad son relevantes para la estimación de la talla crítica y como se observó en los resultados de este estudio existe variabilidad espacial en todos los valores de los parámetros estimado para *L. Albus*. Esto confirma la necesidad de manejar esta pesquería en unidades espaciales más pequeñas que la macrozona X y XI región y sugiere la adopción de un manejo por zonas (al menos, la división en X norte, X sur y XI, tal como lo registra Sernapesca actualmente).

En los últimos años, la pesquería de *L. albus* se ha concentrado en ejemplares de entre 60 y 80 mm DT (alrededor de 80%), implicando la casi desaparición de ejemplares de tallas mayores, excepto en las zonas de pesca más sureñas y expuestas, lo que es consistente con lo observado en el seguimiento que realiza el monitoreo de IFOP cada año desde 2013 en varias subpoblaciones (Barahona et al 2015).

Evidencia del deterioro de la pesquería operando con una talla mínima legal de 60 mm DT se ha observado en la denominada X región norte, reflejado en las distribuciones de tamaño (Fig. 4.2) y desembarques pesqueros. En esta zona se pasó de cosechar alrededor de 1000 tons antes de 2010, a cosechar 1700 tons entre los años 2011 a 2013, para en 2014 caer a 1000 y en 2015 a 600 tons, aunque el esfuerzo se mantuvo relativamente constante.

En este sentido, aunque de acuerdo a nuestros resultados es posible mantener una talla mínima de captura en 60 mm DT, la mortalidad por pesca F debe disminuir para evitar un mayor deterioro de la pesquería particularmente en la región de Los Lagos.

3.4.5 Tablas

Tabla 4.1. Estimación de la edad crítica para *L. albus*, basada en parámetros de crecimiento de von Bertalanffy

Edad crítica	M= 0.25	M=0.35	M=0.45	Talla crítica	M= 0.25	M=0.35	M=0.45
General	9.22	7.14	5.86	General	73.52	59.92	50.56
X Norte	9.28	7.22	5.94	X Norte	74.30	60.65	51.23
X Sur	9.41	7.30	6.00	X Sur	71.78	58.30	49.09
XI	9.18	7.12	5.84	XI	74.24	60.58	50.53

Tabla 4.2 Rendimiento por recluta estimado para *L. albus* considerando tallas mínimas de captura de 60, 70 y 80 mm de DT, para M=0.35 y M=0.25

Puntos de referencia Rendimiento por Recluta M=0.35						
	60 mm DT		70 mm DT		80 mm DT	
	F	Rendimiento (g)	F	Rendimiento (g)	F	Rendimiento (g)
F0.10	0.440	9.27	0.556	9.43	0.691	8.94
Fmax	4	10.99	4	11.68	4	11.20
Puntos de referencia Rendimiento por Recluta, M=0.25						
	60 mm DT		70 mm DT		80 mm DT	
	F	Rendimiento (g)	F	Rendimiento (g)	F	Rendimiento (g)
F0.10	0.363	19.425	0.465	21.000	0.594	21.490
Fmax	0.75	21.006	4	24.102	4	25.532

Tabla 4.3 Rendimiento por recluta de una cohorte hipotética ($N_0=1000$) erizo *L. albus*, considerando edades mínimas de captura de 7 años (aproximadamente 60 mm) y 8 años (alrededor de 70 mm), dada una mortalidad natural $M=0.35$ y valores estimados de $F_{0.10}=0.44$ (35.5% anual) y $F_{0.10}= 0.557$ (42.3% anual), respectivamente

Edad	Peso medio (g)	DT (mm)	Tamaño stock	Captura $F_{0.10}$ 60 mm DT	Captura (g)	Tamaño stock	Captura $F_{0.10}$ 70 mm DT	Captura (g)
1.0	0.6	9.0	1000			1000		
2.0	2.0	14.0	705			705		
3.0	6.0	21.0	497			497		
4.0	14.7	29.0	350			350		
5.0	31.0	39.0	247			247		
6.0	58.0	49.0	174			174		
7.0	97.0	59.0	122	43.6	4228	122		
8.0	146.6	70.0	56	19.8	2900	86	36.8	5396
9.0	200.0	79.0	25	9.0	1796	35	14.9	2975
10.0	230.0	88.0	11	4.1	937	14	6.0	1383
11.0	344.0	96.0	5	1.8	636	6	2.4	836
12.0	420.0	102.0	2	0.8	353	2	1.0	412
				79.1	10850		61.1	11001

Tabla 4.4 Rendimiento por recluta de una cohorte hipotética ($N_0=1000$) de erizo *L. albus*, para edades mínimas de captura de 7 años (aproximadamente 60 mm) y 8 años (alrededor de 70 mm), dada una mortalidad natural $M=0.25$ y puntos de referencia $F_{0.10}=0.363$ (30.4% anual) y $F_{0.10}= 0.465$ (37.2% anual), respectivamente.

Edad	Peso medio (g)	DT (mm)	Tamaño stock	Captura $F_{0.10}$ 60 mm DT	Captura (g)	Tamaño stock	Captura $F_{0.10}$ 70 mm DT	Captura (g)
1.0	0.6	9.0	1000			1000		
2.0	2.0	14.0	779			779		
3.0	6.0	21.0	607			607		
4.0	14.7	29.0	472			472		
5.0	31.0	39.0	368			368		
6.0	58.0	49.0	287			287		
7.0	97.0	59.0	223	67.9	6589	223		
8.0	146.6	70.0	121	36.8	5394	174	64.6	9473
9.0	200.0	79.0	65	19.9	3987	85	31.6	6322
10.0	230.0	88.0	35	10.8	2484	42	15.5	3557
11.0	344.0	96.0	19	5.8	2012	20	7.6	2602
12.0	420.0	102.0	10	3.2	1331	10	3.7	1554
Total				144.5	21796		123	23509

Tabla 4.5 Variación de la fecundidad para la edad y talla de *L. albus* estimada a través de la inducción al desove (ver Molinet et al. 2009)

Edad	DT mm	Madurez	Nº promedio de huevos (Fecundidad)	Selectividad
1.0	7.4	0.01	0	0.00
2.0	17.4	0.02	0	0.00
3.0	26.8	0.04	0	0.00
4.0	35.6	0.10	0	0.00
5.0	43.9	0.21	0	0.00
6.0	51.6	0.38	756766	1.00
7.0	58.9	0.59	974628	1.00
8.0	65.7	0.77	1190000	1.00
9.0	72.2	0.88	1498400	1.00
10.0	78.2	0.94	1881565	1.00
11.0	83.8	0.97	2400000	1.00
12.0	89.1	0.99	2800000	1.00

Tabla 4.6 Producción de huevos por recluta y valores de $F_{40\%}$ estimados para *L. albus* considerando tallas mínimas de captura de 60, 70 y 80 mm de DT, para $M=0.35$ y $M=0.25$

Puntos de referencia Huevos por recluta						
	60 mm DT		70 mm DT		80 mm DT	
M=0.35						
	F	Huevos por recluta	F	Huevos por recluta	F	Huevos por recluta
$F_{40\%}$	0.483	163075	1.022	163075	4	177278
M=0.25						
	F	Huevos por recluta	F	Huevos por recluta	F	Huevos por recluta
$F_{40\%}$	0.396	389986	0.704	389986	2.12	389986

3.4.6 Figuras

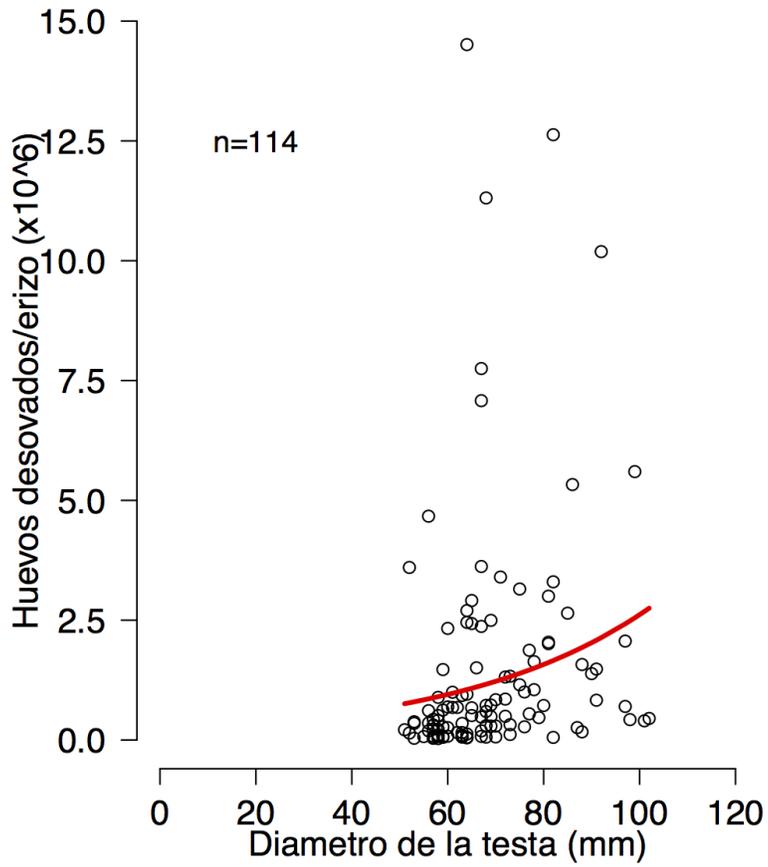


Figura 4. 1: Estimación de la relación entre el diámetro de la testa y la cantidad de huevos desovados en erizos inducidos al desove, aplicando modelos generales lineales mixtos. Datos obtenidos del proyecto FIP 2007-44.

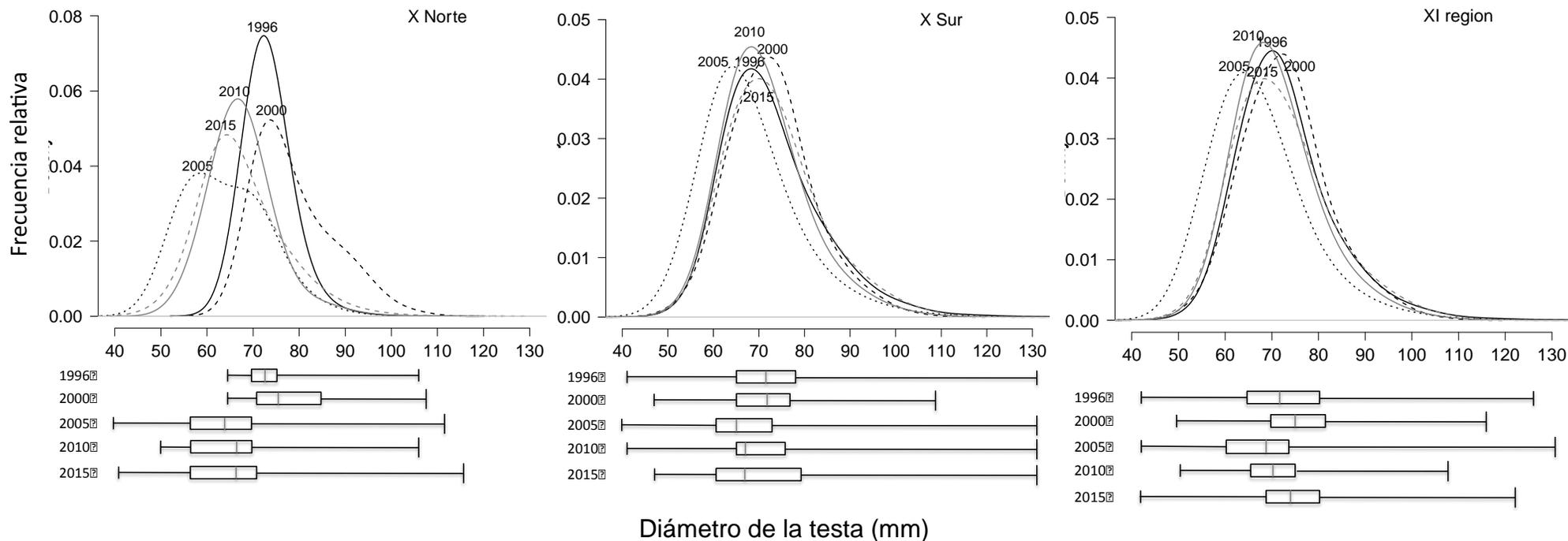


Figura 4. 2 Distribución de tamaños de la pesquería del erizo *L. albus* en las zonas X región norte, X región sur y XI región de Aysén para los años 1996, 2000, 2005, 2010 y 2015. Las representaciones de caja debajo de la distribución de frecuencias muestran la mediana de la distribución (línea gris), a la izquierda de la mediana se muestra el 25% inferior de los datos ordenados, a la derecha se muestra el 25% superior de los datos ordenados y las barras de error muestran los valores mínimos y máximos. .

3.5 Objetivo Específico 5.

Difundir los resultados en un taller técnico.

3.5.1 Metodología de trabajo

La Comisión de Manejo de las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua X y XI regiones (COMPEB), es una instancia creada para realizar una asesoría participativa a la Subsecretaría de Pesca, acerca del manejo de las principales pesquerías incluidas en el Plan de Manejo (PM). A su vez la COMPEB es asesorada por Grupos Técnicos Asesores (GTA) de los recursos incorporados en el PM, los que tienen la responsabilidad de asesorar técnica y científicamente a la COMPEB.

En este marco, se propuso en este estudio difundir los resultados a los integrantes del GTA de erizos como en reuniones ampliadas de la COMPEB. Se comprometió la difusión mediante presentaciones del grupo ejecutor al inicio y al final del proyecto, con el objeto de explicar, socializar y mostrar los resultados obtenidos.

La primera presentación se debió realizar en la primera reunión de COMPEB convocada una vez adjudicado el proyecto, con el objetivo de presentar y explicar los alcances del proyecto, como también los resultados esperados en su ejecución. La segunda presentación se comprometió efectuarla en la reunión de COMPEB, una vez finalizado el proyecto con el objeto de difundir sus resultados y conclusiones.

3.5.2 Resultados

Presentación del Proyecto al GTA-erizos de la COMPEB: Con fecha 3 de febrero de 2015 fue invitado el Jefe de proyecto por el GTA de erizos a hacer una presentación sobre los objetivos y metodología a emplear en el desarrollo del

proyecto. La reunión tuvo lugar en la ciudad de Puerto Montt y asistieron la mayoría de los miembros de este Grupo Técnico, incluyendo personal de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Presentación del Proyecto Pescadores de Carelmapu y Melinka: Con el fin de difundir las actividades locales que se estaban desarrollando y además solicitar a los pescadores su colaboración para no remover erizos de las áreas de experimentación (marcaje), se elaboraron y distribuyeron afiches y se emitieron mensajes radiales (ver obj. 2).

Presentación al Comité Científico Bentónico: Entre el 19 y 20 de mayo el jefe de proyecto realizó una presentación con los resultados preliminares de este estudio de acuerdo a un requerimiento realizado por la Presidenta del CCT bentónico (**Anexo 4**).

Taller de trabajo con GTA-erizos de la COMPEB: Entre el 30 y 31 de mayo de 2016, se efectuó un taller de análisis de datos en las dependencias de IFOP en Valparaíso, como parte de las actividades del GTA de erizo. Esta actividad estuvo orientada a socializar y discutir los resultados obtenidos asociados al crecimiento y a los aspectos reproductivos, de manera de ampliar la discusión con miembros del GTA de erizo, integrantes de este estudio e invitados especiales (**Tabla 5.2, Anexo 5**).

Presentación de resultados a COMPEB: En Puerto Montt entre los días 16 y 17 de noviembre de 2016 se realizó una reunión de la Comisión de Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua X–XI Regiones (COMPEB), el primer día de la reunión el jefe de proyecto realizó una presentación de los resultados del proyecto. Los resultados de la reunión se detallan en el acta (**Anexo 6**).

3.5.3 Tablas

Tabla 5.1 Actividades de difusión y comunicación de resultados del proyecto FIP 2014-08

Actividad	Fecha	Comprobante
Presentación de Proyecto al GTA-Erizon de la COMPEB	3 de febrero 2015	Anexo: Tabla GTA-erizon
Presentación Comité Científico Bentónico	20 de mayo 2016	Anexo: Acta CCT-B
Taller de discusión de resultados GTA-erizon (COMPEB) ampliado	31 de mayo de 2016	Anexo: Acta reunión
Presentación de resultados a industria	18 de octubre de 2016	Anexo 7:Noticia publicada en revista Aqua
Presentación de resultados a la COMPEB	16 y 17 noviembre de 2016	Anexo: Acta reunión

Tabla 5. 2: Participantes Taller de análisis de datos. Valparaíso 30 – 31 de Mayo de 2015

Nombre	Miembros del GTA Erizo	Lugar de trabajo
Wolfgang Stotz	X	U. Católica del Norte
Jorge González		U. de Antofagasta
Carlos Molinet		U. Austral de Chile
Alejandra Arévalo	X	Consultor y Coordinadora del GTA de erizo
Eduardo Díaz		IFOP
Elson Leal		IFOP

Pablo Araya		IFOP
Nancy Barahona	X	IFOP
Francisco Cerna	X	IFOP
Cecilia Balboa		U. Austral de Chile
Andrés Venegas	X	Subpesca

3.6. Conclusiones

De la revisión bibliográfica se observa que existe bastante información biológica acerca del erizo *Loxechinus albus*. Por lo general se observa variabilidad de los parámetros lo que puede estar influenciado por la heterogeneidad del hábitat.

En lo específico, para la zona de estudio, los parámetros reproductivos y de crecimiento mostraron diferencias significativas, ratificando la variabilidad espacial previamente señalada. Esto sugiere que la pesquería de *L. Albus* debe ser manejada en unidades espaciales más pequeñas que la macrozona X y XI región, no sólo respecto de la división administrativa, sino también respecto a la implementación de estrategias/medidas de manejo que permitan dar mayor sustentabilidad a esta actividad. Específicamente la pesquería debería considerar medidas de manejo asociadas a la X región Norte, X región Sur y XI Región (sin descartar que la XI región pueda ser dividida para efectos de manejo).

La técnica de lectura de anillos de las placas genitales permite determinar la edad en *L. Albus* con una precisión de 70%, lo que debe ser analizado en relación a las consecuencias que esto puede tener para la estimación de indicadores pesqueros. A la vez se observó que en Carelmapu alrededor de 17,8% de los erizos pueden tener menos años que los asignados a través de lectura de anillos, mientras que en Westhoff el 30,9% de los erizos marcados pueden tener más años que los asignados.

La talla de primera madurez fue mayor en la zona de Carelmapu (L50= 46 -51 mm DT en hembras) (en teoría la zona más pescada del área de estudio), mientras que en otras zonas cercanas a puertos de desembarque (Pta Paula, Quellón y Westhoff, Melinka) se observó que los individuos de 30 mm DT ya presentaron signos de madurez, lo que podría implicar un desplazamiento de la talla de primera madurez en zonas más afectadas por la explotación.

Sin embargo, la cantidad de huevos que pueden aportar individuos de tamaños pequeños permanece en duda ya que, el peso de la gónada es exponencialmente más pequeño a lo observado en ejemplares > 50 mm DT. Los estudios acerca de la fecundidad de *L. Albus*, indican que la probabilidad de desove de individuos < 50 es cercana a 0, aunque es necesario profundizar en este tipo de análisis.

La talla crítica estimada varió entre 50 y 74 mm DT, lo que se ve principalmente afectado el parámetro de Mortalidad, que fue obtenido desde la literatura. Al respecto los parámetros de mortalidad descritos en la literatura varían entre 1.93 y 4.0, lo que resulta en un amplio rango de variación de la talla crítica.

Al simular el Rendimiento por Recluta y la Producción de Huevos por Recluta se obtiene que con valores de $M > 3$ y $F_{0.1}$ no existen diferencias en cosechar erizos en 60 ó 70 mm DT como talla mínima. Sin embargo si M disminuye, entonces la talla mínima más adecuada debiera ser 70 mm DT. En cualquier caso, además de promover el manejo espacialmente explícito es necesario ajustar los valores de F (al menos disminuirlos en la X región), ya que los stocks locales muestran deterioro de sus distribuciones de tamaño (de acuerdo a los resultados de la pesquería), lo que es coincidente con el seguimiento de subpoblaciones implementado por el Instituto de Fomento Pesquero

3.7. Bibliografía

- Agatsuma, Y. and A. Nakata. 2004. Age determination, reproduction and growth of the sea urchin *Hemicentrotus pulcherrimus* in Oshoro Bay, Hokkaido, Japan. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 84:401-405.
- Almonacid, E. y C. Vargas. 2012. Determinación del ciclo gonadal de *Loxechinus albus* a lo largo de la costa de Magallanes. Informe Final. SUBPESCA. 81pp + anexos.
- Arana, P., S. Palma, E. Bay-Schmith, M.A. Monardes y M. Gálvez. 1996. Aspectos biológicos y pesqueros del erizo (*Loxechinus albus*) en la Región de Magallanes. *Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso*, 23/96: 83-140 pp
- Arias E, N. Barahona, E. Lozada y G. Jerez. 1995. Monitoreo del recurso erizo en la X y XI Región. Informe Final FIP 93-13. Instituto de Fomento Pesquero
- Arre, C. 2014. Relación entre el suministro larval y el reclutamiento del erizo *Loxechinus albus* (Molina 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en una depresión batimétrica. Tesis ingeniería en Acuicultura, Universidad Austral de Chile, Chile.
- Balboa, C.A. 2012. Variabilidad en el crecimiento del erizo rojo *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en un gradiente de profundidad, en un área del Sur de Chile. Tesis Ingeniería en Acuicultura. Puerto Montt, Chile. Universidad Austral de Chile
- Barahona, N., Orenzans, J., Parma, A., Jerez, G., Romero, C., Miranda, H., Zuleta, A., Catasti, V. y P. Galvez. 2003. Bases biológicas para rotación de áreas en el recurso erizo. Informe Final. Proyecto FIP 2000-18. Instituto de Fomento Pesquero. 378 pp
- Bay-Schmith, E., C. Werlinger, and J. Silva. 1981. Ciclo Anual de reproducción del recurso erizo *Loxechinus albus* entre la X y XII Región., Universidad de Concepción, Concepción.

- Botsford LW, Kaplan DM, Hastings A. 2004. Sustainability and yield in marine reserve policy. In: Shibly JB (ed) Aquatic protected areas as fisheries management tools. American Fisheries Society, Bethesda, p 75-86
- Bustos, H., R. Troncoso, J. Valencia, and A. Reyes. 1987. Repoblación y cultivo de la ostra chilena y del erizo en la isla de Chiloé. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago.
- Bustos, E., S. Olave & R. Troncoso. 1991. Estudio repoblamiento de recursos bentónicos área piloto IV región. Etapa III. Investigaciones en erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782). CORFO-IFOP, Chile, AP 90/1c: 186 p
- Bückle, F., C. Guisado, C. Cerrano, I. Cordova, L. Peña, and E. Vasquez. 1977. Estudio del crecimiento en cautiverio del erizo *Loxechinus albus* (Molina) en las costas de Valparaíso y Chiloé, Chile. . Anales Centro Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autonoma 4:141-152.
- Brown-Peterson N, D Wyanski, F Saborido-Rey, B Macewicz & S Lowerre-Barbierie. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science 3: 52-70
- Christensen, R. H. B. 2012. Ordinal: Regression Models for Ordinal Data The R Development Core Team, <http://www.cran.r-project.org/package=ordinal/>.
- Dayton, P.K.; Rosenthal, R.J.; Mahan, L.C. y Antezana, T. 1977. Population structure and foraging biology of the predaceous Chilean asteroid *Meyenaster gelatinosus* and the escape biology of its prey. Marine Biology 39: 361-370.
- Dayton, P.K. 1985. The structure and regulation of some South American Kelp communities. Ecol. Monogr. 69: 219-250.
- Dobson, A. 2002. An introduction to Generalized Linear Models. Chapman & Hall/CRC.
- Deppe R. y Viviani CA. 1977. La pesquería artesanal del erizo comestible *Loxechinus albus* en la Región de Iquique.

- Duran, L., C. Falcón, M. Gálvez, C. Godoy, C. Melo, D. Oliva. .1999. Elaboración de claves talla-edad para el recurso erizo. Proyecto FIP No. 1997-30, 197 pp, tablas, figures, apéndices. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso.
- Ebert, T. 1988. Calibration of natural growth lines in ossicles of two sea urchins, *Strongylocentrotus purpuratus* and *Echinometra mathaei*, using tetracycline. *Echinoderm biology*. Balkema, Rotterdam: 435-443.
- Ebert, T. A., J. D. Dixon, S. C. Schroeter, P. E. Kalvass, N. T. Richmond, W. A. Bradbury, and D. A. Woodby. 1999. Growth and mortality of red sea urchins *Strongylocentrotus franciscanus* across a latitudinal gradient. *Marine Ecology Progress Series* 190:189-209.
- Espinoza, K. 2014. Variabilidad temporal del estado de desarrollo larval de *Loxechinus albus* (Echinodermata; Echinoidea) en un gradiente batimétrico, Sur de Chile. Tesis Ingeniería en Acuicultura, Universidad Austral de Chile
- Fuentes, J.L. 1981. Nicho alimentario de *Pimelometopon maculatus* (Pérez 1886) (Pices, Labridae) en Playa Blanca, Iquique. *Boletín de la Sociedad Biológica de Concepción*. 51 (2): 109-117.
- Flores, L., B. Ernst, and A. Parma. 2010. Growth pattern of the sea urchin, *Loxechinus albus* (Molina, 1782) in southern Chile: evaluation of growth models. *Marine Biology* 157:967-977.
- Gabriel, W.L., Sissenwine, M.P., Overholtz, W.J., 1989. Analysis of Spawning Stock Biomass per Recruit: An Example for Georges Bank Haddock. *North American Journal of Fisheries Management*. 9, 383-391.
- Gálvez, M. 1996. Evaluación indirecta del stock de erizo (*Loxechinus albus*) al sur del Estrecho de Magallanes (Chile), durante la temporada 1995. p. 254- 286. En: Arana, P. (Ed.). Análisis de la pesquería evaluación del stock del erizo (*Loxechinus albus*), explotado en la Región de Magallanes. Programa de Investigación. Informe Final. N°23/96. Universidad Católica de Valparaíso-Pesquera Hanamar Ltda.

- Gage, J. 1991. Skeletal growth zones as age-markers in the sea urchin *Psammechinus miliaris*. *Marine Biology* 110:217-228.
- Gage, J. 1992a. Growth bands in the sea urchin *Echinus esculentus*: results from tetracycline-mark/recapture. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 72:257-260.
- Gage, J. 1992b. Natural growth bands and growth variability in the sea urchin *Echinus esculentus*: results from tetracycline tagging. *Marine Biology* 114:607-616.
- Gage, J. D. and P. A. Tyler. 1985. Growth and recruitment of the deep-sea urchin *Echinus affinis*. *Marine Biology* 90:41-53.
- Gebauer, P. and C. A. Moreno. 1995. Experimental validation of the growth rings of *Loxechinus albus* (Molina, 1872) in the southern Chile (Echinodermata: Echinoidea). *Fisheries Research* 21:423-435.
- Guisado, Ch. 1991. Postergación de metamorfosis en *Loxechinus albus* (Molina) (Echinoidea: Echinidae). Resúmenes. IV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. 3º sept-04 oct, 1991. Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo. p.128.
- Guisado, C. 1995. Estrategias de desarrollo larval y ciclo de vida en dos especies de echinoideos regulares del sur de Chile. Tesis de Magister, Universidad Austral de Chile.
- Guisado, C. and J. A. Castilla. 1987. Historia de vida, reproducción y avances en el cultivo del erizo comestible chileno *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinoidea: Echinidae). Pages 59-68 in P. Arana, editor. *Manejo y Desarrollo Pesquero*. Editorial Universitaria, Valparaíso.
- Guisado, C., E. Arias and E. Pérez. 1998. Estudio reproductivo del erizo en las regiones I-VIII. Informe Final. Proyecto FIP-IT/96-44. Coquimbo, Universidad Católica del Norte: 1-233.
- Gutierrez, J. and I. Otsu. 1975. Periodicidad en las variaciones biométricas de *Loxechinus albus* Molina. *Revista de Biología Marina* 15:179-199.
- Haddon, M., 2011. *Modelling and quantitative methods in fisheries*. CRC press.

- Hilborn, R. and C. J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment choice dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York.
- Inostroza, F., H. Robotham, R. Salas, and R. Serey. 1983. Cartas de distribución de los recursos bento-demersales de las aguas interiores de la X, XI y XII región. Zona I, II, III, y IV. Informe Final, Instituto de Fomento Pesquero, Valparaiso.
- Jerez, G., N. Barahona, A. Muñoz, E. Lozada y V. Ascencio 1997. Monitoreo de la pesquería del recurso erizo en la XII Región. FIP 94-27 A. Informe Final
- Kino, S. and Y. Agatsuma. 2007. Reproduction of sea urchin *Loxechinus albus* in Chiloé Island, Chile. *Fisheries Science* 73 (6): 1265-1273
- Krzanowski, W. 1998. An Introduction to Statistical Modelling. Arnold, London
- Lancellotti, D. A. And J. A. Vasquez. 2000. Zoogeografía de macro-invertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. *Revista Chilena de Historia Natural* 73:99-129.
- Lozada E, y E. Bustos. 1984. Madurez sexual y fecundidad e *Venus* antigua King y Broderip 1835 en la Bahía de Ancud. (Mol: Biv: Veneridae). *Rev. Biol. Mar, Valparaiso* 20 (2): 91-112
- Lozada E y E. Arias. 1992. Sobre variaciones morfológica y reproductiva en *Loxechinus albus* (Molina 1782). Resúmenes XII congreso de Ciencias del Mar . 27 – 29 de mayo de 1999. IFOP. Santiago 117
- Lumingas, L. and M. Guillou. 1994. Growth zones and back-calculation for the sea urchin, *Sphaerechinus granularis*, from the Bay of Brest, France. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 74:671-686.
- McEdward, L. and B. G. Miner. 2001. Echinoid larval ecology. Pages 59-78 in J. M. Lawrence, editor. *Edible sea urchins: Biology and Ecology*. Elsevier, Tampa.
- McCullagh, P. 1980. Regression models for ordinal data. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B* 42:109-142.
- McCullagh, P. and J.A. Nelder. 1989. *Generalized Linear Models*, Chapman and Hall, London.

- Moreno, C. A., C. Molinet, J. Codjambassis, M. Diaz, P. Diaz, and A. Arevalo. 2011. Bathymetric distribution of the Chilean sea urchin (*Loxechinus albus*, Molina) in the inner seas of northwest Patagonia: implications for management. *Fisheries Research* 110:305-311.
- Moreno, C. A. and R. Vega. 1988. Valor científico de las reservas marinas costeras: un ejemplo de estudio ecológico en poblaciones de *Loxechinus albus* (Molina). *Unesco Ciencias Mar*
- Moreno, C. A., A. Zuleta and P. S. Rubilar. 1996. Investigación complemento pesquería Erizo 1995. Subsecretaría de Pesca. Valdivia, Universidad Austral de Chile: 1-47.
- Molinet, C., Moreno, C., Codjambassis, J., Díaz, M., Flores, M., Almanza, V., Enríquez, J., Neculman, M., Cortez, E., Orenzans, J. y A. Parma. 2009. Estudio de poblaciones fuente (profundas) y flujo de dispersión larvaria y reclutamiento de erizos en la XI región (Fase I). Informe Final. Proyecto FIP 2007-44. 154 pp
- Molinet, C., Barahona, N., Yannicelli, B., González, J., Arevalo, A., Rosales, S., 2011. Statistical and empirical identification of multi-species harvesting zones to improve monitoring, assessment and management of benthic fisheries in Southern Chile. *Bull. Mar. Sci.* 87, 351-375.
- Molinet, C., C. A. Moreno, E. J. Niklitschek, M. Matamala, M. Neculman, A. Arévalo, J. Codjambassis, P. Díaz and M. Diaz. 2012. Reproduction of the sea urchin *Loxechinus albus* across a bathymetric gradient in the Chilean Inland Sea. *Revista de biología marina y oceanografía* 47: 257-272
- Molinet, C., C. Balboa, C. A. Moreno, M. Diaz, P. Gebauer, E. Niklitschek, and N. Barahona. 2013. Variability in the growth patterns of *Loxechinus albus* along a bathymetric gradient associated with a fishing ground. *Bulletin of Marine Science* 89:699-716.
- Molinet, C., Díaz, M., Díaz, P.A., Rojas, O., Millanao, M.O., Aguayo, A., Balboa, C., Espinoza, K., Arre, C., Salas, C., Arriagada, C., Caro, R., Barahona, N., Araya, P., Subiabre, D., Ruiz, M., Niklitschek, E.J., Muñoz, N., Silva, M. 2014.

- Diseño de una red de estaciones fijas de monitoreo para la pesquería del recurso erizo en la X y XI Regiones. Informe Final Proyecto FIP 2012-14. 190 pp.
- Narvaez, C. A., L. E. Johnson, and B. Sainte - Marie. 2016. Growth bands are an unreliable indicator of sea urchin age: Evidence from the laboratory and the literature. *Limnology and Oceanography: Methods*.
- Nelson, G., 2015. fishmethods: Fishery Science Methods and Models in R. R package version 1.9-0,. in: The R Development Core Team (Ed.). <http://CRAN.R-project.org/package=fishmethods>
- Norambuena, R.; L. González; L. Hirenacks. 1976. Evaluación de la población de erizos en el sur de la Isla de Chiloé (Lat. 42° 50'5 y Lat. 43° 29'5). División de Prospección Pesquera. IFOP. 50 P.
- Olave, S., R. Troncoso y C. Godoy.1992. Investigación repoblamiento de recursos bentónicos área piloto IV Región. Etapa IV. 5. Investigación en erizo *Loxechinus albus* (Molina, 1782).
- Olave, S., Bustos, E., Lawrence, J. M., & Cárcamo, P. 2001. The effect of size and diet on gonad production by the Chilean sea urchin *Loxechinus albus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(2), 210-214.
- Olivarez, I. 2003 Characterization of the gametogenic cycle of the sea urchin *Loxechinus albus*. In *Sea Urchins Fisheries and Ecology*. Proceeding of the international conference on Sea-Urchin fisheries and aquaculture, 179-184.
- Orensanz, J. M., A. Parma, T. Turk, and J. Valero. 2006. Dynamics, assessment and management of exploited natural populations. Pages 765-868 in S. Shumway and G. J. Parsons, editors.
- Orensanz, J.M., Jamieson, G.S., 1998. The assesment and management of spatially structured stocks: an overview of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stocks Assessment and Management. in: Jamieson, G.S., Campbell, A. (Eds.), *Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stocks Assessment and Management*. Canadian Special

- Publication Fisheries and Aquatic Sciences Nanaimo, British Columbia, Canada., pp. 441-459.
- Oyarzún, S., S. Marín, C. Valladares y J.L. Iriarte. 1999. Reproductive cycle of *Loxechinus albus* (Echinodermata: Echinoidea) in two areas of the Magellan Region (53°S, 70 – 72°W), Chile. *Scientia Marina*, Vol 63
- Palma, A. and P. Arana. 1996. Antecedentes biológicos, pesqueros y jurídicos del erizo (*Loxechinus albus*, Molina 1782) en P. Anara 1996. Informe final Programa de investigación: Análisis de la pesquería y evaluación del stock del erizo (*Loxechinus albus*) explotado en la region de Magallanes. U. Católica de Valparaíso. Escuela de Ciencias del Mar. P. 5-55
- Palma, A. and P. Arana. 1996. Método rápido de determinación del sexo en el erizo comestible *Loxechinus albus* (Molina, 1782) y su aplicación en estudios biológico-pesqueros. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 24: 123-130.
- Pearse, J. S. and V. B. Pearse. 1975. Growth zones in the echinoid skeleton. *American Zoologist* 15:731-751.
- Pecorino, D., M. D. Lamare, and M. F. Barker. 2012. Growth, morphometrics and size structure of the Diadematidae sea urchin *Centrostephanus rogersii* in northern New Zealand. *Marine and Freshwater Research* 63:624-634.
- Pereira L.; LLanes, J. y Akaboshi, S. 1987. Cultivo experimental del erizo comestible *Loxechinus albus*, (Molina) en ambiente controlado. Resúmenes. VII Jornadas de Ciencias del Mar. 16-20 noviembre 1987. Universidad e Concepción. P 122.
- Reyes, A., A. Carmona, A. Sepúlveda, E. Arias, C. Rojas, N. Barahona, I. Sasso & E. Lozada. 1991. Estado de situación y perspectivas del recurso pesquerías bentónicas III, IV y X Región. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Bentónicas. 1990. Informe Técnico CORFO-IFOP. 85 p + Tablas y Figuras
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada* 191:1-382
- Roa-Ureta, R. H., C. Molinet, N. Barahona, and P. Araya. 2015. Hierarchical statistical framework to combine generalized depletion models and biomass

- dynamic models in the stock assessment of the Chilean sea urchin (*Loxechinus albus*) fishery. *Fisheries Research* 171:59-67.
- Rogers-Bennett, L. D. 2003. Modeling Red Sea Urchin Growth Using Six Growth Functions. SCIENTIFIC PUBLICATIONS OFFICE.
- Russell, M. P., T. A. Ebert, and P. S. Petraitis. 1998. Field estimates of growth and mortality of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Ophelia* 48:137-153.
- Russell, M. P. and R. W. Meredith. 2000. Natural growth lines in echinoid ossicles are not reliable indicators of age: a test using *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Invertebrate Biology* 119:410-420.
- Saborido-Rey F & E Leal. 2011. Revisión de los criterios histológicos para la asignación de estados de madurez en jurel. Reporte Técnico. IFOP-Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, 22 pp. + Anexos.
- Schnute, J. 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38:1128-1140.
- Schuhbauer, A., P. Brickle, and A. I. Arkhipkin. 2010. Growth and reproduction of *Loxechinus albus* (Echinodermata: Echinoidea) at the southerly peripheries of their species range, Falkland Islands (South Atlantic). *Marine Biology* 157:1837-1847.
- Shelton, A. O., D. A. Woodby, K. Hebert, and J. D. Witman. 2006. Evaluating age determination and spatial patterns of growth in Red Sea urchins in Southeast Alaska. *Transactions of the American Fisheries Society* 135:1670-1680.
- Strub, P. T., M. J. Mesías, V. Montecino, J. Rutllant, and S. Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America coastal segment. Pages 273-313 in A. R. R. a. K. H. Brink, editor. *The Sea*.
- Valladares, C.; Gibbons, J.; Nuñez, N.; Stotz, W.; Valdevenitom, M. & E. Pérez. 1999. Análisis bio-económico del recurso erizo en la XII Región. Informe Final. FIP 97-31. BIOMAR Consultores Ltda.- U. Católica del Norte. 131 p.

- Vásquez, J. (2001). Ecology of *Loxechinus albus*. Edible sea urchins: Biology and ecology. J. M. Lawrence. Tampa, Elsevier Science B.V.: 161-175
- Viviani, C.A. 1975. Las comunidades marinas litorales en el norte grande de Chile. Pub. Ocasinal lab.Ecol. Marina, Universidad del Norte, Iquique
- Walker, M. 1981. Influence of season on growth of the sea urchin *Evechinus chloroticus*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 15:201-205.
- Zabala, A. 1987. Determinación de una metodología para establecer edad en el erizo comestible *Loxechinus albus* (Molina, 1782). Informe de título UC Chile, 54.
- Salazar D. 1999. Madurez gonadal en el "Erizo rojo" *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinoidea, Echinidae). Tesis para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú. 51pp + cuadros y figuras.
- Zamora, S. and W. Stotz. 1992. Ciclo reproductivo de *Loxechinus albus* (Molina 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en Punta Lagunillas, IV región, Coquimbo, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 65:121-133.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Pearson Education India.
- Zegers, J., Oliva, M., Hidalgo, C., & Rodríguez, L. (1983). Crecimiento de *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinodermata: Echinoidea) en sistema de jaulas suspendidas a media agua. Mem Asoc Latinoam Acuicult, 5, 369-378.
- Zuleta, A., C. Molinet, P. S. Rubilar, S. Rosales, R. Gili, L. Ariz, N. Barahona, Z. Young, B. Ernst, J. M. Orensanz, A. Parma, and M. Nilsson. 2008. Bases biológicas para la rotación de áreas del recurso erizo, Fase II. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso.

4. ANEXOS

Anexo 1: Marcaje experimental en I. Westhoff Proyecto FIP 2012-14

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN RECOLECTADA EN PROYECTO FIP 2012-14

Como una actividad complementaria del proyecto FIP 2012-14, en abril de 2013 se realizó una actividad de marcaje de erizos con el fin de validar la técnica de la lectura de anillos de crecimiento. Esta actividad se realizó en el sector de Isla Westhoff, donde se marcaron un total de 1720 erizo (tabla 1).

El marcaje de los erizos se realizó mediante la inyección de tetraciclina a ejemplares mayores a 20 mm de diámetro de testa (DT) e inmersión de calceína a ejemplares menores a 20mm.

La recaptura de estos erizos se realizó en mayo de 2014. Los erizos recapturados fueron llevados al laboratorio del Programa de Investigación Pesquera de la Universidad Austral de Chile. Cada ejemplar fue medido y se le extrajeron las placas genitales y la linterna de Aristóteles, las cuales fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 7% con el fin de blanquearlas y extraer la materia orgánica presente, luego se enjuagaron y secaron al aire libre.

La identificación de los erizos marcados se realizó mediante la observación de las demi-piramides (dientes de la linterna de Aristóteles) bajo un microscopio portátil UV marca PCE-MM200. La marca de la tetraciclina se hace visible bajo la luz ultravioleta y se observa de un tono amarillo fluorescente (Figura 1).

Una vez identificados los erizos marcados con tetraciclina ó calceína, se procedió a procesar a las placas genitales utilizando la metodología descrita por Gebauer (1992).

Las placas genitales fueron observadas bajo un microscopio de epifluorescencia marca Nikon, modelo Eclipse E 400. Las placas fueron vistas inmersas en xilol para facilitar la identificación de los anillos y poder ser fotografiada.

Se registró el incremento de la placa genital desde la marca de tetraciclina o calceína hasta el borde de esta, además de la formación de los anillos opacos y translucidos para la determinación de la edad (Figura .2).

Tanto el número de anillos como la distancia de la marca al borde fueron analizadas a través del software Image-Pro Plus v4.5.

Este trabajo permitió afinar la metodología para estudiar el crecimiento en los ejemplares de erizo marcados en 2015.

De los erizos marcados en 2013 se recuperaron un total de 1170 erizos de los cuales 165 fueron identificados como erizos marcados ya que se logró observar la marca de tetraciclina en el diente de la linterna y posteriormente en las placas genitales bajo luz UV.

Los resultados muestran que el 72 % de los erizos generan dos nuevos anillos (uno opaco y uno translucido) en el periodo de 1 año post marcaje (Figura 3). Sin embargo, se observa que el 28% de los erizos marcado presentaron 0,1, 3, 4 y 6 anillos (opacos y traslúcidos).

El 98 % de los erizos marcados presentaron la marca de la tetraciclina en el anillo translucido, coincidente con el periodo de formación de los anillos de crecimiento lento. Esto concuerda con lo reportado por Gebauer y Moreno (1995).

Tabla 1: Números de erizos recolectados y marcados durante abril de 2013 y recuperados en mayo de 2014 por rango de tallas en el sector de Isla Westhoff.

Diámetro de la testa (mm)	N° de erizos Marcados
13-20	221
30-33	146
34-37	273
40-41	241
44-47	161
50-53	138
54-57	135
60-63	182
64-67	102
70-73	69
>74	52
TOTAL	1720

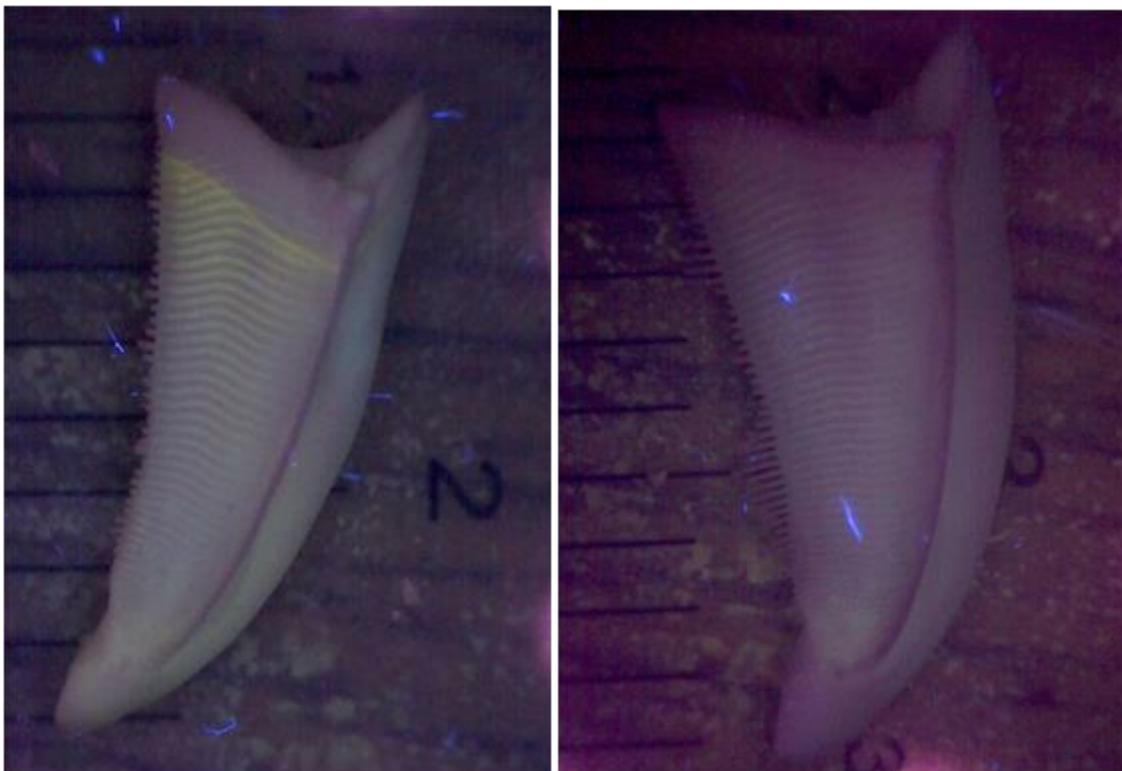


Figura 1: Diente marcado con tetraciclina de *L. albus* de 50 mm de diámetro de testa, línea amarilla corresponde a la marca luego de un año (Figura izquierda). Diente NO marcado (Figura derecha).

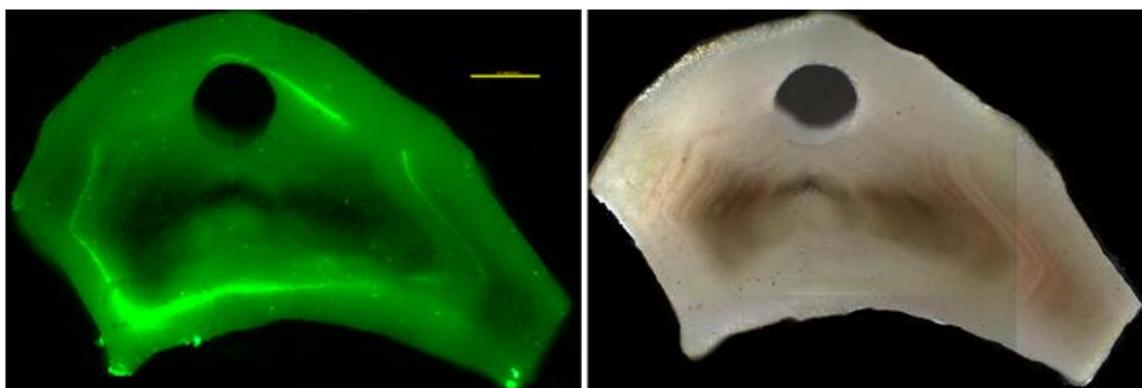


Figura 2 :A) Placa genital de *L. albus* de 50 mm bajo luz ultravioleta. B) Placa genital de *L. albus* de 50 mm con luz reflejada.

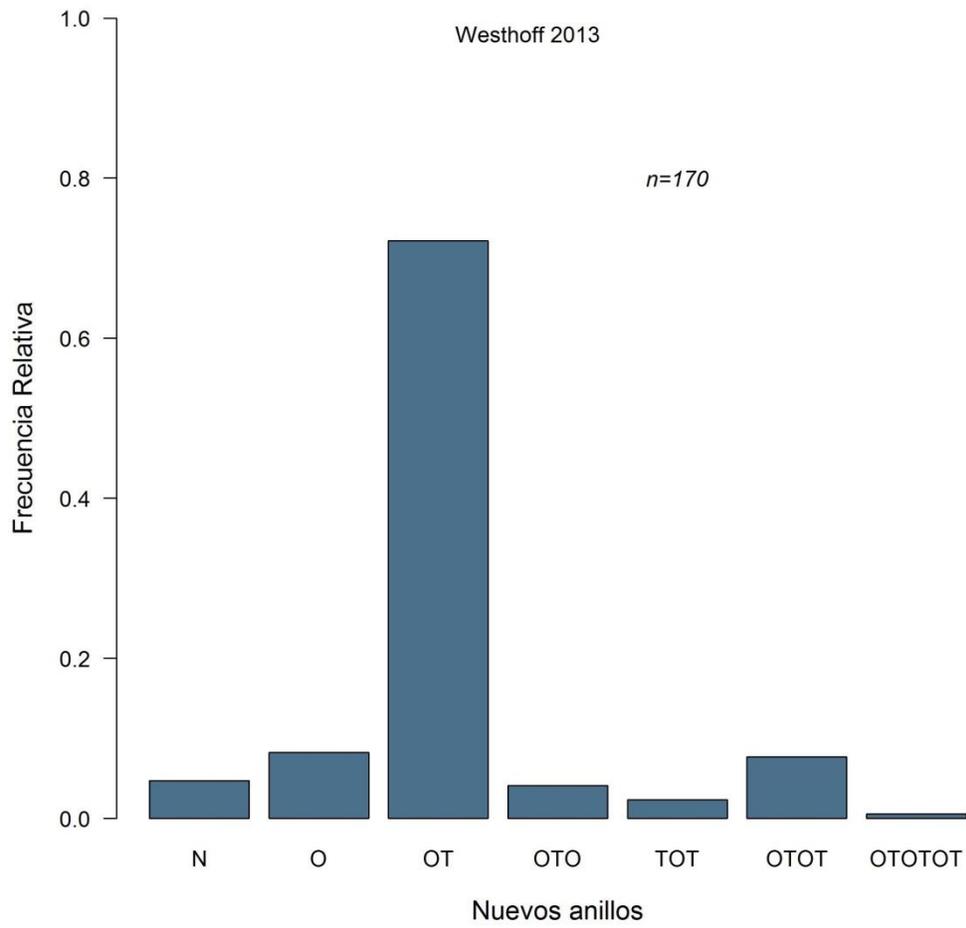


Figura 3: Formación de nuevos anillos a partir de la marca de tetraciclina

Anexo 2: Recalendarización del proyecto



Valparaíso, 25 de mayo del 2015

Carta FIP N° 364

Señor
Carlos Molinet
Jefe de Proyecto
Universidad Austral de Chile
PUERTO MONTT

De mi consideración:

En relación a su carta del 13/04/15, comunico a Ud. que el Consejo de Investigación Pesquera y Acuicultura en sesión N° 223 del 14/05/15, resolvió aceptar la solicitud de prorrogar la entrega de los informes del proyecto FIP 2014-08: "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de erizo en la X y XI Regiones", de acuerdo a las siguientes fechas:

- Informe avance 23-06-2015 (mantiene su fecha original)
- Pre-informe final 23-06-2016
- Informe final 23-08-2016

En orden a oficializar el cambio señalado, adjunto envío a Ud. para su conocimiento y firma correspondiente, modificación de contrato de investigación pesquera (4 copias) entre el Consejo y su institución.

Sobre el particular, y con el propósito de proceder a realizar la modificación legal correspondiente, solicito a Ud. prorrogar la vigencia del documento de garantía de fiel cumplimiento de contrato hasta el 23/02/2017, para lo cual deberá enviar un nuevo documento por el mismo monto, pero con la fecha de vencimiento señalada. Una vez que recibamos el nuevo documento, le enviaremos en devolución el documento que mantenemos en nuestro poder (boleta de garantía N° 139 del Banco Santander).

Saluda atentamente a Ud.,

LUIS CARROZA LARRONDO

Director Ejecutivo

Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura

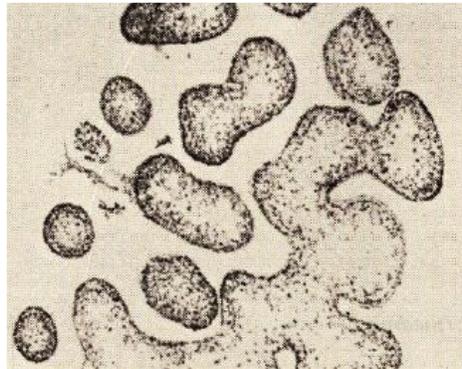


**Anexo 3: Protocolo para la clasificación histológica de gónadas de erizo
Proyecto FIP 2014-08”**

**“Protocolo para la clasificación histológica de gónadas de erizo
Proyecto FIP 2014-08”**

Clasificación de juveniles

Estado O (*Inmaduro indiferenciado (neutro)*): Gónadas pequeñas. Ausencia de folículos en el tejido gonadal, el cual es muy escaso. Ningún signo de la gametogénesis que permita diferenciar sexos (Fuji 1960).



Estado OB (*Inmaduro diferenciado*): Gónadas pequeñas. Formación de folículos con escaso tejido conectivo. Primeros signos de la gametogénesis con células adheridas a la pared del folículo que permiten la determinación del sexo (**Fig. 1 A-B Hembras** y **fig. 2 A-B-C Machos**).

Clasificación de adultos

Los ejemplares virginales tras el proceso ontogénico de la maduración sexual entran al ciclo adulto, cuyo modelo del ciclo reproductivo incorpora las fases de: I: Recuperación; Ia: Crecimiento; II: Maduro; III: Evacuación – Desove y IV: Postevacuado – Postdesove (**Esquema 1**).



Esquema 1 Ciclo reproductivo individuo adulto de erizo.

Estado I (Recuperación): Fase de regeneración posterior al evento reproductivo y de preparación para el siguiente ciclo. Los folículos con paredes definidas, tejido fagocítico disminuido, con grandes espacios dentro de los folículos.

Hembras: Algunas ovogonias comienzan su desarrollo, visualizándose ovocitos pre-vitelogénicos aislados adheridos a la pared del folículo (**Fig. 1 C**)

Machos: Se observa una capa germinal delgada formada por espermatogonias y espermatocitos (**Fig. 2 D**)

Estado Ia (Crecimiento): Esta fase da inicio al ciclo gametogénico e incorpora a los ejemplares en un estado de desarrollo inicial y en premadurez gonadal. En esta fase ingresan los ejemplares que inician por primera vez el ciclo adulto.

Hembras: Gónadas en ovogénesis activa, pero en su estado temprano persisten ovocitos pre-vitelogénicos. Ovocitos vitelogénicos en crecimiento que se encuentran adheridos y pedunculados recubriendo la pared interna del folículo, visualizándose el núcleo en todas las etapas de desarrollo. También, se pueden observar pequeñas aglomeraciones de ovocitos maduros en el lumen folicular sin núcleo visible (**Fig. 1 D**).

Machos: Aumento progresivo en el grosor de la columna espermatogénica hasta completar la línea germinal. Considerable disminución de fagocitos nutritivos los que son desplazados desde el centro hacia la periferia. En el transcurso de esta fase, el progresivo desprendimiento de espermátidas desde la columna espermatogénica forma agrupaciones de espermatozoides que se acumulan en el centro del folículo (**Fig. 2 E**).

Estado II (Maduro): Se considera concluida la gametogénesis, lo que implica un llenado máximo de los folículos, los cuales dilatados por las gametas que contienen, se ponen en contacto entre si, disminuyendo la capa interfolicular.

Hembras: Gran cantidad de ovocitos maduros libres en el lumen folicular adoptando una forma poligonal debido a la mutua compresión, restringiendo tanto al tejido germinal como a los fagocitos nutritivos a la periferia del folículo. Por su parte, los folículos son de paredes delgadas (**Fig. 1 E**).

Machos: Lumen del folículo densamente poblado con espermatozoides. Por su parte, la capa de tejido espermatogénico y los fagocitos nutritivos se reducen a una delgada banda en la periferia del folículo (**Fig. 2 F**).

Estado III (*Evacuación – Desove*): Esta fase esta referida al proceso de emisión gamética.

Hembras: La cantidad de ovocitos libres se reducen notoriamente hasta agotar el stock, pero siempre pueden quedar algunos remanentes. La ovogénesis puede continuar en la pared del folículo. Los fagocitos se visualizan como glóbulos rosados que se distribuyen en una banda cortical (**Fig. 1 F**).

Machos: La masa de espermios en los folículos disminuye debido al proceso de la evacuación. Los fagocitos corticales comienzan a disgregar los estratos de células espermatogénicas, sin embargo la producción de espermios continua, lo que implica que el proceso de maduración no se detiene con la evacuación y perdura un tiempo más (**Fig. 2 G**).

Estado IV (*Post-evacuación – Post-desove*): Indica el fin de la emisión de gametas ya que se produce el vaciamiento total de las gónadas sin signos de pronta recuperación. Los folículos se contraen y las gametas residuales serán reabsorbidas por las células con actividad fagocitaria. En el avance de esta fase es posible no se pueda distinguir los sexos ni siquiera histológicamente.

Hembras: El ovario en esta etapa se caracteriza por la aparición de un gran espacio vacío en el centro de los folículos y por la presencia de un bajo número de ovocitos residuales. Hay un incremento en el número de fagocitos nutritivos. Las paredes foliculares se encuentran reducidas y la capa intermedia que consiste en fibra muscular es marcadamente visible (**Fig. 1 G-H**).

Machos: Presencia de espacios vacíos en el lumen del folículo, en el cual permanece un bajo número de espermatozoides no evacuados. La trama de fagocitos nutritivos ocupa completamente el lumen del folículo (**Fig. 2 H**).

Después que la gónada pasa por todos los estados mencionados, los individuos completan el ciclo regresando al estado I

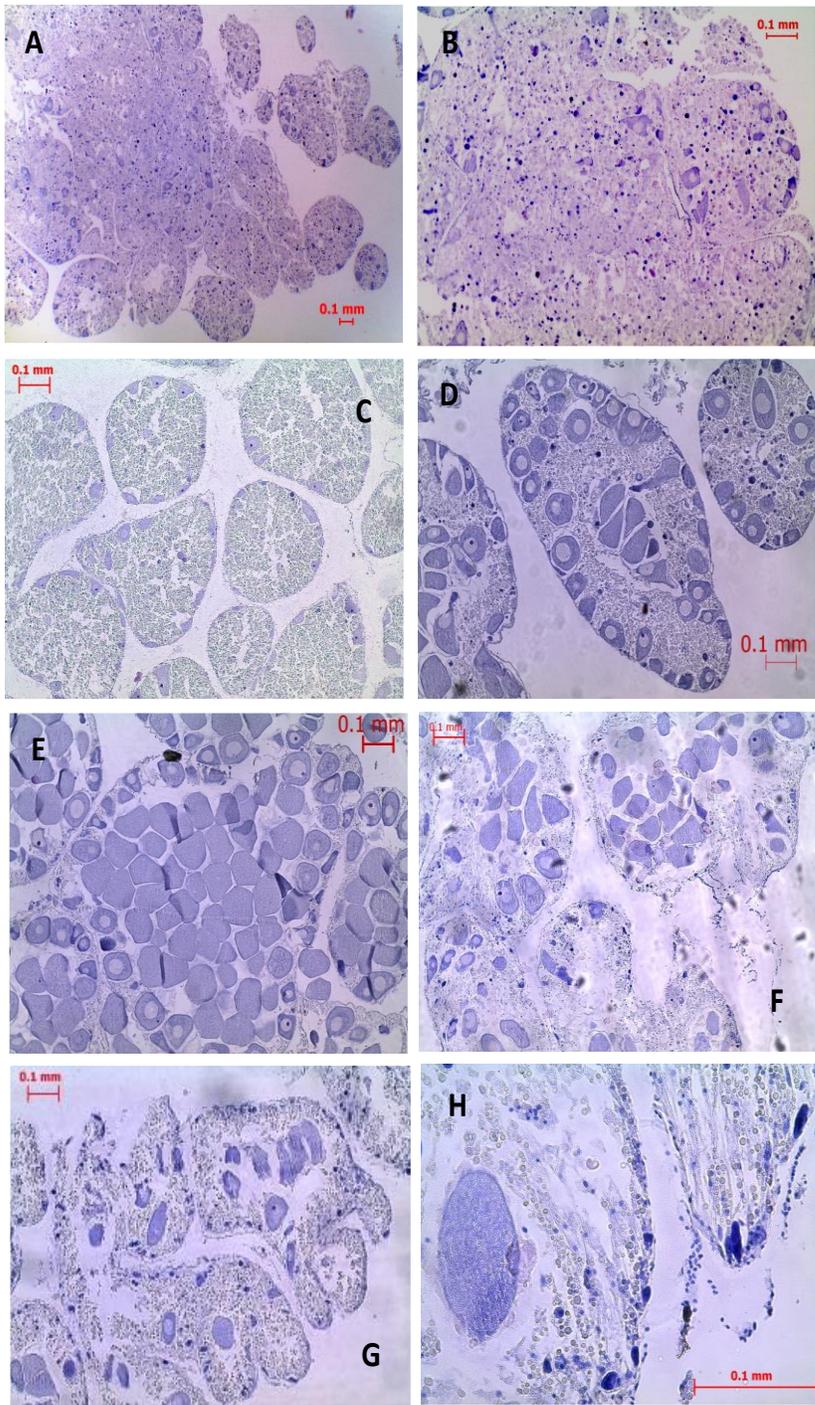


Figura 1: **A) Estado OB Inmaduro diferenciado (4X), B) Estado OB Inmaduro diferenciado (10X), C) Estado I Recuperación (10X), D) Estado Ia Crecimiento (10X), E) Estado II Maduro (10X), F) Estado III Desove (10X), G) Estado IV Post-desove (10X), H) Estado IV Post-desove (40X).**

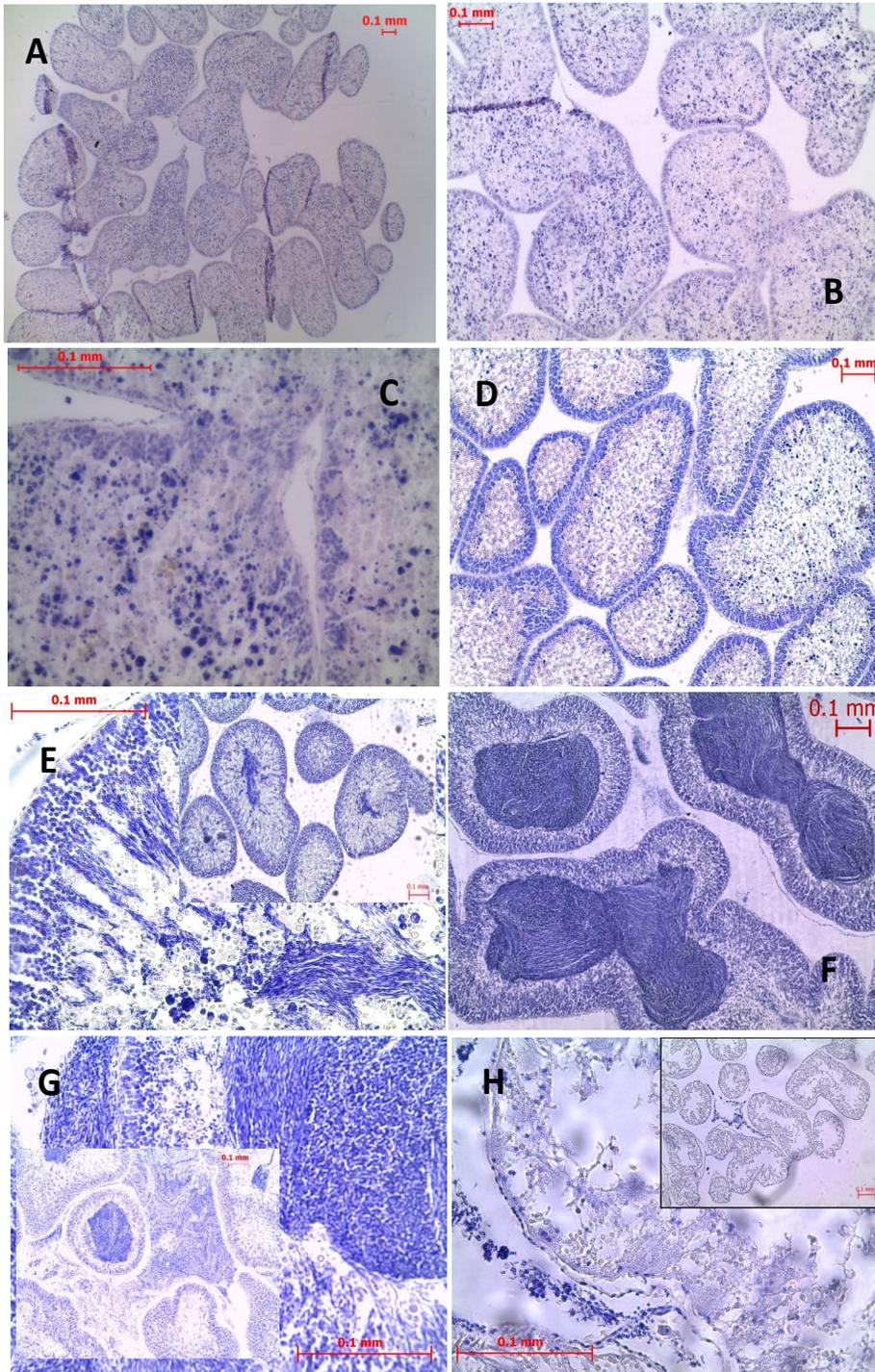


Figura 2: **A)** Estado OB Inmaduro diferenciado (4x), **B)** Estado OB (10x), **C)** Estado OB (40x), **D)** Estado I Recuperación, **E)** Estado Ia Crecimiento, **F)** Estado II Maduro, **G)** Estado III Evacuación, **H)** Estado IV Post-evacuación.

**Anexo 4: Acta Presentación resultados preliminares al Comité Científico
Bentónico**

VALPARAISO, 30 de mayo de 2016

Señor
Raúl Súnico Galdames
Subsecretario de Pesca y Acuicultura
Bellavista 168 psi 18
VALPARAISO

Ref.: Adjunta Acta Sesión N°03/2016 del
Comité Científico Técnico de Recursos
Bentónicos (CCTB).

- Adjunto -

De mi consideración:

En nuestra calidad de organismo asesor y de consulta de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en materias científicas relevantes para la administración y manejo de las pesquerías que tengan su acceso cerrado, así como, en aspectos ambientales y de conservación y en otras que la Subsecretaría considere necesario, adjunto tengo el agrado de enviar a Ud., Acta N° 03 del Comité Científico de la Ref., de fecha 19 y 20 de mayo de 2016, con el propósito de que ésta sea conducida al señor Ministro de Economía, Fomento y Turismo, para los efectos de establecer medidas de manejo de las pesquerías bentónicas analizadas.

Hago presente a Ud., que las medidas recomendadas están en consonancia con lo dispuesto en el artículo 153 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

Saluda atentamente a Ud.,


Chita Guisado Aranguiz
Presidenta Comité Científico Técnico
Pesquerías de Recursos Bentónicos



Acta de Sesión N° 03/2016

SESIÓN : Sesión 03/2016
LUGAR : Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, piso 20, Valparaíso
FECHA : 2 días (19 y 20 de mayo de 2016)

1. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Presidenta : Chita Guisado A.
Suplente : Exequiel González P.
Secretaria : Mónica Catrillao C.

1.1. PARTICIPANTES

Miembros en ejercicio

- Chita Guisado A. /Universidad de Valparaíso
- Carlos Molinet F. /Universidad Austral de Chile
- Exequiel González P. /Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
- Pedro Pizarro F. /Universidad Arturo Prat
- Jorge Toro Y. /Universidad Austral de Chile
- Roberto San Martín /Instituto de Investigación Pesquera

Miembros Instituciones Públicas

- Zaida Young U. /Instituto de Fomento Pesquero
- Nancy Barahona T. /Instituto de Fomento Pesquero
- Mónica Catrillao C. /Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
- María Alejandra Pinto B. /Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

1.2. INVITADOS

- Gabriel Jerez A. /Subsecretaría de Pesca y Acuicultura
- Eduardo Pérez /Universidad Católica del Norte- Consultora ECOS
- Luis Ariz A. /Instituto de Fomento Pesquero
- Jorge Toro Da Ponte /Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

1.3. RETIRO DE PARTICIPANTES

- No se registran retiros



1.4. INASISTENCIAS

- La Sra. Chita Guisado y el Sr. Jorge Toro, se excusan de participar en la jornada del día 2 (20/05/2016), por motivos profesionales.

2. PROGRAMA DE TRABAJO DE LA SESION

DÍA 1, 19 DE MAYO DE 2016

- ✓ 09:30 - 10:30 **TEMA: REGLAMENTO CCTB**
Coordinador: Gabriel Jerez A., Profesional de la Unidad de Recursos Bentónicos SSPA.
- ✓ 10:30 - 11:45 **TEMA: PRESENTACIÓN RESULTADOS PROYECTO FIP 2014-17 "Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica", III Región.**
Expositor: Eduardo Pérez, Docente de la Universidad Católica del Norte y encargado de Evaluación Directa de la Consultora ECOS en el Proyecto FIP 2014-17.
- ✓ 11:45 - 12:30 **TEMA: ANÁLISIS Y ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS Y/O REGLAS DE DECISIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CUOTA PARA IMPREVISTOS EN PESQUERÍAS BENTÓNICAS.**
Coordinadora: M^a Alejandra Pinto B, Coordinadora Unidad de Recursos Bentónicos SSPA.
- ✓ 12:30 - 13:00 **TEMA: ELABORACION DE COMUNICADO DEL CCTB A COMITÉS DE MANEJO DE PESQUERÍAS BENTONICAS PARA MANIFESTAR DISPONIBILIDAD DE GESTIONAR REUNIONES CONJUNTAS**
Coordinadora: Chita Guisado A., Presidenta del Comité Científico Técnico Bentónico.
- TEMA: REVISIÓN PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN ESTRATÉGICA SSPA (ASIPA)**
- ✓ 15:00 - 16:00 **PRESENTACIÓN: PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS BAJO REGIMEN AMERB**
Expositor: Luis Ariz A, Jefe de Proyecto, Profesional del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).



- ✓ 16:00-17:00 **PRESENTACIÓN: PROGRAMA DE FISCALIZACIÓN RECURSOS BENTÓNICOS DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA**
Expositor: Jorge Toro Da Ponte, Jefe del Departamento Fiscalización e Inspección Pesquera del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

- ✓ 17:00 - 17:30 **Revisión de Acuerdos de la Sesión Día 1.**

- ✓ 17:30 hrs Cierre Día 1



DÍA 2, 20 DE MAYO DE 2016

- ✓ 09:30 - 10:45 **TEMA: REVISIÓN CUESTIONARIO A EXPERTOS EN EL MARCO DEL PROYECTO FAO, DE ASISTENCIA PARA LA REVISIÓN DE LA LEY GENERAL DE PESCA Y ACUICULTURA.**
Moderador: Exequiel González P., Presidente (S) del Comité Científico Técnico Bentónico.
- ✓ 10:45 - 11:30 **PRESENTACIÓN: PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS BENTÓNICAS (BAJO RÉGIMEN DE LIBRE ACCESO)**
Expositora: Nancy Barahona T, Jefe de Proyecto, Profesional del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).
- ✓ 11:30-13:00 **TEMA: PRESENTACIÓN DE ANTECEDENTES A CONSIDERAR EN ANÁLISIS DE REEMPLAZO VEDA BIOLÓGICA POR VEDA EXTRACTIVA ERIZO X-XI REGIONES** (Presentación preliminar de proyecto FIP 2014-08 "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de erizo en la X y XI Regiones)
Expositor: Carlos Molinet F., Docente de la Universidad Austral de Chile.
- ✓ 13:30-14:00 **TEMAS VARIOS**
- ✓ 14:00 -14:30 **Revisión de Acuerdos de la Sesión Día 2**
- ✓ 14:30 **Cierre Día 2**

3. ACUERDOS Y/O RECOMENDACIONES

3.1. GENERALES

✓ **REGLAMENTO Comité Científico Técnico Bentónico (CCTB)**

Se trabajó en la revisión del reglamento preliminar que se había elaborado en el año 2014. Respecto a esto, se analizaron cuatro aspectos:

1. Los miembros del CCTB solicitan se realice la consulta pertinente, en el marco del Artículo 10 del Reglamento de CCT (D.S.N°77/2013), respecto de si existe un ítem de presupuesto adicional para el CCTB o excedentes no gastados del presupuesto anual asignado a este Comité que puedan ser reitemizados, con el propósito de financiar la participación y/o asesoría de expertos que pudieran ser requeridos en la discusión en temas relevantes, que no sean de conocimiento específico de los miembros de este Comité. Esto considerando que existen 49 especies de recursos bentónicos que ese explotan en Chile actualmente..

Así mismo, los miembros plantean que debe consultarse a la Unidad de Presupuesto de la SSPA, respecto a cómo se evaluaron los gastos del CCTB durante la gestión del año 2015, indicando la existencia o no de excedentes.

2. El CCTB establece que existirán tres instancias de participación de terceros a una sesión ordinaria o extraordinaria, cuando corresponda: i) la que implique invitar a una persona por acuerdo del Comité, mediante consenso o mayoría simple, ii) la que implique acoger la solicitud de una persona para participar en alguna materia de interés del Comité y iii) la invitación que sea solicitada por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, para que una persona pueda presentar al CCTB una materia de mayor complejidad metodológica que requiera algún análisis específico.
3. EL CCTB propone incluir un artículo que evite el conflicto de interés de los miembros del Comité que se produciría cuando uno o más miembros hayan participado en algún tipo de estudio sobre el cual este debe emitir un pronunciamiento. En tal caso, el o los miembros deben abstenerse de votar.
4. El CCTB propone incorporar al reglamento un artículo referido al caso en que un pronunciamiento o acuerdo no se alcance por consenso y deba someterse a votación, produciéndose un empate. En tal situación, se someterá a una nueva votación



considerando solamente a los miembros no institucionales del CCTB y en caso de persistir el empate, la decisión final será adoptada por el(la) Presidente(a) del Comité.

Durante la próxima sesión los miembros del CCTB revisarán y sancionarán el documento propuesto.

✓ **PRESENTACIÓN RESULTADOS PROYECTO FIP 2014-17 “Evaluación directa de macroalgas/impacto de la extracción sobre la comunidad bentónica”, III Región.**

Se analiza la presentación realizada por el Profesor Eduardo Pérez, ejecutor del proyecto FIP 2014-17, quien entrega los resultados de las estimaciones de biomasa de algas del estudio EVADIR que fueron obtenidas empleando estimadores basados en diseños y en modelos, para los recursos huiro negro y huiro flotador. Al respecto, los miembros plantean que el consultor debiera informar las medidas de error de las estimaciones y recomendar un nivel de biomasa sobre la base de la evaluación del desempeño de los estimadores utilizados. Por otra parte, los miembros del Comité señalan que se debiera analizar el diseño de muestreo implementado en este proyecto. En este contexto, se plantea la necesidad de revisar en la próxima sesión los resultados y recomendaciones emanados del taller de “Evaluación y manejo de praderas de macroalgas” organizado por IFOP, en diciembre de 2015.

Por otro lado, el consultor presenta en el proyecto, una metodología de evaluación indirecta analizando la información del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. El análisis evidencia que el esfuerzo de pesca está distorsionado por declaraciones de los “super recolectores”, por lo que el proyecto propuso corregir el esfuerzo individual llevando las declaraciones a la mediana, no obstante, con esta decisión se produjo un diferencial respecto del desembarque. Esta estandarización no tiene fundamentos estadísticos ni matemáticos, por lo que se sugiere no usarla.

Los miembros plantean que el proyecto en ejecución, debiera proponer la estandarización de metodologías y entregar herramientas que faciliten la toma de decisiones. Además, se le solicita al consultor el envío del informe final del proyecto para ser sociabilizado entre los miembros del CCTB.



✓ **ANÁLISIS Y ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS Y/O REGLAS DE DECISIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CUOTA PARA IMPREVISTOS**

Los miembros del CCTB consideran pertinente proponer una cuota para imprevistos que se desprenda del rango de cuota que se establezca para una especie determinada. No obstante, se plantea que esta cuota para imprevistos sería útil en la medida que se pudiera asignar a un grupo en particular de personas que sean afectadas por un determinado evento, ya que si esa cuota eventualmente se tuviera que repartir en un grupo masivo, como por ejemplo una región completa, no tendría mayor impacto.

Por otro lado, los miembros plantean que una vez que el CCTB haya establecido el rango de cuota para una determinada especie, sean los Comités de Manejo (CM) los que realicen la distribución de las cuotas en períodos, con el fin de evitar los conflictos derivados de lo que podría ser una “carrera olímpica” por extinguir la cuota autorizada.

Frente a lo que implica los traspasos de cuota, de un período a otro, los miembros señalan que existe una falta de información en los CM, respecto del impacto que implica hacer estos traspasos, ya que biológicamente es distinto hacer un esfuerzo extractivo en forma parcializada que hacerlo en un corto período de tiempo, donde el impacto biológico en una población puede ser mucho mayor. No obstante lo anterior, considerando la pertinencia que los CM asuman su función de asesores de la administración para el manejo de recursos se debería promover el establecimiento de reglas de decisión que les permita tener un marco de acción frente a situaciones contingentes.

Los miembros del CCTB plantean como una situación delicada que se tomen decisiones sin tener previamente la opinión de un organismo técnico asesor, ya que es muy difícil entregar un argumento técnico sobre una decisión ya tomada. Al respecto, se va a esperar que llegue carta informativa de la SSPA para emitir un pronunciamiento.

✓ **REVISIÓN DE COMUNICADO A COMITÉS DE MANEJOS, RESPECTO DE DISPOSICIÓN DE REUNIONES CONJUNTAS CON EL CCTB**

La presidenta del CCTB presenta una propuesta de comunicado, la cual fue revisada y sancionada por los miembros para su envío a los Directores Zonales de Pesca y Acuicultura en su calidad de presidentes de los distintos Comités de Manejo de Recursos Bentónicos. Dicha propuesta se adjunta en Anexo y será enviada a la brevedad.



✓ **REVISIÓN PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN ESTRATÉGICA SSPA (ASIPA)**
Tema: PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS BAJO RÉGIMEN AMERB

Los miembros del CCTB quedan interiorizados respecto del grado de avance que a la fecha presenta el Programa de Seguimiento de Pesquerías bajo Régimen AMERB. Al respecto, plantean como observación, que si bien el programa se ha ido complejizando en el tiempo en términos de la obtención de información en distintas líneas de investigación, falta aún enfatizar en respuestas efectivas a preguntas básicas respecto del desempeño del régimen y pesquerías administradas.

✓ **PROGRAMA DE FISCALIZACIÓN RECURSOS BENTÓNICOS DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA**

El Jefe del Departamento Fiscalización e Inspección Pesquera del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, plantea que el Servicio está llevando a cabo un modelo de fiscalización integral, que consiste en que a partir de una visión general de la cadena de producción, los esfuerzos de fiscalización se desarrollan articulando esfuerzos que involucran desde la gestión de la norma hasta aspectos de difusión, cumplimiento, sanciones y evaluación de resultados. De esta manera el diseño de fiscalización potencia la eficacia de los esfuerzos y gestiona la fiscalización bajo un marco sustentado en procedimientos e información integrados.

Consultado el expositor respecto a que acciones el Servicio ha realizado para subsanar las limitaciones de fiscalización que actualmente presenta, tales como: no disponer suficientes funcionarios que trabajen en forma permanente y no sólo en horario de oficina, no contar con un presupuesto amplio para abordar los distintos aspectos de fiscalización, no contar con funcionarios de otras instituciones involucrados en la actividad, no obtener sanciones que contribuyan al cambio de conducta, desconocimiento e interpretación errada de la norma por parte de los usuarios, entre otros, planteó que el Servicio está trabajando junto con la SSPA en la tipificación de los delitos, ya que existen multas que no se condicen con el delito. En este ámbito, se está cambiando el foco, ahora ya no sólo se espera sancionar al que ejerce la acción ilegal, sino que también se pretende sancionar estrictamente al que compra, es decir involucrar los eslabones más altos de la cadena (a nivel de empresas) que practican conductas ilegales.

Por otro lado, plantea que el Servicio está trabajando en un proyecto de modernización, pensando en hacer un cambio de tipo conductual de los usuarios. Así mismo, también se



está trabajando en la fiscalización de tipo documental, en donde se debe construir una trazabilidad en la cadena productiva.

Respecto a la consulta realizada por parte de los miembros del CCTB, referido a los rangos de tolerancia en la fiscalización de las TML, señala que estos permiten que el inspector no deba asumir criterios que podrían generar conflictos de interpretación posteriores. En este sentido se debe avanzar en establecer protocolos y estándares rigurosos.

Al respecto, se plantea que el IFOP ha aportado elementos para algunos recursos, que permiten disponer de protocolos de muestreo para fiscalización de un determinado margen de tolerancia. En este contexto, el Servicio plantea que para recursos bentónicos es un tema que hay que trabajar, y que se encuentran disponibles a revisar eventuales propuestas. Al respecto, los miembros señalan que sería pertinente que el CCTB pudiera evaluar propuestas de rangos de tolerancia para algunos recursos.

El CCTB se compromete a avanzar en una propuesta del margen de tolerancia para la fiscalización de la TML del recurso erizo. Al respecto, se realizarán las coordinaciones entre los miembros representantes del IFOP y la SSPA.

✓ **REVISIÓN CUESTIONARIO A EXPERTOS EN EL MARCO DEL PROYECTO FAO, DE ASISTENCIA PARA LA REVISIÓN DE LA LEY GENERAL DE PESCA Y ACUICULTURA**

Los miembros del CCTB plantean opiniones respecto de cómo se ha llevado a cabo este proceso y plantean su percepción, en base a su experiencia como encuestados, y señalan que esta se ha realizado con mucha celeridad, con poco espacio para la reflexión, se ha observado muy baja participación en los grupos de trabajo convocados, los temas consultados han sido muy dirigidos dependiendo de los participantes, llama la atención que la consulta no se haya realizado por ejemplo a nivel de instituciones como las universidades, sino que solo se haya orientado a algunas personas naturales. No obstante lo anterior, se plantea que no se tiene conocimiento de la metodología ni la estrategia que la FAO está utilizando como para hacer una crítica fundada.

Al respecto, los miembros del CCTB que fueron convocados como personas naturales para desarrollar este cuestionario, enviarán a la Secretaria del CCTB sus respuestas para elaborar una sistematización de los temas abordados, de tal manera que este documento quede a disposición, en la eventualidad que se solicite una opinión colegiada a esta instancia asesora.



✓ **PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO DE PESQUERÍAS BENTÓNICAS (BAJO RÉGIMEN DE LIBRE ACCESO)**

Los miembros del CCTB quedan interiorizados respecto de los avances desarrollados respecto de las pesquerías en estudio y en general de todos los resultados generados a la fecha en el marco de este programa de seguimiento.

✓ **PRESENTACIÓN DE ANTECEDENTES A CONSIDERAR EN ANÁLISIS DE REEMPLAZO VEDA BIOLÓGICA POR VEDA EXTRACTIVA ERIZO X-XI REGIONES**

En el marco de un requerimiento realizado a la SSPA por parte de las organizaciones de pescadores artesanales que poseen AMERB en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, respecto de cambiar la actual veda biológica de erizo (16 enero- 1 marzo), por una veda extractiva, se solicitó opinión al CCTB referida a la posibilidad de efectuar tal modificación. Para esto, se acordó en la sesión anterior de este Comité, analizar los antecedentes preliminares que se disponen en el marco del proyecto FIP 2014-08 "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de erizo en la X y XI regiones", a fin de evaluar si la nueva información podría ser concluyente para fundar tal medida.

Al respecto, el ejecutor del proyecto plantea que en base a la información disponible a la fecha, se mantiene lo observado en estudios anteriores, por cuanto en el período comprendido entre enero y marzo, el recurso presenta una gónada en proceso de recuperación post desove. En este contexto, el ejecutor expone que dado que este recurso es explotado para comercializar su gónada, en este período y estado, su rendimiento es muy bajo dado que aún no se recupera de su actividad reproductiva.

Por otra parte, se indica que se deberían considerar las cuotas de erizo asignadas a las AMERB como parte integral de la cuota global establecida para la X y XI regiones cada año. Esto basado en que la subpoblaciones de erizos en AMERB son parte de la Metapoblación de erizos, al menos en la escala de la región, por lo que no debiesen ser manejadas como poblaciones independientes.

En este contexto, el CCTB se pronuncia en forma desfavorable al reemplazo de la actual veda biológica establecida por D.E. N° 439/200, por una de carácter extractiva. Al respecto, el Dr. Molinet se compromete a participar en una reunión con los interesados, mediante una video conferencia donde también participe la SSPA, de tal manera de poder difundir los



resultados del proyecto, discutir la medida propuesta y sus alcances biológicos y económicos y recoger las observaciones y planteamientos de los usuarios.

✓ **OTROS**

- Los miembros del CCTB proponen elaborar una carta a los integrantes del Concejo del FIP para hacerles una invitación a exponer cuales son los criterios de selección de proyectos así como conocer las directrices y lineamientos del programa.
- El CCTB propone retomar como tema pendiente, la revisión y análisis de los Planes de Manejo, utilizando como base de análisis el trabajo realizado por Pedro Pizarro para los Planes de Manejo de Algas Pardas, el cual se encuentra disponible en la carpeta del CCTB en la sesión N°6/2015. Los grupos para el trabajo intersesional definidos en la sesión N°4/2015, son los siguientes:

Plan de manejo	Grupo responsable
Juliana, X Región	Chita Guisado y Jorge Toro Consultas Lorena Burotto
Erizo, X - XI Regiones	Zaida Young, Roberto San Martín y Chita Guisado Consultas Nancy Barahona.

Los resultados de este trabajo serán presentados en la próxima sesión del CCTB.



4. CIERRE

La Sesión de trabajo finalizó a las 14:30 h, día 2 (20/05/2016)

5. FIRMAS

El Acta de esta reunión es suscrita por la Presidenta de este Comité en representación de sus miembros, y por el Secretario en representación de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



Chita Guisado Aranguiz
Presidenta CCTB



Mónica Catrileo Cáceres
Secretaria CCTB



ANEXO

Carta de Comité Científico Técnico Bentónico a presidentes de Comités de Manejo



VALPARAISO, ___ de mayo de 2016

Sr(a).

Presente

Ref.: El Comité Científico Técnico Bentónico comunica a Comités de Manejo disposición para ser consultado.

Estimado(a) Sr(a).

Por la presente tengo el agrado de comunicar a Ud., en su calidad de Director(a) Zonal de Pesca y Acuicultura y Presidente de los respectivos Comités de Manejo que se desarrollan en su Dirección Zonal, que los miembros del Comité Científico Técnico Bentónico, han convenido en establecer un espacio dentro de su agenda de sesiones durante el presente año, para acoger las consultas de los Comités de Manejo. Para este efecto se han dispuesto dos períodos, uno durante la sesión del **04 de agosto** y el otro en la sesión del **29 de septiembre**, ambos del año en curso. En dichas sesiones se podrá recibir a un máximo de tres representantes de cada Comité de Manejo para exponer sus inquietudes, la cual puede ser en forma presencial o a través de video conferencia.

La solicitud de reunión por parte de los Comités de Manejo deberá ser realizada formalmente, 30 días antes de cada sesión, para que puedan ser incluidas en los respectivos programas. En la solicitud de reunión, deberá establecerse el o los tópicos a tratar, lo cual permitirá que el Comité Científico priorice los temas con anticipación a cada reunión. Los criterios que se adoptará para dicha priorización serán los siguientes:

- 1) Revisión de medidas de administración en las que el Comité Científico Técnico Bentónico deba pronunciarse durante el segundo semestre de 2016 (cuotas, vedas extractivas).
- 2) Revisión de otras medidas, respecto de las cuales el Comité Científico pueda ser consultado.

De esta manera, solicito a Ud. tenga a bien, informar a los Comités de Manejo respecto de lo anteriormente expuesto, para realizar las coordinaciones que correspondan.

Saluda atentamente a Ud.,

CHITA GUIADO ARÁNGUIZ
Presidenta
Comité Científico Técnico Bentónico



NOMINA

Sra. Sonia Medrano Correa

Dirección Zonal Aysén
Municipalidad N°458-A
Puerto Aysén
smedrano@subpesca.cl

Sra. Lilian Troncoso Gomez

Dirección Zonal Concepción.
Tucapele 279
Concepción
ltroncoso@subpesca.cl

Sr. Manuel Ibarra Maripangue

Dirección Zonal Constitución
Montt N°141.
Constitución
mibarra@subpesca.cl

Sr. Javier Chavez Vilches

Dirección Zonal Coquimbo
Av. Ossandón N°890.
Coquimbo
jchavez@subpesca.cl

Sr. Gonzalo Rubilar Díaz

Dirección Zonal Punta Arenas
Independencia N°464.
Punta Arenas.
grubilar@subpesca.cl

Sr. Guillermo Rivera Sanchez

Dirección Zonal Valdivia
Camilo Henríquez N° 285.
Valdivia
grivera@subpesca.cl

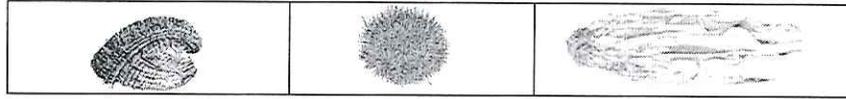
Sr. Juan Gutierrez Pedreros

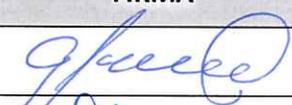
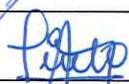
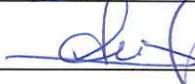
Dirección Zonal Puerto Montt
Av. Juan Soler Manfredinni N° 41, of 601, Ed.
Torre Costanera.
Puerto Montt
jgutierrez@subpesca.cl

Sr. Marco Soto Díaz

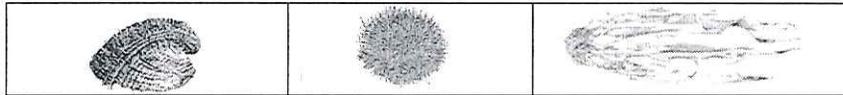
Dirección Zonal Iquique
Arturo Prat N°920.
Iquique
msoto@subpesca.cl

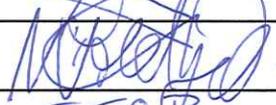
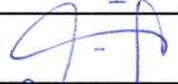
SESIÓN PLENARIA N°03



PARTICIPANTES JORNADA: <u>19</u> /May/2016	INSTITUCIÓN	FIRMA
CHITA GUIADO		
CARLOS MOLINET	Conectado por videoconferencia.	
EXEQUIEL GONZALEZ	IPUGV	
JORGE TORO		UACH.
PEDRO PIZARRO	UNAP	
ROBERTO SAN MARTIN	INPUSCA	
NANCY BARAHONA	IFOP	LIT
ZAIDA YOUNG	IFOP	
MARIA ALEJANDRA PINTO		
MÓNICA CATRILAO	SSPA	
EXPOSITORES	INSTITUCIÓN/DIVISIÓN/UNIDAD	FIRMA
Gabriel Jerez	SSPA - URB	
M ^{ra} Alejandra Pinto B.	URB- SSPA	
Edouardo P. Pérez	UN - ECOS	E.P. Pérez
David Amiz A.	IFOP	
Jorge Toro Antares	Sernzpesos	

SESIÓN PLENARIA N°03



PARTICIPANTES JORNADA: <u>20</u> /May/2016	INSTITUCIÓN	FIRMA
CHITA GUIADO	→ No asiste 2da jornada (justifica)	
CARLOS MOLINET	Conexión Video en presencia. X	
EXEQUIEL GONZALEZ	PUCV	
JORGE TORO	→ No asiste 2da jornada (justifica)	
PEDRO PIZARRO	UNAP	
ROBERTO SAN MARTIN	INPESIA.	
NANCY BARAHONA	HIP	IFOP.
ZAIDA YOUNG	IFOP	
MARIA ALEJANDRA PINTO	URB-SSPA	
MÓNICA CATRILAO	SSPA	
EXPOSITORES	INSTITUCIÓN/DIVISIÓN/UNIDAD	FIRMA

Anexo 5: Taller de análisis de datos con GTA-erizos de la COMPEB



ACTA DE REUNION GTA DE ERIZO PARA TARTAR AVANCES DEL PROYECTO FIP 2014-18

Con fecha 30 y 31 de Mayo de 2016 se realizó una reunión de presentación de resultados parciales del proyecto FIP 2014-08 “Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de erizo en la X y XI regiones”, con la finalidad de sociabilizar y analizar los resultados obtenidos a la fecha.

En términos generales las bases biológicas para un manejo sustentable recaen en el conocimiento de los parámetros de crecimiento, mortalidad natural, madurez sexual y talla crítica para la especie que está siendo pescada. El equipo de trabajo del proyecto realizó las presentaciones de la problemática que impulsa el proyecto, el marco conceptual que lo guía, las metodologías utilizadas y los resultados hasta la fecha. Como apoyo, los ejecutores del proyecto entregaron material de apoyo a los asistentes para ser considerada y valorada en el desarrollo de la reunión.

Esto tuvo lugar en dependencias del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en Valparaíso, en la que participaron:

- ✓ Carlos Molinet, UACH
- ✓ Cecilia Balboa, UACH
- ✓ Jorge González, U. Antofagasta
- ✓ Nancy Barahona, IFOP
- ✓ Pablo Araya, IFOP
- ✓ Andrés Venegas, Subpesca.
- ✓ Oscar Sallo, IFOP
- ✓ Francisco Cerda, IFOP
- ✓ Eduardo Díaz, IFOP
- ✓ Alejandra Arévalo. Coordinadora GTA erizo

ANTECEDENTES PROYECTO FIP 2014-08

El erizo comestible chileno *Loxechinus albus* (Molina, 1872) es uno de los invertebrados bentónicos de mayor importancia económica, social y ecológica en Chile (ej. Guisado and Castilla (1987), Moreno and Vega (1988), Vásquez (2001), Moreno et al. (2011)). Esta especie soporta una de las más importantes pesquerías bentónicas en Chile, que constituye la pesquería de erizos de mayor importancia en el mundo (FAO 2014) con desembarques alrededor de 35.000 t anuales en los últimos años. Sólo en la macrozona X y XI regiones esta pesquería da empleo directo a más de 5.000 personas entre buzos mariscadores asistentes, intermediarios y operarios de plantas de proceso.

Pese a su importancia, y considerando la variabilidad latitudinal en los ecosistemas que habita *L. albus* en Chile, los parámetros biológicos necesarios para promover el manejo sustentable de esta pesquería se encuentran desactualizados o sólo abordados en una escala espacial nacional, desconociendo las particularidades de extensas zonas geográficas donde se desarrolla el 90% de la pesquería (región de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes).

Desde el año 2005 el Plan de Manejo de la Pesquería del erizo mantiene como talla mínima de captura 60 mm, lo que de acuerdo a los parámetros biológicos conocidos de la población

sugieren un riesgo para la pesquería. Sin embargo, esto se contradice con los resultados de evaluaciones de stock a través de modelamiento Roa-Ureta et al. (2015), los cuales indican que la pesquería estaría en equilibrio alrededor de 18.000 Ton (cuota global) con la actual talla de 60 mm.

Finalmente, el enfoque precautorio para el manejo de pesquerías sugiere considerar puntos de referencia límite que permitan reflejar la habilidad de una población para persistir (Botsford et al. 2004). Específicamente estos autores sugieren que para pesquerías de erizo se debe considerar la fracción de “Periodo de vida de producción de huevos” como un punto de referencia límite e intentar limitar tempranamente los excesos de la capacidad de pesca. Para mejorar la aproximación a este tipo de indicadores es fundamental actualizar los parámetros reproductivos de *Loxechinus albus*, así como validar la metodología de lectura de anillos para la determinación de su crecimiento.

OBJETIVOS

1. Recopilar en una base de datos, considerando la literatura científica, los parámetros del ciclo reproductivo, crecimiento, mortalidad natural, talla crítica
2. **Validar la técnica de lectura de anillos a través de marcaje de erizos *L. albus* y estimar sus parámetros de crecimiento en áreas representativas de la operación de la pesquería.**
3. **Determinar los principales parámetros reproductivos de *L. albus* en al menos cuatro sectores de pesca de la macrozona X y XI regiones en áreas representativas.**
4. **Estimar la talla crítica con los parámetros de crecimiento actualizados.**
5. Difundir los resultados en un taller técnico.

RESULTADOS ESPERADOS

Objetivo 2:

Durante el proyecto FIP 2012-14 (entre marzo de 2013 y septiembre de 2013) se recolectaron alrededor de 4,000 testas de erizos para realizar estimaciones de crecimiento a través de lectura de anillos. En ese proyecto se recolectaron muestras en las zonas de pesca 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 y 12 y se estimaron los parámetros de crecimiento ajustando un modelo Schnute (Schnute 1981). Con los resultados de validación de la lectura de anillos que se realizará, se comparará y revisará los parámetros estimados considerando la lectura de anillos y la eventual que surja desde los experimentos de validación.

Objetivo 3:

Se obtendrán los siguientes estimadores

- a) Índice Gonadosomático en peso (IGS)

Este índice relaciona el peso de la gónada y el peso total, permitiendo obtener una aproximación al ciclo de madurez sexual según las fluctuaciones que experimenta el peso gonádico a lo largo del tiempo. Se calculará el IGS, mediante técnicas gravimétricas, empleando la metodología descrita por Jerez et al. (1997)

- b) Índice Gonadosomático en volumen

Este índice relaciona el volumen de la gónada y el volumen de la testa del erizo, permitiendo obtener una aproximación al ciclo de madurez sexual según las fluctuaciones que experimenta el volumen gonádico a lo largo de un periodo de tiempo. Mediante técnicas volumétricas se

podrá estimar el IGS en volumen, para ello se seguirá la metodología descrita por Jerez et al. (1997). Los resultados de ambos estudios, volumétrico y gravimétrico se contrastarán con el análisis histológico de la gónada para la determinación de la talla de primera madurez sexual.

c) Índice Gamético (IG)

Este índice representa la cantidad de gametos maduros en porcentaje en relación con otros tipos de tejidos presentes en la gónada en ejemplares hembra. La metodología a emplear será la descrita en Arias et al. (1995) y Jerez et al. (1997). Las estructuras que se contabilizarán en cada preparación serán: Células maduras, células inmaduras, células del tejido conectivo y espacios vacíos.

d) Determinación de talla de primera madurez sexual (TPMS)

Para la determinación de la TPMS se utilizará la escala microscópica confeccionada por el Programa de Investigación Pesquera en base a los resultados obtenidos por Fuji (1960), Bay-Schmith et al. (1981), Arias et al. (1995), Walker et al. (2007), Pérez et al. (2010).

En literatura se indica que los periodos de desove estarían relacionados con la variable ambiental temperatura, como también de la alimentación y otros factores. En este contexto se realizará la toma de información de la temperatura superficial y por estratos mediante CTD en los sectores definidos para el muestreo. Mientras que para la información de alimento, densidad u otro se utilizará la información obtenida en el proyecto de estaciones fijas ejecutado por el grupo de trabajo. Todas las variables serán relacionadas con el estudio reproductivo en cada localidad.

Objetivo 4:

La estimación de la talla crítica se realizará de acuerdo a Ricker (1975) con los parámetros actualizados que se generen en el presente proyecto.

LITERATURA

- Arias, E., N. Barahona, G. Jerez, and E. Lozada. 1995. Monitoreo del recurso erizo en la X y XI región. Informe Final FIP 93-13. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso.
- Bay-Schmith, E., C. Werlinger, and J. Silva. 1981. Ciclo Anual de reproducción del recurso erizo *Loxechinus albus* entre la X y XII Región., Universidad de Concepción, Concepción.
- Botsford, L. W., A. Campbell, and R. Miller. 2004. Biological reference points in the management of North American sea urchin fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **61**:1325-1337.
- Fuji, A. 1960. STUDIES ON THE BIOLOGY OF THE SEA URCHIN: I . Superficial and Histological Gonadal Changes in Gametogenic Process of Two Sea Urchins, *Strongylocentrotus nudus* and *S. intermedius*. 北海道大學水産學部研究彙報= BULLETIN OF THE FACULTY OF FISHERIES HOKKAIDO UNIVERSITY **11**:1-14.
- Guisado, C. and J. A. Castilla. 1987. Historia de vida, reproducción y avances en el cultivo del erizo comestible chileno *Loxechinus albus* (Molina, 1782) (Echinoidea: Echinidae). Pages 59-68 in P. Arana, editor. Manejo y Desarrollo Pesquero. Editorial Universitaria, Valparaíso.
- Jerez, G. V., N. Barahona, and A. Muñoz. 1997. Monitoreo de la pesquería del recurso erizo en la XII región. Informe Final. Proyecto FIP 94-27A. IFOP.:70 p.
- Moreno, C. A., C. Molinet, J. Codjambassis, M. Díaz, P. Díaz, and A. Arevalo. 2011. Bathymetric distribution of the Chilean sea urchin (*Loxechinus albus*, Molina) in the inner seas of northwest Patagonia: implications for management. *Fisheries Research* **110**:305-311.
- Moreno, C. A. and R. Vega. 1988. Valor científico de las reservas marinas costeras: un ejemplo

de estudio ecológico en poblaciones de *Loxechinus albus* (Molina). Unesco Ciencias Mar. Pérez, A., C. Boy, E. Morriconi, and J. Calvo. 2010. Reproductive cycle and reproductive output of the sea urchin *Loxechinus albus* (Echinodermata: Echinoidea) from Beagle Channel, Tierra del Fuego, Argentina. *Polar Biology* **33**:271-280.

Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada* **191**:1-382.

Roa-Ureta, R. H., C. Molinet, N. Barahona, and P. Araya. 2015. Hierarchical statistical framework to combine generalized depletion models and biomass dynamic models in the stock assessment of the Chilean sea urchin (*Loxechinus albus*) fishery. *Fisheries Research* **171**:59-67.

Schnute, J. 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **38**:1128-1140.

Vásquez, J. 2001. Ecology of *Loxechinus albus*. Pages 161-175 in J. M. Lawrence, editor. *Edible sea urchins: Biology and ecology*. Elsevier Science B.V., Tampa.

Walker, C., T. Unuma, and M. Lesser. 2007. Gametogenesis and reproduction of sea urchins. *Edible Sea Urchins: Biology and Ecology*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands:11-33.

PRIMERA FASE DE LA REUNION: ASPECTOS REPRODUCTIVOS 30 de Mayo 2016

El estudio se realizó en 4 áreas de aproximadamente 10 hectáreas, con un muestreo estratificado de 30 a 80 mm (150 ind por sitio). Se estimó el índice gametogénico ó gamético (número y proporción de tipo de células [gameto o célula de reserva]) lo cual permite interpretar adecuadamente el índice gonádico (IGS).

Las categorías de estado definidas son: pregametogénicas, intergametogénesis, gametogénesis, inmadura, adulto, recuperación adulto.

El análisis de antecedentes de la temporalidad de reproducción, muestra que existe un desfase espacial latitudinal del periodo reproductivo (evacuación y desove) de I a X. Esto no parece ocurrir en Magallanes, lo que puede deberse a que existe la Corriente de Cabo de Hornos que puede producir diferencias con las zonas de I a la X.

En general existe una amplia variabilidad en la talla de primera madurez sexual, en relación a esto debe tenerse en cuenta puede haber factores que influyen, como debe las técnicas de muestreo, los criterios de asignación a categorías, la unificación o falta de esta de los conceptos utilizados en para las distintas categorías o estadíos y la estructura de tamaño.

Jorge González señala que la estructura de talla tiene efecto sobre la ojiva de madurez (en la estimación de los parámetros). La ojiva de madurez con la curva logística cambia, desplazándose el Lm_{50} hacia individuos más pequeños. Esto se debe al efecto de la estructura de talla presente. También se debe considerar los criterios que se utilizaron para definir los estados, los datos. También el periodo del ajuste, se hizo durante todo el periodo o sólo durante la actividad de máxima actividad reproductiva.

En relación a la fecundidad potencial y talla crítica, es necesario considerar el peso de la gónada para tener una medida estandarizada de la fecundidad. Una aproximación que podría explorarse es el análisis de la talla crítica usando el peso de la gónada y no el tamaño de la testa.

Se trabajó en el análisis de distintos escenarios para estimar ojiva de madurez. Se concuerda que la ojiva debería estimarse con el peso de la gónada, esto para resguardar la fecundidad ya que lo importante de recordar que individuos pequeños, aun cuando estén maduros tienen menos aporte reproductivo (número de huevos) en comparación con individuos de mayor tamaño. La discusión debería focalizarse en estimar cual es el aporte reproductivo de las edades/tallas. La relación que se debe buscar es **talla – peso Gónada. Ya que esto es un proxy de la relación talla – fecundidad**, entendida la fecundidad como el número de huevos.

SEGUNDA FASE DE LA REUNION: PARÁMETROS DE CRECIMIENTO

31 de Mayo 2016

Se presentaron los principales resultados acerca del estudio de crecimiento, se rescata de la metodología aspectos consensuados en la lectura de los anillos:

- Anillos traslucidos: crecimiento lento.
- Anillos opacos: crecimiento rápido.
- Un anillo opaco + un anillo traslúcido se forman en un año.

La metodología para marcaje que se utilizó dependió del tamaño de los individuos:

- Baño de inmersión con calceína: individuos menores a 20 mm
- Inyección de Tetraciclina: individuos sobre 20mm
- Recaptura: 1 año después, porcentaje de éxito 10,5% (280) y 18,8% (250). Lectura con luz reflejada.

En general los resultados han mostrado que existe una alta variabilidad de la relación talla - edad, con el marcaje se puede validar la lectura de anillos y determinar con mayor certeza los parámetros de crecimiento.

Dependiendo de la época de marcaje es el tipo de anillo que se forma. Ejemplo: si se marca en invierno (anillo traslúcido), el anillo que se formará es el opaco que corresponde a un anillo opaco (crecimiento rápido). Sólo el 70% de los individuos forma 1 anillo por año (oscuro + traslúcido).

La relación del incremento de la testa (diámetro) e incremento de la linterna, si esta es directa, puede permitir una aproximación al crecimiento anual. El modelo de crecimiento de Schnute (1981) es el que mejor se ajusta a los datos. Sin embargo, es necesario considerar que la alta dispersión del número de anillos de crecimiento por talla es tan alta y que los modelos (cualquiera sea utilizado) no podrán ajustarse de manera real. De acá se desprende que esta variabilidad **debe** ser incluida en los modelamientos.

Observación: Los asistentes a la reunión concuerdan en que los modelos, de manera general, deben ser considerados con precaución. Debido a que estos se utilizan para determinar la evaluación de stock, por tanto, son trabajados con una restricción en la estructura de talla, es decir, se trabaja utilizando sólo aquella estructura de talla que aparece en la muestra. Una aproximación para enfrentar esto puede ser usar para el análisis sólo el porcentaje de individuos que se ajusta a **un año - un anillo**.

Parte del análisis realizado por los participantes apunta a la interrogante de cuál es la herramienta adecuada para el manejo. El Dr. Molinet señala que la fecundidad a la talla es una herramienta adecuada y que es necesario estimar y evaluar los parámetros de crecimiento para evaluar las estrategias de manejo.

El Dr. Stotz, señala al respecto que erizo es una especie de crecimiento lento y que, para resguardar la fecundidad debería aumentarse la talla mínima a 70. Señala además, que las evidencias que se han sumado con el tiempo apuntan a que pesquería aún se mantiene probablemente porque se incorporan nuevas áreas de pesca cada año y **no** debido al aporte reproductivo y crecimiento de las poblaciones.

La talla crítica (poblacional) es aquel tamaño en el que la cohorte alcanza el máximo peso y representa el balance entre el aporte debido al crecimiento individual en peso y la disminución poblacional que se debe la mortalidad natural. Este parámetro nos señala que al extraer bajo esta talla se impide que se alcance la máxima biomasa total. El recurso erizo gana peso más tardíamente, el mayor aumento de peso se da en el tercer tercio de la curva, por lo cual mantener una talla mínima de extracción en las condiciones actuales atenta contra la sustentabilidad de la pesquería.

Se acordó solicitar financiamiento para analizar en extenso los resultados del proyecto FIP 2014-08 en un taller de expertos para análisis de los resultados (ver anexo) a fin de discutir los resultados de la actualización de los parámetros biológicos del recurso erizo y sus impactos para el manejo de la pesquería. Esta solicitud se gestionará a través de Subsecretaría de Pesca por la Sra. María Alejandra Pinto. Además, desarrollar acciones de difusión en la X y XI Regiones que permitan mejorar la aproximación al manejo y la comprensión de la interpretación de los parámetros biológicos para la autoridad pesquera y para los usuarios de la pesquería.

ANEXO

PROPUESTA DE TALLER Y DIFUSION DE ANTECEDENTES ACTUALIZADOS

PARA LA PESQUERIA DE ERIZO EN LA X Y XI REGIONES, EN EL MARCO DEL PROYECTO FIP 2014-08

1. ANTECEDENTES

La pesquería del erizo *Loxechinus albus* que se desarrolla en Chile produce más del 50% de los desembarques mundiales de erizo (FAO, 2014), mostrando rápido crecimiento (entre los años 80's y 90's) y posterior disminución de los desembarques (en los años 2000's), patrón similar a lo observado en otras pesquerías de erizo en el mundo (eg. Andrew *et al.*, 2002, Botsford *et al.*, 2004, Orensanz *et al.*, 2005).

Para la macrozona comprendida entre 41°30'S y 46°30'S (que representa alrededor del 50% de los desembarques de Chile) la pesquería del *L. albus* se desarrolla en un régimen de Plan de Manejo (PM) desde 2005 (ver Moreno *et al.*, 2006). La heterogeneidad en la distribución espacial del recurso, que influencia la distribución espacial de la flota constituida por alrededor de 500 embarcaciones de dos regiones diferentes, en una extensa área, sumada a las características propias del recurso erizo configuran un escenario complejo para el manejo.

Desde el año 2005 el Plan de Manejo de la Pesquería del erizo mantiene como talla mínima de captura 60 mm, lo que de acuerdo a los parámetros biológicos estimados para la población (con crecimiento relativamente lento) implica un riesgo para la pesquería.

Estos parámetros han sido utilizados para aplicar modelos de evaluación de stock indirecta y para determinar que la talla mínima de captura debería ser 70 mm.

Por otro lado, pese a las observaciones de que se han incorporado nuevas áreas a la pesquería las dos aproximaciones al modelamiento del stock sugirieron la disminución del stock y por lo tanto de la cuota de captura para el año 2016.

En el contexto de la discusión sobre la talla mínima de captura del erizo que para este Plan de Manejo opera en 60 mm y que de acuerdo al GTA-erizos y al Comité Científico Bentónico debería ser 70 mm, se planteó actualizar los parámetros biológicos de este recurso para la zona de aplicación de Plan. De esta forma se planteó el objetivo general del proyecto FIP 2014-08 que es “disponer de parámetros poblacionales actualizados de las poblaciones de erizo *Loxechinus albus*, que representen la variabilidad espacial para el recurso erizo en la X y XI regiones”.

Más allá del despliegue del equipo de trabajo para “actualizar” los parámetros biológicos del erizo y cumplir los objetivos generales y específicos del proyecto se hace evidente la necesidad de transformar los resultados del proyecto en herramientas útiles para el manejo, más allá del valor que pueda obtenerse de los parámetros biológicos.

En este sentido, para la región de Los Lagos (zona X Norte y zona X sur), es evidente que la pesquería está sobreexplotada y sin signos de recuperación hasta ahora, lo que implica que las medidas de manejo adoptadas (tallas y cuotas) no han tenido efecto positivo sobre la conservación del recurso.

2. OBJETIVOS

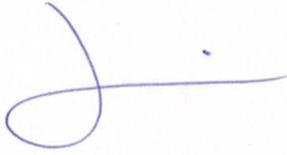
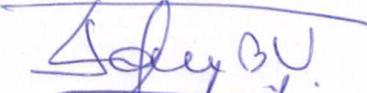
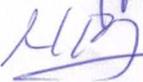
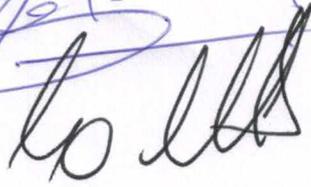
- Realizar un taller de expertos para análisis de los resultados del proyecto FIP 2014-08 a fin de discutir los resultados de la actualización de los parámetros biológicos del recurso erizo y sus impactos para el manejo de la pesquería.
- Desarrollar acciones de difusión en la X y XI Regiones que permitan mejorar la aproximación al manejo y la comprensión de la interpretación de los parámetros biológicos para la autoridad pesquera y para los usuarios de la pesquería”.

3. RESULTADOS ESPERADOS

1. 1 Taller Técnico de expertos a realizarse en Valparaíso durante el mes de julio (3 días de duración), el que deberá contar con la participación de investigadores de recursos bentónicos con experiencia en la pesquería del erizo, coordinador del GTA de erizo de la COMPEB, profesionales de IFOP, del Servicio Nacional de Pesca y de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
2. Reporte con propuestas de manejo derivadas del análisis de resultados del proyecto FIP 2014-08 en taller de expertos.
3. Boletín de difusión de resultados del proyecto FIP 2014-08.
4. 3 reuniones de difusión de antecedentes actualizados de la pesquería con pescadores artesanales de la X y XI Regiones y autoridades, involucrados el plan de manejo de erizo de la zona contigua (Carelmapu, Quellón y Melinka).

4. COSTO REFERENCIAL

Se estiman los costos de estas actividades en \$6.000.000.- (seis millones de pesos).

Nombre	Institución	Firma
Alejandra Arévalo	VACH	
Cecilia Bolboa	UACH	
Carlos Muñoz	UACH	
WOLFGANG STOTZ	VCN	
Nancy Benchorre	IFOP	
Oscar Salto A.	IFOP	
Francisco Ceana	IFOP	
Andrés Vargas A.	Serpieris	
Pablo Ameyra C.	IFOP	
Jorge E. González	U.A.	
Eduardo Díaz L.	IFOP	

LISTA ASISTENCIA

30/05/00

NOMBRE	INSTITUCION	FIRMA
Paolo Araya C.	IFOP	
Elson Leal.	IFOP	
Nancy Barahona T.	IFOP	<u>HTD</u>
EDUARDO DIAZ E.	IFOP	
CARLOS MOHRETT	UACH	
ANDRES VARGAS A.	SUBPESCA	
Cecilia Beltrao Sus	UACH	Sousa BU
Wolfgang Stotz	UCV	
Alexandra Arévalo	UACH	
JOSE GARZATE	UA	

Anexo 6: Acta reunión de la Comisión de Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua X–XI Regiones (COMPEB).

ACTA DE REUNION

COMISION DE MANEJO PESQUERIAS BENTONICAS X – XI REGIONES Puerto Montt, 16 y 17 de Noviembre de 2016

En la ciudad de Puerto Montt, siendo las 09:54 horas del 16 de Noviembre de 2016, se da inicio a la Reunión Ordinaria N° 2, de la Comisión de Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua X–XI Regiones (COMPEB).

La presente reunión cuenta con el apoyo para su realización y funcionamiento a través del proyecto financiado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura **“Operación y Asesoría al Plan de Manejo de las Pesquerías Bentónicas de la Zona Contigua, Regiones X y XI 2015-2016”**, que ejecuta la Fundación Chiquihue.

ASISTENTES

Miembros COMPEB:

- Juan Gutiérrez Pedreros, Director Zonal de Pesca Región de Los Lagos (Presidente T)
- Sonia Medrano, Directora Zonal de Pesca Región de Aysén (Presidente S)
- María Alejandra Pinto, Representante Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (T).
- Carmen Gloria Muñoz, SEREMI Economía, Región de Los Lagos (T).
- Mark Buskaglia, SEREMI Economía, Región de Aysén (T).
- Cristian Hudson, Director Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Región de Aysén (T).
- Iván Oyarzún, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Castro, Región de Los Lagos
- Alejandra Arévalo, Coordinadora GTA Erizo.
- Marcela Avila, Coordinadora GTA Algas.
- Héctor Morales, Representante pescadores artesanales Región de Los Lagos (T).
- Marco Salas, Representante pescadores artesanales Región de Los Lagos (T).
- Custodio Serón, Representante pescadores artesanales Región de Los Lagos (S)
- Sergio Vargas, Representante pescadores artesanales de la Región de Aysén (S)
- Lorena Piticar, Representante pescadores artesanales de la Región de Aysén (S)
- José Rain, Representante pescadores artesanales de la Región de Aysén (T)
- Juan Romero, Representante pescadores artesanales de la Región de Aysén (S)
- Luis Schmidt, Representante industria elaboradora Región de Los Lagos (T).
- Eduardo Bustos, Representante industria elaboradora Región de Los Lagos (T).
- Hardy Bello, Representante Industria Elaboradora Región de Aysén (S).

- Juan Carlos Cardenas, Representante Operadores de Faena Región de Los Lagos (T)

Invitados especiales:

- Martina Delgado, Profesional DZP Región de Los Lagos.
- Ramiro Contreras, Profesional DZP Región de Aysén.
- Andres Venegas, Profesional Subsecretaria de Pesca.
- Carlos Molinet, Investigador UACH.
- Cristina Hernandez, Profesional Seremi Salud X Región de Los Lagos
- Gloria Villegas, Profesional Seremi Salud Aysén
- Sofía Milad, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Puerto Montt, X Región.
- Juan Carlos Orellana, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Melinka, XI Región
- Nicolás Lembeye, Subsecretaria de Pesca y Acuicultura

DESARROLLO DE LA REUNIÓN

Miércoles 16 de Noviembre de 2016, Puerto Montt

El Presidente de la COMPEB Juan Gutierrez, Director Zonal de Pesca Región de Los Lagos se presenta, dando inicio a la reunión y la bienvenida a todos los presentes. Dicha reunión nace por la citación mediante el Ordinario N° 36 del 9 de noviembre del 2016.

Expone la Tabla a desarrollar con algunas modificaciones en el programa.

1. Revisión de Acuerdos y compromisos sesión anterior

Martina Delgado: da lectura a los acuerdos y compromisos de la sesión anterior del 15 de marzo del 2016.

1.1. Cuota de erizo y talla.

Con la asistencia de 17 miembros titulares de la COMPEB se acordó por mayoría recomendar una cuota de extracción de 18.000 toneladas de erizo, con talla de captura 60 mm de diámetro.

A partir del análisis de rango de cuota de CCTB, mediante D.S. N°253 de fecha 11/04/2016 se establece cuota de captura de erizo de 16.000 toneladas.

Mediante R. Ex. N° 973 de 01/04/2016 se establece talla mínima de captura de 60 mm de diámetro.

Presidente COMPEB enviará a los miembros de la Comisión por correo electrónico D. S. N° 85/2015 que extiende la Compeb por dos años.

Enviado a los miembros COMPEB mediante correo electrónico con fecha 18 de marzo de 2016.

1.2. Presidente COMPEB oficiará a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura requerimiento para excluir a las embarcaciones artesanales bentónicas nuevas, de la exigencia de cubicación de bodega.

- Solicitado al SSPA mediante Ord. N° 23 de 18/03/2016.
- Por parte de Subpesca no hubo respuesta.

Sofía Milad: hay un documento jurídico donde bentónicos quedan exentos de este tema.

El Sr. Hardy Bello consulta porque no les ha llegado dicho documento.

Juan Gutierrez: cuando hacemos esa solicitud, no nos llega respuesta por parte de Subsecretaría de pesca y nosotros al averiguar consultamos al Director Regional de Sernapesca si internamente habían determinado un accionar, y hay conseguimos el documento. Da lectura a este.

Martina Delgado: este documento se lo haremos llegar por correo electrónico. Continúa la lectura de acuerdos y compromisos.

1.3. Presidente COMPEB consultará a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura la o las alternativas para incorporar las pesquerías del plan de manejo a los buzos que operan informalmente y que se están regularizando a través de las capacitaciones para obtención de matrícula de buzo mariscador. Envió al Subsecretario nómina de los buzos que a la fecha han obtenido su matrícula de buzo.

Planteado el tema al SSPA en reuniones institucionales ya la fecha no se tiene respuesta formal.

Nicolás Lembeye: no se puede acceder si está cerrada la inscripción en el RPA.

Juan Gutierrez: la única alternativa es plantear alguna modificación en la Ley Bentónica. Pero hoy en día el RPA no se puede abrir.

Luis Schmidt: para que regularizamos a los buzos? Si después no puede extraer?. Nos equivocamos todos.

- 1.4.** Presidente COMPEB solicitará a la Subsecretaría de Pesca y acuicultura disponer del proyecto de Ley Bentónica para difundirlo a los miembros de la Comisión.
 - Solicitado al SSPA mediante Ord. N° 22 de 18/03/2016.
 - Enviado por correo electrónico a los miembros de la COMPEB mediante correo electrónico de fecha 23/03/2016.
- 1.5.** La Dirección Zonal de Pesca de Aysén realizará un taller bentónico en comuna de Guaitecas para conocer los alcances del Proyecto de Ley Bentónica.
 - Taller realizado con fecha 30/06/2016 en Puerto Melinka.

Sonia Medrano: los asistentes no fueron tantos debido a la elección de fecha. Sin embargo no sólo se abordó la Ley Bentónica, sino también el reglamento de acuicultura en AMERBS, etc.

- 1.6.** La Dirección Zonal de Pesca XI Región, se compromete en generar la instancia con IFOP, Seremi de Salud y pescadores artesanales bentónicos para analizar los puntos de muestreo de marea roja y generar una propuesta de nuevas estaciones de monitoreo.

Sonia Medrano: Nos comprometimos a generar una instancia con IFOP para generar nuevas estaciones de muestreo que los pescadores deseen monitorear. Así IFOP realizó en las Guaitecas muestreos complementarios en diciembre y marzo para almeja. Estos muestreos finalmente fueron aceptados por Salud.

Realizamos un taller de marea roja con institucionales en mayo, para poder competir de mejor manera con las FAN. En este contexto el proyecto FIP intenta hacerse cargo de eso, tratando de re muestrear áreas, para poder abrir áreas más tempranamente.

- 1.7.** A requerimiento de la COMPEB, el Presidente oficiará al Gore de Aysén para que se busquen las instancias de implementar un laboratorio de marea roja en la ciudad de Melinka.
- Mediante Ord. 40 de 19/05/2016 se oficia al Intendente XI región el requerimiento de contar con un laboratorio de marea roja.

Sonia Medrano: el 2 de junio de 2016 se realizó reunión con DZP Aysén, GORE Aysén y S. Salud para analizar el requerimiento así poder reparar un laboratorio de la UACH en Melinka y poder implementarlo. Esto no es factible a corto plazo por costos y complejidad esto se explicó en dicha reunión. Sin embargo el tener un pequeño laboratorio para capacitar a las personas en el uso de unos kit para detectar presencia o ausencia de toxina de la MR es el principal objetivo. El alcalde de Melinka encabeza la gestión para la compra de estos KIT, en conjunto con el proyecto FIP.

- 1.8.** Se acuerda recomendar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura que se modifique el Plan de Manejo en el sentido de incorporar la cuota de captura para la temporada estival (660.000 unidades).
- Solicitado al SSPA mediante Ord. 24 de 23/03/2016.

Alejandra Pinto: el Comité Científico considera que es una tradición el consumo de erizo estival, no obstante señalaron que quede consignado como una medida establecida en el Plan el monto de esa cuota. Ese monto debe estar supeditado al estado del recurso. Durante algunos años pese al compromiso que hay que este erizo va destinado al consumo en fresco, ha terminado igual en planta y que también ha habido vulneraciones a la talla de 80 mm.

Custodio Seron: deberíamos establecer como operar para no encontrarnos en enero con los mismos problemas de siempre. La respuesta es bastante ambigua, si lo incorporan al PM va a estar sometido a la cuota anual y si alguien saca recursos bajo talla, no va a ser una respuesta satisfactoria para la PA.

Alejandra Pinto: lo que nosotros acordamos es que el año pasado la zona norte de la décima región debió haberse cerrado a la actividad extractiva por las condiciones del recurso. No obstante eso el Comité Científico reconoció que era una actividad tradicional de la pesca, que está el compromiso que era para consumo en fresco. No obstante ellos señalan que va a estar en el Plan como una recomendación, de que se va a disponer de

esta cuota anualmente. La cantidad a la que corresponde esa cuota va a estar supeditada a las condiciones del recurso.

La cuota estival se abordará en el CCBT el 1 y 2 de diciembre en el comité científico

Custodio Seron: para sacar una cantidad rentable de erizos sobre 8 cm, hubo algunos problemas, ya que significa botar otros tantos. A los buzos les está costando mucho sacar erizo sobre 8 cm.

Alejandra Pinto: ese fue un compromiso de parte de Uds. Es importante que Uds. vean con sus bases antes esos problemas y que vean si van a proceder con una talla 7 lo comuniquen oportunamente.

En esta sesión podemos dejar consignado a dejar con talla 7 cm el erizo estival, como recomendación de esta mesa.

Custodio Seron: está de acuerdo y solicita se establezca desde aquí y quede consignado en el acta.

Martina Delgado, solicita verlo en puntos varios. Continúa con lectura de acuerdos.

- 1.9.** Se acuerda dar continuidad al establecimiento de la zona de resguardo en el sector de Carelmapu, Región de Los Lagos, mediante veda extractiva (entre el 1 de septiembre de 2016 y el 31 de mayo de 2017).
- Solicitado el requerimiento al SSPA mediante Ord. 20 de 16/03/2016.
 - Mediante D.S. N° 597/2016 se establece veda extractiva entre el 01/09/2016 al 31/05/2017.

Alejandra Pinto: respecto a esa medida, les quería comentar que hace poco vimos una veda multiespecie para un sector de la sexta región. Aquí los pescadores pidieron una veda multiespecie para un santuario natural y así poder resguardar la zona. Más adelante podemos ver esta medida y como aplicarla al grupo de especies en Carelmapu y así darle mayor resguardo a la zona.

- 1.10.** El Presidente COMPEB enviará información relativa a la autorización de efectuar vertimiento de emergencia de desechos de pescados.

- Enviado a los miembros de la COMPEB mediante correo electrónico de fecha 21/03/2016.

Luis Schmidt: Sernapesca debe hacer capacitaciones a los comerciantes sobre los requisitos que deben cumplir para transportar recursos y se saltaron este punto.

Iván Oyarzún: efectivamente se abordó este requerimiento territorialmente, se abordó básicamente el traslado de recurso. Con la implementación de fiscalizaciones en terreno hay mucha habilitación de origen legal que está saliendo las 24 hrs del día sin que los usuarios tengan que ir a la oficina.

2. Presentaciones

2.1. Presentación Servicio Nacional de Pesca Los Lagos, Sr. Iván Oyarzún “Actividades de Fiscalización en la operación de la Pesquería del Erizo (*L. albus*) en la X y XI región”.

Objetivo General:

Presentar resultados acerca de las acciones de fiscalización realizadas por el Servicio en el Plan de Manejo de la X y XI región, relacionadas con las pesquería de erizo.

Objetivos Específicos:

- *Informar volúmenes desembarcados mediante el control de cuota de autorizada.*
- *Informar desempeño del control de Talla Mínima Legal autorizada.*
- *Informar resultados de monitoreo y control del acceso en la X, XI Regiones respecto de embarcaciones extractoras, buzos mariscadores y lanchas de transporte.*
- *Informar resultados de monitoreo, control y vigilancia de actividades en X y XI Regiones.*

Hardy Bello: Considera buena la información de Sernapesca con respecto a las plantas.

Marcela Ávila: encuentra interesante la información de las distintas plantas, rendimientos, etc. presentada por Iván, podrían hacer gráficos comparativos teniendo presente el origen de la materias primas. Se le puede sacar mucho partido a la información presentada.

Hardy Bello: en la información solicitada a las empresas por Sernapesca y en todas las planillas diarias que exigen, esta toda la información de las plantas. Las planillas aclaran la materia prima que llega, procedencia, etc.

Iván Oyarzún: habla respecto al rendimiento del erizo, afirmando que en la temporada donde esta malo el rendimiento del erizo es cuando más se saca.

Hardy Bello: las empresas más antiguas hemos reducido las extracciones a la mitad, las grandes empresas son las que sacan muchos volúmenes y eso no lo podemos controlar.

Iván Oyarzún: señala que las acciones de fiscalización estuvieron en los puertos de desembarque y plantas de proceso.

Presentación Servicio Nacional de Pesca Los Lagos, Sr. Juan Carlos Orellana. “Acciones de Fiscalización en la Región de Aysén”.

Carlos Orellana: expone el esfuerzo de los agentes involucrados en cumplir con la medida de la talla y por ende la disminución en las infracciones por la talla mínima legal.

Menciona que las embarcaciones no están cumpliendo con los requisitos que están en la normativa de registrar la entrada y salida a la zona de Aysén en Melinka que puede ser en un proceso de visación o de acreditación de origen del recurso.

Las acciones de fiscalización con la Armada disminuyeron con respecto al año pasado.

Conclusiones:

- Se han controlado a nivel de desembarque, transporte, proceso y en zona de pesca según lo planificado en el Plan de Fiscalización.
- Las infracciones cursadas en la actualidad ascienden a 37 denuncias por incumplimiento a la normativa vigente, relacionada con la pesquería erizo.
- Se han incautado 14 toneladas de Erizo entre ambas regiones.
- Se evidencia un redistribución del consumo de la cuota en la macrozona

Marcela Avila: sugiere que cuando se haga la presentación del desembarque se incorpore la información de la Región XII.

Hardy Bello: felicita a SERNAPESCA por la información aquí presentada. Solicita enviar una vez al mes el nombre de las empresas con su extracción.

Iván Oyarzún: si te refieres al cuadro de porcentaje de participación, no hay problema

Custodio Seron: con respecto al cuadro de rendimiento hay antecedentes en otros años que hayan sido más bajos que este?

Iván Oyarzún: es segunda vez que hacemos el ejercicio.

Hardy Bello: nosotros como industria hace muchos años le hemos propuesto pagar por rendimiento.

2.2. Presentación Sr. Carlos Molinet, Resultados Proyecto FIP 2014-08 : “Actualización de parámetros biológicos del recurso erizo en la X y XI Regiones”.

Objetivo General:

Disponer de parámetros poblacionales actualizados de las poblaciones de erizo *Loxechinus albus*, que representen la variabilidad espacial para el recurso erizo en la X y XI regiones.

Objetivos Específicos:

- Recopilar en una base de datos, considerando la literatura científica, los parámetros del ciclo reproductivo, crecimiento, mortalidad natural, talla crítica y de la estructura de talla poblacional del recurso erizo para la costa de Chile.
- Validar la técnica de lectura de anillos a través de marcaje de erizos *L. albus* y estimar sus parámetros de crecimiento en áreas representativas de la operación de la pesquería.
- Determinar los principales parámetros reproductivos de *L. albus* en al menos cuatro sectores de pesca de la macrozona X y XI regiones en áreas representativas.

- Estimar la talla crítica con los parámetros de crecimiento actualizados.
- Difundir los resultados en un taller técnico

Conclusiones:

- La técnica de lectura de anillos de placas genitales de erizos se aproxima en 70-80% a estimar la edad de *L. albus*
- Erizos de 60 mm tienen aproximadamente 7 años
- Existe variabilidad en el crecimiento en la macrozona X y XI regiones
- La ojiva de madurez en erizos para machos y hembras es variable por zonas, aunque en promedio se mantiene en alrededor de 43 mm.
- Erizos de 70 y 60 mm producen una cantidad similar de huevos, aunque el 100% de las hembras maduran alrededor de 70 mm.
- La talla crítica está fuertemente modulada por la mortalidad natural. Para $M=0.25$, la talla crítica puede estar en 70 mm. Para $M=0.35$, la talla crítica puede estar en 60 mm
- La pesquería es muy eficiente sobre la TML, lo que implica una alta mortalidad por pesca. Esto significa que se está cosechando prácticamente todo el excedente producido.

Héctor Morales: se puede hacer esta prueba de crecimiento con erizo cautivo.

Carlos Molinet: Eduardo Bustos realizó tiene esa información, porque lo han cultivado.

Eduardo Bustos: es verdad que tenemos una serie de experimentos de cultivos en sistemas controlados y las tasas de crecimiento en cautiverio al proporcionarle alimento son más bien planas. La dispersión en terreno mostradas por Carlos es verdad.

Carlos Molinet: en cautiverio pueden crecer más rápido, pero sin la dieta apropiada crecen más lento.

Marcela Ávila: me queda duda con respecto al crecimiento del erizo.

Carlos Molinet: crece aproximadamente 1 cm al año y a medida que empiezan a avanzar empiezan a crecer menos.

- En juveniles la formación de anillos es más marcada, crecen más rápido, a medida que envejece, el erizo crece más lento.
- En años buenos la banda de carbonato de calcio es ancha y se nota más, en años malos esta se nota menos se tiende a juntar con la otra. Los años buenos y malos son referidos a la alimentación y temperatura del agua.

2.3. Presentación Sra. Alejandra Arévalo, Coordinadora GTA Erizo: “Desempeño de la Pesquería del Erizo”

Objetivo General Plan de Manejo Zona Contigua:

Obtener los mayores beneficios socio-económicos de las pesquerías bentónicas compartidas por las Regiones X y XI, mediante la instauración de un Plan de Manejo participativo, que asegure la explotación sustentable de los principales recursos bentónicos de interés comercial.

Conclusiones y recomendaciones:

- i. La captura se concentró entre abril y agosto, registrando los mayores volúmenes en junio

Observación

- i. El inicio de la pesquería sin los actos administrativos necesarios (resoluciones) genera dificultades en la operación y fiscalización. (Resol. Cuota en Abril)
- ii. Recomendación: considerar que la resolución temprana permite mantener el registro y seguimiento de la operación de manera más eficiente y ordenada
- iii. La pesquería se extendió en AMERB de la XI Región durante la veda biológica, lo cual es contraproducente para la mantención del potencial reproductivo de la especie.

Recomendación: considerar los argumentos técnicos y administrativos que previenen y prohíben pesca durante la veda biológica.

En relación al desembarque, se mantienen la problemática del origen de la capturas.

Recomendación:

- a) Mejorar el registro de la información de las embarcaciones que operan en la XI, pero que no registran la operación en of. Melinka.
- b) Incorporar la obligatoriedad de un observador a bordo de embarcaciones acarreadoras que operen en el plan de manejo.

Luis Schmidt: una observación que se vio en las conclusiones es que al no salir los decretos de pesca, al no entrar en los periodos produce algunos efectos sobre el control etc. No se está mirando que efectos produce eso sobre el mercado, las decisiones de talla, veda, etc. producen un efecto sobre el mercado. Cualquier atraso produce un efecto en el mercado ya que no se cumple con las fechas comprometidas con los clientes y nos hace menos competitivos y podemos perder mercado.

Alejandra Pinto: quiero recordar que este año cuando se reunió la COMPEB, para poder tomar antecedentes de la pesquería y de la proposición de cuota 2016, tanto la empresa como la pesca artesanal se retiraron, entonces el Comité Científico no ve la recomendación de cuota y no se pronuncia hasta que no esté en conocimiento el Comité de Manejo.

Para este año estaba todo el escenario para sacar la cuota en marzo, no obstante había una propuesta de la pesca artesanal para que la temporada parta en abril.

Alberto Loncomilla: en marzo el erizo está más lechoso, más delgado, lo importante es cómo sacar más provecho a las toneladas otorgadas. Pensemos más en el erizo que en el mercado.

Luis Schmidt: es importante cuidar el mercado, pero debemos ponernos de acuerdo con anticipación en relación al rendimiento del producto y cuando extraerlo.

Custodio Serón: con respecto a la talla, creo que el mejor favor que se le ha hecho a la pesquería, es aumentar el control. (El hecho que haya comenzado en abril y terminado en agosto el periodo de extracción del erizo.)

Alejandra Arévalo: que avancemos en el hecho de no vulnerar los 6 cm, no significa que estemos avanzando en el hecho de aumentar la población en el agua. Son dos cosas distintas.

Hardy Bello: a Don Héctor que pide a la empresa que transparentemos, nosotros como pequeña y mediana empresa pagamos un mejor precio al pescador, el gran problema es

que las grandes empresas compiten con nosotros en precio y volumen. Las grandes empresas hacen bajar el rendimiento ya que compran por volúmenes.

Nosotros como empresa estamos dispuestos a trabajar con el rendimiento, nosotros estamos muy preocupados de este tema de no desechar materia prima.

Alejandra Pinto: quería señalar por parte del Comité Científico y por parte de la Subsecretaría nosotros queremos incorporar mayores antecedentes respecto a temas de mercado. En el GTA también queremos rescatar el análisis de mercado para que la información pueda llegar a las bases.

Juan Carlos Cárdenas: consulta este año, cuando sale la resolución de erizo estival y en que talla (llegó atrasado).

Alejandra Pinto: este año el acuerdo que había era que el presidente de la COMPEB iba a oficiar que esa cuota quedara considerada dentro del plan de manejo. Como igual será una cuota de extracción que se concentra en la zona norte, se llevó al Comité Científico para que ellos dieran su parecer al respecto, el Comité Científico la reconoce como una actividad tradicional, pero la cantidad que vaya a extraerse va a depender de las condiciones en que el recurso este, sobre todo en la zona norte. No obstante este en el plan igual lo tiene que ver el Comité Científico que será el 1 y 2 de diciembre para poder finalmente sacar el decreto de esa cuota.

El año pasado Uds. recomendaron talla 8 cm, pero según Don Custodio hubo muchos problemas para cumplir con esa talla, el Comité Científico dice que con talla 7cm es suficiente. Uds. en puntos varios verán si dejan la talla 7 cm.

El tema es que hay compromisos que generan los pescadores donde el erizo que es para consumo en fresco y después llega a las plantas, existiendo varios actores que rompen estos compromisos.

Hardy Bello: el año 2015 nosotros hicimos un compromiso en esta mesa que nadie iba a comprar erizo estival y eso se cumplió.

Luis Schmidt: quiere ver el tema de la regularización de los pescadores artesanales.

Almuerzo 13: 40 hrs.

Inicio Jornada tarde 16 de Noviembre: 15:10 hrs

2.4. Presentación Sernapesca, Sr. Juan Carlos Orellana: “Actividades de fiscalización en la operación de la Pesquería del Almeja entre la X y XI región”

Objetivo General:

3. Presentar estado de la Pesquería de recurso Almeja

Objetivos Específicos:

4. Informar los agentes participantes en la pesquería.
5. Informar los desembarques por jurisdicción.
6. Informar volúmenes extraídos y el destino declarado (Planta de proceso y consumo en fresco).
7. Informar Estado actual de las Áreas PSMB y eventos de Marea Roja.

En cuanto a los agentes participantes existe preocupación que no se registre operación en la Zona Contigua y que la almeja que se extrae en la región de Aysén este siendo declarada en los Lagos.

En la realidad sabemos que existe operación en la ZC y que no está siendo declarada.

¿Por qué no hay operación “formal” de la flota en zona contigua?

- Buzos sin Registro Pesquero Artesanal o sin recurso autorizado.
- Embarcaciones sin RPA.
- Desconocimiento en trámites de acreditación de origen (DA-Documento tributario).
- Zonas de extracción cerradas por presencia de toxinas.

Consultas:

Luis Schmidt: habla sobre la primera lamina de la PPT, el 2016 se subieron las embarcaciones, me llama la atención porque el registro para embarcaciones debería estar cerrado.

Sofía Milad: recuerde que si bien los registros están cerrados para la pesquería en sí, el n de inscritos en una pesquería es bastante elevado, hay que analizar si esa nueva embarcación que se incluyó este año opero en años anteriores.

También puede ser motivado por la entrega del bono de marea roja y que gente que hace tiempo no operaba lo hizo para poder acreditar operación.

Luis Schmidt: otra lámina que le llama la atención es el de las plantas procesadoras, ya que el 2016 no ve a Inmuebles Cataluña.

Sofía Milad: lo que pasa es que el 2014 ya no está Inmuebles Cataluña, pueden haber tenido dos códigos o cambiado de nombre.

Martina Delgado: Sernapesca podría proporcionarle esta información al GTA de almejas, para que hagan el análisis respecto de las embarcaciones nuevas que están participando de la pesquería.

Juan Gutierrez: ese dato llama la atención en el año en que se produce, puede estar reflejando una actividad compensatoria en algún periodo, pero al considerar el desembarque puede que sean unas declaraciones esporádicas de algunas embarcaciones con otros objetivos y eso hay que definirlo bien. Necesitamos que ese dato sea analizado por el GTA del por qué el 2016 hubo un aumento de la flota. Dejémoslo consignado como una tarea del GTA.

Sonia Medrano: es una preocupación de la XI región, el que no se esté consignando la procedencia del desembarque de las especies de la ZC. Es necesario poder transparentar estas cifras de desembarque como corresponde para efectos de manejo de la ZC. Como se puede ir mejorando esta conducta.

Juan Carlos Orellana: creo que puede tener que ver con el mercado del recurso y de las exigencias que provenga de áreas con PSMB, pero hay que analizar este factor en su globalidad.

Luis Schmidt: quiere hacer una aclaración respecto a las guías de despacho. El SII al pescador artesanal no le da guías de despacho, salvo que esta situación haya cambiado.

Cristian Hudson: yo creo que el tema del documento tributario no es el gatillante fundamental respecto de porque la flota de la décima no declara en la región de Aysén. Hay la impresión que existe una operación permanente y frecuente sobre áreas no autorizadas, desconozco si esa almeja es desembarcada o pasa por áreas PSMB.

Luis Schmidt: yo creo que una causa es la que dices tú y la otra es la exigencia para las lanchas de la décima de tener que pasar a declarar a Melinka.

Juan Carlos Cárdenas: relata cómo le cerraron el puerto por pasar a Melinka a declarar, perdiendo todo.

Juan Gutiérrez: quiere aclarar el comentario de MR, dice que no por el hecho que haya estado influido por requisitos de recibir un bono, que este sea un proceso de acreditación falso, incluso puede ser un efecto positivo en el sentido de que la gente se dio cuenta de que el RPA servía para algo, entendieron que declarar aunque sean 3 kg en un año tenía un valor.

Sofía Milad: reitera el compromiso de apoyar con la información el análisis en el tema de la almeja en el GTA.

2.5. Presentación Sernapesca Sr. Juan Carlos Orellana: “Actividades de fiscalización en la operación de la Pesquería de la Luga Roja (*Gigartina skottsbergii*) entre la X y XI región”

Objetivo General:

- Presentar estado de la Pesquería de recurso Luga Roja.

Objetivos Específicos:

- Informar los agentes participantes en la pesquería.
- Informar los desembarques por jurisdicción.
- Informar volúmenes extraídos y el destino declarado
- Acciones de Fiscalización

Sofía Milad: Danisco es quien lidera en la región el abastecimiento de luga roja.

Juan Carlos Orellana: hace unos dos años atrás apareció un manual de buenas prácticas para la extracción de Luga y en la práctica se ha visto que la flota ha cumplido con esas buenas prácticas, en el sentido del tamaño de la fronda, traer con roca el alga, etc

Marcela Ávila: hace dos años atrás cuando la Luga estuvo con un alto valor, se vendió la materia prima de peor calidad y las plantas que compran esta alga en el extranjero

hicieron mucho reclamo a Chile por la calidad del alga y dijeron que no comprarían más alga en Chile sino mejoraban su calidad. A raíz de esto las empresas en Chile acordaron elevar la calidad del alga en un trabajo con los productores. El GTA trabajo en esto y edito un manual respecto del manejo del alga.

Este año es de prueba y dependerá de la calidad de nuestra alga si siguen comercializando con nosotros o preferirán algas tropicales.

La calidad mala es porque viene con impurezas y el gel que tenía el alga era de muy baja viscosidad, esto último es porque la sacan antes de tiempo el alga, en el caso de la luga negra.

Tenemos intenciones de realizar campañas a través del GTA pero aún no lo hemos logrado.

Juan Carlos Cárdenas: solamente hay tres plantas autorizadas de luga para comprar o puede comprar cualquier planta.

Sofía Milad: no es que existan tres plantas, estas son las que tienen mayor participación, mientras estén inscritas en el Servicio y cumpla con las condiciones puede trabajar.

2.6. Presentación Seremi Salud XI Región, Sra. Gloria Villegas: “Programa de vigilancia y control de las intoxicaciones por fenómenos algales nocivos (“Marea roja”)”

Resolución Exenta N° 24 del 24/01/09

- Se aplica desde 1995.
- Conjunto mínimo de procedimientos comunes a las regiones afectadas o amagadas por los FAN, con el objetivo central de la protección de la salud de las personas, incluyendo la aplicación de acciones sectoriales e intersectoriales para lograr el éxito de las medidas de prevención y control, así como de mitigación.

VIGILANCIA LITORAL AYSÉN:

PROGRAMA DE MONITOREO: Actividad sistemática en el espacio y tiempo, orientado a contar con información que permita conocer las tendencias naturales de determinadas

variables que pueden ser utilizadas como indicadores de cambio ambiental y eventualmente de riesgo para la Salud Pública y las actividades productivas.

MONITOREOS REGIÓN DE AYSÉN:

- “Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas en las Regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes”, 73 Estaciones con muestreo de mariscos, 11 sólo con fitoplancton.
- 3. Frecuencia de monitoreo: Cuasi mensual, 11 cruceros en la temporada.
- 4. Variables estudiadas: Biotoxinas en transvectores, distribución fitoplancton nocivo, variables oceanográficas y meteorológicas. (Fines predictivos a largo plazo)
- Monitoreos de sectores de interés productivo realizados por los Comités locales de Marea Roja.
- Proyecto Fundación Chinquihue.

Según resultados se emiten Resoluciones Sanitarias de AUTORIZACIÓN o PROHIBICIÓN de sectores de extracción y condiciones para transporte comercialización y/o consumo.

Gloria Villegas: respecto a los acuerdos tomados en la mesa anterior que tenía que ver con la instalación de un laboratorio en Melinka. Seremi se comprometió de dar todo el apoyo técnico a las personas involucradas. Este laboratorio es en base a equipos, el kit que se va a comprar es sólo para veneno paralizante y en la región también tenemos del diarreico. Esto está en que la Municipalidad encargada de conseguir los fondos compre los kits.

En Aysén nos salió aprobado un proyecto que tiene que ver con la adquisición de un equipo masa – masa. En la parte de veneno diarreico tenemos hartos falsos positivos y con este proyecto se pretende eliminar estos falsos positivos. La finalidad es tener más áreas abiertas. Este proyecto ya se encuentra aprobado.

Marcela Ávila: consulta a cargo de quien estará el laboratorio, quien financia y capacita a la gente?.

Gloria Villegas: nosotros ya estamos capacitados, la persona que hará la capacitaciones a la gente es el mismo funcionario que trabaja en Melinka de la Seremi de Salud, la parte de fondo lo tiene que ver la Municipalidad, que es la adquisición de los kits y se ocupará la misma infraestructura que estaba , aunque se le realizarán arreglos.

Juan Gutiérrez: ósea los análisis de laboratorio los lleva Salud de todas maneras.

Gloria Villegas: sí. Lo otro el kit no es para tomar decisiones, el kit es un filtro, sigue siendo el Reglamento Sanitario a través del bioensayo el que da la última palabra.

La Sra. Villegas muestra el resumen de resoluciones vigentes.

2.7. Presentación Seremi Salud X Región, Sra. Cristina Hernández

Monitoreo Biotoxinas Marinas Región de Los Lagos.

- *Alexandrium catenella*, constituye una plaga hidrobiológica, responsable de la producción del VPM. Puede afectar gravemente a seres humanos, a otras especies animales y dañar también a las actividades acuícolas.
- El nivel máximo permitido para consumo humano es de 80 ug/100 g de carne.
- Debido a su presencia recurrente en la zona sur del país (Golfo de Corcovado a Bahía Anna Pink y el sector desde Canal Baker a Canal Beagle), fue declarada Área de FAN.
- Desde 1995 Chile cuenta con un Programa Nacional de Vigilancia y Control de Fenómenos Algales Nocivos (Marea Roja) en todas las regiones afectadas. Este Programa se ha ido fortaleciendo en razón a la evolución del fenómeno.

Con el objetivo de:

- Minimizar el riesgo de la población de enfermar por consumo de mariscos contaminados.
- Conocer la magnitud y evolución del fenómeno.
- Detectar oportunamente niveles de toxinas en productos del mar a fin de adoptar medidas eficientes y oportunas de protección de la población.
- Programa de Monitoreo : Actividad Sistemática en el espacio y tiempo, orientado y Continua que permita conocer las tendencias naturales de determinadas variables que puedan ser utilizadas como indicadoras de cambio ambiental y eventualmente de riesgo para la Salud Pública y las actividades Productivas

MONITOREOS REGION DE LOS LAGOS

- “Manejo y Monitoreo de las Mareas Rojas en las Regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes”
 - Frecuencia de Monitoreo : Casi mensual : 11 cruceros en la temporada
 - Variables estudiadas : Biotoxinas en transvectores, distribución fitoplancton nocivo, variables oceanográficas y meteorológicas (Fines predictivos a largo plazo)
 - Monitoreos de Importancia sector productivo: 6 monitoreos de acuerdo a solicitud de Mesa Marea Roja Quellón.

SEGÚN RESULTADOS SE EMITEN LAS RESOLUCIONES DE AUTORIZACION Y PROHIBICION DE AREAS EXTRACTIVAS.

Cristina Hernández: comenta que aún hay existen moluscos con toxina y que este año fue excepcional el fenómeno de marea roja, muestra ej. Machas que fueron capaces de detoxificarse y al parecer sufrieron una suerte de aletargamiento con la toxina. Este año las algas por sus larvas de cirripedios que poseía en su superficie también resulto contaminada. Etc.

Martina Delgado: cuantas estaciones de muestreo poseen?

Cristina Hernández: tenemos 52 estaciones de muestreo, monitoreadas una vez al mes. Este año ha sido completamente atípico, podemos citar la contaminación del piure que antes jamás lo habíamos visto. El loco fue posterior pero la duración contaminado ha sido más permanente en el tiempo y ha permanecido contaminado. Todos los productos se contaminan de distinta manera y muestran distintas cinéticas.

Este año se desarrolló un módulo online visual llamado Midas para tener un mejor acceso a la información por parte de la comunidad y para poder entender mejor las resoluciones. Cada análisis de laboratorio se puede visualizar aquí.

Juan Gutiérrez: agradece a Salud por su trabajo.

Custodio Serón: el varamiento de machas fue marea roja.

Cristina Hernández: nosotros analizamos las muestras, tenían toxina paralizante y las machas que llegaron a mi laboratorio estaban vivas, aletargadas. Aquí el pie se durmió lo que le impidió moverse. Fue una intoxicación momentánea.

Luis Schmidt: el loco no es un filtrador, sin embargo tiene marea roja, que sucede aquí?

Cristina Hernández: el loco si tiene MR y por ser carnívoro se contamina, por su alimentación. El loco en bajos niveles de concentración de toxina fija en la parte negra, en esa especie de mucus que tiene y no traspasa al aparato locomotor, sin embargo en condiciones de amplia exposición hay una migración hacia el musculo. Hoy el loco no está detoxificándose ya que todo su esfuerzo está dirigido a reproducirse.

El grupo de las saxitoxinas es enorme, en el loco se da una condición de que el pie hace una bio transformación y cambia todas estas isoformas a saxitoxina que es la más potente de todas estas formas.

No tenemos mayor experiencia en determinar en cuanto tiempo se va a detoxificar el loco, ya que es nuestra primera experiencia.

Juan Gutiérrez: sugiere dejar puntos varios para mañana, sin embargo se tratarán algunos puntos varios hoy como la cuota estival.

3. Puntos varios

- Talla de la cuota estival
- Oficiar alguna solución para una suspendida revista de equipo de buceo en la zona de Quellón por parte de la Autoridad Marítima.
- Regularización de buzos

3.1. Talla de la cuota estival

Se acuerda por unanimidad talla de 7 cm de diámetro del erizo para temporada estival.

3.2. Revisión de equipo de buceo en la zona de Quellón por parte de la Autoridad Marítima

Juan Gutiérrez: comenta que el Sr. Cárdenas ha señalado que hay una modificación de las condiciones habituales con los cuales en Capitanía de Puerto de Quellón mantenía la capacidad de que las embarcaciones y sus equipos de buceo pudiesen pasar revista y quedar al día de manera permanente, cosa que hoy día estaría modificada ya que no

tendrían el profesional que acredita y sólo está la posibilidad de trabajar dos días en la Capitanía de Puerto de Castro.

Juan Carlos Cárdenas: nosotros queremos regularizar los buzos, pero ahora no están pasando en Quellón revista a los equipos de buceo, sólo en Castro, y en este momento Castro tiene revista hasta el 22 de noviembre y como la gente anda trabajando no coordina con la fecha para pasar revista en Castro. Ahora si estamos peleando que la gente trabaje regularizada y no nos dan las condiciones, no se puede trabajar. Antes se pasaba revista el martes y jueves en Quellón.

Juan Gutiérrez: como acuerdo de esta mesa solicitaremos que martes y jueves se disponga de un acreditador en Quellón para pasar revista.

3.3. Regularización de buzos

Luis Schmidt: estamos 15 años indicando la dificultad para conocer el esfuerzo de cada buzo, después de tanta batalla logramos flexibilizar a los marinos y buzos ilegales pudieron obtener su licencia, sin embargo ahora no se pueden abrir los registros por parte de Sernapesca o Subpesca. Creo que debemos oficiar a Subpesca para que se indique la causa del por qué no se abren los registros. Para darle una explicación a los buzos que hicieron el esfuerzo por obtener su licencia.

Lorena Piticar: creo que no se han buscado los métodos para insertar a la gente, tenemos buzos que ya no operan ya sea por muerte o por enfermedades. Debemos buscar una manera para actualizar los registros.

Alejandra Pinto: la Ley contempla que la gente puede entrar al registro abriendo el RPA y esa formula la abre a cualquiera, entonces no nos asegura que aquellos que nosotros queremos que entren sean los que entren. En la tercera región se abrió un cupo para alga y entro gente que no estaba contemplada.

La otra posibilidad es el reemplazo, ósea que aquella gente que sale de la actividad le deje su cupo completo a otra persona.

El 2012 mediante una regularización los que estaban de manera informal y que participaron de la PI, se anotaron y que tenían el permiso de los marinos, por un proyecto de ley especial entraron al recurso. Entonces esa es la posibilidad que salga un proyecto de ley que nos permita poner ciertos criterios.

Juan Gutiérrez: teniendo el diagnóstico que todos han hecho, hay un proceso de tener un criterio que podría justificar una regularización y el criterio fue que aquellos que participaban de manera informal pudieran tener algún respaldo formal y ese respaldo formal fueron las pescas de investigaciones, donde los viejos que no tenían inscrito el recurso podían incorporarse sólo siendo buzos. Del Comité de Manejo generemos una propuesta que si bien es cierto no salga tan rápido, pero establezcamos un criterio para hacer una regularización dentro del Plan de Manejo que permita acoger específicamente en esa regularización y no se nos metan otras personas que no tienen el derecho de regularizarse, sino aquellos acreditados por Uds., que han realizado el curso de buzo.

Luis Schmidt: creo que generamos un engaño a un grupo de personas visibilizando el trabajo ilegal de estos ante la autoridad, insisto en oficiar a Subsecretaria del por qué no se puede regularizar a los buzos, por escrito y nos señalen alternativas para este impasse.

Héctor Morales: esto era para los buzos de la ZC, en los últimos cursos se metió gente nueva que no estaba en la lista original, entonces solicito revisar la lista hecha originalmente y se catastre con los que participaron de los cursos de buceo donde el FAP puso millones de pesos y hubo gente de Queilen que no tenía nada que hacer en dichos cursos.

Luis Schmidt: lo importante es abrir el registro y ver la forma de ingreso de buzos.

Juan Gutiérrez: creo que es factible elaborar una solución puntual que no reclame todo Chile, para todas las regiones y todas las pesquerías. Con criterios que no sean reclamables en otros lugares.

Solicita redactar en términos formales la petición.

Alejandra Pinto: el esfuerzo pequero se realiza cada 3 años en el marco de los Comités de Manejo, siempre y cuando el Plan de Manejo establezca criterios de participación.

Nicolás Lembeye: si la traba es la ley, hay que cambiar la ley.

Alejandra Pinto: como dice Cristian Hudson hoy en día no hay una solución normativa para lo que hoy necesitamos.

Sonia Medrano: a riesgo de actuar contra una política institucional, nosotros como consejo zonal de Aysén en conjunto con Sernapesca, hicimos un informe y se envió al

Subsecretario para ver una fórmula para regularizar a los buzos de Aysén. Es necesario hacerse cargo del tema y buscar alguna salida en esta pesquería buscando soluciones.

Juan Gutiérrez: propone trabajar a dos bandas, una sería solicitar aclaraciones por escrito en términos jurídicos, eso se puede ver mañana, pero paralelamente insistiría en una propuesta de formar una comisión de la COMPEB y jugar con un diseño a partir del Comité de Manejo.

Tarde o temprano debemos hacernos cargo de una propuesta de medidas de administración, así como de sistemas de manejo que pueda incluir hasta una certificación de gente que trabaja en el sistema porque es más local y acotada la pesquería. Les parece ponerlo como una propuesta de ambas regiones. Que no sean más de cuatro personas para que sea ejecutiva. Que incluya un representante del Servicio, uno de Subsecretaría de Pesca, una empresa y un dirigente de la pesca.

- Representante Sernapesca, Sr. Juan Carlos Orellana
- Representante Subsecretaría de Pesca, Sra. Sonia Medrano y Sr. Juan Gutiérrez.
- Representante Industria, Sr. Luis Schmidt
- Representante PA Aysén, Lorena Piticar
- Representante PA Los Lagos, Héctor Morales.

Marina Delgado: entonces la Comisión ejecutiva que va a estar a cargo del tema de regularización de los buzos y va emitir una propuesta a Subsecretaría de pesca va a estar conformada por un representante del Sernapesca que sería Juan Carlos Orellana, dos representantes de Subsecretaría de Pesca, Sra. Sonia Medrano y Sr. Juan Gutiérrez, un representante de la industria que sería el Sr. Luis Schmidt y dos Representante de la PA que serían la Sra. Lorena Piticar y Don Héctor Morales.

Cita a esta comisión el Presidente de la COMPEB.

Juan Gutiérrez: se levanta la sesión del día miércoles 16 de noviembre a las 18: 09 hr.

Jueves 17 de noviembre

Hora inicio sesión: 09:36 hr

Juan Gutiérrez, da inicio a la reunión y presenta al abogado de la División Jurídica de Subpesca, Sr. Nicolás Lembeye.

✓ **Presentación División Jurídica de Subpesca, Sr. Nicolás Lembeye: “Proceso de conformación de los Comités de Manejo Bentónicos”**

Según la vigencia de esta mesa que es prorrogada hasta agosto del próximo año, entonces es necesario saber que es necesario hacer para transformarse en un Comité de Manejo con las Normas actuales.

Un Comité de Manejo es un órgano de carácter asesor de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, en la elaboración de la propuesta, implementación, evaluación y adecuación de los planes de manejo.

Quiénes conforman el Comité de Manejo?

- 1 representante de SUBPESCA, que será el presidente del Comité.
- 1 representante del SERNAPESCA.
- 1 representante de la Dirección del Territorio Marítimo y Marina Mercante.
- Entre 2 y 7 representantes de los pescadores artesanales inscritos en la pesquería de que se trate.
- 1 representante de las plantas de proceso del recurso de que se trate.

Proceso de designación representantes:

- Representante SUBPESCA y su suplente designado por Subsecretario.
- Subsecretario inicia procedimiento mediante resolución, la que deberá contener:
 - A. Número específico de pescadores artesanales.
 - B. Criterios determinación representante plantas de proceso.
 - C. Plazo duración representantes.

- D. Antecedentes a presentar por los postulantes.
- E. Fecha cierre de postulaciones.
- F. Fecha emisión de los resultados.
- Resolución de inicio se publica en página web de la SUBPESCA y SERNAPESCA, en D.O. y diario de circulación regional.
- Subsecretaría designa a titulares y suplentes que cumplan requisitos y hayan sido seleccionados por cada sector.
 - A. Pescadores artesanales con mayor cantidad de apoyo de pescadores inscritos en la respectiva pesquería.
 - B. Plantas de proceso con mayor apoyo de titulares de plantas inscritos en el Servicio.

Forma de entregar el apoyo:

- Individualizar la persona natural o jurídica que lo otorga (individualización representante legal y poder suficiente).
- Número inscripción en registro de actividades de transformación (para plantas de proceso).
- Entregados en soporte papel.
- Apoyo de organizaciones de pescadores, debe ir acompañado de nómina de pescadores que lo otorga, en soporte digital.

Supuesto de cargos declarados vacantes en el marco del proceso de conformación de comités

Supuesto:

1.- Existencia de cupos de representación por:

- A. No existir postulantes al cargo o por no haber cumplido los requisitos para ser designados
- B. Por renuncia conjunta de miembro titular y suplente

Se debe declarar dicha vacancia mediante resolución y convocar a Periodo Extraordinario de nominaciones y apoyos

Proceso de designación representantes

Los representantes de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y del Servicio serán designados por los directores de dichos organismos mediante oficio. Del mismo modo se harán las modificaciones.

Normas de funcionamiento de los Comités

Quorum para sesionar: Mayoría en ejercicio de sus integrantes.

Citaciones a sesiones: Las realiza el Presidente (funcionario de la Subpesca) con una antelación de:

- a) al menos 5 días hábiles para s. ordinarias; y
- b) al menos 3 días hábiles para s. extraordinarias.

En la primera reunión deberá fijarse el calendario anual de reuniones, que sólo podrá modificarse fundadamente.

¿Quiénes pueden participar en las sesiones?

- Podrán asistir a las sesiones los miembros titulares del Comité, junto con los suplentes quienes tendrán derecho a voz. En caso que acudan ambos a una sesión, sólo podrá concurrir al consenso, el miembro titular.
- El Presidente del Comité podrá invitar a funcionarios de otros órganos públicos o del sector privado relacionado con la actividad pesquera, debiendo informar a los miembros permanentes del Comité la presencia de invitados
- Los invitados tendrán derecho a voz pero no a voto.

Los acuerdos del Comité deberán tomarse por CONSENSO.

Hay que dar cabida a todas las opiniones

Hay que identificar coincidencias, pero tb reconocer las diferencias

Hay que contar con disposición para continuar dialogando si las soluciones no se encuentran rápidamente

Todos son responsables del proceso

No puede haber cosas ocultas

Nadie sabe más que otros

La verdad se encuentra entre todos

Ninguna opción o idea debe ser descartada de plano

No hay ganadores ni perdedores

Todos los puntos de vista son importantes

Resultados concretos y prácticos

En caso de no alcanzar el consenso, quedará en el acta constancia de la opinión fundada de cada uno de los integrantes de Comité y los documentos en los que se basó su opinión.

¿Qué es un plan de manejo?

Es un conjunto de reglas y acciones que permiten administrar una pesquería basados en el conocimiento actualizado de los aspectos bio-pesquero, económico y social que se tenga de ella

Lo que se establezca en un plan de manejo tiene el carácter de obligatorio para todos los actores y embarcaciones regulados por esta ley que participan de la actividad.

Como se aprueba un plan de manejo

La propuesta de plan de manejo:

- a. Es elaborada por Comité de Manejo
- b. Consulta al Comité Científico Técnico en virtud de aplicación del artículo 8 LGPA.
- c. La propuesta de plan de manejo será sometida a consulta pública a través del sitio de dominio electrónico de la Subsecretaría, mediante mensaje radial y publicación en extracto en un diario de circulación regional. Se podrán formular observaciones dentro del plazo de un mes contado de la fecha de publicación en el sitio de dominio electrónico. Recibidas las observaciones, la Subsecretaría evaluará la pertinencia de reformular la propuesta y dará pública respuesta a las observaciones planteadas, aprobando el plan de manejo mediante resolución.
- d. Una vez aprobado el plan de manejo será obligatorio para todos los pescadores artesanales, así como las embarcaciones, incluidas las transportadoras y las plantas de proceso.

Interrumpe Presentación, se produce diálogo.

Cristian Hudson: cuando se habla que las estrategias serán propuestas por el Comité de manejo, respecto de la estrategia de explotación de la pesquería, corresponde al Comité de manejo establecerlas o es competencia del Comité Científico.

Nicolás Lembelye: el Comité de Manejo propone la estrategia de explotación.

Alejandra Pinto: el Comité Científico e general hace la recomendación del rango de cuota y veda extractiva, pero aquí ha decidido no ver las cuotas sin antes el Comité de Manejo este enterados de los antecedentes de la pesquería, básicamente por la historia que ha tenido este Comité de Manejo.

Nosotros en bentónicos llevamos al Comité Científico todas las medidas de administración que se tomen para la toma de conocimientos. Nosotros en general pasamos las recomendaciones ya sea de manejo o de administración a través del Comité de Manejo y con ellas llegamos al Comité Científico.

Cristian Hudson: el Comité de Manejo debería dado que la ley dice que la pesquería debe tender al rendimiento máximo sostenible, establecer una estrategia que pueda no considerar el rendimiento máximo sostenible como límite. Sin embargo hay se armó una discusión jurídica respecto si efectivamente la propuesta que hace el Comité de Manejo respecto de la estrategia de explotación es de carácter vinculante y no solamente de recomendación y hasta hoy día ese asunto sigue en discusión.

Alejandra Pinto: esa discusión se dio por los plazos de recuperación que se establecen. Tiene que haber una mediación entre ambas instancias, para tratar de cumplir las expectativas que tienen los usuarios pero con una mirada de largo plazo que permita la conservación del recurso.

Nicolás Lembelye: continúa su presentación.

Alejandra Pinto: hace una acotación a la presentación de Lembelle, en el caso del artículo 9° bis, los PM de bentónicos, nosotros no tenemos la obligatoriedad de someter los PM a la opinión del Comité Científico. Nosotros sólo tenemos la obligatoriedad de la consulta pública.

Nicolás Lembelye: el artículo 9 bis sale que se implementará según el artículo 8.

Alejandra Pinto: pero en los puntos de los contenidos del plan se hace la diferencia.

Consultas:

Sonia Medrano: consulta cuantos meses podría llevarnos el paso de esta Comisión a Comité?

Nicolás Lembeye, lo que demora la División de Administración Pesquera en elaborar un informe técnico.

Alejandra Pinto: primero hay que ponerse de acuerdo en los objetivos y lo otro es determinar los criterios que van a definir la participación de diferentes sectores. Nosotros en general como las pesquerías son locales, acotadas, etc. entonces la idea que los sectores involucrados en la explotación de la pesquería puedan estar representados y eso es lo que ha tomado un poco más de tiempo. En algunos casos además de la representatividad por zona que tiene que ver con el porcentaje de participación en la pesquería, se ha valorizado de distinta manera el voto de diferentes categorías de pescadores por ej. El voto de un buzo y el de un recolector de orilla, pero esas son decisiones que se toman al interior del comité.

Acá tenemos dos regiones y ZC y creo que eso nos va a tomar un poco más de tiempo. Entre todo el proceso estimo fácilmente alrededor de 6 a 8 meses.

Alejandra Arévalo, la fase crítica es la comunicación y sociabilización.

Marco Salas: la formación de estos comités van a ser los tres independientes?

Alejandra Pinto: desde que salen los planes de manejo nosotros siempre señalamos que las pesquerías bentónicas deberían avanzar hacia Comités de Manejo Multiespecie, porque así funcionan estas pesquerías. La idea sería que tengamos un solo Comité de Manejo para el PM de la ZC.

Cristian Hudson: a posterior en el PM que ese Comité establece indica la necesaria participación de otros actores y lo pone como una parte integrante del plan, se hace vinculante?.

Alejandra Pinto? pero quedan como invitados permanentes sin derecho a voto.

Cristian Hudson? pero insisto que en el mismo documento del PM exija que existan estos otros participantes, ósea se validan a través del PM.

Juan Gutiérrez: en el tema de los Comités de Manejo, en Bahía Ancud son alrededor de 20 recursos y cuando se hace el padrón electoral, se decide que tienen que tener al menos una de las pesquerías acreditadas. El criterio se establece previamente incluso con participación y opinión de los mismos pescadores, de decir cuáles son los criterios con los que se va a determinar el padrón electoral, quien va a tener derecho y se eligen ahí. Aquí bastaría decir por ejemplo, que el representante de las plantas está determinado por un acuerdo de trabajo interno.

Marco Salas: deberíamos tener otro tipo de presentación, no la jurídica, para ejemplificar mejor como se votará este Comité.

Juan Gutiérrez: ese es el marco jurídico de hoy día.

Alejandra Pinto: hasta el 9 de agosto de 2017 tendría vigencia esta mesa.

Juan Gutiérrez: podemos concordar en hacer una reunión de la COMPEB de un día para tratar este tema en forma específica y realizar los ejercicios que indica Marcos.

Custodio Serón: los Comités de Manejo tienen una fuerte relación con los PM, que nosotros hemos cuestionado desde que se aprobaron. Los PM deberían ser territoriales e integrales tal vez. Podría haber una nueva propuesta de modificación territorial del Plan de manejo del erizo. Destaca también la poca participación que han tenido los pescadores artesanales en la discusión bentónica.

Juan Gutiérrez: les parece la programar una reunión para analizar específicamente esta forma y entregarlo como una opinión de alternativas de adaptar lo más que podamos como una propuesta a la Subsecretaría de Pesca.

Alejandra Pinto: deberíamos tener esa propuesta antes de la reunión de la COMPEB. Deberíamos formar una comisión para generar una propuesta, ver si tiene viabilidad jurídica y presentarla a la COMPEB.

Juan Gutiérrez: hay que hacer una reunión extraordinaria y contar con la participación de jurídica.

Alejandra Pinto: deberíamos tener esa propuesta antes de la próxima reunión de la COMPEB para ver si tiene viabilidad jurídica.

Juan Gutiérrez: sugiere que la reunión propuesta sea en diciembre o enero y COMPEB a finales de enero.

Se acuerda el 15 de diciembre la reunión para la adaptación de este Comité.

Jorge Bustos se incorpora a la reunión le señala al presidente que Corepa le envió un documento con una decisión tomada a nivel de organización donde se cambia al suplente.

Juan Gutiérrez: este es un tema de representación que hay que aclarar, efectivamente se enviaron dos cartas que indican hacer reemplazos. Nosotros hicimos la consulta a Valparaíso y tenemos una respuesta concreta que es que la ampliación del plazo de vigencia de esta mesa que se obtuvo por dos años, la mantiene vigente en las condiciones en que estaba estructurada, esa es una respuesta jurídica, la otra es que el reemplazo no es a través de una carta, es a través de lo que indica el reglamento del Plan de Manejo y este dice que los representantes deben presentar un acta en donde hay una elección, donde la primera y segunda mayoría constituyen los titulares y suplentes. Y eso con esta carta no queda representado.

Jorge Bustos: hemos tenido reemplazos anteriores sin actas y ahora no veo por qué nos hacen esto a nosotros. Este fue un acuerdo de directorio de la COREPA.

Juan Gutiérrez: yo me ciño a la jurisprudencia...sigue discusión. Valida el reglamento.

Carlos Santana: interrumpe la discusión. Señala que Martina lo llamó por teléfono para avisarle de que llegó una carta donde se indica el cambio y considera que la Subsecretaria le está cerrando las puertas a Queilen.

Juan Gutiérrez: en esta reunión nunca se le ha impedido a nadie de opinar o participar por el simple hecho que no sea titular o suplente.

Jorge Bustos: comenta de los intereses de algunos parlamentarios de la región y se retira de la mesa.

José Rain: con respecto a la constitución del futuro Comité de Manejo por parte de la Pesca Artesanal aparece un mínimo de 2 representantes y un máximo de 7, ese máximo considera titulares o suplentes también.

Juan Gutiérrez: si logramos 7 representantes de la pesca artesanal, serían 14 contando los suplentes. Esto también se puede adaptar y ser parte de la discusión.

Lorena Piticar: las propuestas serán con las solicitudes de los sindicatos vigentes o no vigentes.

Juan Gutiérrez: en el caso del nuevo comité, la votación o apoyos son de pescadores individuales o a través de las organizaciones. Esta última debe estar vigente.

Martina Delgado: cuando se hace a través de organizaciones, los que consignan el apoyo tienen que tener las pesquerías inscritas y además si esa organización tiene sólo el 50% de los socios con las pesquerías inscritas para constituir su comité, los votos que se cuentan son los de ese 50%, no de todos los integrantes de la organización. En la décima han optado por hacer apoyo individual por ser menos engorroso.

Custodio Serón: hoy quienes tienen la pesquería, los asistentes de buzos, no votan. Si en una organización está compuesta en un 50% por asistentes de buzos estos no tienen opinión. El reglamento está mal hecho.

Juan Gutiérrez: sugiere verlo el 15 de diciembre.

Denisse Alvarado: sugiere que cada organización debe tener su personalidad jurídica vigente antes de venirse a sentar acá.

Pedro Pairo: no tenemos la información suficiente, no sabemos quién nos representa en la COMPEB cuando hay cambios. Pide respeto e información.

Sonia Medrano: una de las debilidades que tenemos es la comunicación de las decisiones que aquí se toman. La idea es mejorar la difusión de las medidas de los Planes de Manejo que se están implementando a lo largo de todo Chile, etc.

Custodio Serón: existe un problema país de cómo se transmite la información. La Administración pesquera hoy nos está dividiendo a través de reglamentos, normas.

Carlos Santana: señala que la flota de Quellón es mayor a la de Queilen y que quieren cuidar de ellos los recursos que poseen.

Héctor Morales: históricamente esta mesa siempre ha sido política, en agosto va a pasar a ser una mesa técnica pero también va a tener parte de política.

Juan Carlos Vargas: plantea que el problema real que es la falta del recurso erizo. Invita a participar y cooperar en beneficio de todos.

Custodio Serón: no es necesario estar de titular para poder plantear ideas en favor de la pesca artesanal. Esperemos que el 15 sea una discusión enriquecedora y positiva, es importante mantenerse con una mirada de pescador artesanal siempre.

Juan Gutiérrez: pide disculpas por interrupción. Aquí no se ha limitado la participación de invitados ni la voz y opinión de las personas invitadas a través de los titulares.

Break de café 11:15 hr

Inicio 11:53 hr

✓ **Presentación División Jurídica de Subpesca, Sr. Nicolás Lembeye: “Proceso de Extensión Zona Contigua”**

Procedimiento de determinación:

Artículo 50° inciso 5 de la LGPA:

Para establecer esta excepción, se deberá:

- a) efectuar a través del procedimiento contemplado en los planes de manejo (arts. 8 y 9 bis); y
- b) con el acuerdo de los pescadores artesanales involucrados en la pesquería respectiva y que registren desembarques en los últimos tres años.

CONTENIDO DEL ACUERDO DE ZONA CONTIGUA

Contenido mínimo

- Definición del (los) recurso (s) hidrobiológico (s) involucrados
- Obligatoriedad del uso del sistema de certificación de capturas de las embarcaciones que operen.

Contenido facultativo

- Delimitación del área de la zona contigua
- Plazo de vigencia del acuerdo.
- Restricciones de áreas de operación, número o tamaño de las embarcaciones.

Juan Carlos Vargas: puede la undécima región operar en la décima?

Nicolás Lembeye: en este caso no.

Alejandra Pinto: podrían operar en la décima con el acuerdo de ambas partes.

Custodio Serón, para poder autorizar una operación de ZC a pescadores de otra región tienen que haber un pronunciamiento en la zona donde van a operar. Dentro de la discusión y propuesta que había de la Ley Bentónica, se señalaba que los pescadores podían arrendar o vender su permiso. Entonces sería más fácil que PA de esta región le arriende sus permisos a pescadores artesanales de la undécima.

Marco Salas: pero eso no está ni como propuesta, lo que se discutió en la ley bentónica es que se herede automáticamente de padre a hijo el permiso de buzo. Así la decisión es tomada automáticamente sin el tremendo lío. Este proyecto está en discusión pero no la venta ni el arriendo de este permiso.

Nicolás Lembeye: como dice Don Marcos esa es la situación que contempla, no se permite la venta.

Alejandra Pinto: le hacen un contrato por tres años y al cabo de estos tres años el buzo que facilita el permiso tiene que salir de la actividad y transferir la categoría de buzo a otro. La idea que el buzo que está pronto a caducar, porque no cumple con las condiciones de salud, edad, etc. pueda traspasar ese permiso a otro.

Juan Gutiérrez: esta discusión es en función de un proyecto que no es ley, que tenemos que aclarar en qué va y que contenidos tiene.

Custodio Serón: consulta al presidente cuando va a salir el seminario bentónico.

Juan Gutiérrez: pide disculpas por no estar preparados como Subsecretaria para responder estas inquietudes.

Cristian Hudson: nosotros nos hacemos cargo de la discusión de la Ley no de los proyectos de ley.

Héctor Morales: debemos tratar lo que nos permite la ley, no con los proyectos de ley.

Jun Gutiérrez: acá en la letra b.- en el caso de nosotros como zona contigua que está vigente, se junta y se une a los que dice el PM para ver como tramitar la ZC. Por lo que se agregan otras condiciones que serían bueno que las revisáramos.

1. *Con el acuerdo de los pescadores artesanales involucrados en la pesquería respectiva y que registren desembarques en los últimos tres años.*

Pero a esto hay que agregarle lo que estableció más específicamente el Plan de Manejo.

- ✓ **Presentación de Unidad de Recursos Bentónicos, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Sra. Alejandra Pinto: “Proceso de Renovación de la Zona Contigua X y XI Regiones 2013 – 2016”**

Alejandra Pinto: expone los extractos de las resoluciones de períodos anteriores. Da lectura a los hitos cumplidos en el acuerdo anterior, que fue hecho en el marco de la actual ley y que consigna los acuerdos de PA de ambas regiones.

El proceso descrito en la PPT va a ser lo que hay que iniciar ahora y hay que determinar si va a ser necesario modificar los términos de procedimiento y debemos tener un texto de acuerdo de la PA

Marco Salas: se va a votar el mismo procedimiento por pesquería o por las tres pesquerías?

Juan Romero: concuerda con Salas y opina que debe ser un solo voto por los tres recursos, como en la votación anterior.

Sonia Medrano: hace un alcance a la Presentación de Alejandra, dice que el artículo 50° de la ley establece que quienes pueden votar son los pescadores artesanales, sin hacer distinción de su categoría y en la resolución que modifico el Plan de Manejo (PM) y que habla sobre el procedimiento anterior, procedimiento que nos rige en este minuto habla

solamente de los buzos, eso también puede generar discusión, ya que en la undécima no tenemos solamente a los pescadores de Melinka, tenemos pescadores en Aguirre, Aysén y Chacabuco, buzos y recolectores.

Entonces el tema en discusión será si ampliamos la votación de los buzos a recolectores de orilla que tengan el recurso, de manera que le dé mayor legitimidad al acuerdo de ZC. Este tema lo planteó porque tengo inquietudes de otros actores de la región, no sólo de Melinka.

José Rain: nosotros no estamos de acuerdo en aceptar lo que plantea, que el recolector de orilla tenga que tomar decisiones en algo tan importante como la ZC. Si estamos de acuerdo en que pescadores se acrediten como buzo mariscador. No está de acuerdo en que se involucren más pescadores de los que ya hay.

Marco Salas, tenemos una zona exclusiva de Guaitecas, Aysén se quedó ausente del PM, con la talla 7 sin entrar en los desembarques ni estadísticas. Por lo tanto que a Melinka hoy en día se le descuenta lo que desembarca Aguirre es cosa de Melinka. Pero hoy en día la cordillera no está dentro del PM, nunca han participado de un PM.

Hoy en día están atribuyéndole la cuota a un sector que nunca ha estado dentro de un PM.

Héctor Morales: está de acuerdo con Salas. Consulta a Melinka cuando se sentarán a conversar.

José Rain, primero es la mesa negociadora.

Alejandra Pinto: respecto a lo planteado por Sonia y a las opiniones de Uds. como representantes de Melinka y a la gente de la décima, recordarles que la ley señala que el acuerdo lo suscriben los pescadores inscritos en los recursos y en el caso de recursos bentónicos, el esfuerzo está constituido tanto por buzos, como por recolectores de orilla. Sabemos que el esfuerzo de recolectores es bastante marginal, pero debemos hacer la consulta a jurídica y no tener problemas a futuro.

Juan Romero: nosotros queremos que voten la gente que verdaderamente realiza el esfuerzo pesquero en los recursos que están en ZC.

Juan Gutiérrez: aclaremos que el esfuerzo autorizado para estos recursos podría incorporar a los recolectores de orilla ya que podrían tener almeja o luga, además si este acredita que estuvo realizando la actividad de hecho, con desembarques acreditados. El procedimiento hoy en día está asociado a lo que establece el PM y el PM establece a los buzos.

Lorena Piticar: se refiere a que los recolectores de orilla son municipales en Melinka, estos no se embarcan ni hacen el esfuerzo, a diferencia de los asistentes de buzo.

Sonia Medrano: es una situación legal, ya que nosotros tenemos muchos requerimientos de parte de la PA en la región sur de Aysén de distintas organizaciones de hacer más amplio el acuerdo de la ZC en relación al número de personas que puedan participar de la decisión. Explica que lo que planten es darle mayor legitimidad al acuerdo para los PA de la región de Aysén.

Alejandra Pinto: hay un acuerdo de los representantes, lo que corresponde es que jurídica vea que no tenemos problema con mantener ese procedimiento en los términos que esta y eventualmente si existiera algún problema nos hiciera ver.

Mark Buskaglia: qué posibilidades hay que pescadores de la región de Aysén, de la zona de Aguirre u otras que no han votado en acuerdos anteriores, quedaran fuera de la votación de este acuerdo, qué posibilidades hay que ellos pudieran impugnar judicialmente un acuerdo en que no son considerados?

Alejandra Pinto: la vez anterior votaron.

Mark Buskaglia: lo que pasa es que ha aumentado el esfuerzo pesquero en la zona de Aguirre en termino de buzos. Mi pregunta es si ellos no son considerados en la votación, tienen la posibilidad de impugnar el acuerdo.

Juan Gutiérrez: en la descripción ahí no existe restricción zonal ni por área, ni por buzos, habla de buzos de la región.

Héctor Morales: no nos olvidemos que aquí el acceso no es a toda la región, sino que solamente al territorio que comprende el PM, por lo tanto debemos ajustarnos a lo que dice el Plan de Manejo.

Cristian Hudson: siguiendo la línea del Seremi, lo lógico es ir construyendo un acuerdo que tengan un largo plazo y este tipo de acuerdos requieren de una mayor gobernanza y una participación territorial. Los buzos de Aguirre han hecho esfuerzos dobles en hacer cultivos de algas, han aplicado el régimen de AMERBS y parte de su actividad no está hacia la cordillera sino hacia la ZC.

Los acuerdos tienen que tener un punto de visto más largo y gobernanza y para eso deben tener acuerdos más amplios.

Juan Gutiérrez: apoya lo que dice el Seremi de la XI, el sólo dice que existen buzos que se dedican a alguna de estas tres pesquerías, que son de la undécima región, que siguen siendo buzos y que lo que requieren es participar de la conversación y no lo mezclamos con una batalla anterior que fue entre que los pescadores de allá querían representar las opiniones de los bentónicos.

Alejandra Pinto: hay que tener presente los términos del acuerdo y el marco legal. Hoy día la ZC es toda la once, salvo como dice Marco la zona de exclusión. Pero el RPA habilita que estos pescadores puedan trabajar en cualquier lugar de esta zona. Como dice Juan la consideración de ellos hay que tenerla presente. Para ir avanzando en esto hay que dimensionar cuantos son, tener ese dato para no tener problemas posteriores, ya que si nos arriesgamos a cualquier impugnación posterior vamos a retrasar un proceso.

José Rain: nosotros en ningún caso estamos desconociendo el derecho que tienen los buzos del resto de nuestra región, si quieren opinar que lo hagan o si quieren recibir algún beneficio. Estamos en desacuerdo con los recolectores de orilla.

Carmen Chiguay (de Queilen): es pescadora artesanal y tiene un grupo de recolectoras de orilla (sindicato), cuando hubo marea roja salieron muchas tarjetas de recolectores de orilla. Uno como dirigente conoce a su gente.

Desconoce representación de Salas y Navarro en la COMPEB.

12:53 hr, termino jornada mañana.

Inicio jornada tarde del 17 de noviembre: 15:00 hr.

- Discusión sobre la cuota estival de erizo.

Héctor Morales: esas unidades de erizo deberían pesarse para no sobrepasar la cuota.

Juan Gutiérrez: la solución ideal no sé si es factible de hacer en términos de normativa, pero es que sean dos cuotas. Una cuota que se trabaja dentro del periodo de veda, se asigna esa cuota y de la cuota global se vise para la temporada de erizo normal que es sin veda biológica se establece esta cuota, y el Servicio trabaja en función de esa cuota. De tal forma que haya excesos, ese exceso no se puede imputar. Pero tiene que ser separado.

Marco Salas: que a Sernapesca no se le pasen los kilos para que no se descuente la cuota estival.

Alejandra Pinto: este año eran 16.000 toneladas lo que se podía sacar de erizo en las dos regiones, por lo tanto esta cuota estival si es de 105, la cuota global queda 16.000 menos los 105.

Custodio Serón: lo importante es que queden diferenciadas para que queden erizos al mercado nacional.

Juan Gutiérrez: queda definida la inquietud de asegurar la separación. Se procede a la lectura de acuerdos.

Acuerdos y Compromisos

- Se enviará por correo electrónico a los miembros COMPEB oficio de Sernapesca N° 76941 de fecha 18/03/2016 respecto la exclusión de la exigencia de acreditación capacidad de bodega a las embarcaciones bentónicas.
- Se acuerda recomendar al SSPA que se reserve una cuota de captura del recurso erizo, para ser extraído durante la temporada estival (comprendido entre el mes de enero y febrero), con talla 7 cm de diámetro de testa y que el saldo de cuota no extraído en dicha temporada esté disponible para ser extraído una vez que se termine la cuota global de captura, hasta el 14 de octubre.
- Grupo Técnico Asesor (GTA almeja) deberá analizar el aumento de embarcaciones y buzos que operaron en la temporada 2016.

- Compeb oficiará a Gob. Marítimo de Castro señalando las complicaciones que tienen los buzos mariscadores al tener que pasar revista en la ciudad de Castro y la necesidad de disponer de un funcionario de la armada que realice la revisión de los equipos de buceo en la ciudad de Quellón, los martes y jueves en Quellón.
- Se acuerda consultar por oficio al SSPA cuáles son las alternativas de solución para incorporar las pesquerías del plan de manejo a los buzos que se han regularizado.
- En consideración a que al menos durante los 10 últimos años se buscó una forma de destrabar con la autoridad marítima, la obtención de la licencia de buzo, esfuerzo que se realizó por esta COMPEB, con el fin de regularizar a pescadores artesanales que por algún motivo tenían dificultad para rendir examen (en especial por educación), lo que generaba tener una cantidad de buzos que no contaban con ninguna licencia que le permitiera trabajar en forma legal los recursos bentónicos, generando con esto un problema social y además un problema de control y distorsión estadístico. Una vez logrado la flexibilización por parte de los marinos y teniendo regularizado una cantidad de personas como buzos extractores, se acuerda solicitar al SSPA que indique por escrito cual es la alternativa de solución para incorporar las pesquerías del plan de manejo a los buzos que se han regularizado y obtenido su licencia de buzo y que permita resolver el problema. Lo anterior, es considerado por la COMPEB imprescindible para el control y manejo de las pesquerías bentónicas.
- Se acuerda formar una comisión ejecutiva que emita una propuesta al SSPA para la incorporación de las pesquerías del PM a los buzos que se han regularizado. La comisión estará constituida por:
 - 1 Representante del Sernapesca (Juan Carlos Orellana)
 - 2 representante de Subpesca X y XI (Juan Gutiérrez, quien preside y Sonia Medrano)
 - 1 Representante de la industria (L. Schmidt)
 - 2 representantes de la pesca artesanal (Lorena Piticar y Héctor Morales).
- Se realizará una reunión extraordinaria para abordar los criterios de participación para conformación del comité de manejo. Fecha: **15 de diciembre**.
- Se acuerda no innovar el procedimiento de renovación de zonas contiguas contemplado en el Plan de Manejo.



SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA
DIRECCION ZONAL DE PESCA, IV ZONA
COMISION PESQUERIAS BENTONICAS ZONA CONTIGUA DE LA X Y XI
REGIONES

Anexo 7: Noticia publicada en revista Aqua

▲ Grupo Editorial Editec: Revistas, Medios Digitales, Conferencias & Ferias, Estudios y Compendios

Catastro Acuicola

Suscripción revista

Newsletter

Publicidad Revista

Bolsa de empl

NEGOCIOS E INDUSTRIA

FORMACIÓN

INNOVACIÓN

SUSTENTABILIDAD

PROVEEDORES

TENDENCIA

I+D, PESCA, SUSTENTABILIDAD



Erizo (Foto: Subpesca)

Presentan resultados de proyecto sobre crecimiento y reproducción del erizo

Publicado el 15 De Diciembre Del 2016

Aqua

Asistieron 17 representantes de empresas pesqueras.

Compartir:

Compartir 21

Twitter

G+1 0

Compartir



Enviar por email

Imprimir

Notas al editor

Suscribirse a newsletter

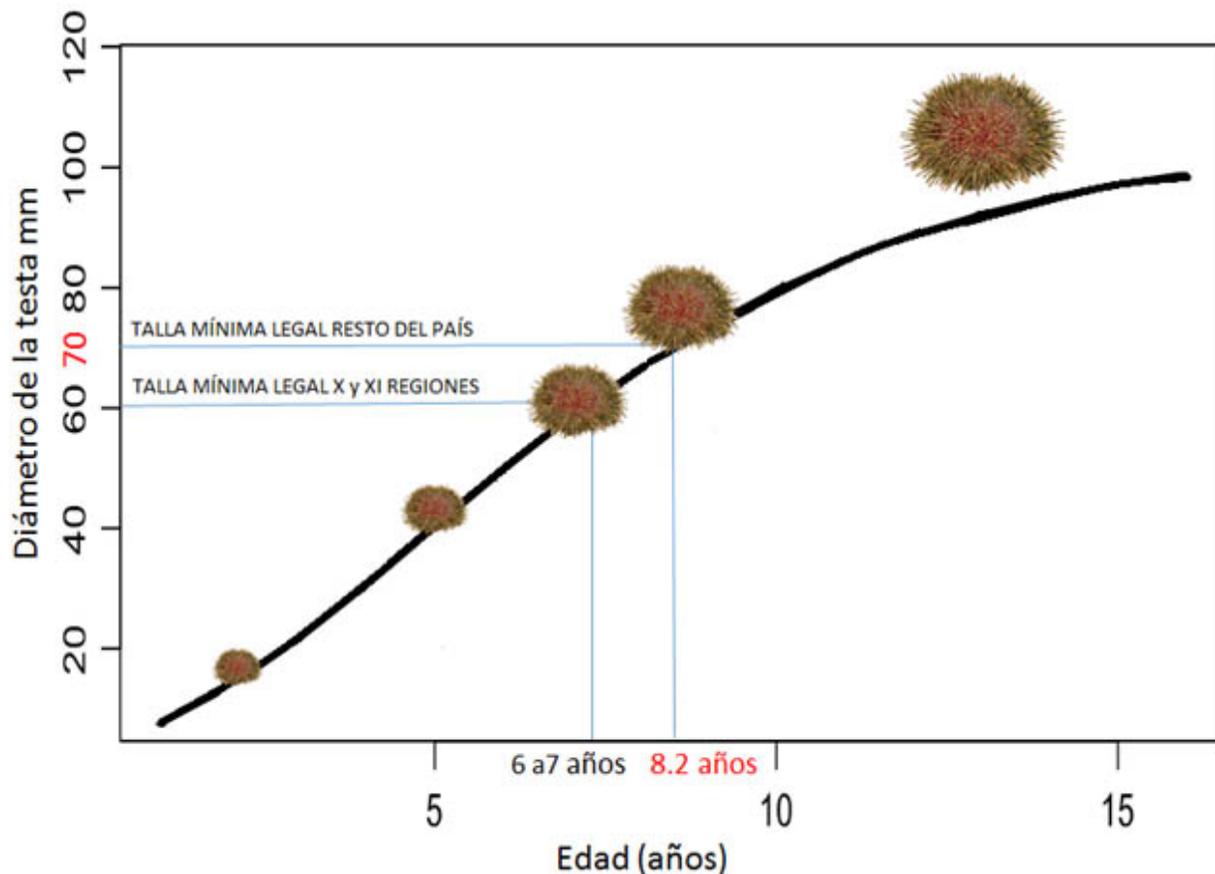
NOTAS R

AMCP 15-12

En la UA imágenes

En una reunión con representantes de la industria del erizo, que se llevó a cabo en la ciudad de Quellón, Provincia de Chiloé, el equipo del proyecto FIP 2014-08 titulado “Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de erizo en las regiones de Los Lagos y de Aysén”, dirigido por el Dr. Carlos Molinet y ejecutado por el Programa de Investigación Pesquera de la Universidad Austral de Chile (UACH) y el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), se presentaron los resultados del estudio.

En esta oportunidad asistieron 17 miembros de compañías pesqueras, entre las cuales destacan Queitao Ltda., Chile Seafoods, Marine Choice SpA, Jucamar, Dávila y Díaz Ltda., Girazul SpA, Silgar Ltda., Pesquera Candelaria, S.I.C. Maroa Ltda., entre otros.



Durante la reunión se dieron a conocer los objetivos, metodologías y resultados obtenidos en el estudio del crecimiento y la reproducción del erizo *L. albus* mediante exposiciones del Dr. Carlos Molinet de la UACH y la investigadora MSc. Nancy Barahona del IFOP.

“Estas instancias son muy importantes para transmitir el trabajo realizado por la universidad y el IFOP en materia de recursos bentónicos y sobre una pesquería tan relevante como lo es el erizo en la zona sur del país”, comentaron desde la UACH, añadiendo que el conocimiento específico de la investigación es importante para mejorar el manejo de esta pesquería.

bentónico

A.G. DEMERSAL

Intenden democrá Chinquil

ANDRÉS OLGUÍN

Actualiza pesquero sur de Ch

CARELMAPU

UACH y e proyecto erizo

PUBLICIDAD



LO MÁS I

En Chile: mujer as gremio d

Marine F compra ó canadien

Distingu por men



Proyecto FIP 2014-08

"Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de erizo en la X y XI Regiones"

Marcaje de erizos

AVISO IMPORTANTE:

Se marcaron erizos en el sector de punta Picuta, en un área de 13 x 8 metros, con el fin de determinar su crecimiento durante 1 año calendario.

Esta investigación va en apoyo directo a la pesca artesanal y del recurso erizo, por lo tanto, se solicita NO EXTRAER LOS ERIZOS, ubicados dentro del área de 13x8 m, delimitada por muertos y mallas con etiquetas de color azul".



Muertos



-50%

Facial + M

\$13.0

Cubreasiento

\$16.0