INFORME FINAL

Proyecto

FIPA 2017-57

"ACTUALIZACIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y DE CRECIMIENTO DE LOCO EN LAS PRINCIPALES ZONAS DE EXTRACCIÓN, VIII A LA XI REGIÓN"

Proponente

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

Mandante

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA

VALPARAÍSO, ENERO, 2020

AUTORES

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Cristian M. Canales R (Jefe de Proyecto)
Nicolás Adasme L.
Nazareth Sánchez E.
Jesús Curiel P.

Universidad Austral de Chile
Carlos Molinet F.
Jorge Henríquez M.

O-DIVERS
Aldo Hernández R.
Jonathan Vergara V.
Carlos Leal L.
Celia Ballotta J.
Eduardo Palma P.
Ignacio Rudolph K.

Consultor Independiente
Chita Guisado A.

1. Resumen Ejecutivo

En el presente informe final se despliega el total de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto FIPA 2017–57 "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región", ejecutado por Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en conjunto con la Universidad Austral de Chile y la consultora O-Divers.

En el desarrollo del primer objetivo de este proyecto, se generó una base de datos respecto de las contribuciones científicas que se han desarrollado sobre este recurso en la zona de interés. La base de información recopilada dispone de 174 estudios. La clasificación de estudios permitió determinar la relevancia de los artículos científicos desde 1970-2017, donde se han abarcado diversas temáticas. La generación de esta base de información permitió sintetizar los parámetros de crecimiento estimados por diferentes autores. A su vez, se realizó una revisión de valores empleados de Loo, K, t0, M por diversos consultores desde el Estudio de Situación Base (ESBA) hasta el último informe de seguimiento realizado. Un análisis comparativo entre los parámetros recopilados muestra una alta variabilidad, no solo para las distintas regiones donde fueron calculados, sino que también dependiendo de los autores. Los valores promedios de los parámetros biológicos fueron: Loo= 157 mm, k= 0.182 y t0= -0.174. Estas estimaciones deben ser consideradas solo de manera referencial, pues a lo largo de este trabajo, se ha podido comprobar lo altamente variables que pueden ser las estimaciones de estos parámetros en escala espacial.

Durante el proyecto se estudió el crecimiento del loco por dos metodologías: una basada en marcaje y recaptura, y otra basada en el modelamiento de las composiciones de tallas del seguimiento histórico de las AMERB. En el primer caso, el crecimiento consideró el seguimiento temporal y espacial de marcas metálicas instaladas en el borde de la concha. Para tal efecto, se efectuaron actividades de marcaje de loco (N = 4995) entre enero 2018 y febrero 2019 distribuidas en 5 zonas AMERB, las cuales permitieron determinar las variaciones locales en los parámetros biológicos del recurso loco, para posteriormente compararlos con la base histórica. Tanto en las campañas de marcaje como de seguimiento, se determinó que la AMERB Los Molinos, XIV Región, presentó los individuos de mayor tamaño (105,6 mm en promedio) con una fracción de individuos sobre los 120 mm que alcanzó al 4,2%, mientras que la

AMERB Añihue Sector A, XI Región, presentó los individuos más pequeños (81,6 mm en promedio) con una presencia de individuos menores a 50 mm que alcanzó el 2% de la población marcada. A través del método Gulland y Holt, fue posible determinar que los individuos de la AMERB Punta Chocoi son los que crecen más rápido llegando a crecer hasta 3.1 cm al año una vez alcanza los 10 cm (talla mínima legal), alcanzando a temprana edad longitudes mayores. En la AMERB Añihue, los individuos de loco tendrían un crecimiento lento, llegando a crecer cerca de 0.5 cm en un año una vez alcanzada la talla mínima legal de captura. Un Análisis de Componentes Principales entre los parámetros de crecimiento estimados (L_{oo} y K) y condiciones ambientales (exposición de la costa, latitud, TSM promedio y el promedio de la componente zonal del viento) señalaron correlaciones significativas entre ambos. Se determinó que la mayor tasa de crecimiento se relaciona con el grado de exposición de la costa y se da en la estación de verano, seguido de los meses primaverales. Este hecho se relacionaría con la mayor disponibilidad de alimento. Se estima que con una selección más amplia de AMERB ubicadas en zonas con condiciones ambientales contrastantes, permitiría discriminar las variables claves y evaluar si las tendencias aquí observadas constituyen o no patrones generales.

Complementariamente al proceso de marcaje, se analizaron datos de frecuencias de tallas históricos para 238 AMERB por medio de un modelo de identificación de componentes modales, a partir del cual se generaron estimaciones de los parámetros de crecimiento. Para este análisis se consideró un enfoque bayesiano donde el valor *prior* de L_{oo} correspondió al valor promedio histórico (157 mm). Los resultados dieron cuenta de una longitud asintótica promedio menor al promedio histórico (151.9 mm). Estos cálculos fueron realizados para cada una de las cinco zonas analizadas y un modelo de análisis (GLM) permitió evidenciar notables patrones espaciales cuyo resumen indica que los locos desde Chiloé al sur son más grandes y tienen menor tasa de crecimiento respecto de los locos ubicados hacia el norte de Chiloé. Del mismo modo y a partir del ajuste del modelo a las composiciones de tallas, se determinó el número de posibles clases anuales que componen la fracción explotable en distintos años para el total de áreas de manejo. La ausencia de clases anuales mayores a los 5 años de edad (100 mm LT) sería explicada por la fuerte y constante extracción del recurso a partir de su talla mínima legal de captura.

En relación con el seguimiento reproductivo basado en análisis histológicos, se procesaron un total de 1439 cortes de un total de 1500 individuos de loco muestreados. La proporción de sexos 1:1 se cumple tanto en el total del área de estudio como en la mayoría de las AMERB. La única excepción

correspondió a la AMERB Añihue, donde se presentó la mayor proporción de hembras (59% de hembras). El proceso de maduración gonadal mostró que existe un aumento en la frecuencia de estados maduros (estados 4 y 5) durante la época invernal, y una elevada presencia de individuos desovados hacia finales y comienzos de año. Se aplicaron Modelo Lineales Generalizados (GLM) con el fin de evaluar diferencias tanto en el índice Gonadosomático (IGS) como en los estados de madurez reproductiva: los estados 1, 2 y 3 fueron clasificados como inmaduros mientras los estados 4 y 5 como maduros. Los resultados señalan que existe una diferencia local en cuanto a la proporción de individuos maduros a la misma talla, donde la AMERB Queule presenta una mayor proporción de individuos maduros, mientras que la AMERB Los Molinos presenta la menor proporción de maduros. El análisis GLM de los estados de madurez finalmente permite concluir que, dada la elevada presencia de individuos maduros en toda la distribución de tallas analizada, los individuos presentan una talla de madurez al 50% promedio de 3.2 cm (0.6 cm para machos y 5.8 para hembras) para los meses de mayor actividad reproductiva (octubre-noviembre), siendo esta menor en Queule (1.0 cm) y mayor en Los molinos (5.6 cm).

En el análisis de los atributos espaciales a nivel histórico, se pudo evidenciar una alta variabilidad del peso promedio del recurso a lo largo de los años y se determinó que a partir del 2011 la talla y peso promedio del loco han ido en disminución. En este mismo análisis, los resultados mostraron que el loco disminuye su tamaño hacia el sur de su distribución y a la vez incrementa su peso individual mientras que, a nivel estacional, el peso promedio del loco disminuye de manera sostenida desde el segundo trimestre en adelante (marzo-mayo), esto probablemente relacionado con el proceso reproductivo. En este mismo contexto, los análisis de la talla y el peso individual mostraron que los individuos de loco a una misma talla poseen pesos individuales significativamente diferentes entre áreas, siendo el peso total mayor en la AMERB Maule, y un peso menor en Añihue. El modelo de Peso Total permitió determinar que el peso de la concha es el factor que más aporta en el peso total del individuo y es significativamente distinto entre zonas y sexos.

En cuanto a la mortalidad natural, se probaron distintos estimadores a partir de las estimaciones de crecimiento históricas y las registradas en el experimento de marcaje. Se determinó que, sobre la base de la relación M/k=2 propuesta por Beverton y Holt, el valor esperado de M debiese estar próximo a 0.36 para datos históricos, y 0.68 para datos de marcaje y recaptura. Estos valores difieren de los estimados por el método de Brey & Cage (M = 0.23 histórico y M = 0.46). No obstante estas diferencias,

se concluye que la talla mínima legal de captura (100 mm de longitud de concha) resulta adecuada desde la perspectiva del aprovechamiento del crecimiento en peso, dado que la talla crítica promedio fue similar a la mínima legal de captura.

Finalmente, se analizó la proporción de pre-reclutas (individuos menores a 100 mm) en las AMERB, destacándose que solo dos de las cinco zonas registran una significativa mayor proporción de individuos por debajo de la talla de primera captura, y por ende con mayor potencial a corto o mediano plazo en generar contribución al segmento explotable de la población. En este mismo sentido y si bien no existen puntos biológicos de referencia (PBR) para este recurso, la estimación de los niveles de mortalidad por pesca promedio para los últimos 5 años mostró que los stocks de loco entre la VIII y XI Regiones se encontrarían sin evidencia de sobre-pesca ni sobre-explotación, dado que en las cinco zonas de estudio los porcentajes de escape de la biomasa desovante se encontrarían sobre el 40% de la biomasa desovante virginal, siempre que se cumpliera estrictamente la talla mínima legal de extracción (100 mm).

Executive Summary

In this Final Report, the total of the results obtained during the development of the FIPA 2017–57 project "Update of the estimation of biological and growth parameters of loco in the main extraction areas, VIII to the XI Region" are displayed. This project was executed by the School of Marine Sciences of the Pontifical Catholic University of Valparaíso together with the Universidad Austral de Chile and the consultancy O-Divers.

First, a database regarding the scientific contributions that have been developed on this resource in the area of interest was generated. The information database collected has 176 studies. The classification of studies allowed to determine the relevance of scientific articles between 1970 and 2017, where various topics have been covered. The generation of this information base allowed to synthesize growth parameters estimated by different authors. At the same time, a review of the used values of L_{oo}, K, t_0, M was carried out by the consultants from the Base Situation Study to the last follow-up report made. A comparative analysis between the parameters collected shows high variability, not only for the different regions where they were calculated, but also depending on the authors. The average values of the biological parameters were: L_{oo} = 157 mm, k = 0.182 and t_0 = -0.174. Throughout this work, it has been possible to verify how highly variable the estimates of these parameters can be.

During the project, the growth of loco was studied by two methodologies: one based on labeling and recapture, and another based on the modeling of the size compositions of the historical monitoring of the AMERB. In the first case, the growth considered the temporal and spatial monitoring of metal marks installed on the edge of the shell. For this purpose, loco labeling activities (N = 4995) were carried out between January 2018 and February 2019 distributed in 5 AMERB, wich allowed to determine the local variations in the biological parameters of the resource loco, to later compare them with the historical base. In both labeling and follow-up campaigns, it was determined that the AMERB Los Molinos, XIV Region, presented the largest individuals (105.6 mm on average) with a fraction of individuals over 120 mm that reached 4.2%, while the AMERB Añihue Sector A, XI Region, presented the smallest individuals (81.6 mm on average) with a presence of individuals under 50 mm that reached 2% of the labeled population. Through the Gulland and Holt method, it was possible to determine that the individuals of the AMERB Punta Chocoi are those who grow faster, reaching greater lengths at an early age, but with

a growth rate that decays rapidly; on the other hand, in the AMERB Añihue, loco individuals have a slow but relatively constant growth at different age classes.

In this same sense, a model (GLM) of the individual growth rate from the recaptures performed, allowed to determine that the AMERB Los Molinos has locos with the highest individual growth between recaptures, while the AMERB Añihue presented individuals with the lowest growth rate. Although these results showed no relation to the measured environmental variables, it was determined that the highest growth rate occurs in the summer season, followed by the spring season. This fact is probably due to the greater availability of food in the environment, favoring individual growth. These months are crucial for the growth of the species, particularly for individuals of early ages.

In addition to the above, historical size composition data for 238 AMERB were analyzed, from which estimates of growth parameters were generated. For this analysis, a Bayesian approach was considered where the prior L_{oo} value was the calculated historical average value (157 mm). The results accounted for a lower average asymptotic length (151.9 mm) than the historical average. These calculations were performed for each of the five areas analyzed and an analysis model (GLM) showed significant spatial patterns whose summary indicates that the loco from Chiloé to the south are larger and have a lower growth rate compared to the loco located north of Chiloé. From the adjustment of the model to the size compositions, the number of possible annual classes that make up the exploitable fraction in different years was determined for the total management areas. The absence of annual classes over 5 years of age (100 mm Total Length) would be explained by the strong and constant extraction of the resource from its legal minimum catch size and, therefore, would explain the low presence of individuals of larger sizes.

On the other hand, the reproductive histological analyzes were completed. A total of 1439 cuts, of the 1500 individuals of loco sampled, were processed. The 1: 1 sex ratio is fulfilled both in the total study area and in most of the AMERB, except for the AMERB Añihue, where the highest proportion of females is present (59% of females). Regarding the process of maturation of gonads in the months analyzed, it can be concluded that there is an increase in the frequency of mature states (states 4 and 5) during the winter season, and a high presence of spawned individuals towards the end and beginning of the year. GLM analyzes were generated to show spatial and temporal differences in the calculated IGS, as well as in the maturity states in a binomial way (states 1, 2 and 3 as immature, and states 4 and 5 as mature).

The results indicate that there are local differences in the proportion of mature individuals at the same size, where the AMERB Queule has a greater proportion of mature, unlike the AMERB Los Molinos, which has the lowest proportion of mature. The GLM analysis of the stages of maturity finally allows us to conclude that, given the high presence of mature individuals throughout the size distribution analyzed, individuals have a 50% maturity size of 3.2 cm for the months of greatest reproductive activity (October -November), being smaller in Queule (1.0 cm) and larger in Los Molinos (5.6 cm).

The analyzes of the historical biological database allowed to show a high variability of the average weight of the resource over the years, and it was determined that since 2011 the average size and weight of loco has been decreasing. In this same analysis, the results showed that the loco decreases his average size towards the south of his distribution and at the same time increases his individual weight. At the seasonal level, the average weight of loco decreases steadily from the second quarter onwards (March-May), probably related to the reproductive process. In this same context, the analyzes of individual size and weight generated during the biological sampling, determined that loco individuals, at the same size, have significantly different individual weights between areas, with the total weight being higher in the Maule AMERB, and lower in Añihue. This and other analyzes regarding weights were corroborated with statistical analyzes through the use of GLM, determining both spatial and sex differences against the response variables Total weight, Shell weight, Foot weight, Visceral weight, and Total length. The Total Weight model allowed to determine that the weight of the shell is the most important factor in the total weight of the individual and is significantly different between zones and sexes.

In addition to this, different estimators of natural mortality were tested, which over a total of 7 estimators it was determined that the expected value is estimated to be close to M = 0.36. From this value, it is concluded that the legal minimum catch size (100 mm shell length) is considered adequate from the perspective of taking advantage of the growth in weight, given that the average critical size was similar to the legal minimum catch size.

Finally, the proportion of pre-recruits (individuals less than 100 mm) in the AMERB was analyzed, highlighting that only two of the five areas recorded a significant higher proportion of individuals below the size of first capture, and therefore with greater short or medium term potential to generate contribution to the exploitable segment of the population. In this same sense and although there are no biological reference points (PBR) for this resource, the estimation of the average fishing mortality levels

for the last 5 years showed that the loco stocks between the VIII and XI Regions would be found in a healthy state, with no evidence of overfishing. In turn, the results indicate that there is no evidence of over-exploitation, given that in the five studied areas the escape rates of spawning biomass are over 40% of virgin spawning biomass. The optimal state in which the fishery would be currently is only if the minimum extraction size (100 mm) was strictly adhered to.

2. Índice General

1 **RESUMEN EJECUTIVO**.....5
3 **ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS**.....14
4 **ÍNDICE DE ANEXOS**.....23
5 **OBJETIVO GENERAL.**.....24
5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....24
6 **ANTECEDENTES** 25
7 **METODOLOGÍA DE TRABAJO** 30
7.1. OBJETIVO 1 30
7.2. OBJETIVO 2 31
7.3. OBJETIVO 3..... 37
7.4. OBJETIVO 4 43
7.5. OBJETIVO 5 45
7.6. OBJETIVO 6 46
8 **RESULTADOS…**.....48
8.1. OBJETIVO 1 48
8.2. OBJETIVO 2 51
8.3. OBJETIVO 3.....64
8.4. OBJETIVO 4 74
8.5. OBJETIVO 5 76
8.6. OBJETIVO 6 81
9 **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS…**.....83
10 **CONCLUSIONES…**.....91
11 **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**.....95
12 **FIGURAS**.....101
13 **TABLAS**.....192
14 **ANEXOS**.....210

3 ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figuras

Figura 1.1. Porcentaje de estudios por categoría mediante recopilación bibliográfica …… 101

Figura 1.2. Frecuencia cronológica de estudios basado en el recurso loco según categoría disponible en base de datos, 1970-2019. …… 101

Figura 1.3. Porcentaje de tipos de documentos encontrados en la web (informes, libros, tesis y artículos científicos). …… 102

Figura 1.4. Frecuencia cronológica de estudios publicados basado en el recurso loco según tipo de documento, 1970-2019. …… 102

Figura 1.5. Número de parámetros utilizados en AMERBs (VIII-XI Región) reportados por consultores para la estimación de CTP desde el Estudio de Situación Base (ESBA) hasta el último Informe de Seguimiento. …… 103

Figura 1.6. Talla promedio a la edad, en base a los parámetros de crecimiento promedio históricos determinado por distintos autores en la zona de análisis. Debajo de la curva se incluye la talla promedio esperada a la edad …… 104

Figura 2.1. Ficha metálica para marcaje de loco (a), ejemplar de loco recién marcado (b) y ejemplares recapturados (c y d). La imagen derecha representa las 5 zonas AMERB de estudio……105

Figura 2.2. Resumen fotográfico del proceso de marcaje de locos en el AMERB Maule. …… 106

Figura 2.3. Resumen fotográfico del muestreo histológico de locos en el AMERB Maule……107

Figura 2.4. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Maule…… 108

Figura 2.5. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Maule para las recapturas 1, 2 y 3.……109

Figura 2.6. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Maule para las recapturas 4, 5 y 6. …… 110

Figura 2.7. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Maule para las recapturas 7, 8, 9 y 10. …… 111

Figura 2.8. Resumen fotográfico del proceso de marcaje de locos en el AMERB Queule. …… 112

Figura 2.9. Resumen fotográfico del muestreo histológico de locos en el AMERB Queule. ……113

Figura 2.10. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Queule.……114

Figura 2.11. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Queule para las recapturas 1, 2 y 3.……115

Figura 2.12. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Queule para las recapturas 4, 5 y 6.……116

Figura 2.13. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Queule para las recapturas 7,8 ,9 y 10. 117

Figura 2.14. Resumen fotográfico del proceso de marcaje de locos en el AMERB Los Molinos Sector B..... 118

Figura 2.15. Resumen fotográfico del muestreo histológico de locos en el AMERB Los Molinos Sector B. 119

Figura 2.16. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Los Molinos Sector B. 120

Figura 2.17. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Los Molinos Sector B para las recapturas 1, 2 y 3. 121

Figura 2.18. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Los Molinos Sector B para las recapturas 4, 5 y 6. 122

Figura 2.19. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Los Molinos Sector B para las recapturas 7, 8, 9 y 10. 123

Figura 2.20. Resumen fotográfico del proceso de marcaje de locos en el AMERB Punta Chocoi. 124

Figura 2.21. Resumen fotográfico del muestreo histológico de locos en el AMERB Punta Chocoi. 125

Figura 2.22. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Punta Chocoi. 126

Figura 2.23. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Punta Chocoi para las recapturas 1, 2 y 3. 127

Figura 2.24. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Punta Chocoi para las recapturas 4, 5 y 6. 128

Figura 2.25. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Punta Chocoi para las recapturas 7, 8, 9 y 10. 129

Figura 2.26. Ubicación de los sectores de recolección, marcaje y recaptura de los ejemplares de loco en el AMERB Añihue Sector A. 130

Figura 2.27. Fotografías del proceso de marcaje de locos en el AMERB Añihue Sector A. 131

Figura 2.28. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Añihue Sector A. 131

Figura 2.29. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Añihue Sector A para las recapturas 1, 2 y 3. 132

Figura 2.30. Distribución de frecuencias de tallas y relación longitud-peso en el AMERB Añihue Sector A para las recapturas 4 y 5. 133

Figura 2.31. Marcas encontradas sueltas en el fondo del AMERB Añihue Sector A, abril 2018..... 134

Figura 2.32. Mapa del área total de análisis (36°S -48°S) y posición (puntos rojos) de las AMERB registradas entre el 2000 y 2016 (derecha). Frecuencia de tallas históricas de locos en 5 zonas de análisis (izquierda). La línea negra punteada representa el valor de talla promedio para cada zona. 135

Figura 2.33. Boxplot de la posición relativa de las AMERB por zona de análisis……136

Figura 2.34. Frecuencia de tallas poblacionales del loco en cinco zonas. La línea negra representa el valor de talla promedio para cada zona, mientras que la línea punteada representa el promedio para los últimos dos años (2015-2016). ……137

Figura 2.35. Conteo de áreas respecto al N° de años de muestreo para las cinco zonas asignadas (a), y para el total del área de estudio (b). ……138

Figura 2.36. Ejemplo del ajuste del modelo v3 a las composiciones de tallas de 30 áreas AMERB seleccionadas de manera aleatoria. En azul se muestran los datos, mientras que en rojo se muestra el ajuste del modelo. …….. 139

Figura 2.37. Ejemplo del ajuste del modelo a las composiciones de tallas y componentes modales del recurso loco para un área de manejo seleccionada de manera aleatoria. Las líneas segmentadas verticales corresponden a la talla promedio a la edad. La línea roja es el modelo de los datos……140

Figura 2.38. Ejemplo de la composición de edad (barras) resultante luego del ajuste del modelo a las composiciones de tallas y componentes modales del recurso loco para el área de manejo seleccionada en la Figura 2.36. El eje X corresponde a grupos de edad relativos. El grupo de edad 4 correspondería a individuos de 5 años. …… 141

Figura 2.39. Boxplot de la talla asintótica obtenida para cada zona asignada. La línea segmentada horizontal representa el valor prior. ……142

Figura 2.40. a) Correlación entre los valores de Talla asintótica y k para cada área de manejo. b) Correlación entre los valores de Talla asintótica y longitud Lo para cada área de manejo. La línea de tendencia es representada en color negro. ……142

Figura 2.41. Correlación entre los valores de Talla asintótica y longitud Lo cada área de manejo, por zona asignada. La línea de tendencia es representada en color negro. ……143

Figura 2.42. Correlación entre los valores de Talla asintótica y k para el promedio de individuos de cada área de manejo, por zona asignada. La línea de tendencia es representada en color negro……143

Figura 2.43. Histograma de la talla asintótica (a), el valor de k (b), y la talla de reclutamiento (c) calculada para el total de las áreas de manejo……144

Figura 2.44. Boxplot para la talla promedio a la edad. Se muestra para el total de datos (a), como para cada una de las cinco zonas (b). ……145

Figura 2.45. Principales coeficientes del Modelo Lineal Generalizado aplicado a los parámetros Loo(A) y k (B). Las barras de error representan un intervalo de confianza del 95%. Medidas de diagnóstico del ajuste del modelo (C, D E y F). ……146

Figura 2.46. Promedio de talla para individuos pre-reclutas por zona para los últimos 6 años (2010-2016). La línea negra representa los valores del coeficiente de variación para cada zona……147

Figura 2.47. Correlación entre la talla media y el coeficiente de variación para las 165 áreas analizadas (últimos 6 años). La línea roja representa la tendencia……147

Figura 2.48. Coeficientes del efecto AMERB (a) y Estación (b) para el GLM del modelo m4b aplicado a la serie de datos de crecimiento de loco. ……148

Figura 2.49. Ajuste de los parámetros de crecimiento con el método Gulland y Holt para el total de AMERB de estudio. Se señala para cada área el crecimiento promedio anual. ……149

Figura 2.50. Resultado de la estimación del grado de exposición de la línea de costa para las AMERB seleccionadas. …… 150

Figura 2.51. Serie de tiempo de temperatura superficial del mar [ºC] para las AMERB en estudio……..151

Figura 2.52. Serie de tiempo de clorofila-a del mar [mg m-3] para las AMERB en estudio……..151

Figura 2.53. Serie de tiempo de las componentes zonal (E-W) y meridional (N-S) del stress del viento [N m-2] para las AMERB en estudio. ……..152

Figura 2.54. Tendencias promedio de temperatura y clorofila-a para las AMERB en estudio……152

Figura 2.55. Tendencias promedio de las componentes zonal (E-W) y meridional (N-S) del stress del viento para las AMERB en estudio. ……153

Figura 2.56. Matriz de correlaciones cruzadas entre parámetros de crecimiento y variables ambientales analizadas. * = correlación estadísticamente significativa……154

Figura 2.57. Resultados del Análisis de Componentes Principales entre parámetros de crecimiento estimados en 5 AMERB y variables ambientales explicativas. ……155

Figura 3.1. Procesamiento en laboratorio de muestras. A) vísceras envueltas en gaza; B) recipiente de traslado; C) muestras en papel absorbente; D) pesaje muestras; E) separación complejo gónada-hepatopáncreas; F) frasco muestras; G) obtención sección gónada; H) muestra de gónada para histología. ……156

Figura 3.2. Color gónadas de C. Concholepas hembras según si estado de madurez……..156

Figura 3.3. Variación mensual del Índice gonadosomático (Media + Desviación estándar) para las AMERB a) Maule, b) Queule, c) Los Molinos, d) Punta Chocoi, y e) Añihue.……157

Figura 3.4. Variación mensual del Índice gonadosomático (Media + Desviación estándar) para machos y hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Maule (VIII Región). ……..158

Figura 3.5. Variación mensual del Índice gonadosomático (Media + Desviación estándar) para machos y hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Queule (IX Región). ……158

Figura 3.6. Variación mensual del Índice gonadosomático (Media + Desviación estándar) para machos y hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Los Molinos (XIV Región). ……159

Figura 3.7. Variación mensual del Índice gonadosomático (Media + Desviación estándar) para machos y hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Punta Chocoi (X Región). ……159

Figura 3.8. Variación mensual del Índice gonadosomático (Media + Desviación estándar) para machos y hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Añihue (XI Región). ……160

Figura 3.9. Variación mensual del Índice de la Cápsula (Media + Desviación estándar) para hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Maule (VIII Región). ……160

Figura 3.10. Variación mensual del Índice de la Cápsula (Media + Desviación estándar) para hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Queule (IX Región). ……161

Figura 3.11. Variación mensual del Índice de la Cápsula (Media + Desviación estándar) para hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Los Molinos (XIV Región). ……161

Figura 3.12. Variación mensual del Índice de la Cápsula (Media + Desviación estándar) para hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Punta Chocoi (X Región). ……162

Figura 3.13. Variación mensual del Índice de la Cápsula (Media + Desviación estándar) para hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Añihue (XI Región). ……162

Figura 3.14. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Maule (VIII Región). ……163

Figura 3.15. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Queule (IX Región). ……163

Figura 3.16. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Los Molinos (XIV Región). ……164

Figura 3.17. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Punta Chocoi (X Región). ……164

Figura 3.18. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares hembras de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Añihue (XI Región). ……165

Figura 3.19. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares machos de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Maule (VIII Región). ……165

Figura 3.20. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares machos de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Queule (IX Región). ……166

Figura 3.21. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares machos de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Los Molinos (XIV Región). ……166

Figura 3.22. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares machos de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Punta Chocoi (X Región). ……167

Figura 3.23. Variación mensual de los estados de madurez de ejemplares machos de Concholepas concholepas obtenidos en la AMERB Añihue (XI Región). ……167

Figura 3.24. Coeficientes de los efectos AMERB del GLM aplicado al IGS I, II, y III del recurso loco……168

Figura 3.25. Coeficientes de los efectos mensuales del GLM aplicado al IGS II, y III del recurso loco……169

Figura 3.26. Coeficientes del efecto sexo del GLM aplicado al IGS I, II, y III del recurso loco……170

Figura 3.27. Proporción de individuos maduros (N=897) e inmaduros (N=293), según análisis histológico……171

Figura 3.28. Ojivas de madurez generadas para individuos de loco de cada AMERB, calculadas para el mes de octubre. ……171

Figura 3.29. Coeficientes del efecto AMERB sobre el GLM binomial de Madurez del recurso loco. …….172

Figura 3.30. Ojiva de madurez generadas para el total de dato de loco, calculada para el mes de octubre. Se presentan además las fórmulas de cálculo de la ojiva, así como la del cálculo del L50%. …… 172

Figura 3.31. Correlación de los datos de talla vs peso para los individuos de loco registrados en la data histórica de AMERB (1999-2016) para las cinco zonas asignadas. La línea roja muestra el modelo teórico…… 173

Figura 3.32. Análisis de bondad de ajuste del modelo GLM aplicado al peso del recurso loco. A) Histograma, b) Residuales en contra de los valores predichos, c) Ajuste del modelo (línea roja) a los datos, y d) quantiles de la distribución normal (qq-plot) respecto de los desvíos normalizados de los datos. …….... 174

Figura 3.33. Análisis de bondad de ajuste del modelo GLM aplicado a talla del recurso loco. A) Histograma, b) Residuales en contra de los valores predichos, c) Ajuste del modelo (línea roja) a los datos, y d) quantiles de la distribución normal (qq-plot) respecto de los desvíos normalizados de los datos. …….... 175

Figura 3.34. Coeficientes del efecto anual, trimestral y espacial de los GLM aplicados al peso del recurso loco. …….. 176

Figura 3.35. Coeficientes del efecto anual, trimestral y espacial de los GLM aplicados a la talla del recurso loco ……177

Figura 3.36. Relación peso total vs talla para el total de individuos muestreados hasta la fecha. Se presentan además la densidad de los datos mediante dos histogramas. …….. 178

Figura 3.37. Relación peso total vs talla para las AMERB de estudio. …….. 178

Figura 3.38. Boxplot del desglose de pesos para las AMERB de estudio. El orden de AMERB en cada gráfico está representado de norte a sur. …….. 179

Figura 3.39. Densidad de datos de tallas (a) y peso total (b) en las AMERB de estudio para machos y hembras. …… 180

Figura 3.40. Ejemplo de los análisis de bondad de ajuste del modelo GLM aplicado a las variables de interés del recurso loco. a) Residuales en contra de los valores predichos para el modelo de Peso total. b) quantiles de la distribución normal (qq-plot) respecto de los desvíos normalizados de los datos para el modelo de Longitud total. …….. 180

Figura 3.41. Coeficientes de los efectos AMERB (a) y Sexo (b) del GLM aplicado al Peso Total en gramos del recurso loco. …….. 181

Figura 3.42. Coeficientes de los efectos AMERB (a) y Sexo (b) del GLM aplicado al Peso de Concha en gramos del recurso loco. …….. 181

Figura 3.43. Coeficientes de los efectos AMERB (a) y Sexo (b) del GLM aplicado al Peso de Pie en gramos del recurso loco. …….. 182

Figura 3.44. Coeficientes de los efectos AMERB (a) y Sexo (b) del GLM aplicado al Peso Visceral en gramos del recurso loco. …… 182

Figura 3.45. Coeficientes de los efectos AMERB (a) y Sexo (b) del GLM aplicado a la Longitud Total individual en milímetros del recurso loco. …… 183

Figura 4.1. Gráfico de barras para la talla crítica (a) y la edad critica (b) para el recurso loco en cada zona analizada. ……. 184

Figura 4.2. Principales coeficientes del Modelo Lineal Generalizado aplicado a los parámetros M (A) y talla crítica (B). Las barras de error representan un intervalo de confianza del 95%. Medidas de diagnóstico del ajuste del modelo (C, D E y F). …….. 185

Figura 5.1. Ejemplo de ajuste del modelo de análisis a 20 AMERB tomadas de forma aleatoria. Los puntos representan los datos, la línea roja el ajuste del modelo. …….. 186

Figura 5.2. Ejemplo de las composiciones de tallas de 20 AMERB tomadas de forma aleatoria. La línea verde es la situación ideal cuando B=B40%Bo, la línea negra segmentada es la condición virginal y la línea roja es la población desovante actual …… 187

Figura 5.3. Ejemplo de ajuste del modelo de análisis a la AMERB 160: a) Los puntos representan los datos y la línea negra el ajuste del modelo, b) composición de edades de la población desovante, c) curva de crecimiento empleada, d) curvas de %Biomasa virginal y rendimiento de largo plazo para diferentes valores de mortalidad por pesca. La flecha en negro representa la situación analizada……188

Figura 5.4. Ejemplo de ajuste del modelo de análisis a la AMERB 133: a) Los puntos representan los datos y la línea negra el ajuste del modelo, b) composición de edades de la población desovante, c) curva de crecimiento empleada, d) curvas de %Biomasa virginal y rendimiento de largo plazo para diferentes valores de mortalidad por pesca. La flecha en negro representa la situación analizada. ……189

Figura 5.5. Mortalidad por pesca y porcentaje de escape de la biomasa desovante por recluta virginal (BDPRo) para el loco en 5 zonas de análisis. La línea negra representa la tendencia y la línea roja el valor de referencia 40%BDPRo ……190

Figura 5.6. Promedio de longitudes para los individuos más grandes de loco (mayores a 10 cm.). Data utilizada corresponde a dos bases, pre-AMERB (1993-1998) y post-AMERB (2000-2016). ……190

Figura 5.7. Talla promedio anual histórica para los individuos de la especie loco mayores a 100 mm. La línea negra punteada representa la media móvil cada dos años. …… 191

Tablas

Tabla 1.1. Compilación de parámetros de crecimiento de loco *(C. conchelapas*) entre VIII y XI utilizados por los consultores en Estudios de Situación Base y seguimientos. 192

Tabla 1.2. Compilación de parámetros de crecimiento de loco *(C. conchelapas*) entre VIII y XI Región..... 193

Tabla 1.3. Compilación de parámetros del ciclo reproductivo de loco *C. concholepas* entre la I y XII Región. 194

Tabla 2.1. Fechas correspondientes a los eventos de marcaje, recaptura, y muestreo biológico realizados por AMERB. 195

Tabla 2.2. Número de individuos marcados, recapturados y muestrados (envío a laboratorio) por evento para cada AMERB..... 196

Tabla 2.3. Cantidad de áreas de manejo y total de registros por zona asignada. 197

Tabla 2.4. Valores promedio prior y posteriores (promedio) de L_{oo}, k y L_0 para el total de AMERB analizadas. 197

Tabla 2.5. Parámetros de crecimiento del loco estimados para las cinco zonas analizadas. Para cada parámetro se muestra su promedio, error estándar, coeficiente de variación, límite inferior y límite superior. 198

Tabla 2.6. Análisis de regresión para la talla asintótica (L_{oo}) respecto la latitud. 199

Tabla 2.7. Coeficientes estimados de los Modelos Lineales Generalizados (GLM) aplicados a los parámetros L_{oo} y k. 199

Tabla 2.8. Talla promedio de la población (2010-2016) calculada para los individuos pre-reclutas (< 10 cm). El valor de n representa el número de AMERB contenidas en cada zona. 199

Tabla 2.9. Estadígrafos principales de los Modelos Lineales Generalizados aplicados a la talla de pre-reclutamiento. 200

Tabla 2.10. Componentes de la desviación, grados de libertad, porcentaje de desviación explicada y número de parámetros del GLM utilizados para describir la variabilidad del crecimiento de Loco. A = Área; E =Estación del año; R = Etapa de recaptura; L_0 = Talla inicial (cm); T = Δ tiempo (días). 200

Tabla 2.11. Summary del modelo de crecimiento (ΔL) con los respectivos coeficientes de cada variable, su error estándar, valor de T, y valor de p. 201

Tabla 2.12. Porcentaje de desviación explicada de cada factor para el modelo de crecimiento m4b. 202

Tabla 2.13. Estimación de parámetros de crecimiento L_∞ y *K* diario y *K* anual para las 5 AMERB de estudio, sumado al valor de p determinado por la regresión. Se incluye además el crecimiento individual promedio de loco a los 50 mm y 100 mm para cada AMERB. 202

Tabla 3.1. Proporción sexual en los diferentes lugares de muestreo (N=1500; 300 por AMERB)..... 202

Tabla 3.2. Proporción sexual en los diferentes lugares de muestreo (N=1500; 300 por AMERB)..... 203

Tabla 3.3. Summary del modelo binomial de Madurez con los respectivos coeficientes de cada variable, su error estándar, valor de T, y valor de p. La tabla inferior señala las tallas al 50% (mm) calculadas a partir de los coeficientes del modelo para el mes de máxima actividad (octubre). 203

Tabla 3.4. Resumen de los modelos GLM empleados para el análisis de las variables biológicas (talla y peso). Como efectos fijos en el predictor lineal se consideraron el año (A), zona (Z) y trimestre (T). 204

Tabla 3.5. Variables predictoras del GLM del peso y porcentaje de variación del AIC de los modelos. Loco desde VIII-XI Regiones. 204

Tabla 3.6. Variables predictoras del GLM de la longitud y porcentaje de variación del AIC de los modelos. Loco desde VIII-XI Regiones. 204

Tabla 3.7. Desglose de pesos promedio (en gramos) para las áreas de estudio. 205

Tabla 3.8. Porcentaje de peso que explican el peso total para las áreas de estudio..... 205

Tabla 3.9. Desglose de pesos promedio (en gramos) por sexo. En paréntesis se muestra la fracción que representan los pesos sobre el peso total..... 205

Tabla 3.10. Resumen de los modelos GLM empleados para el análisis de las variables biológicas Peso total, Peso concha (pc), Peso Pie (pp), Peso visceral (pv), y Longitud Total. Como efectos fijos se consideraron la AMERB (A), y sexo (S). Datos del seguimiento biológico bi-mensual..... 206

Tabla 3.11. Summary del modelo GLM de Peso Total (p1) con los respectivos coeficientes de cada variable, su error estándar, valor de T, y valor de p. Datos del seguimiento biológico bi-mensual 206

Tabla 3.12. Summary del modelo GLM de Peso de concha (p2) con los respectivos coeficientes de cada variable, su error estándar, valor de T, y valor de p. Datos del seguimiento biológico bi-mensual 207

Tabla 3.13. Summary del modelo GLM de Peso de pie (p3) con los respectivos coeficientes de cada variable, su error estándar, valor de T, y valor de p. Datos del seguimiento biológico bi-mensual 207

Tabla 3.14. Summary del modelo GLM de Peso visceral (p4) con los respectivos coeficientes de cada variable, su error estándar, valor de T, y valor de p. Datos del seguimiento biológico bi-mensual 208

Tabla 3.15. Summary del modelo GLM de Longitud Total (t1) con los respectivos coeficientes de cada variable, su error estándar, valor de T, y valor de p. Datos del seguimiento biológico bi-mensual 208

Tabla 4.1. Parámetros de mortalidad natural (M), edad crítica (T*), talla crítica (L*) y los de la relación peso-talla (ln(a) y b) del loco para (a) las cinco zonas seleccionadas y (b) las cinco AMERB seleccionadas. Para cada parámetro se muestra su promedio, error estándar, coeficiente de variación, límite inferior y límite superior. 209

Tabla 4.2. Estadísticas principales de los Modelos Lineales Generalizados aplicados a los parámetros Mortalidad Natural y Talla crítica. 210

Tabla 5.1. Mortalidades por pesca de referencia y talla promedio para diferentes condiciones de explotación promedio de los últimos 5 años del loco en 5 zonas de análisis (VIII-XI Región)……211

4 ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Acta reunión de coordinación actividades subsecretaría de pesca y acuicultura ……212

Anexo 2: Resolución ex n°213 de 19 de enero de 2018, autoriza realizar pesca de investigación recurso loco ……216

Anexo 3: Publicación diario oficial resolución ex n°213 de 19 de enero de 2018, autoriza realizar pesca de investigación recurso loco ……220

Anexo 4: Carta informativa del proyecto fipa 2017-57 a los directores regionales servicio nacional de pesca ……221

Anexo 5: Cartas de compromiso por parte de usuarios de amerbs al personal técnico responsable de las actividades en terreno ……222

Anexo 6: Asistencia taller técnico del proyecto FIPA 2017-57……232

Anexo 7: Asistencia a la primera reunión con los usuarios de las AMERBs……233

Anexo 8: Fotografías de la primera reunión con los usuarios de las AMERBs……234

Anexo 9: Análisis de parámetros de crecimiento para la zona 19 (data histórica) ……235

Anexo 10: Tabla de parámetrso de cada AMERB ……244

Anexo 11: Lista de Asistencia a Taller de Difusión de Resultados ……250

Anexo 12: Lista de Asistencia a Taller de Transferencia Metodológica……251

Anexo 13: Fotogerafías de Taller de Transeferncia metodológica y Discusión de Resultados……252

Anexo 14: Invitación a Mesa Regional Pesquería Loco ……253

Anexo 15: Personal participante por actividad……255

Anexo 16: Lista de Asistencia Taller de difusión y presentación de resultados……256

5 OBJETIVO GENERAL

Disponer de parámetros poblacionales actualizados del conocimiento de la historia natural del recurso loco en las principales áreas de su distribución a lo largo de Chile, centrado en las poblaciones de la VIII a la XI Región, en el período 2017-2018.

5.1 Objetivos Específicos

i. 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 loco para la costa de Chile.

ii. Estimar los parámetros de crecimiento del recurso loco en las principales poblaciones en la zona sur del país (VIII a la XI Región), incluyendo su validación con métodos apropiados.

iii. Determinar los parámetros del ciclo reproductivo anual y de la relación longitud-peso de las principales poblaciones de loco en la zona sur del país (VIII a la XI Región).

iv. Determinar los parámetros de talla crítica y tasa instantánea de mortalidad natural de las principales poblaciones de loco en la zona sur del país (VIII a la XI Región).

v. Difundir los resultados del proyecto a los usuarios (técnicos y pescadores) mediante métodos apropiados.

vi. Determinar el perfil latitudinal del estado de explotación de los stocks de loco entre la VIII y XI Regiones (Sobreoferta).

6 ANTECEDENTES

- **Biológicos**

Distribución y Hábitat: El recurso loco (*Concholepas concholepas*), es un gastrópodo murícido de importancia económica que se distribuye en las costa occidental y extremo sur de Sudamérica, desde la altura de Callao (Perú) hasta el Cabo de Hornos, incluyendo las islas de Juan Fernández (Stuardo, 1979). Habita desde el intermareal hasta el submareal en lugares rocosos de alta energía, es decir con oleaje relativamente fuerte y pendientes pronunciadas, alcanzando profundidades de hasta 40 m. Comúnmente el recurso se encuentra conformando bancos o agregaciones que se densifican en la época reproductiva (Bustos *et al*., 2001). El hábito bentónico se presenta en etapa juvenil, con escasa movilidad en relación a la de la larva. En consecuencia, la larva pelágica es el principal vehículo de intercambio genético entre localidades geográficamente alejadas, por lo que la capacidad de dispersión efectiva de esta juega un rol fundamental en determinar la estructura geográfica poblacional al interior del rango de distribución de la especie (Guíñez *et al*., 1992).

Alimentación: El recurso presenta una compleja conducta alimentaria, asociada a las distintas etapas de su ciclo de vida. En los primeros estadíos de vida (larva véliger pelágica) se alimenta de organismos microscópicos presentes en el plancton. En etapa juvenil, empieza a consumir presas, tales como pequeños mitílidos, cirripedios y briozoos (Castilla *et al*., 1979). Una vez adulto, sus presas son comúnmente animales sésiles tales como picorocos, mitílidos y piures, en menor medida otros invertebrados como poliquetos serpúlidos y briozoos. Sin embargo, también existen registros de que se alimentan de jaibas, lapa y chocha. Esta especie se alimenta a saciedad e incluye períodos de alimentación activo y de inactividad (Bustos *et al*., 1991). El factor de la luminosidad es la responsable de inhibir o iniciar el proceso de alimentación, y donde se ha identificado que el recurso se alimenta básicamente durante periodos nocturnos (Castilla y Guisado, 1979).

Ciclo de vida: El ciclo de vida del loco comprende una fase intracapsular donde los huevos se desarrollan hasta eclosionar, después de alrededor de 40 días. Posteriormente comienza la fase larval pelágica y

planctotrófica, la cual presenta una duración estimada en la naturaleza de al menos 2 meses (Gallardo, 1979). Al cabo de ese tiempo se produce la metamorfosis de la larva y su asentamiento. Los juveniles recién asentados permanecen en el intermareal (Moreno *et al*., 1986) o bien, realizan migraciones al hacia el submareal a medida que aumentan de tamaño (Oliva y Castilla, 1990).

Crecimiento: Los parámetros biológicos de crecimiento del recurso son de gran importancia para el manejo de la pesquería. El crecimiento de *Concholepas concholepas* presentaría diferencias latitudinales significativas, de acuerdo a estimaciones de los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy efectuadas por distintos autores en diferentes localidades de Chile. En este último aspecto, se debe considerar las distintas metodologías empleadas por los autores (captura y recaptura, lectura de anillos de crecimiento, entre otras), así como factores ambientales no evaluados (temperatura y alimento) que pueden estar influyendo en las mismas (Bustos *et al*., 2001).

En la zona Sur de Chile, para la X Región Bustos *et al*., (1986) y Bustos (1987) estiman que la talla mínima legal (100 mm) se alcanzaría entre los 5 a 6 años de edad, mientras que Lépez (1987) la estima en 6 años para ejemplares de la zona intermareal de Mehuín. Además, Bustos et al., (1985) determinaron que el recurso alcanza el mayor incremento absoluto en longitud, durante el primer año de vida, con tasas mensuales promedio de 3,96 y 3,83 mm hasta alcanzar los 47,58 y 45,94 mm de longitud peristomal, para Caldera y Ancud. Otros autores, usando diversas metodologías (Reyes y Moreno, 1990; Stotz y Pérez, 1992) han calculado tasas de crecimiento, que fluctúan entre 0,66 a 3,67 mm mensuales, para diversas localidades comprendidas entre la IV-X Región, y para poblaciones de loco entre 15 a 50 mm.

En lo que respecta a la talla mínima de madurez, el recurso loco estaría en condiciones de reproducirse a tallas entre 6 – 7 cm, como también a tallas menores (Ramorino, 1979). Considerando que estudios posteriores han obtenido variadas tallas de primera madurez (Herrera y Alvial, 1983; Reyes y Moreno 1990), a modo de referencia en este trabajo se entenderá por talla de primera madurez los 5 cm.

- **Desarrollo de la pesquería**

El desarrollo de la pesquería del loco se describe principalmente en 5 fases, las cuales se dividen en dos periodos: libre acceso y regímenes de manejo (SUBPESCA, 2008):

Periodo de libre acceso (antes de 1938- hasta 1984)

Fase 1 Desarrollo**:** Se caracteriza principalmente por niveles de desembarques relativamente bajos y estables a través del tiempo, orientado al mercado interno de consumo en fresco, el cual se extendió hasta 1974.

Fase 2 Crecimiento**:** Desde 1975 los niveles de desembarques crecieron exponencialmente, alcanzando su máximo histórico en 1980 (25 mil toneladas), producto que la pesquería se encontraba con libre acceso al recurso. Además, en este periodo se produce el cambio de la política económica de sustitución de importaciones y la reorientación de la producción nacional hacia los mercados externos. Mediante la exportación de productos elaborados industrialmente (principalmente congelados y conservas).

Fase 3 Plena Explotación**:** La pesquería se caracteriza por alcanzar máximos históricos de desembarque, evidencias de sobrepesca, declinación de stocks, estado de agotamiento en distintas zonas del país bajo libre acceso, que culmina con una veda total el año 1985.

Periodo de explotación regulada (1985 a la fecha)

Fase 4 Regulaciones "top-down**":** A partir de 1985 la pesquería se caracteriza por la aplicación de regímenes de manejo restrictivos y la desaparición del régimen de libre acceso, donde por primera vez es aplicada una veda extractiva total durante tres meses en 1985 y una anual, entre los años 1989 y 1992. En este período, prevaleció el enfoque de manejo de tipo "top-down", con la aplicación del Régimen Bentónico de Extracción (RBE), basado en el establecimiento de Cuotas Globales de Captura regionales y un mecanismo de asignación individual de las capturas a los buzos mariscadores inscritos en el Registro Nacional de Pescadores Artesanales.

Fase 5 Regulaciones "bottom-up": Producto de la obsolescencia del RBE, comienza la iniciativa más importante de co-manejo en las pesquerías artesanales bentónicas, correspondiente al Régimen de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). Este último régimen consiste en la asignación de áreas costeras delimitadas para su manejo y explotación, a organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas. Para la solicitud de las AMERB, las organizaciones en conjunto con entidades de asesoría técnica acreditada (Universidades o empresas consultoras) deben desarrollar el Estudio de Situación Base (ESBA) y el Plan de Manejo y Explotación de las Áreas (PMEA). Una vez asignadas por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), se deben realizar periódicamente (frecuencia anual o bianual) Informes de seguimiento, con el objetivo de monitorear el estado de los stocks objetivo, condición socio-económica de la organización titular y la autorización de las cantidades a extraer solicitadas por la organización. Cabe señalar que, a partir de la creación de las AMERB, los desembarques totales del recurso se han incrementado paulatinamente.

- **Medidas de administración**

La Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley N° 18.892, de 1989 y sus modificaciones), establece los aspectos jurídicos que regulan la pesquería en Chile (régimen de acceso, talla mínima legal, vedas, cuotas, entre otros) (IFOP, 2012).

Régimen de acceso: A partir del año 1992 (Res. Ex. 694-92) el recurso se encuentra en estado de Plena explotación, por lo tanto, se suspende transitoriamente la inscripción en el Registro Pesquero Artesanal (RPA).

Talla mínima legal: Entre la III y XI Regiones se fija la talla mínima de extracción en 100 mm (D.S 373-81), desde el borde externo del canal sifonal hasta el extremo opuesto de la concha (D.S. 264-88).

Veda extractiva: Las vedas extractivas se establecen a partir de 1985 con el fin de recuperar los stocks del recurso dada la sobreexplotación, estas vedas presentan distintas coberturas geográficas y temporales (D.S. 9-85).

Actualmente se encuentra vigente la veda extractiva entre la XV-XI Región, la que rige hasta el 31 de diciembre de 2022, la cual se determinó prohibiciones de extracción, transporte, comercialización, entre otras, para el recurso loco (D. Ex. 104-18). A partir del 2003 la veda extractiva exceptúa las AMERB establecidas.

Veda Biológica: La Subsecretaría de Pesca y Acuicultura a partir del 2005 ha establecido suspender la veda biológica para el recurso en el área marina comprendida entre la XV-XII Regiones, la cual comenzaba a regir entre el 1 hasta el 30 de septiembre cada año (D. Ex. 579-17).

7 METODOLOGÍA DE TRABAJO

7.1 OBJETIVO 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 LOCO PARA LA COSTA DE CHILE.

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura respecto a distribución, ciclo reproductivo, crecimiento, mortalidad natural, talla crítica y estructura poblacional del recurso loco para la costa de Chile (VIII-XI Región). La información fue sintetizada en tablas y figuras permitiendo visualizar la cobertura geográfica de los datos en cantidad y calidad, y sus variaciones latitudinales. Se consideró una revisión de los informes de Estudios de Situación Base (ESBA) y de seguimiento de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) sintetizando, para una muestra representativa para cada Región, la información sobre estructuras de talla, biológica y ecológica del recurso loco que contengan. Igualmente se sintetizaron los parámetros de la dinámica poblacional del recurso loco (crecimiento y mortalidad natural) utilizados normalmente para realizar las estimaciones de CTP de las AMERB en cada Región, identificando su origen o fuente bibliográfica.

Particularmente, la información del recurso loco, consideró diferentes fuentes de búsqueda, principalmente digitales, a través del servicio de Biblioteca de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV,) Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Universidad Austral de Chile (UACH), red de Bibliotecas y sistemas de búsqueda asociados. En el caso de publicaciones sin subscripción, se realizó la adquisición de la publicación respectiva. Además de esto, IFOP dispone de una Base Bibliográfica de los principales recursos AMERB que ha sintetizado compuesta mayoritariamente por publicaciones e informes, donde el loco representa el 38% de estas (IFOP, 2011).

La información fue sistematizada considerando el gestor de referencias electrónico MENDELEY DESKTOP (www.mendeley.com) el cual permite crear y compartir bibliotecas específicas con otros usuarios. Esto es un producto que fue generado por el proyecto y que puede ser continuamente actualizado por los usuarios adscritos. Esta revisión consideró la consulta de publicaciones científicas, Informes técnicos de proyectos de investigación financiados por el Estado y de naturaleza pública (FIP, FNDR u otros) y Tesis, Informes de estudios ESBA y de Seguimiento de los Planes de Manejo y Explotación de las AMERB, de la zona de estudio.

Para la sistematización de los parámetros biológicos empleados en los estudios AMERB, se realizó un meta-análisis de las bases de SUBPESCA y de IFOP que detallan los parámetros empleados por los distintos consultores entre la VIII y XI Regiones desde 1988 al período más reciente. A partir de las estimaciones de los parámetros biológicos del recurso loco, se establecieron distribuciones o valores *a priori* de los parámetros claves que luego fueron empleados en el ajuste de modelos de análisis bajo un enfoque bayesiano. Particularmente, esto fue realizado con el objeto de establecer los valores de partida de la longitud asintótica (L_{oo}) y el coeficiente de Brody (k).

7.2. OBJETIVO 2: ESTIMAR LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DEL RECURSO LOCO EN LAS PRINCIPALES POBLACIONES EN LA ZONA SUR DEL PAÍS (VIII A LA XI REGIÓN), INCLUYENDO SU VALIDACIÓN CON MÉTODOS APROPIADOS.

El crecimiento de especies marinas, incluyendo invertebrados, ha sido modelado habitualmente por el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (Shepherd *et al*., 1991; Quinn y Deriso, 1999) el cual expresa la relación del tamaño medio individual de una población en función de la edad. A nivel nacional, el modelo de crecimiento de von Bertalanffy ha sido aplicado para describir el crecimiento de loco, utilizando datos obtenidos a partir de la lectura de anillos en la concha (Bustos *et al*., 1986), seguimiento de componentes modales (Castilla y Jerez, 1986; Jerez *et al*., 1993; González *et al*., 1997) y experiencias de marcaje y recaptura (Stotz, 2000).

En este sentido y con la finalidad de estimar el crecimiento *C. concholepas* en la zona de estudio, se emplearon dos métodos diferentes: i) marcaje-recaptura y ii) análisis de componentes modales.

7.2.1 <u>MARCAJE Y RECAPTURA</u>

Ante la carencia de información base, la determinación de la dinámica de crecimiento en un área determinada puede ser compleja. En estos casos, los estudios de marcaje y recaptura son útiles para proporcionar información sobre el crecimiento de los individuos (Zhang *et al*., 2009). En estos estudios los individuos son capturados y etiquetados de forma única y luego liberados. Después de un periodo en el medio natural, algunos de los animales marcados pueden ser recapturados una o varias veces. Los

tamaños individuales, que se miden en el etiquetado y las recapturas posteriores, proporcionan información sobre el crecimiento observado en el periodo de estudio.

En este sentido, se propuso marcar 1.000 individuos de loco por cada Región, totalizando un número efectivo de 5.000 individuos como sujetos de seguimiento. Las marcas empleadas correspondieron a las mismas del proyecto FIP 2014-07 sobre el crecimiento de loco XV-V Regiones (Techeira com pers). Estas marcas de fácil diseño e instalación, fueron puestas a presión en el borde contrario al umbo, y mostraron pleno éxito durante el proceso de recaptura de individuos (**Figura 2.1**).

En los sectores acordados se llevó a cabo una prospección de verificación de la presencia de loco en las zonas referidas por los pescadores locales. Los sectores donde se efectuaron las capturas de loco fueron georreferenciados mediante GPS cartográfico. La extracción y manipulación de individuos fue efectuada evitando estresar los individuos extraídos desde el submareal. Una vez marcados, los individuos fueron devueltos al ambiente submareal. Durante la manipulación a bordo, los ejemplares fueron mantenidos en baldes oxigenados y/o bandejas plásticas con agua de mar, realizándose recambios continuos de agua para evitar la desecación y/o aumentos de la temperatura a niveles estresantes para los organismos. El muestreo biológico fue efectuado a bordo de las embarcaciones y consideró la medición (longitud peristomal; mm) y pesaje (peso total húmedo; g).

En cuando a la recaptura de los individuos marcados, esta fue realizada de manera mensual para las 5 AMERB de estudio (**Figura 2.1**). Para tal efecto se realizó buceo hooka de forma exhaustiva en las zonas de extracción y devolución de locos, y zonas aledañas, con el objetivo de capturar la mayor cantidad de individuos que presenten la marca metálica. El esfuerzo de muestreo se estimó en un total de 4 a 6 horas de búsqueda por sector. Los individuos recolectados fueron dispuestos en bandejas con agua de mar a bordo del bote, donde se efectuaron las mediciones de talla y peso. Una vez medidos y pesados, los individuos fueron nuevamente devueltos al ambiente submareal.

Es importante indicar que, de los individuos marcados en cada AMERB, sólo una parte de estos fueron recapturados y en variados casos el mismo ejemplar fue recapturado más de una vez. Debido a errores de medición, en algunos casos se registró incrementos negativos por lo que se decidió trabajar únicamente con aquellos registros de incremento máximo en longitud para cada ejemplar registrado. Esto implica que para fines de estimación solo se consideró como incremento total, la medición realizada la última fecha de recaptura de cada individuo.

- **Variables ambientales de terreno**

Durante el período de marcaje y seguimiento en terreno fueron consideradas algunas variables cualitativas/cuantitativas consideradas determinantes a la hora de explicar diferencias en algunos de los parámetros estimados. Estas variables consideraron, entre otras: (i) grado de exposición de la línea de costa; (ii) información satelital.

- **Determinación del grado de exposición de la costa**

La estimación del grado de exposición de la línea de costa se realizó mediante el análisis del Fetch, considerando una aplicación del índice de Baardseth (Baardseth, 1970) desarrollada en SIG. Los valores de exposición para cada AMERB fueron calculados mediante la construcción de 40 radios de 100 Km separados por una distancia radial de 9 grados. El índice considera que la cantidad de mar abierto alrededor de un sitio es medida del grado de exposición de la línea de costa y corresponde a la sumatoria de los radios libres, no interrumpidos por atributos geomorfológicos relevantes de la línea de costa, donde un valor de 0 indica un refugio absoluto y un valor de 40 indica una exposición máxima.

- **Información satelital**

La caracterización de las condiciones ambientales de los sitios de estudio fue efectuada mediante el análisis de series temporales de 16 años, derivada de la plataforma Giovanni (http://giovanni.gsfc.nasa.gov), para imágenes MODIS con una resolución espacial de 4 Km para temperatura superficial del mar (SST) y concentración de clorofila-a (Chl-a). Adicionalmente, se obtuvieron series temporales de estrés de viento superficial (para las componentes zonal; E-W y meridional; N-S) de imágenes MERRA 2-Model, con una resolución espacial de 0.25° x 0.625°. El análisis de la información satelital fue realizado mediante rutinas elaboradas en el entorno de programación Matlab (http://www.mathworks.com) siguiendo la formulación y los conceptos expuestos.

- **Zonas de marcaje**

Se seleccionaron de 5 AMERB ubicadas entre las Regiones del Biobío y de Aysén. Los criterios utilizados para la selección de las AMERB fueron: su distribución geográfica, la disponibilidad del recurso, con historia de extracción comercial, accesibilidad.

7.2.2 ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LOCO A PARTIR DE ANÁLISIS DE COMPONENTES MODALES

La variabilidad geográfica de las estimaciones de crecimiento de este recurso fue analizada a partir de un análisis integrado de todas las estructuras de tallas históricas disponible de cada una de las AMERB entre la VIII y XI Regiones. Para estos fines, se utilizó el modelo MCCT (Modelo de Crecimiento a partir de Composiciones de Tallas) formulado por Canales y Arana (2009). Se analizaron los muestreos poblacionales históricos de estas AMERB (desde 1988 hasta el año 2016), considerando como referencia *a priori* los parámetros obtenidos de la base de conocimiento biológico generada en el Objetivo Específico 3.1. El área de estudio comprende la distribución del recurso loco entre la VIII (36°S) y la XI (48°S) Región (**Figura 2.32**) y en esta zona se analizaron datos de un total de 238 AMERB.

El modelo propuesto por Canales y Arana (2009) supone que existe información en las composiciones de tallas de las capturas respecto de los grupos de edades que las componen y que estos pueden ser caracterizados por tres atributos esenciales: la talla modal, la desviación estándar de la talla a la edad (determinada por los parámetros de crecimiento), y la proporción de individuos en la respectiva clase anual. A diferencia de modelos como ELEFAN, este sencillo enfoque no persigue explicar la progresión modal, sino determinar por máxima verosimilitud, el conjunto de parámetros de crecimiento y proporción de individuos a la edad que explican la variabilidad inter-muestral de las composiciones de tallas. Complementariamente y a modo de indicador de pre-reclutamiento, se consideró la talla promedio bajo la talla mínima legal en todas estas AMERB junto a su coeficiente de variación. El razonamiento detrás de esto, es que mientras menor sea esta talla y mayor su cv, se podrá argumentar que la población en esta área se encuentra en mejores condiciones para tolerar la futura explotación del lugar.

Con el objeto de mejorar la comprensión de la variabilidad de estos parámetros estimados en este proyecto, el área total de estudio fue dividida en cinco zonas, generadas con el objetivo de disminuir las diferencias en el número de áreas por zona, y diferenciarlas por sus características geográficas, donde cada una comprende diversos grados de latitud: Zona 1 = Entre 36°S y 39°S; Zona 2 = Entre 39° S y 40.8°S; Zona 3 = Entre 40.8°S y 41.75°S; Zona 4 = Entre 41.75°S y 43.7°S; Zona 5 = Entre 43.7° S y 48°S. Esta división se realizó con el fin de determinar posteriormente efectos espaciales en la dinámica del recurso. Cabe destacar que en número de AMERB por zona no se relaciona con la cantidad de datos que estas zonas poseen (**Tabla 2.3**; **Figura 2.35**) y responden a un balance (suficiencia de datos) entre el número de AMERB y su posición geográfica.

7.2.3 ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LOCO A PARTIR DE EXPERIMENTOS DE TERRENO

La distribución de frecuencias de tamaños loco fue analizada mensualmente mediante la construcción de histogramas de frecuencias, y los datos de longitud (L en mm) y peso húmedo (W en g). A partir de los registros de talla de los muestreos mensuales realizados hasta la fecha, se estimó la tasa absoluta de crecimiento (r*eij*) en mm/día por talla (*l*), cuya expresión individual está dada por:

$$r_{eij} = \frac{L_{ij} - L_{ij-1}}{t_j - t_{j-1}}$$

Donde *i* = ejemplar medido para i=1, 2, …, n; *j* = talla final con $L_{j,j}$ = 1,2,…,8; *j-1* = talla referencial inicial; L_{ij} = talla final del ejemplar "*i*" en el instante t_j; t_{j-1} = fecha correspondiente al primer registro de longitud del grupo de talla *j-1*; t_j = fecha correspondiente al segundo registro de longitud del grupo de talla *j*.

Para cada una de las AMERB estudiadas, se estimaron los parámetros de crecimiento L_{oo} y *K* a través del método de Gulland y Holt (1959). Este método asume que la tasa de crecimiento (ΔL/Δt) declina linealmente a medida que los individuos crecen, alcanzando valor cero cuando se llega a una longitud máxima. Este método se implementó como rutina en R (R-core team, 2018), proporcionando valores estimados de L_{oo} y *K* en base a una regresión lineal simple, incluso cuando los intervalos de tiempo entre datos de marcaje y recaptura no son constantes. El modelo se expresa como:

$$\frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1} = a - K * \bar{L}$$

Donde L_1 y L_2 corresponden a las longitudes correspondientes a los intervalos de tiempo sucesivo t_1-t_2, respectivamente. El intercepto a y la pendiente b proporcionan los valores de L_{oo} y K, a través de las relaciones:

$$K = -\mathrm{b} \qquad \text{y} \qquad L_{\infty} = \frac{\mathrm{a}}{K}$$

Es importante señalar que los datos que ingresan finalmente al modelo de Gulland y Holt, correspondieron al incremento máximo de la talla del total de ejemplares recapturados. En este sentido, si un individuo fue recapturado más de una vez, se considera como incremento temporal la diferencia entre la última fecha de recaptura y la fecha de marcaje, y como incremento en talla, la diferencia máxima entre la talla inicial de marcaje y talla la final. La talla promedio fue tratada como numero entero entre los 5 y 150 mm, y a partir de esta nueva clasificación se obtuvieron las tasas de incrementos promedios que finalmente fueron empleados para fines de estimación. Esta razón explica entonces que el número de datos que ingresan al modelo, es bajo e inferior a 50 en cada AMERB.

Variabilidad del crecimiento del Loco

En términos generales y tanto para los parámetros de crecimiento L_{oo} y K estimados por AMERB de datos históricos, así como el crecimiento relativo medido luego del experimento de marcaje, las variables fueron analizadas por medio de Modelo Lineal Generalizado (GLM) con efectos fijos: zona y estación, y como variables continuas el intervalo de tiempo entre recapturas y la talla inicialmente medida. Esto permitió evaluar la significancia de los efectos espaciales y temporales (α_j) que caracterizan estos atributos biológicos en la forma:

$$\theta_{i,j} = \mu + \alpha_j + \varepsilon$$

Donde μ es el promedio y ε el desvío aleatorio (~N(0,σ^2)).

7.3. OBJETIVO 3: DETERMINAR LOS PARÁMETROS DEL CICLO REPRODUCTIVO ANUAL Y DE LA RELACIÓN LONGITUD-PESO DE LAS PRINCIPALES POBLACIONES DE LOCO EN LA ZONA SUR DEL PAÍS (VIII A LA XI REGIÓN).

Para la realización de este objetivo, se recolectaron 50 individuos con una frecuencia bimensual mediante buceo hooka al interior de cada AMERB en estudio. Tanto el número de individuos recolectados por área a partir del muestreo como la proporción de sexos para cada AMERB se señalan en la **Tabla 3.1**.

La preparación de las muestras en terreno, consistió en la separación de la porción visceral con ayuda de un bisturí. Las vísceras de cada ejemplar fueron destiladas sobre papel absorbente por 5 minutos, registrando con un pie de metro de 0,1 mm de precisión y una balanza digital de 0,1 gr de precisión:

- La longitud máxima peristomal,
- El peso total de animal,
- El peso de las partes blandas,
- El peso del pie,
- El peso de la masa visceral, y
- El sexo mediante observación del pene en los machos y gonoporo en las hembras.

Una vez realizadas las mediciones de longitud y peso, la porción visceral fue envuelta en gasa y rotulada con su respectivo número (ID). Las muestras ya rotuladas se almacenaron con fijador AFA de Davidson (alcohol, formalina, ácido acético) en envases plásticos con tapones de seguridad a temperatura ambiente.

- **Proceso muestras en laboratorio**

Las partes blandas (sin pie) de cada animal fueron procesadas con el fin de obtener una muestra de la gónada para realizar el proceso histológico.

En el laboratorio se siguieron los siguientes pasos:

1. Se extrajeron las muestras del envoltorio (**Figura 3.1A**) desde el recipiente (**Figura 3.1B**).
2. Se colocaron sobre papel absorbente (**Figura 3.1C**).
3. Se pesaron en una balanza digital (**Figura 3.1D**) registrándose como "Peso total húmedo".
4. Se separó el complejo gónada-hepatopáncreas del resto de las vísceras (**Figura 3.1E**) y se pesó, dejando el resto de los tejidos en un frasco con alcohol 70% (**Figura 3.1F**).
5. Luego con un bisturí, se separó la gónada del hepatopáncreas y se pesó en una balanza digital.
6. De la parte media de la gónada se cortó un trozo de tejido (**Figura 3.1G**), el cual se colocó en un frasco etiquetado con alcohol al 70 %, (**Figura 3.1H**). Este frasco fue destinado para realizar la histología de la gónada.

- **Variación gravimétrica de la gónada**

Para evaluar las variaciones gravimétricas de las gónadas asociadas al ciclo gametogénico se estimaron 2 índices: gonadosomático y el Índice de la glándula de la cápsula

- IGS I: Índice gonadosomático= Peso de la gónada (g) / peso partes blandas total (g) x 100
- IGS II: Peso de la gónada (g) / peso de las vísceras (sin pie) (g) x 100
- IGC: Índice glándula de la cápsula= peso glándula de la cápsula (g)/ peso partes blandas sin pie (g)x 100

- **Caracterización microscópica de las gónadas mediante análisis histológico y estimación de Índice de Madurez Gonadal (IMG).**

Para realizar el análisis histológico, mensualmente se procesan las gónadas de los ejemplares recolectados. La muestra para histología consistió en una sección transversal de aproximadamente 5 mm de espesor de la región media de la gónada, la que fue fijada en Davidson's durante 24 horas y luego traspasada a alcohol de 70º, posteriormente deshidratada en una batería de alcohol creciente, aclarado en Xilol e incluido en Paraplast Plus. La muestra incluida se cortó en secciones de 5 µm de grosor, realizando dos cortes paralelos al eje de la gónada espaciados 400 µm uno del otro para evitar incluir en

el segundo corte ovocitos presentes en el primer corte. Las preparaciones fueron teñidas con Hematoxilina--Eosina (Martoja y Martoja--Pierson, 1970) y montadas con Entellan (Merck).

Las preparaciones histológicas fueron observadas mediante microscopía fotónica corroborando el sexo del individuo y se analizó cualitativamente el ciclo reproductivo. Para determinar el estado de madurez gonadal microscópicamente se analizaron las preparaciones histológicas considerando el desarrollo de las líneas germinales, el espacio inter e intratubular y hemocitos, dado los antecedentes reportados por diferentes autores en trabajos realizados en el recurso (Ramorino, 1975; Avilés y Lozada, 1975, Manríquez *et al*., 2009).

Estados de madurez en machos:

E1. Inactivo: Presencia de tejido conjuntivo, túbulos poco desarrollados con túbulos formados por epitelio cúbico ciliado.

E2. Madurante temprano: Predominan espermatogonias, presencia de espermatocitos primarios y secundarios y algunos espermatozoides hacia el lumen.

E3. Madurante avanzado: Túbulos presentan abundantes citos primarios, secundarios y espermátidas y escasos espermatozoides en el lumen. No se observa espacio intertubular.

E4. Madurez Máxima: Túbulos con escasos citos primarios, secundarios y espermátidas y abundantes espermatozoides en el lumen. No se observa espacio intertubular.

E5. Evacuación: Túbulos vacíos o con espermatozoides escasos. Los folículos más cercanos a los túbulos de evacuación se encuentran vacíos o destruidos. Se presentan gran cantidad de espermatozoides en el interior de los túbulos de evacuación y la vesícula seminal.

Estados de madurez en hembras:

E1. Inactivo: Microscópicamente, el ovario con abundante tejido conjuntivo y con túbulos poco desarrollados. Con túbulos formados por epitelio cúbico ciliado.

E2. Previtelogénico: Presencia de abundantes ovocitos en los folículos. Ovocitos son esféricos, el citoplasma es basófilo color homogéneo y no presenta gránulos de vitelo, el núcleo es central y presenta gránulos de cromatina.

E3. En vitelogénesis: Ovocitos de forma pedunculada, presentan gránulos de vitelo disperso en su citoplasma y el núcleo se ubica en el centro de la porción más ancha del ovocito.

E4. Máxima madurez: Paredes tubulares adelgazadas. No se observa espacio intertubular. Ovocitos ocupan todo el espacio intratubular, son de forma irregular debido a lo compresión entre ellos. Toda la región citoplasmática contiene vitelo, el núcleo es excéntrico, presenta un núcleo eosinófilo y se observa lisada.

E5. Evacuación: Túbulos se encuentran vacíos o presentan ovocitos residuales. Algunos túbulos presentan vitelo disperso y amebocitos asociado a éste.

En cuanto a la identificación de periodos de cópula, postura y eclosión de larvas de *Concholepas concholepas* en las zonas de estudio, se realizaron consultas tanto a pescadores de las áreas involucradas, como a los buzos que formaron parte del equipo de trabajo. Además, a partir de los resultados de histología, se realizaron inferencias para determinar la ocurrencia de los procesos anteriormente mencionados. Esto con el fin de complementar y corroborar los datos señalados por pescadores y buzos, junto a análisis de literatura.

- **Modelo de Índice Gonadosomático (IGS) y madurez gonadal**

El resultado de los análisis a los cortes histológicos anteriormente destacados, traducido en la generación de IGS para cada individuo, fue utilizado para generar modelos GLM con el fin de evaluar diferencias espaciales, temporales, por talla, y por sexo en estos índices. Además, a partir de la categorización de los individuos de loco por estado de madurez, se realizó un análisis GLM logístico, donde los estados 1, 2 y 3 fueron agrupados como inmaduros (0), mientras que los estados 4, y 5 fueron agrupados como maduros (1).

Con el fin de determinar la talla al 50% de madurez para los individuos de loco, se construyó una logística de madurez a partir del GLM logístico mencionado. El modelo logístico de proporción de madurez en función de la talla es:

$$p(TL) = \frac{\exp(\mu + \theta + b\,TL)}{1 + \exp(\mu + \theta + b\,TL)}$$

mientras la longitud de primera madurez se calcula como:

$$L50m = -\frac{\mu + \theta}{b}$$

En estos estimadores, μ es la media, θ es el conjunto de efectos fijos de interés (en este caso los coeficientes de AMERB, Mes, y Sexo) y *b* el coeficiente asociado a la longitud total.

- **Relación talla-peso**

Los datos fueron analizados mediante Modelos Lineales Generalizados (GLM: McCullagh and Nelder, 1989) para las variables biológicas (talla y peso), modelo que permite estandarizar la variable respuesta a partir de una combinación lineal de variables explicativas. Los modelos fueron formulados y ajustados usando el lenguaje y ambiente para modelamiento estadístico y gráfico R (R Development Core Team, 2018). Además, un análisis de devianza fue considerado para evaluar la importancia y significancia de los predictores incluidas en el modelo. Esto fue complementado por el análisis del Criterio de Información de Akaike (AIC) (Akaike, 1974) mediante la función “drop1” incluida en el lenguaje R, el cual

permitió medir el incremento relatico del AIC cuando algunas de las variables del predictor linear es excluida del modelo completo. El análisis se realizó para la metodología basada en data histórica, y la metodología basada en muestreos biológicos.

Respecto al método basado en datos históricos, el modelamiento de la variable peso (en escala logarítmica), consideró 3 efectos fijos y 1 variable continua. Los efectos fijos fueron zona, año y trimestre, mientras que la variable continua correspondió a la longitud del recurso. Esta última fue incluida como predictor del peso (en escala logarítmica). Sin embargo, para el análisis de la variable longitud (escala natural), se consideró solamente 3 efectos fijos: zona, año y trimestre. Cabe señalar, que las variantes al GLM consideraron distintas distribuciones de probabilidad del error (gaussiana y gama) así como funciones de enlace (log e identidad). El modelo peso-talla y su linealización para fines de una GLM se formula como:

$$W_l = a\, l^b$$

$$\log(W_l) = \log(a) + b\log(l)$$

$$\log(W_l) = \mathrm{EF} + b\log(l)$$

Donde W es el peso, l es la talla, a es el coeficiente de condición y b el parámetro de potencia. El logaritmo natural de a se expresa como la suma de efectos fijos (EF) como son la zona, año y trimestre.

Por otra parte, para el método de análisis basado en datos muestreados, el modelamiento de la variable peso total ocupó como variables respuesta el peso de concha, peso de pie, peso visceral y longitud total (variables continuas), y la AMERB y Sexo (variables discretas). Además, cada uno de los pesos fue evaluado con las variables AMERB, Sexo y Longitud total. Finalmente, para el modelamiento de la variable longitud en escala natural se consideraron nuevamente los efectos fijos AMERB, y Sexo. Estos GLM consideraron una distribución gaussiana de probabilidad del error, así como una función de enlace identidad.

7.4. OBJETIVO 4: DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE TALLA CRÍTICA Y TASA INSTANTÁNEA DE MORTALIDAD NATURAL DE LAS PRINCIPALES POBLACIONES DE LOCO EN LA ZONA SUR DEL PAÍS (VIII A LA XI REGIÓN).

a. Talla crítica

Tanto la edad y talla crítica como tasa instantánea de mortalidad natural (M) fueron calculadas en función de los parámetros de crecimiento determinados preliminarmente por métodos indirectos. La edad crítica fue estimada por la ecuación de Sparre & Venema (1995):

$$t^* = t_0 + \frac{1}{k} ln\left(\frac{bK}{M} + 1\right)$$

mientras la talla crítica se estimó del modelo de von Bertalanffy

$$L^* = L_{00}(1 - e^{-k(t^* - t0)})$$

donde L_{oo}, t_o y k son parámetros del modelo de crecimiento del von Bertalanffy, M es la tasa instantánea de mortalidad natural y b el exponente de la relación longitud-peso.

b. Mortalidad natural

Para la determinación de la mortalidad natural se emplearon métodos bioanalógicos para invertebrados marinos. Estos métodos son a menudo función de los mismos parámetros de crecimiento empleados para la estimación de la talla crítica. El valor de M fue estimado en base a 7 estimadores para cada AMERB. Los valores de M fueron puestos a prueba como fuentes de análisis en base a modelos lineales de componentes fijos espaciales.

Método	**Estimador**
Hoenig (1983)	$\ln(M) = 1.44 - 0.982 \ln(t_{max})$
Jensen (1996)	$M = 1.65/\mathrm{t}_{mat}$
Gislason et al (2010)	$ln(M) = 0.551 - 1.61\, ln(L) + 1.44\, Ln(L_\infty) + ln(k)$ $= 1.2 - 0.17\, Ln(L_\infty) + Ln(k)$
Charnov et al. (2012)	$M = 1.82\, k$
Appeldoorn, (1988)	$M = 4.001\, {t_{max}}^{-0.923}$
Then et al (2014)	$M = 4.899\, {t_{max}}^{-0.916}$
Brey & Gage (1997)	$ln(M) = 0.339 + 1.037\, ln(k)$

En las ecuaciones señaladas, t_{max}= edad máxima, t_{mat} = edad de maduración, L_{00} y k son los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy. De manera similar a lo antes mencionado, los valores de t*, L* y M para cada AMERB fueron analizados por medio de modelos lineales de efectos fijos, siendo el factor espacial el de mayor interés.

7.5. OBJETIVO 5: DIFUNDIR LOS RESULTADOS DEL PROYECTO A LOS USUARIOS (TÉCNICOS Y PESCADORES) MEDIANTE MÉTODOS APROPIADOS.

Para dar cumplimiento al objetivo específico 5, se desarrollaron tres talleres técnicos:

Taller Técnico: El objetivo de este taller consistió en una revisión de la información/parámetros biológicos recopilados de la literatura, y discutir implicancias en las metodologías propuestas para cada objetivo.

Taller Técnico de discusión de resultados: Se generó un taller con la participación de representantes del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). Para el cumplimiento del objetivo del taller, se utilizó un Modelo de Crecimiento a partir de Composiciones de Tallas (MCCT) formulado por Canales y Arana (2009), el cual consiste en un análisis integrado de las estructuras de tallas históricas disponibles.

Taller de transferencia metodológica: Para la realización de este taller se contó con la participación de representantes del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). El objetivo del taller fue aportar métodos estandarizados y sencillos de análisis para el seguimiento de los parámetros de crecimiento, estimación de PBR y cálculo de cuotas de extracción, mediante la utilización del modelo de análisis de equilibrio en edades (MODACT_II) propuesto con Canales *et al*., 2016.

7.6. OBJETIVO 6: DETERMINAR EL PERFIL LATITUDINAL DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DE LOS STOCKS DE LOCO LA VIII Y XI REGIONES.

El objetivo fue abordado sobre la base de un análisis de equilibrio, el cual se basa en el supuesto que en el período reciente tanto los reclutamientos como la mortalidad por pesca (F) han variado sin tendencias en torno a un valor promedio de largo plazo. Dado que este supuesto es siempre difícil de sustentar, el análisis fue aplicado sobre la composición de tallas promedio del período de años más reciente. Este análisis, en términos descriptivos, considera la estimación de la composición de edades teórica de la población la que junto al patrón de selectividad y la mortalidad por pesca, explican la composición de tallas de las capturas observada en la pesquería.

El modelo de análisis de equilibrio en edades fue implementado en lenguaje ADMB y denominado (MODACT_II). Los parámetros por resolver son la mortalidad por pesca (F), la abundancia al primer grupo de edad y relativo a la escala de análisis (No), y los parámetros de la selectividad logística, minimizando el negativo de la función de log-verosimilitud definida por un estimador multinomial de tamaño de muestra efectivo n=1000.

$$L = min\left\{-n\sum_{l} p_l * \ln(\hat{p}_l)\right\}$$

Donde p_l es la proporción de la captura a la talla observada y $\hat{p}_l$ la proporción de captura a la talla estimada.

A partir de la composición de edades estimada por este modelo, se realizó una proyección de largo plazo con el objeto de evaluar en términos referenciales, la reducción de la biomasa virginal para diferentes niveles de mortalidad por pesca o Puntos Biológicos de Referencia (PBR). Tradicionalmente, los PBR se refieren a niveles de mortalidad por pesca que en el largo plazo permiten mantener cierto nivel de biomasa parental objetivo como fracción de la biomasa virginal. A su vez, estas reducciones de la población son necesarias si el objetivo es el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) actualmente definido como directriz en la Nueva Ley General de Pesca y Acuicultura. Teóricamente, se sabe que el RMS se obtiene cuando el recurso se encuentra reducido entre un 40%-60% de la biomasa desovante

virginal, y que en definitiva sus desvíos de estos referentes dependen de las particularidades biológicas y de la relación de productividad.

En este trabajo se consideraron como criterios de sustentabilidad los niveles de mortalidad por pesca de referencia F40% consecuentes con la reducción de stock antes mencionada, y como criterio de colapso el valor del F20%. El estado de situación fue definido por sobre pesca si F>Fpbr y sobre-explotación si la biomasa por recluta es menor al PBR elegido. Como elemento a la diagnosis, la estimación de la talla media de las capturas en equilibrio permitió establecer referentes de talla consecuentes con cierta reducción de la población, de manera que se pueda comparar de forma empírica y sencilla, si la talla media observada en terreno es acorde respecto de las tallas de referencia. Un ejemplo de esta idea ha sido propuesto por Canales y Arana (2009).

8 RESULTADOS

8.1. OBJETIVO 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 LOCO PARA LA COSTA DE CHILE.

- **Recopilación bibliográfica**

La recopilación bibliográfica obtenida en este proyecto y posteriormente complementada con la base de datos del FIPA 2014-07, se encuentra disponible en el Software MENDELEY, el cual debe ser instalado previamente desde la página web www.mendely.com (licencia libre). Para su acceso se debe ingresar con el siguiente correo y clave:

Correo	proyectoloco17@gmail.com
Clave	fip201757

La base de datos generada dispone de 176 estudios. Esta base fue dividida en 11 categorías distintas, basada en los criterios de separación en el proyecto FIPA 2014-07.

1. Bibliografía general: Consiste en todos los estudios recopilados, de los cuales están desglosados en sus respectivas categorías.
2. Administración: Estudios asociados a la gestión administrativa pesquera del loco.
3. Crecimiento: Información enfocado al crecimiento del recurso, y los efectos que influyen en este.
4. Dispersión-Asentamiento: Estudios con el objetivo de analizar los procesos de conectividad de las poblaciones de loco.
5. Distribución: Publicaciones basadas en estudiar la distribución espacial de los individuos.
6. Ecología: Estudios asociados a la relación entre el loco con otros recursos y su entorno.
7. EL Niño: Publicaciones dirigidas a los efectos producidos por el fenómeno de El Niño sobre el recurso, en términos de distribución y abundancia.

8. Fisiología: Publicaciones basadas en el estudio del funcionamiento biológico del recurso loco.
9. Pesquería: Estudios asociados a la actividad extractiva y productiva del recurso.
10. Reproducción: Publicaciones enfocadas al estudio de la actividad reproductiva y factores que influyen en la reproducción del recurso (ciclo, comportamiento y parámetros reproductivos).
11. Otros: Estudios relacionados con la acuicultura, Ecotoxicología, bioquímica e inmunología.

Diversos estudios fueron clasificados en más de una categoría, dado que presentan temáticas en distintas áreas. En la **Figura 1.1** se muestran los resultados obtenidos del análisis realizado sobre las 11 categorías. El mayor porcentaje de estudios está basado en el área de la fisiología, administración y pesquería. Por el contrario, la menor cantidad de estudios está enfocado en el efecto de fenómeno de El Niño, reproducción y distribución. Los estudios obtenidos datan desde 1970 hasta 2019 (**Figura 1.2**). En esta serie cronológica es necesario destacar que los primeros estudios estuvieron enfocados principalmente al análisis de crecimiento y reproducción del recurso. En cambio, en los últimos años (2015-2019), los estudios están orientados al área de la administración, ecología, fisiología, distribución, dispersión y asentamiento del loco. Más aún, en el reciente año (2019) se han realizados estudios enfocados a los cambios fisiológicos del recurso frente a temáticas como la contaminación lumínica, además de los desafíos actuales para el cultivo del recurso.

Se pudo identificar que la mayor proporción de la bibliografía del loco son artículos científicos e informes, con un aporte del 72% y 25% respectivamente; en cambio, tesis y libros aportan en su conjunto un 3% del total (**Figura 1.3**). En relación a lo anterior, la categoría de “informes” está constituida por proyectos FIPA, y estudios realizados por el Instituto de Fomento Pesquero, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Universidades u otras Organizaciones enfocadas en el área. Además, en la **Figura 1.4** se observa la relevancia de los artículos científicos desde 1970-2019, en comparación con los informes que solo se empiezan a realizar a partir de 1983 hasta la actualidad.

- **Parámetros biológicos empleados en los estudios AMERB**

Los parámetros de crecimiento empleados por lo consultores en los Estudios de Situación Base y de seguimiento de las AMERBs desde la VIII-XI Región se encuentran señalados en la **Tabla 1.1.** De acuerdo a lo anterior, se muestran inconsistencias entre los valores utilizados y los valores reales señalados en los documentos citados por dichos consultores (ejemplos: Castilla & Jerez, 1986; Acuña & Stuardo, 1979). Además, en las AMERBs correspondientes a la VIII y XI Región se evidencia la utilización de parámetros de crecimiento que son calculados para la V Región (Las Cruces y Quintay).

En la **Figura 1.5** se observa el número de parámetros de crecimiento utilizados en las AMERBs desde el Estudio de Situación Base hasta el último informe de seguimiento realizados entre la VIII hasta la XI Región. En el total de las Regiones bajo análisis, se reporta que la mayor proporción de áreas de manejo (64%) han utilizado más de dos parámetros para las estimaciones de CTP, situación que se ve reflejada principalmente en la X y XIV Región con un 71%-93%. En cambio, solo un 36% de las AMERBs son sistemáticas en la utilización de solo un valor de L_0, K, T_0, M, donde se destaca la VIII y XI Región con un 44%-75% respectivamente.

Se reportaron 27 estudios relacionados con el crecimiento del loco, los que contribuyen con valores de L_{oo}, K, t_0 y M en las zonas bajo estudio (**Tabla 1.2**). Sin embargo, en la IX Región se observa ausencia de bibliografía que puedan aportar con parámetros biológicos. En la **Figura 1.6** se representa la curva de crecimiento del recurso loco utilizando el modelo de von Bertalanffy, en base a los valores promedios de los parámetros biológicos L_{oo}, k, y t_0. Estos valores y sus máximos y mínimos fueron: L_{oo}= 157 mm (79.3; 191.7 cm), k= 0.182 (0.096; 0.371) y t_o= -0.174 (-1.89; -0.30). De acuerdo con este modelo, el loco alcanza su talla mínima legal de 100 mm LT a los 5 años de vida.

- **Parámetros del ciclo reproductivo**

Se analizaron los artículos científicos a nivel nacional enfocados al estudio del ciclo reproductivo del recurso loco. En la **Tabla 1.3** se observa una recopilación de parámetros desde la I hasta la XII Región, a partir de estudios desde el año 1979 hasta 2017. En general se muestra que para todo el territorio nacional la máxima madurez del recurso inicia en época estival. El término de postura ocurriría principalmente entre junio y agosto. Los análisis respecto a la talla de primera madurez presentan una importante variabilidad entre los distintos autores, sin embargo, se puede observar que la mayoría

coincide que estaría entre los 50-70 mm, y donde los machos alcanzarían la primera madurez antes que las hembras. La talla crítica se encuentra en torno a la talla mínima de extracción (100 mm).

8.2. OBJETIVO 2: ESTIMAR LOS PARÁMETROS DE CRECIMIENTO DEL RECURSO LOCO EN LAS PRINCIPALES POBLACIONES EN LA ZONA SUR DEL PAÍS (VIII A LA XI REGIÓN), INCLUYENDO SU VALIDACIÓN CON MÉTODOS APROPIADOS.

8.2.1 ACTIVIDADES DE MARCAJE Y RECAPTURA

- **Coordinación del Proyecto**

Durante los meses de diciembre y enero se realizaron los acercamientos con las organizaciones titulares inicialmente contactadas en la etapa de formulación de la propuesta técnica, a saber:

- Puerto Yana, Región del Biobío
- Queule, Región de la Araucanía
- Piedra Blanca, Región de Los Ríos
- Punta Chocoi, Región de Los Lagos
- Añihue Sector A, Región de Aysén

Los representantes de estas 5 AMERB manifestaron inicialmente su voluntad de participar y colaborar con las actividades del proyecto. Para efectos de registro, se presentan en el **Anexo 5** las cartas de compromiso y apoyo para la ejecución de las actividades firmadas por la directiva de las 4 primeras AMERB (Regiones VIII, IX, XIV, y X).

No obstante, durante el transcurso del estudio, el equipo de trabajo se vio en la obligación de modificar los sectores inicialmente seleccionados, descartando las AMERB Puerto Yana y Piedra Blanca. En el caso del AMERB Puerto Yana, la organización nunca estuvo disponible para comenzar con el proyecto, pese a que hubo reiterados llamados e intentos para coordinar el desarrollo de las actividades iniciales, lo que produjo retrasos importantes en el cumplimiento de las tareas programadas, optándose finalmente

por no considerar este sector como parte del estudio. Por otro lado, en el caso del AMERB Piedra Blanca, debido a las malas condiciones de tiempo imperantes en la zona de estudio, se optó por comenzar con el muestreo histológico durante marzo de 2018. Posteriormente, cuando se intentó ejecutar las actividades de marcaje (comienzos de abril), no se encontró la cantidad de locos requerida (N=1000 individuos), lo que obligó a desestimar este sector como sitio de estudio.

Debido a las situaciones ocurridas tanto en Puerto Yana como en Piedra Blanca, el equipo de trabajo optó por incorporar 2 nuevas AMERB para que formaran parte del proyecto. Los nuevos sectores seleccionados corresponden a:

- AMERB Maule, Región del Biobío
- AMERB Los Molinos Sector B, Región de Los Ríos

Las cartas de compromiso firmadas por la directiva de ambas organizaciones se entregan en el **Anexo 5**. Como parte de los resultados asociados al cumplimiento de este objetivo, se entrega una síntesis de las actividades efectuadas en cada una de las 5 AMERB finalmente seleccionadas como sitios de estudio. En todos los casos, se entrega una selección fotográfica de las actividades de terreno y un análisis final de los muestreos de marcaje y recaptura, además de los muestreos biológicos para histología.

La actividad de marcaje fue realizada una vez medidos y pesados los ejemplares y previo a su liberación en el submareal. En la **Figura 2.1** se muestra la marca utilizada (a), un ejemplar de loco recién marcado (b) y 2 ejemplares recapturados (c y d), apreciándose claramente la diferencia en longitud de la concha entre la marca y el borde actual, lo que corresponde al crecimiento desde el tiempo t a t+1. A modo de resumen, en la **Tabla 2.1** se entregan las fechas correspondientes a los eventos de marcaje, recaptura, y muestreo biológico para las 5 AMERB bajo estudio. Por otra parte, el detalle de los individuos marcados inicialmente por AMERB, el número de individuos recapturados por evento, y el número de muestras enviadas a laboratorio se encuentran en la **Tabla 2.2**. Los datos obtenidos del muestreo biológico y el marcaje, fueron registrados en una planilla, identificando el número de marca, longitud y peso (**ver anexos**).

- **VIII Región: AMERB Maule**

El día 12 de abril de 2018, se realizó la firma de la carta de compromiso con esta organización (**Anexo 5**), acto mediante el cual el equipo de trabajo comenzó con las coordinaciones de terreno. El marcaje de los individuos requeridos (N=1000), se efectuó con fecha 18 de abril de 2018. Entre la primera y décima recaptura, realizadas entre el 15 de mayo de 2018 y 12 de febrero de 2019, el número de individuos recapturados disminuyó de 188 a 98 (**Tabla 2.2**), determinando que para la última recaptura se hayan recolectado un 9.8% del total de individuos marcados. En la **Figura 2.2** se entrega un resumen fotográfico del proceso de marcaje y en la **Figura 2.3** un resumen del muestreo de histología.
En las **Figuras 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7** se entrega el análisis de estructura de tamaños y relación longitud-peso asociado al proceso de marcaje y recaptura, donde el rango de tallas osciló entre 61 mm y 125 mm. La talla promedio estimada alcanzó a 95,5 mm, y la moda se ubicó en el rango de 90 a 100 mm de longitud (**Figura 2.4**). Entre la primera y décima recaptura, fue posible observar un rango de tallas que osciló entre 80 mm y 127,7 mm. La talla promedio estimada osciló entre 98,1 mm y 103,1 mm, y la moda se ubicó normalmente en el rango de 90 a 100 mm de longitud para las primeras cinco campañas y entre 100 y 110 mm para las restantes 5 campañas (**Figuras 2.5, 2.6 y 2.7**). El análisis de la relación longitud-peso permite observar para el marcaje un ajuste estadísticamente significativo con un coeficiente de gravimetría levemente inferior a 3 (**Figura 2.4**). Entre la primera y décima recaptura, fue posible observar ajustes estadísticamente significativos, con coeficientes de determinación mayores a 0,65 y coeficientes de gravimetría que, en la mayoría de los casos, alcanzaron valores superiores a 3 (**Figuras 2.5, 2.6 y 2.7**).

- **IX Región: AMERB Queule**

El día 9 de febrero de 2018, se realizó la firma de la carta de compromiso con esta organización (**Anexo 5**). El marcaje inicial de individuos (N=995), se efectuó con fecha 19 de marzo de 2018. Posteriormente, entre la primera y décima recaptura, realizadas entre el 29 de mayo de 2018 y 28 de enero de 2019, se observa que el número de individuos recapturados fluctuó entre 158 a 6 (**Tabla 2.2**). En la **Figura 2.8** se

entrega un resumen fotográfico del proceso de marcaje y en la **Figura 2.9** un resumen fotográfico del proceso de extracción de gónadas para esta AMERB.

En las **Figuras 2.10, 2.11, 2.12 y 2.13** se entrega el análisis de estructura de tamaños y relación longitud-peso asociado al proceso de marcaje y recaptura. En el marcaje fue posible observar que el rango de tallas osciló entre 48,5 mm y 117,1 mm. La talla promedio estimada alcanzó a 88,4 mm, y la moda se ubicó en el rango de 90 a 100 mm de longitud (**Figura 2.10**). Entre la primera y la décima recaptura, se observó un rango de tallas que osciló entre 62,7 mm y 119,1 mm. La talla promedio estimada osciló entre 89,9 mm y 97,3 mm, y la moda se ubicó normalmente en el rango de 90 a 100 mm de longitud (**Figuras 2.11, 2.12 y 2.13**). El análisis de la relación longitud-peso permite observar para el marcaje un ajuste estadísticamente significativo con un coeficiente de gravimetría levemente inferior a 3 (**Figura 2.10**). Entre la primera y la décima recaptura, se observó ajustes estadísticamente significativos, con coeficientes de determinación superiores a 0,68 y coeficientes de gravimetría que, en la mayoría de los casos, alcanzaron valores superiores a 3 (**Figuras 2.11**, **2.12** y **2.13**).

- **XIV Región: AMERB Los Molinos Sector B**

El día 17 de abril de 2018, se realizó la firma de la carta de compromiso con esta organización (**Anexo 5**). El marcaje de los individuos (N=1000), se efectuó el 24 de abril de 2018. Posteriormente, entre la primera y décima recaptura, se observa que el número de individuos recapturados fluctúa entre 250 y 37 (**Tabla 2.2**). En la **Figura 2.14** se entrega un resumen fotográfico del proceso de marcaje y en la **Figura 2.15** un resumen del muestreo de histología.

En las **Figuras 2.16, 2.17, 2.18 y 2.19** se entrega el análisis de estructura de tamaños y relación longitud-peso asociado al proceso de marcaje y recaptura. En el marcaje el rango de tallas osciló entre 78,2 mm y 129,3 mm. La talla promedio estimada alcanzó a 105,6 mm, y la moda se ubicó en el rango de 100 a 110 mm de longitud (**Figura 2.16**). Entre la primera y la décima recaptura, el rango de tallas que osciló entre 80 mm y 130 mm. La talla promedio estimada osciló entre 78,2 mm y 129,5 mm, y la moda se ubicó normalmente en el rango de 100 a 110 mm de longitud (**Figuras 2.17, 2.18 y 2.19**). El análisis de la relación longitud-peso permite observar para el marcaje un ajuste estadísticamente significativo con un coeficiente de gravimetría levemente inferior a 3 (**Figura 2.16**). Entre la primera y la décima

recaptura, se observan ajustes estadísticamente significativos, con coeficientes de determinación superiores a 0,6 y coeficientes de gravimetría que, en la mayoría de los casos, alcanzaron valores levemente inferiores a 3 (**Figuras 2.17**, **2.18 y 2.19**).

- **X Región: AMERB Punta Chocoi**

El día 29 de enero de 2018, se realizó la firma de la carta de compromiso con esta organización (**Anexo 5**). El marcaje de los individuos (N=1000), se efectuó con fecha 7 de febrero de 2018. Posteriormente, entre la primera y décima recaptura, realizadas entre el 26 de marzo y 17 de diciembre de 2018, el número de individuos recapturados fluctuó entre 258 y 3 (**Tabla 2.2**), concluyendo las recapturas con 6 individuos marcados. En la **Figura 2.20** se entrega un resumen fotográfico del proceso de marcaje y en la **Figura 2.21** un resumen del muestreo de histología.

En las **Figuras 2.22, 2.23, 2.24, y 2.25** se entrega el análisis de estructura de tamaños y relación longitud-peso asociado al proceso de marcaje y recaptura. En el marcaje el rango de tallas osciló entre 34 mm y 126 mm. La talla promedio estimada alcanzó a 90,6 mm, y la moda se ubicó en el rango de 90 a 100 mm de longitud (**Figura 2.22**). Entre la primera y la décima recaptura, el rango de tallas que osciló entre 70 mm y 121 mm. La talla promedio estimada osciló entre 95,9 mm y 104,9 mm, y la moda se ubicó normalmente en el rango de 90 a 100 mm de longitud (**Figuras 2.23, 2.24, y 2.25**). El análisis de la relación longitud-peso permite observar para el marcaje un ajuste estadísticamente significativo con un coeficiente de gravimetría superior a 3 (**Figura 2.22**). Entre la primera y la décima recaptura, fue posible observar ajustes estadísticamente significativos, con coeficientes de determinación superiores a 0,75 y coeficientes de gravimetría que, en la mayoría de los casos, alcanzaron valores levemente inferiores a 3 (**Figuras 2.23**, **2.24**, y **2.25**). Se destaca que después de la quinta recaptura, el número de ejemplares recapturados es extremadamente bajo (N<10), pese al intensivo esfuerzo de muestreo desplegado en la búsqueda de individuos marcados.

- **XI Región: AMERB Añihue Sector A.**

Para el marcaje inicial en el AMERB Añihue sector A, fueron identificados 5 sectores con abundancia de locos ubicados a una profundidad de entre 5 y 7 metros, en donde se llevó a cabo la prospección (**Figura 2.26**).

El marcaje inicial en el AMERB Añihue Sector A se realizó el día 26 de enero de 2018, en grupos de 100-200 individuos a la vez, marcando un total de 1000 individuos. Posteriormente, entre la primera y quinta recaptura, realizadas entre el 08 de abril 2018 y 5 de enero 2019, el número de individuos recapturados fluctuó entre 314 y 168 (**Tabla 2.2**), concluyendo las recapturas con 282 individuos marcados. En la **Figura 2.27** se entregan fotografías de ejemplo de individuos marcados para esta AMERB. La recaptura de los ejemplares se llevó a cabo en los meses de abril, junio, julio, octubre de 2018 y enero de 2019 con una diferencia aproximada de 2 meses entre cada muestreo. En las **Figuras 2.28**, **2.29 y 2.30** se entrega el análisis de estructura de tamaños y relación longitud-peso asociado al proceso de marcaje y recaptura. En el marcaje el rango de tallas osciló entre 40 mm y 115 mm. La talla promedio estimada alcanzó a 81,6 mm, y la moda se ubicó en el rango de 80 a 90 mm de longitud (**Figura 2.28**). Entre la primera y la quinta recaptura, fue posible observar un rango de tallas que osciló entre 51 mm y 112 mm. La talla promedio estimada osciló entre 82,5 mm y 85,3 mm, y la moda se ubicó normalmente en el rango de 80 a 90 mm de longitud (**Figura 2.29 y 2.30**).

El análisis de la relación longitud-peso permite observar para el marcaje un ajuste estadísticamente significativo con un coeficiente de gravimetría levemente inferior a 3 (**Figura 2.28**). Entre la primera y la quinta recaptura, fue posible observar un ajuste estadísticamente significativo, con coeficientes de determinación superiores a 0,55 y coeficientes de gravimetría que, todos los casos, alcanzaron valores inferiores a 3 (**Figuras 2.29 y 2.30**). Durante el muestreo se encontraron 3 marcas en el fondo (**Figura 2.31**) y un ejemplar sin carne, cuyas tallas al momento del marcaje fue de 80, 81, 78 y 79 mm.

8.2.2 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

- **Estimación del crecimiento de loco a partir de análisis de componentes modales**

Se analizaron las bases de muestreos poblacionales del loco 2000-2016 en un total de 238 AMRB localizadas entre la VIII (36°S) y la XI (48°S) Región. El patrón espacial del crecimiento y mortalidad del loco fue estudiado considerando cinco zonas latitudinales cuya división consideró solo criterios geográficos generales y suficiencia estadística en cuanto a la cantidad de repeticiones (datos) por zona (**Tabla 2.3**). La delimitación de estas zonas comprendió lo siguiente: Zona 1 = Entre 36°S y 39°S; Zona 2 = Entre 39° S y 40.8°S; Zona 3 = Entre 40.8°S y 41.75°S; Zona 4 = Entre 41.75°S y 43.7°S; Zona 5 = Entre 43.7° S y 48°S (**Figuras 2.32 y 3.33**),

Un análisis exploratorio indica que la longitud promedio total del loco en las AMERB es de 110,1 milímetros (mm), y que esta talla difiere entre zonas, siendo las zonas 1 y 3 las que registran los individuos más grandes en promedio (111,45 mm y 110,36 mm, respectivamente), mientras las zonas 2, 4 y 5 presentan en promedio individuos en torno a 109 mm (**Figura 2.32**). Para el período más reciente (2015-2016), el mayor incremento de las composiciones de tallas se registra en la zona 4, mientras en la zona 5 se observa la mayor disminución de la talla promedio producto de la menor presencia de individuos grandes (**Figura 2.34**). Los registros AMERB indican que el número de años con información para una determinada área disminuye hacia el sur, y que cerca del 50% de las áreas estudiadas (121 AMERB) no tienen más de 4 años de registros (**Figura 2.35**). El 16% del total de áreas (37 AMERB) tiene solo un año de registros y en este grupo es la zona 5 la más representada.

Se consideraron las composiciones de tallas anuales para 238 áreas de manejo, y para orientar la búsqueda de soluciones, el modelo consideró distribuciones *a priori* de los parámetros de crecimiento L_{oo} y k. Estos parámetros fueros supuestos distribución normal cuya media y desviación fueron tomadas del meta-análisis de parámetros de crecimiento estimados por otros autores (**Tabla 2.4**). El modelo fue ajustado para cada zona. De esta forma, el modelo MCCT fue ajustado a cada AMERB y cuyo resumen general para todas las composiciones de tallas en algunas de esas áreas se representa en la **Figura 2.36**, destacando en general una correcta reproducción de los datos por parte del modelo. Al interior de cada área de manejo, el MCCT identifica las modas que representan las componentes modales y cuya talla promedio está determinada por el modelo de crecimiento del von Bertalanffy de parámetros

desconocidos, y estima la proporción de individuos en cada componente modal (edad). Un ejemplo de este detalle se representa en la **Figura 2.37.** Si se considera, por ejemplo, que el primer grupo de edad corresponde a los individuos de edad 2 años (5.0 cm), la representación de la composición de edades de una zona cualquiera muestra cuan intensa es la explotación de la fracción comercial (10 cm a los 5 años de edad), expresada en una baja la proporción de individuos de más de 5 años (grupo de edad 4 y mayor) para cualquier año de una AMERB representativa (**Figura 2.38**).

Se obtuvieron los valores de 238 parámetros de crecimiento L_{oo}, k, L_o y los parámetros de la función de desviación de la talla a la edad L(a)[1]: alfa y beta. Además, para cada AMERB se calcularon los valores de M (Brey & Cage, 1997), parámetros de la relación peso-talla, edad y talla crítica, y t_0. Los resultados obtenidos para cada AMERB se encuentran señalados en el **Anexo Digital**. A partir de estos parámetros, el ajuste del modelo de los datos indica que la distribución *prior* fue muy influyente en algunos casos y esto se refleja en que, en términos generales, los valores prior y posterior fueron muy similares (**Tabla 2.4**). Esta similitud se debe probablemente al bajo nivel de contraste que tienen los datos respecto del crecimiento, independiente del número de individuos analizados. Sin perjuicio de esto, la tasa de crecimiento individual (k) resultó menor hacia el sur de la distribución, particularmente en las zonas 4 y 5 (**Tabla 2.5**), en tanto la longitud asintótica en la zona 2 mostró la mayor desviación respecto de la priori (15.7 cm) y cuyo valor alcanzó L_{oo}=14.7 cm. (**Figura 2.39**). El diagrama de dispersión entre parámetros muestra una gran variabilidad y la relación negativa entre los parámetros L_{oo} y k, y L_{oo} y L_o (**Figuras 2.40, 2.41 y 2.42**). De igual forma, se destaca que la distribución de estos parámetros para el total de área fue del tipo normal con la mayoría de estos valores agrupados en torno al promedio (**Figura 2.43**).

El valor de L_0 corresponde al promedio de los individuos más pequeños (reclutas) presentes en las composiciones de tallas de las capturas, en tanto el valor de t_0 del modelo de von Bertalanffy equivale a la edad cuando la talla teórica es cero. El valor de este parámetro fue calculado una vez asignada la edad 1 al primer grupo modal. La talla de este grupo fue calculado por retrocálculo desde el modelo de crecimiento en talla[2], en la cual la edad 1 año corresponde a la primera talla modal positiva de este modelo. El modelo de crecimiento resultante parta el loco por zona y para el total corrobora que la talla

[1] $\sigma(a) = \alpha + \beta\, L(a)$

[2] $L(a) = L_{00}(1 - e^{-k}) + e^{-k} L_{a-1}$

mínima legal de captura (10 cm) se obtiene a los 5 años de vida mientras la talla de primera madurez (5 cm) correspondería a individuos de un año (**Figura 2.44**). Los resultados también muestran que la talla asintótica como variable continua no guarda relación respecto de la latitud, esto dado que el resultado de análisis de regresión lineal simple muestra que la pendiente no es estadísticamente distinta de cero, en otras palabras, las variaciones latitudinales en la talla asintótica no son significativas ($p>0.05$) (**Tabla 2.6**). En este mismo sentido, el análisis de los parámetros de crecimiento L_{oo} y k modelados por medio de un Modelo Lineal Generalizado, muestran efectos espacio temporales significativos. A nivel puntual, la longitud asintótica incrementa hacia el sur de la distribución del loco y a la vez el coeficiente de crecimiento (k) disminuye. En efecto, los resultados muestran que el valor del coeficiente del efecto espacial de L_{oo} de las zonas 2, 3 son menores y relativamente distintos al de las zonas 4 y 5, es decir, en estas últimas dos zonas los locos son más grandes (**Tabla 2.7** y **Figura 2.45**). De manera inversa, el efecto fijo relativo al coeficiente de crecimiento k muestra que en las zonas 2 y 3 la tasa de crecimiento individual es mayor respecto de las zonas 4 y 5, lo cual significa que desde la zona 4 al sur, el loco tiene una tasa de crecimiento significativamente más baja.

A modo de estudio complementario, en la sección de Anexos se adjunta un análisis particular sobre los parámetros de crecimiento del loco en la AMERB n°19 (del total de 238 AMERB analizadas). En este trabajo se analizó el nivel de información contenida en los datos respecto de los grupos de edad que conformarían la población explotable del recuso. Además, se revisó su impacto en la estimación de los parámetros de crecimiento (**Anexo 9**).

- **Índice de pre-reclutamiento**

A partir de las composiciones de tallas por AMERB antes analizadas, se realizó un análisis de la proporción de reclutamiento considerando los registros desde el año 2010 hasta el 2016. El examen de las composiciones de tallas de las AMERB proporciona información respecto del nivel de pre-reclutamiento. En este caso, una masiva presencia de individuos menores a 100 mm podría ser considerado como una buena base de stock explotable de corto plazo. Se exploró el desempeño de dos indicadores de pre-reclutamiento: el primer indicador consiste en la talla promedio de individuos menores a la talla legal de captura (< 100 mm) (**Figura 2.46**), y el segundo indicador, corresponde al coeficiente de variación (cv) de esta talla de pre-explotación (**Figura 2.47**). Una baja talla de pre-

reclutamiento junto a un coeficiente de variación alto, podría ser interpretado como una buena base de pre-reclutas.

Los resultados muestran que la zona 5 posee el menor promedio de tallas bajo la talla mínima de captura (82.7 mm) mientras que los mayores valores se observan en la zona 2 (88.3 mm) (**Tabla 2.8**). No se registraron grandes diferencias en el coeficiente de variación, no obstante, en la zona 3 es la que se observaría la mayor diversidad de tamaños pre-reclutas (mayor cv). Conforme lo esperado, los resultados muestran que talla promedio (<TML) se relaciona negativamente con el coeficiente de variación, dado que una menor talla promedio indica mayor presencia de individuos pequeños y, por tanto, una mayor desviación estándar respecto a la media. Las diferencias entre zonas para ambos indicadores fueron evaluadas por medio de un Modelo Lineal Generalizado (GLM), destacándose que solo la talla promedio de reclutamiento en la zona 5 resultó significativamente distinta de las restantes zonas (t=3,4), sugiriendo con esto una significativa mayor presencia de pre-reclutas (**Tabla 2.9**). Sin perjuicio de este resultado, el coeficiente de variación (cv) de este segmento resultó no ser estadísticamente distinto entre zonas, estimándose en cv=0,11.

- **Estimación del crecimiento de loco a partir de experimentos de terreno**

A nivel individual analizó la variación de crecimiento relativo (**ΔL**) medido como la diferencia en crecimiento entre dos periodos de recaptura sucesivos. La base de datos fue filtrada y se omitieron aquellos datos de crecimiento negativo, los cuales pueden haber sido obtenidos producto de errores en las mediciones de terreno. Un análisis *a priori* de la base de datos determinó que el crecimiento individual varía para cada zona de estudio, así como también según el periodo del año.

Con el fin de corroborar lo anterior, la variable respuesta (**ΔL**) fue analizada en base a predictores lineales de efectos fijos: la estación y el área AMERB, y como variables continuas: la talla del marcaje y el intervalo de tiempo entre recapturas. Se probaron dos modelos GLM, uno con función enlace identidad (m4) y otro con función enlace log (m4b) (**Tabla 2.10**). Este último modelo fue elegido como representativo explicando un 34% de la variabilidad de los datos. Los resultados muestran diferencias espaciales significativas para ésta variable, mientras que entre estaciones se verifica que en verano el crecimiento relativo de loco es máximo, en tanto durante el otoño se registra la mínima variación en el

crecimiento individual. Para el resto de las estaciones no parece haber diferencias en el incremento marginal de tallas (**Tabla 2.11**). No obstante la escala espacial fue discreta, los resultados sugieren diferencias significativas en el crecimiento a nivel latitudinal pero no guardan relación con el análisis a nivel global histórico. En efecto, en la AMERB Los Molinos se presentó el mayor crecimiento individual, mientras que la AMERB Añihue (zona extremo sur) presenta el menor (**Figura 2.48a**), siendo esta aún más baja durante el otoño (**Figura 2.48b**). De todas las variables analizadas, la talla promedio individual del marcaje (L_{in}) fue la variable más influyente en el modelo, generando un incremento del 7.1% de la devianza residual si esta fuese removida, seguido del efecto AMERB con el 1% (**Tabla 2.12**).

En este mismo contexto, la estimación de los parámetros de crecimiento (L_{oo} y *K)* a través de marcaje y recaptura, mostraron que los individuos de la AMERB Punta Chocoi son los que en promedio crecen más rápido (k=0,71, $p < 0.05$), alcanzando a temprana edad longitudes mayores, pero con una tasa de crecimiento que decae rápidamente, llegando a crecer hasta 3.1 cm al año una vez alcanza los 10 cm (talla mínima legal) (**Tabla 2.13**; **Figura 2.49**). Por el otro lado, en AMERB Añihue los individuos de loco tienen un crecimiento más lento (k=0,10, $p < 0.05$), pero relativamente constante en las distintas clases de edades, llegando a crecer cerca de 0.5 cm en un año una vez alcanzada la talla mínima legal de captura (**Tabla 2.13**; **Figura 2.49**). No obstante estos valores, el ajuste de los modelos empleados no fue del todo satisfactorio debido a la gran variabilidad que presentaron los datos. En este contexto el mejor ajuste de datos se presenta con las tallas de la AMERB Los Molinos, con un $r^2 = 0.34$, mientras que el peor ajuste se dio en AMERB Queule, con un $r^2 = 0.13$. Los parámetros de crecimiento por cada AMERB se resumen en la **Tabla 2.13**. Se destaca de estos que el mayor valor de L_{oo} se estimó en AMERB Maule con 159, 8 mm mientras que el menor se registró en AMERB Punta Chocoi con 142,6 cm. Lo anterior corrobora la notable heterogeneidad en las estimaciones de crecimiento entre sectores. Todos los parámetros son estadísticamente significativos ($p < 0.05$).

- **Condiciones ambientales y relación con parámetros de crecimiento**

En cuanto a las condiciones ambientales, el análisis del grado de exposición de la línea de costa, considerando el cálculo del Fetch para cada uno de los sitios analizados (**Figura 2.50**), muestra que la mayoría de los sectores poseen exposiciones inferiores al 40%, siendo Maule y Queule las AMERB más expuestas (con 32.7% y 36.2% respectivamente), mientras que Añihue y Punta Chocoi corresponden a las AMERB más protegidas (28.3% y 24.4% respectivamente). Del mismo modo y en relación con la información satelital, los datos de temperatura superficial y concentración de clorofila-a mostraron una alta variabilidad temporal. La serie de tiempo de temperatura (**Figura 2.51**) mostró un patrón similar entre AMERB, que fluctuó entre 6,5 y 20ºC. El patrón observado para la clorofila-a (**Figura 2.52**) también presentó tendencias similares, aunque con una mayor variabilidad, con concentraciones superiores a 90 mg m^{-3}.

Por su parte, el stress de viento superficial también presentó una alta variabilidad temporal en todas las AMERB (**Figura 2.53**), donde la componente meridional, vale decir, el stress de viento Norte-Sur, fue dominante, excepto para Añihue Sector A, donde ambas componentes mostraron tendencias similares, pero en sentidos opuestos. Las mayores intensidades para ambas componentes se registraron en Maule, con valores que fluctuaron entre -0,2 y 0,5 N m^{-2} (meridional) y entre -0,05 y 0,2 N m^{-2} (zonal). Cabe destacar que para todos los casos los valores negativos de stress de viento indica una dirección hacia el Sur, mientras que valores positivos indican una dirección del viento hacia el Norte. La componente zonal del stress del viento, vale decir, en dirección Este-Weste, presentó un patrón más bien constante en el tiempo y con una menor variabilidad. Las condiciones superficiales promedio registraron tendencias similares para todas las AMERB, con temperaturas superficiales cercanas a los 15ºC y concentraciones de clorofila-a de 10 mg m^{-3} (**Figura 2.54**), asociado con vientos promedio de 0,12 N m^{-2} (en sentido Este-Weste) y 0,15 N m^{-2} (en sentido Norte-Sur) (**Figura 2.55**).

Como una forma de evaluar la existencia de relaciones entre las estimaciones de parámetros de crecimiento y las condiciones ambientales que caracterizan cada una de las AMERB analizadas, en la **Figura 2.56** se entrega un análisis de correlaciones entre las estimaciones de longitud asintótica (L_{oo}), tasa de crecimiento (K), exposición de la costa, latitud, además de los estadígrafos de tendencia central

y dispersión (promedio y desviación estándar) para las series de tiempo satelitales de temperatura, clorofila, y las componentes zonal y meridional del viento.

Pese al bajo número de puntos de observación (N=5), a partir de este resultado se desprende que L_{oo} muestra correlaciones estadísticamente significativas con la exposición de la costa, la latitud, el promedio de la temperatura superficial del mar y el promedio de la componente zonal del viento. Por otro lado, K muestra correlaciones significativas sólo con la desviación estándar de la temperatura superficial del mar. Adicionalmente, destaca que la latitud muestra correlaciones significativas la temperatura promedio, la desviación estándar de la clorofila y con el promedio de la componente zonal del viento. También se observan correlaciones significativas entre el promedio de la clorofila y la desviación estándar de la componente zonal del viento, y entre esta última variable y el promedio de la componente meridional del viento.

Con base en estos resultados, en la **Figura 2.57** se entrega un Análisis de Componentes Principales que incluye las variables ambientales que se correlacionaron significativamente con los parámetros de crecimiento estimados. Este análisis revela que las 2 primeras componentes principales alcanzan a explicar el 92% de la variabilidad observada en los datos de entrada, observándose que las AMERB donde se registró las mayores longitudes asintóticas (Maule y Queule) se asociaron con niveles altos de exposición de la costa, latitudes más bajas y temperatura promedio más altas. Por otro lado, Punta Chocoi mostró las mayores tasas de crecimiento, relacionadas con una menor variabilidad en la temperatura. El AMERB Los Molinos se ubica al centro de la ordenación, lo que indica que este sector presenta niveles promedio de L_{oo} y K y que no está particularmente asociado con condiciones ambientales especiales, mientras que Añihue Sector A, mostró bajos niveles de K y de L_{oo}, lo que se asocia con mayor variabilidad en la temperatura superficial del mar y con un mayor efecto zonal del viento.

8.3. OBJETIVO 3: DETERMINAR LOS PARÁMETROS DEL CICLO REPRODUCTIVO ANUAL Y DE LA RELACIÓN LONGITUD-PESO DE LAS PRINCIPALES POBLACIONES DE LOCO EN LA ZONA SUR DEL PAÍS (VIII A LA XI REGIÓN).

8.3.1. Parámetros del ciclo reproductivo

Para la realización de este objetivo se analizaron tanto de manera microscópica como macroscópica los individuos obtenidos a partir de los muestreos histológicos realizados en las 5 AMERB de estudio (N = 1500). Tanto el número de individuos recolectados por área a partir del muestreo como la proporción de sexos para cada AMERB se señalan en la **Tabla 3.1**.

Con la información generada en base del análisis del estado de madurez, se relacionó el color de la gónada con su estado. Dado que en ninguna de las AMERB analizadas las muestras mensuales presentaron la completa diversidad de estados, el análisis macroscópico (o análisis cualitativo del color) se basó principalmente en gónadas de las regiones de Los Ríos y Los Lagos (**Figura 3.2**). El color de las gónadas durante el proceso de desarrollo de madurez varió desde anaranjado muy claro (gónadas en estados 1, 2 y 5) hasta un anaranjado rojizo (estados 3 y 4). Cabe destacar que las fotografías corresponden a gónadas que se encontraban previamente fijadas, por lo que los colores mostrados no son reflejo de la realidad de la gónada (**Figura 3.2**).

- **Índice Gonadosomático (IGS)**

A través del Índice Gonadosomático (IGS) se describe la época de reproducción del recurso de forma indirecta. El IGS utilizado consistió en la relación del peso húmedo de la gónada con respecto al peso húmedo de las vísceras (sin considerar el pie), correspondiente al IGS II. En la **Figura 3.3** se presenta la variación del IGS del recurso sin separación de sexos. Se puede apreciar que desde mayo comienza a aumentar su valor hasta noviembre- diciembre, para luego disminuir, en todas las regiones en estudio. Además, se observa que los menores valores de este índice son registrados en las AMERB Los Molinos y Punta Chocoi. La variación mensual del IGS por AMERB y por sexo se presenta en las **Figuras 3.4 – 3.8**. En las 5 regiones estudiadas los valores promedio de IGS no superan valores de 30 y en todos los sectores muestreados los ejemplares machos presentan valores superiores a los de las hembras. Además, se

observa que los valores calculados tanto para machos como hembras tienden a incrementarse desde comienzo de año hasta agosto - diciembre en todas las regiones exceptuando la AMERB Los Molinos, donde en diciembre disminuyen estos valores para machos (**Figuras 3.6**).

A escala espacial, en la AMERB Queule se presentaron los IGS más altos para ejemplares machos (**Figura 3.5**) mientras que los más bajos se presentaron en la AMERB Punta Chocoi (**Figura 3.7**) coincidentemente con los valores del IGS de las ejemplares hembras. En escala temporal, el mayor valor promedio de este parámetro se registró en agosto en la AMERB Añihue para machos (**Figura 3.8**), mientras que en las ejemplares hembras se presentó en octubre en la AMERB Queule (**Figura 3.5**).

- **Índice de la Glándula de la Cápsula (IGC)**

El promedio del Índice de la glándula de la Cápsula (IGC) varió entre 10 y 25 en las regiones estudiadas. Los mayores valores observados se presentaron en octubre en la AMERB Queule y los menores en la AMERB Los Molinos. La tendencia fue los valores fue ascendente desde enero a octubre – diciembre en todas las áreas, a excepción de la AMERB Maule (**Figuras 3.9 – 3.13**) donde la curva comienza a ascender desde el mes de agosto hasta alcanzar su peak en febrero (proceso similar en la curva de IGS de hembras en esa AMERB).

- **Estado de madurez gonadal por sexo**

El análisis histológico a nivel microscópico de los tejidos gonadales fue basado en 5 estados de desarrollo en ejemplares machos y hembras de *Concholepas concholepas*. Estos 5 estadios consideraron, en ambos sexos del recurso en estudio, los estados 1 (inmaduros), 2 (maduración temprana) y 3 (maduración avanzada) como <u>inmaduros</u>, y los estados 4 (Madurez máxima) y 5 (Evacuado) como <u>maduros</u>. El total de muestras analizadas histológicamente fue de 607 gónadas masculinas y 583 gónadas femeninas, detectándose todos los estados de madurez considerados en el estudio.

Hembras

Se evaluó el estado gonadal en base a la observación de preparaciones histológicas de las gónadas de los ejemplares recolectados en las diferentes regiones desde enero 2018 a febrero 2019. La frecuencia de ejemplares hembras en los diferentes estados de madurez, en los meses y regiones estudiadas se presentan en las **Figuras 3.14** a la **3.18**.

En la AMERB Maule y para los seis meses analizados, los ejemplares hembra presentaron estado de máxima madurez (E4), con menor proporción en el mes de agosto. Durante todo el periodo de estudio, solo se encontró un individuo hembra en estado 1, y fue posible observar una mayor proporción de individuos inmaduros entre junio y diciembre, respecto a los otros meses. El mes de febrero presenta solamente individuos maduros (**Figura 3.14**). Al comparar los datos de madurez con el IGS, las curvas poseen comportamientos similares, con los puntos más altos en los primeros meses del año (**Figura 3.4**) al igual que el IGC (**Figura 3.9**).

Por su parte en Queule (IX Región), en los seis meses analizados en esta AMERB, el total de las ejemplares hembras se encontraron sobre el estado de maduración activa (E3). Se aprecia un incremento en madurantes activos desde marzo a julio, pasando desde un 15% a un 83%, para luego registrarse en octubre un 89% de ejemplares en máxima madurez. Hacia finales de año la presencia de individuos comenzando el proceso de madurez (**Figura 3.15**), se condice con la disminución de los valores de IGS (**Figura 3.5**) al igual que de IGC (**Figura 3.10**).

A diferencia de las dos regiones anteriores, en la AMERB Los Molinos se presenta mayor diversidad de estados de madurez en ejemplares hembras, especialmente los estados 1, 2 y 3, durante los primeros meses muestreados (**Figura 3.16**). Esta situación concuerda con los valores del IGS, los cuales fueron menores para estos meses (bajo 10) (**Figura 3.6**) con respecto a las regiones más al norte que tuvieron valores superiores (**Figuras 3.4** y **3.5**). Lo mismo sucede con respecto al IGC, el cual fue menor en esta AMERB durante los primeros meses, y los altos valores de IGC coinciden con los meses con la mayor presencia de estados de máxima madurez, i.e. de octubre a diciembre (**Figura 3.11**).

En la AMERB Punta Chocoi, se presentaron ejemplares hembra en estado 2 (inmaduro) en febrero (24%), agosto (14%) y diciembre (7%), así como un mayor porcentaje de hembras en estado 3 (en maduración) en la gran mayoría de los meses, en comparación con las otras regiones (**Figura 3.17**), lo cual no se refleja en los valores del IGS (**Figura 3.7**), que a diferencia de las otras regiones presenta

valores bastante bajos. Además, se presentan ejemplares hembra en estado 1 solo en el mes de julio. Con respecto al IGC, hay coincidencia de los estados de madurez máxima con un leve aumento de los valores de IGC, sin embargo, estos valores presentan una gran variabilidad (**Figura 3.12**).

En la AMERB más austral Añihue (XI Región), los estados de madurez de los ejemplares hembras analizados en esta AMERB mensualmente presentan a lo menos 3 estados diferentes, a excepción de los últimos meses, particularmente octubre y febrero, donde el 100% de los individuos se encontraban en estado 4 y 5 respectivamente (**Figura 3.18**). Se puede observar un aumento gradual en la maduración de los ovarios en el tiempo. Tal es así que en el primer mes (enero) hay presencia de hembras inmaduras y en proceso de maduración, luego (abril) se comienzan a observar ejemplares hembras ya en etapa 4 (madurez máxima), frecuencia que aumenta en el tiempo hasta octubre, donde se observó el 100 % de hembras en estado 4. Este incremento en el proceso de maduración también se refleja en el IGS (**Figura 3.8**) y en el IGC (**Figura 3.13**), así como la disminución de estos valores en el último mes muestreado (febrero) donde el 100 % de las hembras se encontraron desovadas.

Machos

Al igual que las hembras, se evaluó el estado gonadal en base a la observación de preparaciones histológicas las gónadas. La frecuencia de ejemplares machos en los diferentes estados de madurez, en los meses y regiones estudiadas se presentan en las **Figuras 3.19** a la **3.23**.

En AMERB Maule (VIII Región), las gónadas de los ejemplares machos analizados microscópicamente dieron cuenta que la mayoría de los ejemplares se encontraban en estado 4 de máxima madurez (sobre el 80%) en los meses analizados (**Figura 3.19**) a excepción de febrero, donde hay una presencia más elevada de animales evacuados (E5). El comportamiento de los valores de IGS para los meses analizados es relativamente similar durante el periodo de estudio, presentándose un marcado peak hacia finales de año, disminuyendo hacia febrero (**Figura 3.4**).

Por su parte en AMERB Queule (IX Región) y al igual que en la AMERB anterior, la mayor proporción de ejemplares machos se encontraron en estado de máxima madurez (E4) durante todos los meses de análisis (**Figura 3.20**), llegando al 100% en los meses de julio, octubre y noviembre. Esta tendencia se refleja en el valor del IGS, el cual se incrementa progresivamente entre marzo y noviembre 2018, y cuya disminución en enero coincide con la presencia de animales evacuados (**Figura 3.5**).

En la AMERB Los Molinos (XIV Región), la variación de los estados de madurez de los ejemplares machos es muy similar en los primeros cinco meses muestreados (**Figura 3.21**) y tal como se evidenció en la AMERB Maule (**Figura 3.19**), con un gran porcentaje de animales en estado 4 de máxima madurez, pero con valores del IGS un poco inferiores en promedio (bajo 20) (**Figura 3.6**) con respecto a lo determinado en la AMERB Maule (**Figura 3.4**). La disminución del IGS es coincidente con la presencia de animales evacuados en los dos últimos meses estudiados, particularmente en febrero, donde se presenta un 100% de los animales evacuados.

Del mismo modo, las diferentes frecuencias de estados de madurez de ejemplares machos en la AMERB Punta Chocoi (**Figura 3.22**), fueron similares a la de AMERBS anteriores, con la mayoría de los ejemplares encontrándose en estado 4 de máxima madurez, aunque con valores del IGS bastante bajos (alrededor de 10, **Figura 3.7**). A diferencia de las otras regiones, acá es posible encontrar una pequeña proporción individuos en estado 3 durante el mes de febrero, además de una baja proporción de individuos en estado 1 en febrero y julio.

En la zona más austral, en Añihue y al igual a lo observado en las ejemplares hembras, en machos de *C. Concholepas* de esta AMERB se presentó un aumento en el grado de madurez a través del tiempo (**Figura 3.23**), llegando a observarse un 100 % de estados 4 de máxima madurez desde junio hasta octubre. Esta proporción de estados coincide con el aumento del valor de IGS, desde enero a octubre, y con la disminución de éste para el mes de febrero, donde se presenta la totalidad de ejemplares evacuados (E5) (**Figura 3.8**).

- **Modelo de Índice Gonadosomático (IGS) y madurez gonadal**

La especificación de los modelos generados, junto a sus resultados principales, son señalados en la **Tabla 3.2**.

Los resultados señalan que los modelos de IGS I, II, y III explican respectivamente el 25%, 34%, y 25% de la devianza total. En este modelo, el factor zona no permitió evidenciar tendencias espaciales para ninguna de las variables de IGS (**Figura 3.24**). Tanto el IGS II como III dan cuenta de que los mayores valores se presentan en las AMERB Queule y Añihue, mientras que los menores IGS están presentes en la AMERB Los Molinos. En la escala mensual, los modelos de IGS II y III (los cuales consideran datos que

permiten evaluar el año completo) indican que los mayores índices se presentan hacia finales de año, manteniéndose estadísticamente similares durante octubre, noviembre y diciembre (**Figura 3.25**). Al momento de evaluar el efecto del sexo, los valores de IGS I, I, y III fueron significativamente mayores para los individuos machos (**Figura 3.26**). Tal como indica el análisis histológico de individuos sobre 5 cm de longitud, el 75% de los individuos registrados entran en la categoría de maduros (**Figura 3.27**), los cuales pueden encontrarse en mayor proporción durante todo el año.

En cuanto al modelo logístico de madurez, este explicó el 21% de la devianza total (**Tabla 3.2**) y la inclusión del efecto talla en este permitió generar la ojiva de madurez para el loco, pudiéndose evidenciar diferencias significativas entre zonas de estudio durante el mes de mayor actividad reproductiva. El mes de noviembre correspondió al de mayor proporción de maduros, pero dado que en este solo se registraron 25 datos provenientes de en una sola AMERB (Queule), se decidió calcular la ojiva en base al mes de octubre, el cual permite obtener la representación de todas las áreas y es el segundo mes con mayor proporción de individuos maduros (**Tabla 3.3**). El modelo indica que el área Queule (IX Región) posee en promedio la mayor proporción de individuos de loco maduros, donde la talla al 50% de madurez se alcanza a menores tallas ($L_{50\%}$ = 10 mm), mientras que en el área Los Molinos (XIV Región) se encuentra la menor proporción de individuos maduros, con locos que poseen en promedio la mayor talla al 50% ($L_{50\%}$ = 56 mm) (**Tabla 3.3, Figura 3.28 y Figura 3.29**). Los coeficientes del modelo logístico de madurez permitieron calcular, para el mes de máxima actividad, la talla al 50% de madurez para el total del área de estudio, valor estimado en $L_{50\%}$ = 3.2 centímetros (**Figura 3.30**).

8.3.2. Relación longitud peso

- **Datos de AMERB históricas**

Se analizaron las bases históricas disponibles para las 238 AMERB estudiadas. Un análisis exploratorio de la información histórica permitió evaluar el nivel de correlación entre el peso y talla individual. Estos indican que un modelo potencial puede explicar la varianza de los datos a escala espacial, con coeficientes de determinación por sobre r^2= 0.82 (**Figura 3.31**). En el modelamiento del peso en escala logarítmica se consideraron 3 efectos fijos y 1 variable continua. Los efectos fijos fueron zona, año y

trimestre, mientras que la variable continua correspondió a la longitud del recurso, transformada igualmente a escala logarítmica (modelos m1, m2 y m3). Por su parte, para el análisis de la variable longitud (escala natural), fueron considerados solo los efectos fijos (zona, año y trimestre). Los distintos modelos empleados para las variables biológicas satisfacen los criterios mínimos de bondad de ajuste, demostrado en la falta de tendencia de los residuales en contra de los valores predichos y de la sugerente linealidad de los desvíos estandarizados respecto de los quantiles teóricos de la distribución normal (qq-plot) (**Figura 3.32 y 3.33**).

Se probaron 3 configuraciones distintas tanto para el modelamiento de las variables peso (m1, m2, m3) como el de longitud (m4, m5, m6), considerando distintas distribuciones de probabilidad del error (gaussiana y gama) así como funciones de enlace (log e identidad) (**Tabla 3.4**). Los modelos m1, m2 y m3 explicaron respectivamente el 87%, 81% y 84% de la devianza residual. Para cada modelo se muestra además el porcentaje de explicación de cada variable predictora, siendo el factor más importante el logaritmo de la longitud, cuya eliminación del modelo se traduciría en un incremento en el Criterio de Información de Akaike (AIC) del 703% para el m1, 15% para el m2, y 36% para el m3 (**Tabla 3.5**). Los coeficientes del modelo indican la magnitud en que varía la variable analizada log(peso) respecto del primer componente de cada factor o efecto. Los resultados muestran que el efecto anual ha tenido una señal ligeramente cíclica desde el 2002 (**Figura 3.34a**). Del mismo modo, el peso individual se incrementaría entre el 1er y 2do trimestre del año, para luego disminuir de manera sostenida hasta el cuarto trimestre (**Figura 3.34b**). Así mismo, el efecto espacial indica que el peso individual aumentaría hacia los extremos de la zona de estudio (Región del Bio Bio y Región de Aysen), con la presencia de individuos con mayor peso en la zona 1 y 5, siendo esta última la más significativa (**Figura 3.34c**). Lo anterior se traduce que un loco a la misma talla y en el mismo año, tiene un peso significativamente mayor hacia el sur de la zona de estudio.

Del mismo modo, los modelos de longitud explicaron el 6%, 6% y 5% de la devianza total en los modelos m4, m5 y m6 respectivamente (**Tabla 3.4**). Sin perjuicio que los efectos fijos resultaron significativos, el grado de contribución de estos en la disminución de la devianza total fue marginal (ΔAIC~0) (**Tabla 3.6**). Los coeficientes del modelo señalan que, a nivel anual, la talla promedio del recurso presentó un notable y sostenido crecimiento desde el 2000 al 2009 en casi 14 mm promedio (**Figura 3.35 A1**), seguida de una ligera tendencia a la disminución hacia los últimos años. En términos espaciales, los

individuos presentan una notable y significativa disminución en su longitud desde la zona 2 hasta la zona 5, siendo esta última zona la que presenta individuos más pequeños en promedio (**Figura 3.35b**). A nivel intra-anual y particularmente en el tercer y cuarto trimestre, la talla promedio individual tiende a ser en promedio ligeramente mayor durante el segundo trimestre con apenas 0,7 mm de diferencia respecto de las tallas promedio registradas durante el verano (1er trimestre) (**Tabla 3.6**). El tamaño promedio de los locos disminuye en casi 0,8 mm hacia el invierno lo que coincide con la disminución del peso en el mismo periodo (**Figura 3.35c**).

- **Datos de AMERB estudiadas**

Se analizaron un total 747 son Hembras y 753 machos, lo cual permitió un análisis general balanceado en cuanto a los sexos. La relación peso-talla general (**Figura 3.36**) presentó un valor de R^2 = 0.83, en tanto para las cinco AMERB por separado (**Figura 3.37**), los valores de R^2 fueron 0.73 (Maule), 0.88 (Queule), 0.89 (Los Molinos), 0.84 (Punta Chocoi), y 0.75 (Añihue). El peso total individual fue desglosado en: Peso de concha, Peso de pie, y Peso de Viseras (**Tabla 3.7; Figura 3.38**). Los datos de pesos contenidos en el análisis comprenden un total 4 muestreos biológicos para las AMERB Los Molinos, Maule, y Queule, y 5 muestreos para las AMERB Añihue y Punta Chocoi. El promedio de pesos individuales para cada AMERB y para la zona total de estudio se detalla en la **Tabla 3.7**, donde el peso total promedio corresponde a 218.9 gr, siendo mayor en Maule (con 305.3 gr) y menor en Añihue (con 149.1 gr). Cabe destacar que existe un pequeño porcentaje del peso total que está explicado por el peso en agua. Sin considerar esto último, el peso total se ve explicado principalmente por el peso de la concha (**Tabla 3.8**), con aproximadamente un 60% del peso en promedio. En el desglose de pesos por sexo, tanto machos como hembras tienen un peso total similar (**Tabla 3.9**), sin embargo, los desgloses de peso dan cuenta de mayores diferencias. Las hembras poseen un mayor peso en partes blandas (pie + viseras) que los machos, pero un menor peso en concha.

Con el fin de contrastar los efectos espaciales en el peso del loco, se consideró un modelo de covarianza GLM en el cual el logaritmo del peso total (p1) fue evaluado respecto del peso de concha (p2), peso de pie (p3), peso visceral (p4) y la longitud total (variables continuas), y como efectos fijos las variables AMERB y Sexo. A su vez, cada uno de los pesos desglosados (p2, p3, y p4) fueron relacionados

con las variables AMERB y Sexo (variables discretas), y el logaritmo de la Longitud total como variable continua. Para el modelamiento de la variable Longitud total se consideraron solo los efectos AMERB y Sexo (**Tabla 3.10**).

Los distintos modelos empleados para las variables antes mencionadas satisfacen los criterios mínimos de bondad de ajuste, demostrado en la falta de tendencia de los residuales en contra de los valores predichos y de la sugerente linealidad de los desvíos estandarizados respecto de los quantiles teóricos de la distribución normal (qq-plot) (ejemplo de ajustes en la **Figura 3.40**). Los modelos p1, p2, p3 y p4 explicaron respectivamente el 99%, 81%, 83%, y 70% de la devianza residual, mientras que el modelo de longitud explicó el 43% de la devianza total (**Tabla 3.10**). En el caso del peso total (**Tabla 3.11**), los coeficientes del modelo señalan una sugerente tendencia a la diminución de norte a sur (**Figura 3.41a**), siendo Maule la AMERB que presenta mayor peso total individual de loco y Queule aquella con menor peso total individual. El efecto del sexo muestra que los machos son significativamente más pesados que las hembras a la misma talla (**Figura 3.41b**), y que el peso de la concha es la variable que más contribuye en el peso total de los individuos.

Por su lado, en el modelo de peso de concha (**Tabla 3.12**) las tres variables analizadas resultaron significativas frente a la variable respuesta. Los coeficientes de la variable AMERB indican que, al igual que con el modelo de peso total, la AMERB Maule presenta los mayores pesos individuales de concha, sin embargo, Punta Chocoi presenta los menores pesos promedio de concha, aunque estos no difieren significativamente de los de Queule (**Figura 3.42a**). En cuanto al peso de la concha por sexo, los machos presentan un peso significativamente mayor al de las hembras a la misma talla (**Figura 3.42b**). Por su parte, el modelo de peso de pie (**Tabla 3.13**) tampoco pareciera presentar una tendencia espacial (**Figura 3.43a**), en donde la AMERB Los Molinos ubicada en la XIV Región presentó los menores pesos individuales de pie de loco, y donde los mayores pesos de pie se encuentran al sur de la distribución. Al igual que los modelos anteriores, el peso de pie por sexo, a la misma talla, es significativamente mayor en machos que en hembras (**Figura 3.43b**). El modelo de peso visceral (**Tabla 3.14**) pareciera tener una tendencia espacial de norte a sur, con la AMERB Los Molinos interrumpiendo esta tendencia al presentar el menor valor de peso de pie individual (**Figura 3.44a**). A diferencia de los modelos anteriormente mostrados, la variable sexo indica que, a la misma talla, las hembras poseen un peso visceral mayor que los machos (**Figura 3.44b**), con una diferencia ligeramente significativa (**Tabla 3.14**). Cabe destacar que

para todos los modelos de peso (p1, p2, p3, y p4), la variable Longitud total resultó significativa con valores de $p < 2*10^{-16}$ (**Tablas 3.11 – 3.14**).

Finalmente, para el modelo de longitud total solo se ocuparon dos variables: AMERB y Sexo (**Tabla 3.15**). La longitud total individual no presenta claras tendencias espaciales en cuanto al análisis de la variable AMERB (**Figura 3.45a**), donde el mayor coeficiente (individuos más grandes) lo entrega la AMERB Los Molinos, mientras que el menor valor lo presenta la AMERB Añihue. En cuanto a la longitud por sexo y al igual que el peso, el modelo indicó que en promedio las hembras poseen longitudes significativamente mayores que los machos (**Figura 3.45b**).

8.4. OBJETIVO 4: DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE TALLA CRÍTICA Y TASA INSTANTÁNEA DE MORTALIDAD NATURAL DE LAS PRINCIPALES POBLACIONES DE LOCO EN LA ZONA SUR DEL PAÍS (VIII A LA XI REGIÓN).

Para todos los efectos de estimación de la mortalidad natural y edad/talla crítica, se consideraron los parámetros de crecimiento L_{oo} y k obtenidos mediante el modelo MCCT del objetivo específico 2. La edad/talla crítica fueron calculadas considerando como referencia el estimador de mortalidad natural de Brey & Gage (1997), el cual representa una relación empírica adecuada para el estudio de invertebrados bentónicos. Los resultados fueron analizados por medio de un GLM con el objetivo de evaluar la significancia del efecto espacial. Sumado a esto, se estimaron estos parámetros para las cinco AMERB de estudio, en base a datos obtenidos del proceso de Marcaje y Recaptura.

Los resultados muestran que, si bien los valores de mortalidad natural varían dependiendo del modelo a ocupar, estos parecieran mantenerse constantes a lo largo de las zonas de estudio (**Tabla 4.1a**). Cabe destacar que la mortalidad natural en los modelos M4, M5, M6 y M7 (ver pie de Tabla 4.1) es igual para el total de áreas, ya que su cálculo se basa en la edad máxima (M4, M6, y M7), o bien en la edad de madurez (M5), ambos valores fijos para el recurso sin importar la zona. En promedio para el total de AMERB, el valor de M más alto lo entrega el M5 (M = 0.82), mientras que el valor más bajo está dado por el M3 (M = 0.23).

Respecto a la talla crítica, los resultados indican que los valores fluctúan entre los 102 y 110 mm para las 5 zonas, encontrándose todas ligeramente sobre la talla mínima legal de captura (100 mm). La mayor talla crítica promedio la presentan los individuos de la zona 4 (L* = 108 mm), mientras que la menor talla crítica promedio la presentan los individuos de la zona 2 (L* = 102 mm). Para el total de AMERB estudiadas, la talla crítica promedio es de 10.53 cm. Los valores promedios de talla y edad crítica (ambos calculados a partir del M3) parecieran mostrar una ligera tendencia al aumento de norte a sur, ambos con sus valores más grandes en la zona 4 (**Figura 4.1**).

En cuanto a los valores de mortalidad natural calculados para las AMERB seleccionadas, el modelo de Brey & Cage determinó valores sumamente diferentes para cada área particular (**Tabla 4.1b**), siendo M menor en Añihue (M = 0.129) y mayor en Punta Chocoi (M = 0.984), obteniendo un valor promedio de M de 0.484 para el área total de estudio. Para la talla crítica, los resultados señalan valores que oscilan

entre 96.4 mm y 109.2 mm, siendo todas cercanas o superiores a la talla mínima legal de captura, salvo la AMERB Punta Chocoi, donde se estimó una talla crítica de 96.4 mm. El valor promedio de talla crítica para estas áreas se estimó en 102.4 mm, talla ligeramente sobre el mínimo legal. Es necesario destacar que los valores calculados para las AMERB seleccionadas son en base a muestreos puntuales, y no a un conjunto de AMERBS como es el caso del análisis histórico, lo cual determinaría las diferencias de AMERB respecto a las zonas generales. Los valores estimados no indican tendencias latitudinales claras, siendo representativos solamente de cada área particular.

Finalmente, un análisis de estos datos basados en Modelo Lineal Generalizado (GLM) permitió evaluar diferencias entre zonas para los valores de Mortalidad natural y Talla crítica (**Tabla 4.2**). El modelo para el parámetro de Mortalidad natural indicó que entre la zona 1 y 3 las diferencias son mínimas, y que la mortalidad natural es significativamente ($p < 0.05$) menor hacia el sur de la zona de análisis (zona 4 y 5) (**Tabla 4.2**, **Figura 4.2**). No obstante esto, dicha disminución en escala relativa se traduce solo en un 10% menor. Por su parte, un análisis similar realizado para la talla crítica indica que que si bien existen valores estadísticamente distintos entre zonas ($p < 0.05$), siendo estos ligeramente mayores en la zona sur (zonas 4 y 5), estas diferencias se traducen en un rango acotado entre 102 mm y 108 mm (**Tabla 4.2, Figura 4.2**).

8.5. OBJETIVO 5: DIFUNDIR LOS RESULTADOS DEL PROYECTO A LOS USUARIOS (TÉCNICOS Y PESCADORES) MEDIANTE MÉTODOS APROPIADOS.

- **Taller técnico**

En dependencias de la Escuela Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, se llevó a cabo el taller técnico de coordinación metodológica el día 16 de enero de 2018. La actividad inició a las 10:30 AM y finalizó a las 12:30 PM, contando con la participación de representantes de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Gabriel Jerez), Consultora BITECMA (César Pedrini y Gastón Rosson), Instituto de Fomento Pesquero (Mauricio Mardones), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Cristian Canales, Nicolás Adasme y Nazareth Sánchez) y de la subcontratación de Chita Guisado (**Anexo 6**). A su vez, mediante vía web se contó con la participación de representantes de la Universidad Austral de Chile (Jorge Henríquez y Carlos Molinet) y la Consultora O-DIVERS (Aldo Hernández y Jonathan Vergara).

Se hizo especial énfasis en las metodologías por aplicar en los seis objetivos específicos del proyecto, y donde los asistentes del taller realizaron sus respectivas sugerencias.

- Objetivo 1: Se estableció considerar la base de datos creada para el recurso loco por el Instituto Fomento Pesquero (FIPA 2014-07) entre la XV-V Regiones. De esta manera aportar con las nuevas literaturas encontradas desde la VIII-XI, y así obtener una única base que se encuentre disponible mediante MENDELEY DESKTO, la cual englobe la información de todo Chile.

- Objetivo 2: Se sugirió explorar otros modelos de estimación a parte del modelo de crecimiento de von Bertalanffy planteado en la propuesta técnica.

- Objetivo 3: Durante los periodos de pick de madurez se aconsejó aumentar el número de muestras biológicas de loco, con la finalidad de determinar de manera óptima las variaciones en la ojiva de madurez del recurso. Sin perjuicio de esto, dicha situación será evaluada conforme el avance del proyecto y el presupuesto disponible. Respecto a los individuos de tallas pequeñas (a usar como índice de reclutamiento), se manifestó la importancia de intensificar el esfuerzo de

muestreo con el fin de encontrarlos, más aún en los periodos de noviembre a marzo, dada la presencia de alga roja. Se hizo especial énfasis en realizar un análisis espacial, dado a la alta probabilidad que existiría en encontrar una variabilidad espacial.

- Objetivo 4: Se informó sobre la incorporación de la metodología de Brey T & J. Gage (1997), aplicada en el proyecto FIPA N° 2014-07 para la estimación de la mortalidad natural.

- Objetivo 5: Se comunicó que la consultora O-DIVERS será la encargada de establecer las vías de comunicación con los usuarios de las AMERBs, debido a su experiencia y conocimiento en el sector. En relación a los resultados que se darán a conocer a los pescadores artesanales, se recomendó utilizar medios audio visuales u otros medios que permitan simplificar dicha información.

- Objetivo 6: En relación a los criterios de sustentabilidad de los niveles de mortalidad por pesca, se estableció incorporar un valor de F = 0.1, el cual fue sugerido en el presente taller. En relación a lo anterior, se indicó que este valor es utilizado especialmente para especies longevas.

- **Taller técnico de discusión de resultados**

En dependencias de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, el día 16 de mayo de 2019 se desarrolló el taller técnico de discusión de resultados. La actividad realizada en la Región de Valparaíso, inició a las 9:40 AM y finalizó a las 13:15 PM, donde participaron representantes del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), y Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). Cabe señalar que, a pesar de la invitación a participar a distintas consultoras, ninguna llego al taller.

La actividad fue iniciada por el jefe de proyecto el Dr. Cristian Canales, el cual inició la jornada explicando el objetivo de la actividad y la importancia que tiene la revisión y discusión de las metodologías aplicadas en la estimación de CTP realizadas por las consultoras en las AMERB. Posteriormente, el Dr. Cristian Canales enfatizó la importancia de los parámetros de crecimiento

utilizados en la estimación de las CTP, dado que durante el desarrollo del proyecto se evidenciaron una serie de errores en relación a la aplicación de parámetros de crecimiento, tales como:

- Los parámetros de crecimiento utilizados no corresponden a la zona geográfica donde pertenece la AMERB.
- Los parámetros de crecimientos utilizados son provenientes de distintos estudios, y por ende de distintas localidades.
- Existe una variabilidad de parámetros de crecimiento utilizados desde el ESBA hasta el último informe de seguimiento.

De acuerdo con lo anterior, el Dr. Cristian Canales indicó que la correcta utilización de parámetros de crecimiento es relevante si se quiere mejorar las metodologías que se aplican para la estimación de CTP. Sin embargo, se reconoce que los estudios en relación al crecimiento del recurso son escasos. Es por esta razón que el taller estuvo enfocado en la aplicación de un Modelo de Crecimiento a partir de Composiciones de Tallas (MCCT) formulado por Canales y Arana (2009), el cual consiste en un análisis integrado de las estructuras de tallas históricas disponibles. En esta oportunidad se utilizó el modelo aplicando estructuras de tallas históricas que se disponían de algunas AMERB entre la VIII y XI Regiones.

El modelo de análisis fue ejecutado y analizado por todos los asistentes al taller. Posteriormente, se explicaron los resultados entregados por el modelo, los que a su vez fueron discutidos por todos los participantes. La lista de asistencia de participantes al taller se encuentra en el **Anexo 11**.

- **Taller de transferencia metodológica**

En dependencias de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, el día 16 de mayo de 2019 se desarrolló el taller técnico de discusión de resultados. La actividad realizada en la Región de Valparaíso, inicio a las 14:30 PM y finalizo a las 17:30 PM, donde participaron representantes del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), y Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA). Cabe señalar que, a pesar de la invitación a participar a distintas consultoras, ningún representante de éstas llego al taller.

El Dr. Cristian Canales inicia la jornada explicando que el objetivo del taller es el aporte de métodos estandarizados y sencillos de análisis para el seguimiento de parámetros de crecimiento, estimación de PBR y cálculo de cuotas de extracción. Explicando la relevancia de realizar los dos talleres durante el mismo día, dado que los contenidos de ambos talleres están directamente relacionados, permitiendo así una mayor comprensión de los temas a tratar.

Para la estimación de PBR y el cálculo de cuotas de extracción se enseñó a todos los participantes del taller, la ejecución del modelo de análisis de equilibrio en edades (MODACT_II). Posteriormente, todos los asistentes ejecutaron el modelo mediante datos históricos de algunas AMERBs a modo de ejemplo.

Los resultados obtenidos fueron explicados por el jefe de proyecto, explicando la importancia de estos en el manejo de la pesquería. Finalmente, la actividad culmina con una serie de discusiones y recomendaciones para el óptimo manejo del recurso. La lista de asistencia de participantes al taller se encuentra en el **Anexo 12**.

- **Actividades de difusión de resultados preliminares**

En respuesta a la invitación realizada por la Dirección Zonal de Región de Los Lagos, el equipo de trabajo participó en la Mesa Regional de la Pesquería Loco el día 19 de marzo de 2019 en la Ciudad de Puerto Montt. En la Actividad se expusieron los resultados reportados hasta el segundo Informe de avance a los usuarios del sector y a representantes de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Se explicó la importancia de la actualización de los parámetros de crecimiento y biológico para el correcto manejo de las AMERB (**Anexo 14**).

- **Actividades de difusión de resultados preliminares**

En dependencias de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, el día 21 de enero de 2020 se desarrolló el taller de difusión y presentación de resultados. La actividad inició a las 9:30 AM y finalizó a las 13:30 PM, contando con la participación de representantes de la Subsecretaría de Pesca, Consultora BITECMA, Instituto de Fomento Pesquero, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, y de la subcontratación de Chita Guisado (**Anexo 16**). A su vez, mediante vía web se contó con la participación de representantes

de la Universidad Austral de Chile (Jorge Henríquez) y la Consultora O-DIVERS (Carlos Leal y Jonathan Vergara).

Durante esta actividad, se expusieron los principales resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, en donde se trataron los siguientes temas señalando a las entidades encargadas:

PUCV:

- Introducción y Recopilación Bibliográfica.
- Parámetros de crecimiento histórico y su relación talla peso.
- Talla crítica y Mortalidad Natural.
- Perfil latitudinal de estado de explotación del stock de loco

HOLON – O-Divers:

- Actividades de marcaje y recaptura, y muestreo biológico.
- Crecimiento en terreno, incluyendo la relación con condiciones ambientales.

Chita Guisado:

- Análisis histológico, parámetros de ciclo reproductivo y madurez.
- Resultados de ojiva de madurez (PUCV brinda apoyo).

Una vez expuestos los resultados, se procede a discutir recomendaciones y detalles. Chita guisado menciona respecto a los análisis de madurez y ojiva que, con el fin de determinar un correcto periodo de veda, es necesario realizar análisis histológicos de loco con ese objetivo en mente. Además, agrega se debe considerar que el análisis es para AMERBs, y no para Áreas de Libre Acceso, por lo que las vedas actualmente empleadas pueden no ser las mismas.

Nancy Barahona (IFOP), menciona el problema de pesca ilegal en las AMERB, efecto que influye sobre la evaluación de los estados de situación del recurso, poniendo en duda el buen estado de algunas.

María Alejandra Pinto (Subpesca) menciona que, dado que este es un proyecto FIPA, es requerido que se propongan medidas en base a los datos obtenidos. Sin embargo, el Dr. Cristián Canales indica que las bases no explicitan que se deba tomar una decisión por parte del equipo. Además, señala que es difícil entregar una sentencia concluyente en base a 5 AMERB de análisis de terreno.

8.6. OBJETIVO 6: DETERMINAR EL PERFIL LATITUDINAL DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DE LOS STOCKS DE LOCO LA VIII Y XI REGIONES

Conforme a la metodología propuesta, se aplicó un modelo de análisis basado en la estimación de la mortalidad por pesca a partir del modelamiento de las composiciones de tallas. Este modelo, implementado en lenguaje ADMB, simula la dinámica en edades y ajusta la información en tallas, donde tanto la mortalidad natural como los parámetros de crecimiento se suponen conocidos.

Se modelaron las composiciones de la fracción desovante de la población, definidas por los individuos por sobre los 50 mm de longitud de concha (edad de primera madurez), y bajo el supuesto de un patrón de explotación de los individuos por sobre los 100 mm de longitud. Los resultados de este análisis representan una condición de equilibrio determinada por las composiciones de tallas promedio de los últimos 5 años para cada AMERB. Las áreas fueron seleccionadas en base a tamaños de muestra efectivos mayores a 200 individuos, con lo cual solo fueron analizadas 123 AMERB de un total de 238. Las AMERB seleccionadas fueron asignadas a cada zona, y para cada una de estas se emplearon valores promedio de los parámetros de crecimiento y biológicos antes estimados. El valor de mortalidad natural correspondió a los obtenidos por el estimador de Charnov (2012).

En base a lo anterior, se realizó un ejemplo aleatorio de las 123 AMERB, el cual mostró que el modelo reproduce satisfactoriamente los datos, y en casi todas las áreas analizadas, la frecuencia de individuos en los distintos intervalos de tallas es superior al de un escenario de referencia ideal, como, por ejemplo, el criterio F40% (i.e., dejar por remanente el 40% de la biomasa virginal) (**Figura 5.1 y Figura 5.2**). Sin embargo, en estas 20 muestras aleatorias de las AMERB analizadas, se observa baja frecuencia de individuos por sobre los 13 cm de longitud. A pesar de ello, los resultados sugieren una condición saludable y sin riesgo de sobre-explotación en la mayoría de las áreas, dado el porcentaje de escape de la biomasa desovante es superior al de referencia (40% Bo). Cabe señalar que en términos generales para las cinco zonas de estudio existe mayor riesgo de sobre-pesca que de sobre-explotación, como se observa en la **Tabla 5.1** las zonas 1 y 5 presentan mayor riesgo de sobre-pesca, con un 29 y 33% respectivamente, en cambio las zonas 1 y 4 tienen mayor probabilidad de sobre-explotación, con un 21% ambas. Mantener una explotación en base al 40% de Bo permitiría en el largo plazo obtener una mayor cosecha en individuos más grandes centrados en torno a 120 mm (e.g. **Figura 5.2,** Área 4). En aquellos

casos donde la captura actual de locos de 100 mm es inferior a la ideal (e.g. **Figura 5.2,** Área 74), se explica por la poca abundancia de locos explotables en el área.

Como caso de ejemplo en dos situaciones extremas, la AMERB N° 160 es la que se encuentra en notable mejor estado de condición respecto de las demás AMERB. Esto se refleja por la alta frecuencia de individuos por sobre los 120 mm y una composición de edades de la población explotable representada por todos los grupos etarios (desde los 5 a los 11 años de vida) (**Figura 5.3a; 5.3b**). Las curvas de reducción de biomasa respecto de la mortalidad por pesca (F), y del valor estimado de F=0.08 para la condición promedio actual (indicado en flecha), se deduce consistentemente que el nivel de escape de la biomasa virginal es del 85%, incluso mayor al valor de referencia, que podría ser, dejar un escape del 40% de esta (**Figura 5.3d**). Por el otro lado, la condición de explotación de la zona AMERB N° 133 es la más extrema de todas. En esta área, la intensa explotación no ha dejado individuos mayores a 120 mm (**Figura 5.4a**) y la composición de edades de la fracción explotable está compuesto por solo un grupo de edad (5 años) (**Figura 5.4b**); el nivel de mortalidad por pesca ha sido alto y como resultado, la fracción poblacional se ubica en torno al 36% de la población explotable virginal (**Figura 5.4d**).

De esta forma y considerando el mismo análisis sobre las 123 áreas elegidas, los análisis muestran que en todas las zonas el valor promedio de escape de biomasa desovante fluctúa por sobre del 40%. La zona 2 es aquella con mejor condición comparativa (54%Bo) mientras que la zona 1 es la muestra el menor porcentaje de biomasa virginal (Bo) con un 45%, indicando el cumplimiento de los criterios de manejo conocidos en todas las zonas de estudio (**Figura 5.5, Tabla 5.1**). A modo de complemento, en este mismo análisis se entrega la talla promedio para una población explotada al 40%Bo y la talla promedio actual en cada zona. En todos los casos analizados, esta última talla está por sobre de su referente.

Un análisis histórico señala que la fracción explotable pre-AMERB (1993-1998) tuvo una importante disminución de las tallas promedios en todas las zonas de análisis (**Figura 5.6**). La información muestra que antes de 1998 los locos de mayores tamaños (>118 mm) se concentraron mayoritariamente hacia el sur de la distribución con diferencias de hasta 100 mm respecto de las condiciones actuales. A pesar del establecimiento de AMERB desde el 2000, la recuperación de la talla promedio en el segmento explotable de la población ha sido muy lento, con un incremento de no más de 20 mm en 16 años (**Figura 5.7**).

9 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Crecimiento individual

Como parte del uno de los objetivos de este estudio, se generó una base de datos respecto de las contribuciones científicas que se han desarrollado sobre este recurso en la zona de interés, actualizada y disponible para consultas vía Mendeley. De manera similar a lo reportado por Techeira et al (2017), la clasificación de estudios permitió determinar la relevancia de los artículos científicos desde 1970-2017, en los cuales se han abarcado diversas temáticas que van desde la ecología y fisiología del recurso loco, hasta estudios bioquímicos. Esta sistematización de la información bibliográfica se considera de suma importancia para fines de investigación, toda vez que permite disponer de manera centralizada toda la colección de investigaciones realizadas sobre esta especie que resulten finalmente útiles para la justificación de medidas de manejo de esta especie.

En relación con las investigaciones realizadas sobre parámetros de crecimiento, la revisión bibliográfica reportó 6 estudios realizados entre la VIII hasta XI Región, siendo el más antiguo los trabajos realizado por Acuña & Stuardo (1979). Un análisis comparativo entre los parámetros informados por los diversos autores mostró una alta variabilidad, no solo para una misma región en las cuales fueron calculados, sino también dependiendo de los autores. En esta variabilidad se destacan por ejemplo valores extremos de estimaciones de longitud asintótica acotadas entre 113 mm (Zuleta, 1994) y 189 mm (Jerez y Rivas, 1988). Si bien el crecimiento de esta especie podría ser representada por una curva general de crecimiento a la edad con longitud asintótica de 159 mm, esta solo debería tomarse en cuenta si la intención fuese caracterizar de manera genérica la especie. Su alta variabilidad espacial en el crecimiento hace inaplicable estos parámetros para fines de manejo por lo que resulta indudable una consideración espacialmente explícita. Lo altamente variables que pueden ser los valores de parámetros de crecimiento se deberían tanto al nivel de contraste de los datos como al método de estimación empleado. Para reducir la influencia de este último factor, se debería al menos homogeneizar los criterios metodológicos y asegurar el uso de algoritmos de estimación robustas, como por ejemplo incluyendo información *a priori* por medio de estimaciones bayesianas.

En este sentido, se analizaron datos de composiciones de tallas históricas a partir de las cuales se generaron estimaciones de los parámetros de crecimiento en cada una de las 238 AMERB analizadas. Para este análisis se consideró un enfoque bayesiano con penalizaciones donde el valor *prior* de la longitud asintótica correspondió al valor promedio general antes mencionado (157 mm). Los resultados obtenidos dieron cuenta de una longitud asintótica que en promedio resultó ligeramente menor en torno a L_{oo} = 151.9 mm. Este resultado general se podría deber entre otras razones, a que la administración de las AMERB ha sido la explotación efectiva de individuos mayores a los 100 mm de longitud, generando por ende, que la presencia de los individuos grandes en los datos analizados sea en general escasa. De esta forma e independientemente de las bondades del método, las estimaciones de la longitud asintótica podrían estar sub-estimadas. Sin perjuicio de esto, en este estudio se analizó la heterogeneidad espacial en las estimaciones de los parámetros de crecimiento considerando como efectos fijos las cinco zonas analizadas. Los resultados permitieron evidenciar notables patrones espaciales cuyo resumen indica que los locos desde Chiloé al sur son más grandes y tienen menor tasa de crecimiento respecto de los locos ubicados hacia el norte. Considerando lo antes mencionado, una segunda lectura de esta menor talla asintótica hacia el sur sería que los locos de la zona austral podrían haber sido los más explotados y por ende la baja presencia de ejemplares grandes determina bajas estimaciones de talla asintótica. Esto se corrobora de alguna forma con los resultados de mortalidad por pesca informados en este trabajo y con el hecho que los mayores desembarques sean registrados precisamente en la X Región.

Del mismo modo, la estimación del crecimiento a partir de marcaje y recapturas mostró en general una gran variabilidad del incremento temporal en talla para una misma área. El efecto del nivel de explotación podría afectar las estimaciones de la longitud asintótica pero no así en el coeficiente de crecimiento. Como parte de esta variabilidad, los resultados puntuales obtenidos en las 5 áreas AMERB mostraron discrepancias en tendencias espaciales respecto de los resultados obtenidos a nivel histórico. El modelamiento de los resultados del marcaje determinaron que en las zonas de la X y XI Regiones (Punta Chocoi y Añihue) se registraron los extremos en las tasas de crecimiento individual, mientras que el modelo integrado con efecto espaciales permitió corroborar de alguna forma que hacia el norte de su distribución (e.j. AMERB Los Molinos), los locos presentan el mayor crecimiento individual promedio entre recapturas, mientras que en el extremo sur de la zona de estudio (AMERB Añihue) se presentaron

individuos con una menor tasa de crecimiento. Para todas las zonas analizadas, la mayor tasa de crecimiento se registró en la estación de verano seguido de los meses primaverales, aspecto probablemente relacionado con una mayor disponibilidad de alimento. En base al análisis de Gulland y Holt, fue posible determinar un crecimiento anual promedio diferenciado para cada AMERB, el cual (al no considerar los *inputs* señalados en el GLM) difieren parcialmente en la estimación. Dicho esto, se sostiene que la AMERB Añihue presenta los individuos con menos crecimiento promedio (6.4 mm anuales), mientras que los individuos con mayor crecimiento individual promedio se encontrarían en la AMERB Punta Chocoi (34.7 mm promedio).

El análisis de las condiciones ambientales permitió establecer que las AMERB que presentan una mayor exposición de la línea de costa corresponden a Queule y Maule, mientras que las AMERB más protegidas corresponden a Añihue y Punta Chocoi. Esta variable parece ser influyente en el crecimiento del loco si se considera que en estas últimas áreas se registraron coincidentemente las tasas de crecimiento individuales más bajas. Del mismo modo, en las áreas donde se registró mayores longitudes asintóticas presentaron altos niveles de exposición de la costa y temperaturas superficiales promedio más altas. Por su parte, la estructura de la columna de agua presentó una alta variabilidad temporal en temperatura, clorofila y stress de viento (zonal y meridional), las que en promedio mostraron patrones similares en todas las AMERB. En base a los resultados obtenidos, las condiciones ambientales incidirían de forma importante sobre los parámetros de crecimiento del loco, siendo altamente probable que con una selección más amplia de AMERB ubicadas en zonas con condiciones ambientales contrastantes, permitan discriminar variables clave y determinar si las tendencias aquí observadas constituyen o no patrones generales. Estas evidencias eventualmente podrían ser incluidas en el diseño de estrategias de manejo diferenciales que incorporen la variabilidad ambiental como un factor clave en la productividad de las AMERB.

Aspectos reproductivos

Por otro lado, en el análisis reproductivo a partir del examen histológico de las gónadas, se consideró el estado 5 (desovados o evacuados) como más representativo del proceso de desove del loco (Manríquez et. al, 2009). Los resultados obtenidos permitieron dar cuenta de proporciones elevadas de

animales desovados en los últimos meses muestreados (enero-febrero 2019). Estas observaciones son coincidentes con el proceso reproductivo del *Concholepas concholepas* en la VIII y X región reportado por Manríquez et. al (2009). La maduración mensual de las gónadas mostró un aumento en la frecuencia de estados maduros (estados 4 y 5) durante la época invernal, corroborando lo reportado en la literatura para las mismas zonas analizadas en este trabajo (Manríquez et. al, 2009). El análisis de IGS si bien no presentó ninguna tendencia latitudinal, mostró diferencias significativas entre áreas, sugiriendo por ende que el proceso reproductivo es diferente entre zonas. En efecto, por ejemplo, en la zona de Añihue se registraron los mayores valores de IGS II a una misma talla, sexo y mes. Del mismo modo, este análisis permitió determinar que la proporción de madurez no es relevante y que, a una misma talla, existe una mayor proporción de individuos maduros en Queule respecto de la zona Los Molinos, donde la proporción de maduros es menor. Todo lo anterior se traduce en que la talla de madurez al 50% entre áreas es distinta, las cuales pueden atribuirse probablemente a condiciones locales ambientales, ya sea por diferencias en temperaturas, como de disponibilidad de alimentos. La talla de primera madurez promedio en las 5 zonas se estimó en 32 mm (<10 mm para machos y 58 mm para hembras), valor que difiere de manera significativa respecto a lo reportado por Manríquez (2009) en zonas entre la Región del Biobío y la Región de los Lagos, cuyos valores se encontraban entre los 60 y 80 mm de longitud y coinciden con los de otros autores en la misma zona de estudio (valores ente 50 y 70 mm). Sin perjuicio de esto, los resultados obtenidos en este estudio permiten corroborar antecedentes previos que las hembras maduran a mayores tallas que los machos. La falta de datos de terreno de locos menores a 50 mm de longitud podría haber generado una subestimación en la talla de primera madurez. Adicionalmente, La variabilidad espacial en este parámetro biológico sería el reflejo de las condiciones ambientales locales descritas como principales forzantes en otros rasgos biológicos como es la talla y el peso.

Respecto a la identificación de periodos de cópula, postura, y eclosión de larvas de loco para la zona de estudio, se realizaron consultas tanto a los pescadores que operan en las distintas AMERB analizadas, como al mismo equipo de trabajo encargado de cada AMERB. Conforme a lo anterior, los pescadores señalaron que los periodos de cópula se dan entre los meses de septiembre y enero, con una mayor intensidad entre octubre y diciembre, información que es corroborada por el equipo de trabajo *in situ* de O-Divers. Sin perjuicio de esto y considerando que en las áreas analizadas se

encontraron individuos en estado de madurez máxima en la mayor parte del tiempo, es posible inferir que el proceso de cópula se podría producir en forma más o menos continua durante el año al igual que la puesta de cápsulas. El período de máxima actividad ocurriría durante el verano, esto deducido a partir de las muestras registradas durante los últimos meses muestreados (enero-febrero 2019). Con respecto a la eclosión de las larvas, este proceso también podría generarse en forma más o menos continua, con un máximo posterior a 30-40 días según el período de desarrollo intra-capsular (Bustos & Navarrete, 2001), y luego de los mayores porcentajes de individuos en estado 5 (desovados). Tal como señala Manriquez et al, (2009), existe una alta variación temporal en la ocurrencia de estos eventos, sumado a las variaciones en densidad poblacional particulares para cada AMERB, las cuales son de gran relevancia en la probabilidad de formación de agrupaciones reproductivas (y en consecuencia en el proceso reproductivo). Esto dificulta precisar periodos estrictos de ocurrencia de eventos para cada área particular y, por ende, realizar observaciones *in situ* de agrupaciones de loco no se vuelve eficiente. A pesar de esto, Manriquez et al, (2009) señala que los periodos donde aparecen agrupaciones reproductivas de loco (las cuales pueden o no involucrar postura de cápsulas) se intensifican en los meses de noviembre, diciembre, y enero para zonas entre la Región del Biobío y la Región de Los Lagos. Sin embargo, el periodo en que se encuentra la máxima agrupación de locos puede diferir enormemente entre zonas, y no es posible señalar tendencias espaciales ni temporales de manera clara.

En cuanto a la relación entre el estado de madurez y el color de las gónadas de las hembras, los resultados obtenidos muestran que existiría una relación directa, donde a medida que la madurez aumenta en escala, el color de las gónadas se hace más oscuro en cada región estudiada. A pesar de que el proceso de fijación de gónadas generó decoloración en las muestras, la tendencia en la interpretación de los colores se mantuvo, permitiendo una lectura adecuada de éstas.

Peso y talla

Otro de los atributos biológicos extensamente analizado en este proyecto fue el peso y tallas individuales históricas. Los análisis permitieron evidenciar una alta variabilidad del peso promedio del recurso a lo largo de los años, lo cual puede deberse a factores ambientales (como podrían ser la temperatura o concentración de clorofila) traducidos en disponibilidad de alimento. Conforme lo

señalado anteriormente, este último aspecto estaría determinado por el grado de exposición de la costa, afectando directamente en el sustrato donde la población de loco habita y por ende explicando las variaciones espaciales encontradas. En cuanto a la longitud de concha y el peso total, los análisis mostraron que a partir del 2011 la talla y peso promedio han ido en disminución. En el mismo análisis, los resultados mostraron que el loco disminuye su tamaño hacia el sur de su distribución y a la vez incrementa su peso individual mientras que, a nivel estacional, el peso promedio del loco disminuye de manera sostenida desde el segundo trimestre en adelante (marzo-mayo), esto probablemente relacionado con el proceso reproductivo.

Los análisis de terreno mostraron que la mayor parte del peso total individual está explicado por el peso de la concha tanto para machos como hembras, sin importar la zona ni la talla. El peso de la concha es significativamente mayor en machos, lo que estaría determinando su peso total a pesar de que las hembras sean en promedio significativamente más grandes y con un mayor peso de vísceras. Esto se debería a una concha de mayor grosor o tamaño, lo que hace que en promedio estos individuos sean más pesados a pesar de su talla. También se debe destacar la falta de tendencias claras en las variables de peso y longitud total. Aun cuando ciertas variables como los pesos parciales (pie y vísceras) parecieran tener un aumento de norte a sur, estas tendencias se ven interrumpidas en el medio de esta distribución, marcada por la AMERB Los Molinos.

Mortalidad natural y talla crítica

Por otra parte, y como fue mencionado en los resultados del objetivo 4, la edad y talla crítica fueron calculadas considerando como referencia el estimador de mortalidad natural de Brey & Gage (1997), utilizado anteriormente en el FIPA 2014-07 al ser adecuada para estudios de invertebrados bentónicos. Del total de valores de M calculados (7 modelos distintos), el modelo de Brey & Gage entrego el valor más bajo (M = 0.23), y cuya relación M/k=1.27 discrepa de la relación esperada M/k=2 propuesta por Beverton y Holt, siendo más bien próxima a la invariante señalada por Beddington y Kirkwood M/k=1.5. Frente a este hecho, se estima que el valor de M debiese estar próximo a 0.36, valor muy similar entregado por los estimadores M2 (Gislason et. al 2010) y M4 (Hoening, 1983), ambos con M = 0.37. Por su parte, el valor de mortalidad calculado para las cinco AMERB analizadas se estimó en M=0.48 según

el modelo de Brey y Cage (valores más bajos de M), variando de manera importante entre cada AMERB. Sin embargo y considerando la relación esperada de Beverton y Holt (M~2K) y el valor de *k* promedio estimado, el valor de M debiese acercarse a M=0.68, lo cual determinaría una menor longevidad (~5-6 años). Los cálculos de M realizados con los métodos de Hoening (1983), Appledoorn (1988), y Then (2014) se basan en el uso de una edad máxima supuesta igual para la especie en toda su distribución, y no en el análisis de datos empíricos de marcaje y recaptura. En base a los resultados obtenidos, el uso del estimador de Brey y Cage implicaría aceptar diferencias evidentes en la longevidad del recurso entre AMERBS. Estas variaciones se acercan a la realidad de mejor manera que suponer que los individuos de una especie viven la misma cantidad de años sin importar el hábitat; es necesario tener en consideración las variaciones ambientales particulares de cada área, así como el entorno biótico de estas. Sin perjuicio de esto, la gran variabilidad en las estimaciones del crecimiento del loco entre AMERB, ya sea por cuestiones metodológicas o ambientales, condicionarán en definitiva la incertidumbre en las estimaciones de M.

Por otro lado, los análisis también permitieron corroborar que la talla mínima legal de captura parece adecuada desde el aprovechamiento del crecimiento en peso en base al análisis histórico, dado que la talla crítica promedio fue estimada en L^*= 100.5 cm, y que la relación entre la talla de primera madurez y L_{oo} no se condice con la invariante señalada por Beddington & Kirkwood (2005) $L_{50\%}=2/3L_{oo}$. Si esto fuese así, los individuos de esta especie no debiesen crecer a tallas tan elevadas (i.e. Loo=151.9 mm) respecto a su talla de primera madurez (Lm=55 mm). A manera de hipótesis, es posible que el loco continúe la inversión de energía del crecimiento aún alcanzada la madurez. De hecho, es posible que su curva de crecimiento tenga etapas de crecimiento “lento” asociados a inversión energética en la formación de gametos, y crecimiento “rápido” entremedio. También es posible que el loco como especie no se vea afectada, o bien disminuida, su tasa de crecimiento por el hecho de alcanzar la etapa de madurez y simplemente siga una curva de crecimiento típica, sea cual sea su edad de madurez individual.

Estado de explotación

Desde la perspectiva de la explotación y sostenibilidad de la pesquería, y haciendo uso de los parámetros biológicos determinados en este estudio, se destaca que el recurso loco tiene una gran

variabilidad en las estimaciones de talla de primera madurez, aspecto determinante para el diagnóstico poblacional. Si consideramos como referencia $L_{50\%}$ = 50 mm LT propuestos por Herrera y Alvial (1983), se podría concluir que existe un significativo escape de los desovantes a la explotación, dado que recién se explota comercialmente a partir de los 100 mm LT. El estudio realizado en la población del loco muestra que, en las cinco zonas estudiadas, las tasas de explotación han excedido en promedio el 50% de la población explotable y explica que, en varias de las áreas analizadas, la presencia de individuos explotables fuese muy baja. No obstante estos altos niveles de remoción, en todas las zonas se verifica que el valor promedio de escape de biomasa desovante está por sobre el 40% de la población virginal, con niveles de mortalidad por pesca que consecuentemente han permitido cautelar una reserva de parentales adecuada. En términos generales para las cinco zonas de estudio se estima mayor riesgo de sobre-pesca que de sobre-explotación. En términos generales y en toda la zona de análisis, se estima que el riesgo de sobre-pesca (probabilidad de exceder la mortalidad por pesca de referencia F40%) es mayor que el riesgo de sobre-explotación (probabilidad de reducir la biomasa desovante por debajo de la biomasa de referencia 40%B0). El riesgo de sobrepesca se estima en 0.24 (0.10-0.38) mientras el riesgo de explotación alcanza en promedio 0.12 (0.0-0.29). El esfuerzo concentrado hacia los ejemplares más grandes (>100 mm) sería la principal explicación de la existencia de mayor riesgo de sobre-pesca, dado que al ser estos más escasos en la población, provoca mayores niveles de mortalidad por pesca (Fcr).

Finalmente, estos resultados permiten concluir que la mayoría de las AMERB entre la VIII a la XI Región estarían en condiciones saludables si se cumpliera estrictamente la talla mínima legal de captura (100 mm). Los análisis muestran claramente que extraer los individuos desde los 100 mm permite que los ejemplares adultos se reproduzcan más de una vez, aportando significativamente al stock, y por ende obtener una pesquería sustentable en el largo plazo. Lo anterior se explica principalmente por la temprana edad en la cual el recurso alcanzaría la primera madurez, permitiendo una distancia significativa entre la talla de primera madurez y la talla mínima de extracción. Esta percepción podría cambiar radicalmente en la medida que la brecha de estas dos tallas disminuya, ya sea porque no se respete la talla mínima legal de captura, o porque el loco tenga una talla de madurez efectiva distinta y significativamente mayor a la reportada en este trabajo.

10 CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto FIP 2017-57 "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región", se puede concluir lo siguiente:

Crecimiento

- La revisión y clasificación de diversos estudios permitió determinar la relevancia que han tenido los artículos científicos generados desde 1970 a la fecha, en los cuales se han abarcado temáticas que van desde la ecología y fisiología del recurso loco, hasta estudios bioquímicos. Se considera de suma importancia el seguir generando artículos científicos que estudien características del recurso relevantes para el correcto manejo de este, como son su biología y distribución.
- Los estudios realizados sobre los parámetros de crecimiento de este recurso muestran una alta variabilidad y divergencia tanto entre autores como regiones del país. Se estima que estas diferencias se deberían tanto al nivel de contraste de los datos como al método de estimación de parámetros. El análisis de las composiciones de tallas históricas realizado para 238 áreas de manejo AMERB permitió determinar que la longitud asintótica promedio de referencia es de L_{oo} = 151.9 mm, valor levemente menor al promedio histórico. Esta disminución podría estar explicada en parte por la ausencia de individuos de mayor tamaño debido a los efectos de la explotación.
- El análisis de la variabilidad espacial del crecimiento histórico mostró notables patrones espaciales, destacando que los locos desde Chiloé al sur son más grandes y tienen menor tasa de crecimiento respecto de los locos ubicados hacia el norte de Chiloé. El estudio de marcaje y recaptura generó mediciones de gran variabilidad espacio-temporal, corroborándose parcialmente la tendencia que hacia el sur de la zona de estudio (X-XI Regiones) los individuos presentan menores tasas de crecimiento, y que independientemente de la zona, la mayor tasa de crecimiento se registra durante los meses de primavera. La considerable variabilidad espacial

en el crecimiento del loco hace inaplicable el uso de parámetros promedio generales para fines de manejo, por lo que resulta indudable una consideración espacialmente explícita.

- Las tasas de crecimiento del loco parecen estar relacionadas con aspectos ambientales que deberían ser estudiados en estudios específicos. En el presente trabajo se determinó que en las zonas menos expuestas de línea de costa la tasa de crecimiento es menor. Del mismo modo, en las áreas donde se registró mayores longitudes asintóticas presentaron altos niveles de exposición de la costa y temperaturas superficiales promedio más altas.

Aspectos reproductivos

- La maduración mensual de las gónadas mostró un aumento en la frecuencia de estados maduros (estados 4 y 5) durante la época invernal, corroborando lo reportado en la literatura. El análisis de IGS mostró diferencias significativas entre áreas, sugiriendo por ende que el proceso reproductivo es diferente entre zonas.
- Conforme la opinión de usuarios, los periodos de cópula se dan entre los meses de septiembre y enero, con una mayor intensidad entre octubre y diciembre. No obstante, y considerando que en las áreas analizadas se encontraron individuos en estado de madurez máxima en la mayor parte del tiempo, se concluye que el proceso de cópula podría ocurrir en forma más o menos continua durante todo el año al igual que la puesta de cápsulas.
- La relación entre la talla de primera madurez y la longitud asintótica L_{oo} se aleja de invariantes de referencia como L_{ms}/L_{oo}=0.67. Las probables razones es que el loco sea capaz de re-invertir su energía en el crecimiento aún alcanzada la madurez.
- La madurez gonadal indica que los individuos de loco en las 5 áreas analizadas tienen en promedio una talla al 50% de madurez equivalente a 32 mm. Sin embargo, se presentan diferencias espaciales importantes, donde en general las tallas de primera madurez no presentan patrones claros de tendencia espacial. Individuos de Queule maduran a menores tallas ($L_{50\%}$ = 10 mm) mientras que aquellos de Los Molinos maduran a mayores tallas ($L_{50\%}$ = 56 mm).

Peso y talla

- A partir del 2011 la talla y peso promedio han ido en disminución. El loco disminuye su tamaño hacia el sur de su distribución y a la vez incrementa su peso individual mientras que, a nivel estacional, su peso promedio disminuye de manera sostenida desde el segundo trimestre en adelante (marzo-mayo), esto probablemente relacionado con el proceso reproductivo.
- La mayor parte del peso total individual está explicado por el peso de la concha tanto para machos como hembras, sin importar la zona ni la talla. El peso de la concha es significativamente mayor en machos, lo que estaría determinando su peso total a pesar de que las hembras sean en promedio significativamente más grandes y con un mayor peso de vísceras.

Mortalidad natural y talla crítica

- El valor de mortalidad natural más probable se estima próximo a M=0.36 para las zonas generadas, y M=0.68 en promedio para las cinco AMERB de estudio según la invariante de Beverton y Holt. Sin embargo, y dada su gran dependencia respecto de los parámetros de crecimiento y toda su variabilidad espacial, el valor de M sigue siendo un parámetro difícil de precisar.
- La talla mínima legal de captura de 100 mm se estima adecuada desde la perspectiva del aprovechamiento del crecimiento en peso, considerando que la talla crítica promedio resulta similar a mínima legal de captura.

Estado de explotación

- La mortalidad por pesca promedio para los últimos 5 años sugiere que los stocks de loco entre la VIII y XI Regiones se encuentran con bajo riesgo (<20%) de sobrepesca y sobre explotación respecto de su objetivo de manejo. Esta conclusión se establece bajo el supuesto que se respeta estrictamente la talla mínima de extracción y se debe principalmente al escape de desovantes entre la talla de primera madurez y el inicio de la fase explotable.

- Independiente de la región, se estima que el riesgo de sobre-pesca es mayor que el riesgo de sobre-explotación, aspecto determinado porque el esfuerzo se concentra hacia los ejemplares más grandes (>100 mm) y dado que al ser estos los más escasos en la población, provoca mayores niveles de mortalidad por pesca.
- El riesgo de sobrepesca se estima en 0.24 (0.10-0.38) mientras el riesgo de explotación alcanza en promedio 0.12 (0.0-0.29)
- Las tasas de explotación de la fracción comercial/explotable han superado el 50%.
- No obstante estos altos niveles de remoción, en todas las zonas se verifica que el valor promedio de escape de biomasa desovante está por sobre el 40% de la población virginal, con niveles de mortalidad por pesca que consecuentemente han permitido cautelar una reserva de parentales adecuada.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, E., Stuardo, J. 1979. Una estimación de clases anuales y crecimiento relativo en muestras de dos poblaciones de *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789). Biología Pesq. Chile. 12, 131-42.

Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Trans. Automat. Contr. AC-19(6), 716-723.

Appeldoorn, R. S. 1988. Ontogenetic Changes in Natural Mortality rate of Queen Conch. Strombus gigas, (Mollusca: Mesogastropoda). Bulletin of Marine Science. 42(2), 159-165.

Aracena, O., Lepez, M, I., Olivares, O., Peña, G. 1992. Crecimiento y mortalidad de *Concholepas concholepas* en Remuntcho, Chile. XII Jornadas de Ciencias del Mar.

Avilés, A.S., Lozada, L. 1975. Estudio histológico del ciclo reproductivo de *C. concholepas* (Brugière, 1789) en Punta Saliente, Coquimbo. Bol. Soc. Biol. Concepción.44, 207-218.

Baardseth, E. 1970. A square scanning, two stage sampling method of estimating seaweed quantities. Rep Norw Inst Seaweed Res 33, 1 – 41.

Beddington, J.R., Kirkwood, G.P. 2005. The estimation of potential yield and stock status using life-history parameters. Phil. Trans. R. Soc. B. 360, 163-170.

Brandão, A., Butterworth, D.S., Johnstone, S.J., Glazer, J.P. 2004. Using a GLMM to estimate the somatic growth rate trend for male South African west coast rock lobster, *Jasus lalandii*. Fish. Res. 70, 339-349.

Brey, T., Gage, J. 1997. Interactions of growth and mortality in benthic invertebrate populations: emipirical evidence of a mortality-growth continuum. Archive of Fisheries and Marine Research. 45,45-59.

Bustos, E., Pacheco, E., Zabala, A., Lara, E., Robotham, H., Reyes, A., Augsburger, A. 1985. Estudio de edad y crecimiento del recurso loco (*Concholepas concholepas*) en la III y X Región. Instituto de Fomento Pesquero. Reporte a CORFO (10/85). 42 pp.

Bustos, E., Robotham, H., Lara, E., Pacheco, E. 1986. Edad y crecimiento de *Concholepas concholepas* y consideraciones a la aplicación de la ecuación de von Bertalanffy (Gastropoda Muricidae). Investigación Pesquera (Chile). 33, 33-35.

Bustos, E. 1987. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales bentónicas, III, IV y X Región 1986: Estado de situación del recurso, Informe Técnico AP 87/5. Stgo. Chile. IFOP. 163.

Bustos, E., Godoy, C., Olave, S., Troncoso, R. 1991. Repoblamiento recurso loco *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789). En. Instituto de Fomento Pesquero. Desarrollo de técnicas de producción de semillas y repoblación de recursos bentónicos. 1-108. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Bustos, E., Navarrete, F. 2001. Manual: El cultivo del loco (*Concholepas concholepas*). IFOP, Chile. 32pp.

Canales, C.M., Company, J.B., Arana, P.M. 2016. Spatio-temporal modelling of the maturity, sex ratio, and physical condition of nylon shrimp *Heterocarpus reedi* (Decapoda, Caridea), off Central Chile. Fish. Res. 179, 1-9.

Canales C.M., Arana, P. 2009. Growth, mortality, and stock assessment of the golden crab (*Chaceon chilensis*) population exploited in the Juan Fernández archipelago, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res. 37(3), 313-326.

Castilla, J., Guisado, CH. 1979. Conducta de alimentación nocturna de *Conchelapas conchelapas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). Biología Pesquera Chile. 12, 125-130.

Castilla, J.C., Guisado, CH, Cancino, J. 1979. Aspectos ecológicos y conductuales relacionados con la alimentación de *Concholepas concholepas* (Mollusca: Gastropoda: Muricidae). Biología Pesquera Chile. 12, 99-114.

Castilla, J.C., Jerez, G. 1986. Artisanal fishery and development of a data base for managing the loco, *Concholepas concholepas*, resource in Chile. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences .92, 133-139.

Charnov, E.L., Gislason, H., Pope, J.G. 2012. Evolutionary assembly rules for fish life histories. Fish and Fisheries. 14, 213-224.

Coelho, R., Infante, P., Santos, M.N. 2013. Application of Generalized Linear Models and Generalized Estimation Equations to model at-haulback mortality of blue sharks captured in a pelagic longline fishery in the Atlantic Ocean. Fish. Res. 145, 66-75.

Gallardo, C. 1979. El ciclo vital del muricidae *Concholepas concholepas* y consideraciones sobre sus primeras fases de vida en el bento. Biología Pesquera, Chile. 12, 79-89.

González, J., León, C., Olguín, A., Cortes, C., Nilo, M., Toledo, C., Irarrazabal, A., Collado, A. 1997. FAT COLECTIVO: Caletas Carrizal Bajo y Chañaral de Aceituno. Informe Final. IFOP-FAT PYME CORFO. 82 P+ Anexos.

Gebauer P.,Moreno, C.A. 1995. Experimental validation of the growth rings of *Loxechinus albus* (Molina, 1872) in the southern Chile (Echinodermata: Echinoidea). Fisheries Research. 21, 423-435.

Gislason, H., Daan, N., Rice, J.C., Pope, J.G. 2010. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. Fish and Fisheries. 11, 149-158.

Guíñez, R., Gómez, M., Castilla, C. 1992. Diferenciación genética poblacional en *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) (Gastropoda, Muricidae) en su área de distribución centro-norte.

Herrera, G., Alvial, A. 1983. Talla mínima de madurez gonádica en poblaciones *de Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789, Mollusca: Gastropoda: Muricidae) en Iquique, Chile. Mem Asoc Latinoam Acuicult. 5, 289-293.

Hoenig, J. M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. Fisheries Bulletin. 82, 898-903.

IFOP. 2012. Ficha para el recurso loco (*Concholepas concholepas*) recurso objetivo áreas de manejo pesca artesanal. Instituto de Fomento Pesquero.

IFOP. 2014. Programa de seguimiento pesquerías bajo régimen de Áreas de Manejo, 2013-2014. Informe final. Convenio I: Asesoría Integral para la Pesca y la Acuicultura 2013.

Jerez, G., Rivas, D. 1988. Captura total Permisible del recurso Loco. Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero. 26 pp.

Jerez, G. 1993. Plan de Explotación del Recurso Loco *Concholepas concholepas* de la Provincia del Choapa y Limarí IV Región. Tarea Departamental. Dept. Biol. Ecol. Pesq.IFOP. August. 84 p.

Jensen, A. L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal tradeoff of reproduction and survival. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 53, 820-822.

Jiménez, S., Phillips, R. A., Brazeiro, A., Defeo, O., Domingo, A. 2014. Bycatch of great albatrosses in pelagic longline fisheries in the southwest Atlantic: contributing factors and implications for management. Biol. Conserv. 171, 9-20.

Lépez, M. I. 1987. Ecología intermareal de *Concholepas concholepas* bajo dos regímenes de intervención antrópica. Tesis de Magister. Universidad Austral de Chile. 136 pp.

Lozada, E., López, M., Desqueyroux, R. 1976. Aspectos ecológicos de poblaciones chilenas del loco *C. concholepas* (Mollusca: Gasteropoda, Murcidae). Revista de biología pesquera. 8, 5-29.

Manriquez, P., Alvarado, J., Huaquin, L., Carrillo, H., Rosson, A., Romero, C., Merino, P., Olmos, L., Jara, L., Espinoza, A. 2009. Comportamiento y parámetros reproductivos de *Concholepas Concholepas* en la VIII y X regiones. Consejo De Investigación Pesquera. Informe Final FIP 2006-24.

Martoja, R., Martoja-Pierson, M. 1970. Inition aux techniques de l'histologie animales. Masso, et Cie (ed), Paris, 345 pp.

McCullagh, P., Nelder, J. A. 1989. Generalized linear models II. London: Chapman and Hall.

Moreno, C.A., Lunecke, K.M., Lépez, M.I. 1986. The response of an intertidal *Concholepas concholepas* (Gastropoda) population to protection from Man in southern Chile and the effects on benthic sessile assemblages. Oikos (Copenhagen). 46, 359-364.

Oliva, D., Castilla, J. 1990. Repoblación natural: el caso del loco *Concholepas concholepas* (Gastropoda: Muricidae), en Chile central. En: Cultivo de Moluscos en América Latina. Memorias Segunda Reunión Grupo de Trabajo Técnico. pp. 273-295. A. Hernández (ed.) Red Regional de Entidades y Centros de Acuicultura de América Latina. Bogotá.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. de la Mer. 39, 75-284.

Quinn, T. J., Deriso, R. 1999. Quantitative Fish Dynamics. Oxford University Press, New York.

R Development Core Team., 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation. Statistics and Computing. Vienna, Austria., ISBN 3-900051-07-0. http://www.R-project.org.

Ramorino, L. 1975. Ciclo reproductivo de *C. concholepas* en la zona de Valparaíso. Rev. Biol. Marina Valparaíso. 15(2), 149-177.

Ramorino, L. 1979. Conocimiento científico actual sobre reproducción y desarrollo de *Conchelapas conchelapas* (Mollusca: Gsteropoda: Muricidae). Biología Pesquera Chile.12, 59-70.

Reyes, A., Moreno, C. 1990. Asentamiento y crecimiento de los primeros estadíos bentónicos de *Concholepas concholepas* en el intermareal rocoso de Mehuín, Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 63, 157-163.

Robotham, V., Vera, C., Young, Z., Miranda, H., Zuleta, A., Rubilar, P, Moreno, C., Vergara, L. 1995. Evaluación de la pesquería y el stock de loco a nivel nacional. Informe Final FIP –IT/94-07. 222 pp.

Shepherd, S.A., Guzmán del Próo, S.A., Turrubiates, J.R., Belmar, J., Baker, J.L., Sluczanowski, P.R. 1991. Growth, size at maturity, and egg-per-recruit analysis of the abalone *Haliotis fulgens* in Baja California. Veliger, 34, pp. 324-330.

Sparre, P., Venema, S.C. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. FAO Doc. Téc. Pesca, (306): Revisión 1, Valparaíso. 420 p.

Stotz, W. 2000. Formulación de una metodología para el estudio de edad y crecimiento en el recurso loco. Informe Final Proyecto FIP 97-36. 152 pp.

Stotz, W., Pérez, E. 1992. Crecimiento y productividad del loco *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) como estimador dela capacidad de carga en áreas de manejo. Rev. Investigación Pesquera, Chile. 37, 13-22.

Stuardo, J. 1979. Sobre la clasificación, distribución y variación de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789): un estudio de taxonomía beta. Biología Pesquera, Chile. 12, 5-38.

Subpesca. 2008. Modifica Talla mínima legal para el recurso "loco" (*Concholepas concholepas*) en la XV, I y II Región. Departamento de Pesquerías, Unidad de Recursos Bentónicos. R. Pesq. N°18. 29 pp.

Techeira, C., Cortes, C., Ibarra, M., Canales, C., Wilson, A., Pizarro, P., Mardones, M., Araya, P., Gallo, O., Romero, M. 2017. Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción. Informe final FIPA N° 2014-07. 533 pp.

Then, A.Y., Hoenig, J.M., Hall, N.G., Hewitt, D.A. 2014. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil.

Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. Human Biology. 10 (2), 181-213.

Yoshida, M., 1952. Some observations on the maturation of the sea urchins, *Diadema setosum*. Annotationes Zoologicae Japonenses. 25, 265-271.

Zhang, Z., Lessard, J., Campbell, A. 2009. Use of Bayesian hierarchical models to estimate northern abalone, Haliotis kamtschatkana, growth patterns from tag-recapture data. Fisheries Research 95, 289-295.

Zuleta, A., Moreno, C., Rubilar. P. 1994. Modelo de Evaluación de Stock en Tallas para dos Temporadas (ACT-II). In (Robotham et al., 1994): Monitoreo de la Pesquería y Evaluación Indirecta del Stock de Loco (I a XII Regiones). IFOP. Informe Final proyecto FIP Nº94-32.

Zuleta, V., Rubilar, M., Moreno, M., Vergara, B., Asencio, G. 1998. Evaluación indirecta del stock del recurso loco (*Concholepas concholepas*) a nivel nacional. Proyecto FIP N°95-22B, Informe Final. ECOFISH Consultores, 61 pp +Anexos.

12 FIGURAS

13 TABLAS

14 ANEXOS: *ANEXO 1: ACTA REUNIÓN DE COORDINACIÓN ACTIVIDADES SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA.*

Reunión de coordinación Inicial proyecto FIPA N°2017-57: "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región"

En Valparaíso, en dependencias de las oficinas de Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA), siendo las 11:10 horas del día 21 de noviembre de 2017, se da inicio a la primera reunión de coordinación de actividades.

1. **A la reunión asisten los siguientes participantes**:

- Gabriel Jerez (SUBPESCA)
- Luis Carroza (Director ejecutivo FIPA)
- Cristián Canales (Jefe de Proyecto, PUCV)
- Nazareth Sánchez (PUCV)
- Nicolás Adasme (PUCV)

2. **La reunión considera los siguientes temas**

- Metodología en relación a la mortalidad natural**.**
- Talleres (presentación y difusión de resultados del estudio).
- Objetivos del proyecto.
- Realizar redes de comunicación con autoridades y actores involucrados.
- Pesca de investigación.
- Puntos de Referencia.
- Integración de datos.
- Difusión del proyecto a los actores de las AMERB.
- Revisión de Carta de Gantt.
- Plan de contingencia.
- Reuniones con la contraparte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.
- Solicitud de prórroga.

3. **Metodología en relación a la mortalidad natural.**

El representante de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Sr. Gabriel Jerez destacó la importancia de incorporar la metodología de Brey T & J. Cage (1997), la cual fue aplicada con anterioridad en el proyecto FIPA N°2014-07. Por lo tanto, el jefe de proyecto Sr. Cristian Canales se compromete a la incorporación de esta al proyecto.

4. Talleres (presentación y difusión de resultados del estudio).

Sr. Gabriel Jerez solicitó a Sr. Cristian Canales no marginar a consultores y usuarios de AMERB a los talleres de presentación y difusión de resultados del proyecto, y donde se debe lograr la mayor comprensión de información entregada por parte de los participantes. Además, recomendó la participación del resto del equipo de trabajo, dado que el proyecto considera la participación de diferentes expertos en diferentes materias científicas. El jefe de proyecto se comprometió a cumplir con lo solicitado.

5. Objetivos del proyecto.

El director ejecutivo FIPA Sr. Luis Carroza, manifiesta al jefe de proyecto el compromiso del ejecutor respecto a los 5 objetivos específicos del proyecto, los cuales fueron establecidos en las bases de licitación y sancionados por la Resolución Exenta N°3679/2017 que aprobó el contrato del proyecto. En relación a lo anterior, Sr. Luis Carroza informa que el objetivo 6 propuesto por el jefe de proyecto no resulta obligatorio, por lo tanto, se le solicita priorizar la realización de los 5 objetivos comprometidos en el contrato.

En relación a los análisis histológicos, Sr. Gabriel Jerez sugirió revisar los análisis realizados por el FIPA N° 2014-07, con el objetivo de realizar análisis comparativos, lo cual lo deja a criterio de Sra. Chita Guisado (sub-contratada) encargada de los análisis histológicos.

Cabe señalar, que Sr. Cristian Canales confirmó su compromiso con los 5 objetivos del proyecto, y a su vez manifestó comunicar lo sugerido por la contraparte técnica a la Sra. Chita Guisado en relación a los análisis histológicos.

6. Realizar redes de comunicación con autoridades y actores involucrados.

Sr. Gabriel Jerez manifestó la importancia de generar redes de comunicación con distintas autoridades, donde se debe informar el proyecto a realizar (zonas de trabajo, duración del proyecto, objetivo del proyecto, profesionales a cargo y gente en terreno). Por lo tanto, sugirió enviar dicha información mediante carta a los Directores zonales, Capitanía de Puerto, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y Organización de Pescadores, con el objetivo de no presentar problemas en el periodo de trabajo en terreno, y así no generar retrasos futuros en los informes.

Sr. Cristian Canales se comprometió enviar la información mediante carta a las autoridades anteriormente señaladas.

7. Pesca de investigación.

Sr. Gabriel Jerez señaló el requerimiento de pesca de investigación para todo el periodo de duración del proyecto, donde se debe especificar claramente del tamaño de la muestra, cuota, periodo y los participantes del proyecto. El Sr. Jerez entrega documento con los contenidos que deben ser presentados para solicitar dicha pesca de investigación al jefe de proyecto.

En relación a lo anterior, Sr. Cristian Canales de acuerdo con el requerimiento de Sr. Gabriel Jerez, se comprometió a realizar la solicitud.

8. Puntos de Referencia.

Sr. Gabriel Jerez indicó que es necesario establecer puntos de referencias biológicos para establecer el estado de las poblaciones, con la participación de usuarios, consultores y gestores del proyecto en conjunto. Cabe señalar, Sr. Cristian Canales se comprometió a realizar lo solicitado por parte del Sr. Gabriel Jerez.

9. Integración de datos.

Sr. Gabriel Jerez sugiere incluir información del proyecto FIPA 2014-07 del recurso loco en la zona norte de Chile, con fines comparativos. Además, señaló la posibilidad de ser incluido en la discusión final. El representante de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura argumento el gran aporte que se realizaría si se obtiene una mirada global del recurso a lo largo de Chile. De acuerdo a lo anterior, Sr. Cristian Canales señaló que lo planteado por Sr. Gabriel Jerez ya se encuentra estipulado en el objeto 6 de la propuesta (sobreoferta), por lo tanto, ratifica su compromiso en este punto.

10. Difusión del proyecto a los actores de las AMERB.

El representante de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura solicitó realizar reuniones informativas a las organizaciones de pescadores, comunicando la importancia del proyecto, la participación y colaboración de ellos para cumplir con los objetivos. En relación a lo anterior, Sr. Gabriel Jerez sugirió apoyo de afiches y poster informativos en las caletas (locales de reunión de los sindicatos) donde se trabajará, incluyendo oficinas de la Dirección Zonal de Pesca, de las Direcciones Regionales de Sernapesca y de Capitanía de Puerto. Cabe señalar, que Sr. Cristian Canales se comprometió a realizar lo sugerido en este punto.

11. . Revisión de Carta de Gantt.

Sr. Luis Carroza manifestó considerar las actividades planificadas por el mes de febrero, dado que la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso se encuentra cerrada en este periodo, donde Sr. Cristian Canales señala que las actividades planificadas en febrero son en terreno por lo tanto no surgirán retrasos en el proyecto.

12. Plan de contingencia.

Sr. Cristian Canales señaló las AMERB seleccionadas por parte del equipo de trabajo para los estudios de marcaje y recaptura (Puerto Yana, Queule, Piedra Blanca, Punta Chocoi y Añihue). En relación a lo anterior, Sr. Gabriel Jerez sugirió implementar un plan de contingencia ante posibles eventualidades, y de esta manera prevenir retrasos en el proyecto. Por ende, Sr. Cristian Canales se comprometió a implementar el plan de contingencia en conjunto con el equipo técnico encargado de realizar el trabajo en terreno (O-Divers).

13. Reuniones con la contraparte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Se acuerda entre la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y el Jefe de proyecto realizar reuniones cada 3 meses, con el objetivo de informar avances del proyecto y/o dificultades que se puedan presentar durante el desarrollo de este.

14. Solicitud de prórroga.

Sr. Luis Carroza señaló que, en caso de retraso de entrega de los informes, se debe dar aviso a la dirección ejecutiva del FIPA, con una anticipación de 20 días. Sr. Cristian Canales se comprometió que en caso de una eventualidad y que no se pueda entregar los informes en las fechas establecidas, informará con anterioridad a la dirección ejecutiva del FIPA.

Siendo las 12:15 PM, se da por terminada la reunión de coordinación Inicial proyecto FIPA N°2017-57

***ANEXO 2:** RESOLUCIÓN EX N°213 DE 19 DE ENERO DE 2018, AUTORIZA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN RECURSO LOCO.*

MINISTERIO DE ECONOMÍA,
FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
PINV 246-2017 Actualización Parámetros Biológicos y Crecimiento Loco, VIII a XI Regiones

MINISTERIO DE ECONOMIA - SUBS. DE PESCA Y ACUICULTURA
DIVISION JURIDICA

AUTORIZA A CRISTIAN CANALES RAMÍREZ PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO, 19 ENE. 2018

R. EX. Nº 213

VISTO: Lo solicitado por Cristian Canales Ramírez mediante carta, C.I. SUBPESCA Nº 14.013 de fecha 5 de diciembre de 2017; lo informado por el Departamento de Pesquerías de esta Subsecretaría en Informe Técnico (P.INV.) Nº 246/2017 contenido en Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 246/2017, de fecha 13 de diciembre de 2017; los Términos Técnicos de Referencia de la pesca de investigación **"Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a XI Región"** asociados al proyecto FIPA 2017-57; las Leyes Nº 19.880, Nº 20.560 y Nº 20.657; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430 de 1991, el D.F.L. Nº 5 de 1983, los D.S. Nº 264 de 1988, Nº 461 de 1995 y Nº 409 de 2003, el Decreto Exento Nº 697 de 2011, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; y la Resolución 1600 de 2008 de la Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

Que mediante carta citada en Visto, el señor Juan Francisco Ruiz Rojas solicita a esta Subsecretaría la autorización para desarrollar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia de la pesca de investigación **"Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a XI Región"** asociados al proyecto FIPA 2017-57 financiado por el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura.

Que, mediante Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 246/2017 citado en Visto, el Jefe del Departamento de Pesquerías de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación, acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2º de la Ley General de Pesca y Acuicultura, dado que no tiene fines comerciales y su finalidad es generar información científica que contribuya a la sostenibilidad de la pesquería del recurso loco a nivel nacional.

Que en este sentido, la solicitud planteada, constituye una actividad indispensable para el cumplimiento de los objetivos planteados dentro del Proyecto FIPA 2017-57, del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura.

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

R E S U E L V O:

1.- Autorízase a don Cristian Canales Ramírez, R.U.T. Nº 10.182.697-K, domiciliado para estos efectos en Avenida Brasil Nº 2950 y Avenida Altamirano Nº 1424, ambos ubicados en Valparaíso, V Región, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia de la pesca de investigación **"Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a XI Región"** asociados al proyecto FIPA 2017-57, del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, elaborados por el peticionario y aprobados por esta Subsecretaría, y el Informe Técnico (PINV) Nº 246/2017, citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza consiste en disponer de parámetros poblacionales actualizados del conocimiento de la historia natural del recurso loco en las principales áreas de su distribución a lo largo de Chile, centrado en las poblaciones de la VIII a la XI Regiones, en el período 2017-2018.

3.- La pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza durará 14 meses contados a partir de la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con el artículo 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, en las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos desde la VIII a la XI Regiones.

4.- En cumplimiento del objetivo de la presente pesca de investigación, la peticionaria podrá extraer, un total de 7.000 ejemplares del recurso loco ***Concholepas concholepas***, de todo rango de tallas, desde las siguientes áreas desde cada una de las siguientes áreas de manejo de explotación de recursos bentónicos:

AMERB	LÍMITE NORTE	LÍMITE SUR
PUERTO YANA	37º 21' 33.28"	37º 22' 55.10"
QUEULE	39º 22' 53.67"	39º 23' 28.34"
PIEDRA BLANCA	39º 35' 30.15"	39º 38' 40.42"
PUNTA CHOCOI	41º 43' 47.27"	41º 45' 13.53"
AÑIHUE, SECTOR A	43º 51' 14.86"	43º 52' 34.94"

Para el desarrollo de las actividades al interior de las áreas de manejo, el ejecutante de la pesca de investigación deberá coordinar la actividad con el administrador de cada área.

6.- Para efectos de la presente pesca de investigación, se exceptúa al peticionario del cumplimiento de las siguientes medidas de administración:

a. Veda biológica para las Regiones XV a la VI, entre el 01 de septiembre y el 31 de enero de cada año, establecida en el D.S. Nº 409 de 2003, modificada por el Decreto Exento Nº 697 de 2011, ambos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

b. Talla mínima de extracción para el recurso para el recurso loco establecida mediante D.S. Nº 264 de 1985, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

7.- El peticionario deberá informar con a los menos 72 horas de anticipación la fecha y localización exacta de las actividades a desarrollar, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, para su control y fiscalización.

8.- La peticionaria deberá hacer entrega a la Subsecretaría de Pesca y acuicultura un informe resumido de las actividades realizadas para la obtención de las muestras y los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos en formato EXCEL, conteniendo: localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato shape el cual deberá estar en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al Dátum WGS-84 considerando como atributo la categoría antes mencionada.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, y deberá entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada.

El incumplimiento de las obligaciones antes señaladas se considerará causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

9.- Desígnase a la Jefa de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría como funcionaria encargada de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

10.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto de negociación alguna.

11.- El solicitante deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente Resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en el Título IX y X de la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

12.- El peticionario será la persona responsable de esta pesca de investigación.

13.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

14.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

15.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley Nº 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de cinco días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

16.- La presente resolución deberá publicarse en extracto en el Diario Oficial, por cuenta del interesado.

17.- Transcríbase copia de esta resolución al interesado, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, a la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante y a la División Jurídica de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA Y ARCHÍVESE.

PABLO BERAZALUCE MATURANA
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

REPUBLICA DE CHILE ★ MINIST. DE ECON. F. Y TURISMO ★ SUBSECRETARIO DE PESCA Y ACUICULTURA

NLI/nli

MINISTERIO DE ECONOMIA - SUBS. DE PESCA Y ACUICULTURA ★ DIVISION JURIDICA

ANEXO 3: *PUBLICACIÓN DIARIO OFICIAL RESOLUCIÓN EX N°213 DE 19 DE ENERO DE 2018, AUTORIZA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN RECURSO LOCO.*

DIARIO OFICIAL
DE LA REPUBLICA DE CHILE
Ministerio del Interior y Seguridad Pública

II SECCIÓN

DECRETOS, RESOLUCIONES, SOLICITUDES Y NORMAS DE INTERÉS PARTICULAR

Núm. 41.994 | Martes 27 de Febrero de 2018 | Página 1 de 1

Normas Particulares

CVE 1358792

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

AUTORIZA A CRISTIAN CANALES RAMÍREZ PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA

(Extracto)

Por resolución exenta N° 213, de 19 de enero de 2018, de esta Subsecretaría, autorízase a don Cristian Canales Ramírez para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia de la pesca de investigación "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a XI Región" asociados al proyecto FIPA 2017-57, del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura.

La pesca de investigación durará 14 meses contados a partir de la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con el artículo 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, en las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos desde la VIII a la XI regiones, donde podrá extraer un total de 7.000 ejemplares del recurso loco concholepas concholepas, en los términos indicados en la resolución extractada.

El texto íntegro de la presente resolución se publicará en los sitios de dominio electrónico de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

Valparaíso, 19 de enero de 2018.- Pablo Berazaluce Maturana, Subsecretario de Pesca y Acuicultura.

CVE 1358792 | **Director:** Carlos Orellana Céspedes **Sitio Web:** www.diarioficial.cl | **Mesa Central:** +562 2486 3600 **Email:** consultas@diarioficial.cl **Dirección:** Dr. Torres Boonen N°511, Providencia, Santiago, Chile.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley N°19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diarioficial.cl

ANEXO 4: *CARTA INFORMATIVA DEL PROYECTO FIPA 2017-57 A LOS DIRECTORES REGIONALES SERVICIO NACIONAL DE PESCA***.**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

Valparaíso 29 de enero 2018

Srs. Directores Regionales Servicio Nacional de Pesca
VIII, IX, XIV, X y XI Regiones.
Presente

Mat: Informa pesca de investigación recurso Loco realizada por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

De mi consideración,

La Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en conjunto con la Universidad Austral de Chile, Universidad de Valparaíso y la consultora O'Divers, se encuentran realizando el proyecto de investigación denominado "***Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región***" (FIPA 2017-57), financiado por el Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA). En el marco de este estudio, informo a usted que entre a partir del 29 de enero del año en curso y por un período de 14 meses, se desarrollará una pesca de investigación de este recurso orientado a monitorear mensualmente su crecimiento y la colecta de muestras biológicas para el estudio reproductivo. Las actividades de esta investigación se realizarán en las zonas denominadas Puerto Yana (VIII Región), Queule (IX Región), Piedra Blanca (XIV Región), Punta Chocoi (X Región) y Añihue A (XI Región) y cuyos mayores detalles se explicitan en la resolución adjunta.

Seguros de su respaldo y apoyo durante el desarrollo de este proyecto, le saluda muy atentamente

Dr. Cristian M. Canales
Jefe de Proyecto
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile

cc. Luis Carroza – Fondo de Investigación Pesquera
Gabriel Jerez – Subsecretaría de Pesca
Archivo

ANEXO 5: *CARTAS DE COMPROMISO POR PARTE DE USUARIOS DE AMERBS AL PERSONAL TÉCNICO RESPONSABLE DE LAS ACTIVIDADES EN TERRENO.*

Maule

Coronel, 12 de abril de 2018

Señor
Cristian Canales R.
Pontificia Universidad católica de Valparaíso
PRESENTE:

Ref: Proyecto FIPA 2017-57 "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región"

Mat: Acepta participar del proyecto de la referencia

Por intermedio de la presente, y sobre la base de reunión técnica sostenida con personal participante del proyecto FIPA "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región", tenemos el agrado de comunicarle que aceptamos quenuestra AMERB sea incorporada como sitio de estudio para el desarrollo de actividades de marcaje y recaptura de loco.

En el marco de este estudio, nos comprometemos a lo siguiente:

1. **Mapas temáticos**: prestaremos apoyoen la elaboración de mapas para identificar zonas de concentración de loco, en las cuales se puedan realizar estudios de marcaje y recaptura.
2. **Marcaje de loco**: nuestra organización apoyará en el marcaje de 1000 individuos de loco, los cuales una vez marcados deberán ser devueltos al AMERB. Nos comprometemos a no extraer estos individuos marcados, realizando una adecuada vigilancia del AMERB y de la zona donde se depositarán los individuos marcados. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.
3. **Seguimiento y recaptura**: apoyaremos en la búsqueda de los individuos marcados de loco para los monitoreos mensuales en fechas que serán convenidas con el personal de terreno. Los ejemplares marcados que se extraigan serán medidos y pesados y luego devueltos al AMERB. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.

4. **Muestras de tejido**: cada 2 meses se extraerán 50 ejemplares de loco (no marcados) desde nuestra AMERB. Los locos extraídos serán comercializados a un precio previamente acordado con los técnicos a cargo de esta actividad. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno. Esta actividad será realizada en el marco de la Pesca de Investigación 213/2018

Como organización, manifestamos nuestro compromiso conprestar el apoyo que sea requerido por el personal técnico a cargo de las actividades de terreno, en el marco de las actividades ya señaladas.

AMERB : Caleta Maule

Nombre (s) : Luis Nelson Leal Solís

: Sti de pesca Artesanal Buzos mariscadores

: Ayudantes de Buzos y Actividades conexas de La Caleta Maule

RUT (s) : 6.589.685-0

:

:

Cargo en la Organización : Presidente

Firma (s) y timbre : STI de la Pesca Artesanal Buzos Mariscadores Ayudantes de Buzos y Actividades Conexas de la Caleta Maule R.S.U. 08070137

Queule

Queule, 09 de febrero de 2018

Señor
Cristian Canales R.
Pontificia Universidad católica de Valparaíso
PRESENTE:

Ref: Proyecto FIPA 2017-57 "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región"

Mat: Acepta participar del proyecto de la referencia

Por intermedio de la presente, y sobre la base de reunión técnica sostenida con personal participante del proyecto FIPA "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región", tenemos el agrado de comunicarle que aceptamos quenuestra AMERB sea incorporada como sitio de estudio para el desarrollo de actividades de marcaje y recaptura de loco.

En el marco de este estudio, nos comprometemos a lo siguiente:

1. **Mapas temáticos**: prestaremos apoyoen la elaboración de mapas para identificar zonas de concentración de loco, en las cuales se puedan realizar estudios de marcaje y recaptura.
2. **Marcaje de loco**: nuestra organización apoyará en el marcaje de 1000 individuos de loco, los cuales una vez marcados deberán ser devueltos al AMERB. Nos comprometemos a no extraer estos individuos marcados, realizando una adecuada vigilancia del AMERB y de la zona donde se depositarán los individuos marcados. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.
3. **Seguimiento y recaptura**: apoyaremos en la búsqueda de los individuos marcados de loco para los monitoreos mensuales en fechas que serán convenidas con el personal de terreno. Los ejemplares marcados que se extraigan serán medidos y pesados y luego devueltos al AMERB. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.

4. **Muestras de tejido**: cada 2 meses se extraerán 50 ejemplares de loco (no marcados) desde nuestra AMERB. Los locos extraídos serán comercializados a un precio previamente acordado con los técnicos a cargo de esta actividad. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno. Esta actividad será realizada en el marco de la Pesca de Investigación 213/2018

Como organización, manifestamos nuestro compromiso conprestar el apoyo que sea requerido por el personal técnico a cargo de las actividades de terreno, en el marco de las actividades ya señaladas.

AMERB : QUEULE

Nombre (s) : Ronny Patricio Olivares Machuca

:

RUT (s) : 14141763-0

:

:

Cargo en la Organización : Presidente

Firma (s) y timbre :

Piedra Blanca

Mehuín, 09 de febrero de 2018

Señor
Cristian Canales R.
Pontificia Universidad católica de Valparaíso
PRESENTE:

Ref: Proyecto FIPA 2017-57 "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región"

Mat: Acepta participar del proyecto de la referencia

Por intermedio de la presente, y sobre la base de reunión técnica sostenida con personal participante del proyecto FIPA "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región", tenemós el agrado de comunicarle que aceptamos quenuestra AMERB sea incorporada como sitio de estudio para el desarrollo de actividades de marcaje y recaptura de loco.

En el marco de este estudio, nos comprometemos a lo siguiente:

1. **Mapas temáticos**: prestaremos apoyoen la elaboración de mapas para identificar zonas de concentración de loco, en las cuales se puedan realizar estudios de marcaje y recaptura.
2. **Marcaje de loco**: nuestra organización apoyará en el marcaje de 1000 individuos de loco, los cuales una vez marcados deberán ser devueltos al AMERB. Nos comprometemos a no extraer estos individuos marcados, realizando una adecuada vigilancia del AMERB y de la zona donde se depositarán los individuos marcados. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.
3. **Seguimiento y recaptura**: apoyaremos en la búsqueda de los individuos marcados de loco para los monitoreos mensuales en fechas que serán convenidas con el personal de terreno. Los ejemplares marcados que se extraigan serán medidos y pesados y luego devueltos al AMERB. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.

4. **Muestras de tejido**: cada 2 meses se extraerán 50 ejemplares de loco (no marcados) desde nuestra AMERB. Los locos extraídos serán comercializados a un precio previamente acordado con los técnicos a cargo de esta actividad. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno. Esta actividad será realizada en el marco de la Pesca de Investigación 213/2018

Como organización, manifestamos nuestro compromiso conprestar el apoyo que sea requerido por el personal técnico a cargo de las actividades de terreno, en el marco de las actividades ya señaladas.

AMERB : Piedra Blanca

Nombre (s) : _____

: Edwin Ortiz Ramirez

: _____

RUT (s) : 13.585.803-K

: _____

: _____

Cargo en la Organización : Presidente

Firma (s) y timbre : _____

Los Molinos

Los Molinos, 17 de abril de 2018

Señor
Cristian Canales R.
Pontificia Universidad católica de Valparaíso
PRESENTE:

Ref: Proyecto FIPA 2017-57 "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región"

Mat: Acepta participar del proyecto de la referencia

Por intermedio de la presente, y sobre la base de reunión técnica sostenida con personal participante del proyecto FIPA "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región", tenemos el agrado de comunicarle que aceptamos que nuestra AMERB sea incorporada como sitio de estudio para el desarrollo de actividades de marcaje y recaptura de loco.

En el marco de este estudio, nos comprometemos a lo siguiente:

1. **Mapas temáticos**: prestaremos apoyo en la elaboración de mapas para identificar zonas de concentración de loco, en las cuales se puedan realizar estudios de marcaje y recaptura.
2. **Marcaje de loco**: nuestra organización apoyará en el marcaje de 1000 individuos de loco, los cuales una vez marcados deberán ser devueltos al AMERB. Nos comprometemos a no extraer estos individuos marcados, realizando una adecuada vigilancia del AMERB y de la zona donde se depositarán los individuos marcados. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.
3. **Seguimiento y recaptura**: apoyaremos en la búsqueda de los individuos marcados de loco para los monitoreos mensuales en fechas que serán convenidas con el personal de terreno. Los ejemplares marcados que se extraigan serán medidos y pesados y luego devueltos al AMERB. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.

4. **Muestras de tejido**: cada 2 meses se extraerán 50 ejemplares de loco (no marcados) desde nuestra AMERB. Los locos extraídos serán comercializados a un precio previamente acordado con los técnicos a cargo de esta actividad. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno. Esta actividad será realizada en el marco de la Pesca de Investigación 213/2018

Como organización, manifestamos nuestro compromiso con prestar el apoyo que sea requerido por el personal técnico a cargo de las actividades de terreno, en el marco de las actividades ya señaladas.

AMERB : Los Molinos sector B.

Nombre (s) : JOSE A. Zuñiga ESPARZA.

: JOSE J. MARTEL VILLANUEVA

:

RUT (s) : 8.579.270-9.

: 14.464.790-4

:

Cargo en la Organización : Presidente.

Firma (s) y timbre :

R.S.U. 10.02.119 VALDIVIA

Punta Chocoi

Puerto Montt, 29 de enero de 2018

Señor
Cristian Canales R.
Pontificia Universidad católica de Valparaíso
PRESENTE:

Ref.: Proyecto FIPA 2017-57 "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región"

Mat: Acepta participar del proyecto de la referencia

Por intermedio de la presente, y sobre la base de reunión técnica sostenida con personal participante del proyecto FIPA "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región", tenemos el agrado de comunicarle que aceptamos que nuestra AMERB sea incorporada como sitio de estudio para el desarrollo de actividades de marcaje y recaptura de loco.

En el marco de este estudio, nos comprometemos a lo siguiente:

1. **Mapas temáticos**: prestaremos apoyo en la elaboración de mapas para identificar zonas de concentración de loco, en las cuales se puedan realizar estudios de marcaje y recaptura.
2. **Marcaje de loco**: nuestra organización apoyará en el marcaje de 1000 individuos de loco, los cuales una vez marcados deberán ser devueltos al AMERB. Nos comprometemos a no extraer estos individuos marcados, realizando una adecuada vigilancia del AMERB y de la zona donde se depositarán los individuos marcados. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.
3. **Seguimiento y recaptura**: apoyaremos en la búsqueda de los individuos marcados de loco para los monitoreos mensuales en fechas que serán convenidas con el personal de terreno. Los ejemplares marcados que se extraigan serán medidos y pesados y luego devueltos al AMERB. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno.
4. **Muestras de tejido**: cada 2 meses se extraerán 50 ejemplares de loco (no marcados) desde nuestra AMERB. Los locos extraídos serán comercializados a un precio previamente

acordado con los técnicos a cargo de esta actividad. Los costos de terreno (embarcaciones y buzos) serán cubiertos por la consultora a cargo de las labores de terreno. Esta actividad será realizada en el marco de la Pesca de Investigación 213/2018

Como organización, manifestamos nuestro compromiso con prestar el apoyo que sea requerido por el personal técnico a cargo de las actividades de terreno, en el marco de las actividades ya señaladas.

AMERB : Punta Chocoi

Nombre (s) : Alejandro Andrade Silva
: Custodio Ceron Ojeda
: Patricio Andrade Silva

RUT (s) : 10 432 275-1
:
: 10.776.199-3

Cargo en la Organización : Presidente STI Caleta Corelmapu

Firma (s) y timbre :

S.T.I. Pescadores Artesanales "Caleta Carelmapu" R.S.U. 10.01.063 Fund. 19-11-1983

2

Anexo 6: *Asistencia taller técnico del proyecto FIPA 2017-57.*

Establecimiento	Escuela Ciencias del Mar
Fecha	16-01-2018
Hora de inicio	10:30
Hora de término	12:30

Nombre	Institución	Firma
1.- César P. Pedrini T.	Bitecma	
2.- Gabriel Jerez A.	SSPA-URB	
3.- CHITA GUISADO	—	
4.- MAURICIO MOLADOWSKY	FIPO	
5.- Cristian Canales L.	PUCV	
6.- Nicolás Adame Luciza	PUCV	
7.- NAZARETH SANCHEZ E	PUCV	
8.- Gastón Rosson V.	Bitecma	

Escuela Ciencias Del Mar - 16 de enero 2018
Hora de inicio : 10:30
Hora de término : 12:30

Anexo 7: *Asistencia a la primera reunión con los usuarios de las AMERBs.*

Piedra Blanca

1ra reunión

Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región

FIPA 2017-57

Queule, 09 de febrero 2018

Nombre	Cargo/Organización	Teléfono ó e-mail	
Patricio Olivares M	Presidente	994146765	
Fernando Goyenechea	O-Divers	[illegible]	

Queule

1ra reunión

Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región

FIPA 2017-57

Mehuín, 05 de febrero 2018

Nombre	Cargo/Organización	Teléfono ó e-mail	Firma
Erwin Ortiz Ramírez	Presidente	65394070	
Hugo Nahuelpan Segura	Tesorero	54 11 09 36	
Fernando Goyenechea R	O-Divers	950270188	

ANEXO 8: *FOTOGRAFÍAS DE LA PRIMERA REUNIÓN CON LOS USUARIOS DE LAS AMERBS.*

ANEXO 9: *ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO PARA LA ZONA 19 (DATA HISTÓRICA).*

INTRODUCCIÓN

En los Modelos de Evaluación de Stock (MES), las funciones de verosimilitud para un conjunto de datos se describen y evalúan mediante los análisis de simulación (Maunder, 2011). Estos MES utilizan la distribución normal para definir la función de verosimilitud que se usa como función objetivo en la estimación de parámetros e incertidumbres (Maunder y Piner, 2014). De estas funciones de verosimilitud, se destaca la log-verosimilitud negativa, siendo esta la de mayor uso en el MES.

El perfil de log-verosimilitud negativa se obtiene al fijar con diferentes valores el parámetro de la escala poblacional y este a su vez estima todos los parámetros del modelo para cada valor establecido (Francis, 2011; Lee et al. 2014), después se resta cada valor de verosimilitud de cada componente de datos con la verosimilitud más baja, con el fin de que los gradientes sean comparables (Wang et al. 2014). Luego esta curva que se adquiere, tiende a ser una curva parabólica mostrando el valor con mayor soporte y la cantidad de incertidumbre (Maunder y Piner, 2014). Cuando esta resta da igual a cero hace referencia a que los datos presentaron consistencia con el modelo (Lee et al. 2014). Además, cuando la gradiente de la curva de Log-verosimilitud negativa esta inclinada proporciona mayor información que cuando el gradiente se encuentra plano (Lee et al. 2014).

Siguiendo esta misma idea, analizamos el nivel de información contenida en los datos respecto de los grupos de edad que conformarían la población explotable del recuso Loco y revisamos su impacto en la estimación de los parámetros de crecimiento.

METODOLOGÍA

Los datos obtenidos del presente trabajo fueron obtenidos de todas las tallas históricas disponibles de la zona 19. Se utilizó el modelo MCCT (Modelo de Crecimiento a partir de Composiciones de Tallas) formulado por Canales y Arana (2009). Este modelo asume que cada componente modal constituye un grupo de edad y que este patrón se repite entre años siguiendo proporciones relativas variables (Canales y Arana, 2009). Los parámetros de crecimiento (L_{oo}, K, Lo, Alfa y Beta) fueron estimados a diferentes edades entre los 6 y 14 años con intervalos de un año. Para todos los efectos se supuso como valores de partida L_{oo} =15.7, K=0.18, Lo =5, Beta= 0.1 y Alfa= 0.001.

De manera independiente, se ajustó un modelo de dinámica de cohortes a la talla con el fin de evaluar el nivel de sensibilidad de la proporción de la biomasa explotable virginal luego de la mortalidad por pesca (F) respecto de la mortalidad natural (M). Las variables. La población explotada del recurso el valor corresponde a los individuos mayores a 10 cm. Los valores de M consideraron la variación de M/K varían en un rango de 1.5 a 2.5.

RESULTADOS

Las verosimilitudes del modelo fueron mínimas para las edades de 10 a 14 años, pero no significativamente distintas entre ellas (ΔLL< 2.0) (Figura 1). Dentro de este rango de edades, el parámetro L_{oo} varió entre 13.1 y 14.7 con un promedio de 13.6 cm. Por su parte, el parámetro K varió 0.18 y 0.21 con un promedio de 0.2. El resto de los parámetros del modelo no tuvieron mayores variaciones (tabla 1).

Figura 1. Perfil de verosimilitud de la edad en la zona 19 para el recurso Loco

Tabla 1. Resultado del perfil de verosimilitud de la edad en la zona 19. En negrilla se destaca el mínimo valor significativo (ΔLL> 2.0)

Edad	Loo (cm)	k (año-1)	Lo (cm)	Alfa	Beta	LL	ΔLL	Gradiente
6	16.70	0.18	4.47	0.001	0.077	2843.68	23.8	0.000
7	14.42	0.22	4.48	0.001	0.075	2839.06	19.1	0.000
8	15.64	0.16	4.31	0.001	0.072	2827.86	7.9	0.057
9	14.01	0.18	4.32	0.001	0.073	2822.44	2.5	0.273
10	**13.60**	**0.19**	**4.31**	**0.001**	**0.072**	**2820.22**	**0.3**	**0.000**
11	13.31	0.20	4.31	0.001	0.073	2820.13	0.2	0.001
12	14.70	0.18	4.33	0.001	0.075	2820.26	0.3	0.064
13	13.08	0.21	4.32	0.001	0.073	2820.26	0.3	0.064
14	13.16	0.21	4.31	0.001	0.073	2819.93	0.0	0.000

Si la estructura de edades estuviese compuesta por 10 grupos, los valores de la verosimilitud mínima para el parámetro L_{oo} se encontraría en tallas entre 13.5 mm y 15 cm (Figura 2). Estos valores se encuentran dentro del rango de L_{oo} obtenidos para rangos de edades de 10 a 14 años. Los valores de K que estuvieron dentro del rango de L_{oo} 13.5 -15.0 cm variaron entre 0.14 y 0.20. En el parámetro K se observa que los valores con verosimilitud más bajo se encuentran entre 0.16 y 0.19 (Figura 3) pero ninguno de estos resultó ser significativamente distinto.

Figura 2. Perfil de verosimilitud Loo variando los parámetros de K, Lo, Alfa y Beta en la edad 10 años para la zona 19.

Figura 3. Perfil de verosimilitud K variando los parámetros de Loo, Lo, Alfa y Beta en la edad 10 años para la zona 19.

Respecto del análisis del modelo de dinámica a la talla, se observó que el ajuste del modelo a los datos no varía para los diferentes valores de mortalidades naturales (M) evaluadas. Para un valor de mortalidad natural es M=0.28 el ajuste del modelo se traduce en un 99% de explicación (R^2) con el mejor ajuste a partir de la longitud de 11.5 cm (figura 4). El análisis muestra que a mayor valor de M aumentaba el número de la población para las poblaciones de las edades de 5 a 9 años (tabla 2) y la mortalidad por pesca (F) disminuye a medida que aumenta M. Para todos los casos analizados, se observa que el valor se selectividad al 100% se da a partir de la edad de 8 años.

Figura 4. Curva de frecuencia de los datos obtenidos y los datos predichos por el modelo para las diferentes longitudes.

La composición de tallas de la población explotable se observa con una baja presencia de individuos mayores a 13.5 cm, comparativamente con el número de individuos si la población fuese reducida al 40% de la biomasa explotable virginal (Figura 5). Una población virginal estaría fuertemente representada por individuos grandes mayores a 13.5 cm. Si la población se encontrase a un 40% de la población virgen, la proporción de individuos comerciales (10 cm) sería de un 50% mayor respecto de la condición actual.

Figura 5. Estado de la población (explotable actual, al 40%B0 y virginal) a diferentes longitudes.

Tabla 2. Estimaciones de número de población, captura, Madurez, peso (g), factor de selección y mortalidad por pesca (F) a diferentes valores de mortalidad natural (M).

Mortalidad natural (M)	Edad (años)	Longitud (cm)	Desviación estándar	Número de la población	Captura (kg)	Madurez	Factor de selección	Mortalidad por pesca (F)
	5	10.00	1.02	1390.71	505.16	1.00	0.26	0.53
	6	10.88	1.11	619.48	467.70	1.00	0.88	1.78
	7	11.60	1.18	78.67	62.24	1.00	0.99	2.03
0.28	8	12.21	1.24	7.86	6.23	1.00	1.00	2.04
	9	12.71	1.29	0.77	0.61	1.00	1.00	2.04
	10	13.12	1.34	0.08	0.06	1.00	1.00	2.04
	11	13.47	1.37	0.01	0.01	1.00	1.00	2.04
	5	10.00	1.02	1448.64	505.19	1.00	0.26	0.51
	6	10.88	1.11	632.29	467.62	1.00	0.87	1.75
	7	11.60	1.18	80.18	62.28	1.00	0.99	1.99
0.32	8	12.21	1.24	8.00	6.23	1.00	1.00	2.00
	9	12.71	1.29	0.79	0.61	1.00	1.00	2.00
	10	13.12	1.34	0.08	0.06	1.00	1.00	2.00
	11	13.47	1.37	0.01	0.01	1.00	1.00	2.00
	5	10.00	1.02	1509.94	505.21	1.00	0.25	0.50
	6	10.88	1.11	645.62	467.54	1.00	0.87	1.71
	7	11.60	1.18	81.76	62.33	1.00	0.99	1.95
0.35	8	12.21	1.24	8.15	6.23	1.00	1.00	1.97
	9	12.71	1.29	0.80	0.61	1.00	1.00	1.97
	10	13.12	1.34	0.08	0.06	1.00	1.00	1.97
	11	13.47	1.37	0.01	0.01	1.00	1.00	1.97
	5	10.00	1.02	1574.87	505.24	1.00	0.25	0.48
	6	10.88	1.11	659.50	467.46	1.00	0.87	1.68
	7	11.60	1.18	83.39	62.38	1.00	0.99	1.92
0.39	8	12.21	1.24	8.31	6.23	1.00	1.00	1.93
	9	12.71	1.29	0.82	0.61	1.00	1.00	1.93
	10	13.12	1.34	0.08	0.06	1.00	1.00	1.93
	11	13.47	1.37	0.01	0.01	1.00	1.00	1.93
	5	10.00	1.02	1643.70	505.27	1.00	0.25	0.46
	6	10.88	1.11	673.97	467.38	1.00	0.87	1.64
	7	11.60	1.18	85.09	62.43	1.00	0.99	1.88
0.43	8	12.21	1.24	8.47	6.23	1.00	1.00	1.89
	9	12.71	1.29	0.83	0.61	1.00	1.00	1.89
	10	13.12	1.33	0.08	0.06	1.00	1.00	1.89
	11	13.47	1.37	0.01	0.01	1.00	1.00	1.89
	5	10.00	1.02	1718.77	505.30	1.00	0.24	0.45
	6	10.88	1.11	689.48	467.30	1.00	0.86	1.61
	7	11.60	1.18	86.90	62.48	1.00	0.99	1.84
0.47	8	12.21	1.24	8.65	6.24	1.00	1.00	1.86
	9	12.71	1.29	0.85	0.61	1.00	1.00	1.86
	10	13.12	1.33	0.08	0.06	1.00	1.00	1.86
	11	13.47	1.37	0.01	0.01	1.00	1.00	1.86

Con respecto a los parámetros del modelo, variación en los valores de M tuvieron impacto principalmente en la mortalidad por pesca Fcr y en el reclutamiento relativo (Ro). Esto se explica porque a medida que aumenta el valor de M se debe generar un mayor aumento en individuos por reclutamiento. Esto también se hace evidente en la tabla 3, donde se observa que a medida que aumenta el M, el porcentaje de la biomasa por recluta virginal aumenta y la mortalidad por pesca disminuye (Figura 6). El aumento de los niveles de biomasa debido a M produce menores niveles de rendimiento (Figura 7). Este rendimiento, independientemente al valor de M aumentará cuando la mortalidad por pesca aumente (Figura 8).

Tabla 3. Porcentaje de la biomasa explotable por recluta, mortalidad por pesca (F) y reclutamiento para diferentes valores de mortalidad natural (M).

M	%BPRo	Fcr	Ro	Tasa(Fcr)
0.28	0.15	2.04	1391	0.79
0.32	0.18	2.00	1449	0.78
0.35	0.20	1.97	1510	0.76
0.39	0.23	1.93	1575	0.75
0.43	0.25	1.89	1644	0.74
0.47	0.28	1.86	1719	0.72

Figura 6. Curvas de porcentaje de biomasa virgen (Bo) en función de la mortalidad por pesca (F) considerando diferentes valores de mortalidad natural (M).

Figura 7. Curvas de porcentaje del rendimiento (Y/R) en función del porcentaje de Biomasa virgen (Bo) considerando diferentes valores de mortalidad natural (M).

Figura 8. Curvas del rendimiento por recluta (Y/R) en función de la mortalidad por pesca (F) considerando diferentes valores de mortalidad natural (M).

REFERENCIAS

Canales C.M., Arana, P., 2009. Growth, mortality, and stock assessment of the golden crab (*Chaceon chilensis*) population exploited in the Juan Fernández archipelago, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res. 37(3), 313-326.

Francis, R. C. (2011). Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *68*(6), 1124-1138.

Lee, H. H., Piner, K. R., Methot Jr, R. D., y Maunder, M. N. 2014. Use of likelihood profiling over a global scaling parameter to structure the population dynamics model: an example using blue marlin in the Pacific Ocean. Fis Res. 158, 138-146.

Maunder, M. N. 2011. Review and evaluation of likelihood functions for composition data in stock-assessment models: Estimating the effective sample size. Fis Res, 109(2-3), 311-319.

Maunder, M. N., y Piner, K. R. 2014. Contemporary fisheries stock assessment: many issues still remain. ICES Journal of Marine Science, 72(1), 7-18.

Wang, S. P., Maunder, M. N., Piner, K. R., Aires-da-Silva, A., y Lee, H. H. (2014). Evaluation of virgin recruitment profiling as a diagnostic for selectivity curve structure in integrated stock assessment models. Fis res. 158, 158-164.

ANEXO 10: *TABLA DE PARÁMETROS POR AMERB.*

Tabla 1. Parámetros de crecimiento del loco estimados para las 238 AMERB de estudio, como parte del Objetivo específico 2.

AMERB	Loo	k	L0	M	ln(a)	b	Edad critica	Talla critica	t0
ALEPUE	18.629	0.149	4.605	0.194	-8.493	3.025	7.562	13.005	-0.911
ALTO LAMECURA	18.354	0.156	4.679	0.205	-7.857	2.878	7.080	12.736	-0.885
AMARGOS	13.516	0.227	5.159	0.301	-8.493	3.025	4.679	9.339	-1.121
AMORTAJADO A	14.077	0.217	5.303	0.287	-8.291	2.970	4.924	9.731	-1.182
AMORTAJADO B	16.267	0.185	4.641	0.244	-8.291	2.970	5.872	11.265	-0.815
AMORTAJADO C	15.151	0.160	4.901	0.210	-8.291	2.970	6.879	10.509	-1.437
AMORTAJADO D	15.807	0.194	5.028	0.256	-8.291	2.970	5.589	10.941	-0.979
AÑIHUE A	14.283	0.146	5.218	0.191	-8.816	3.110	7.626	9.918	-2.116
AUCHAC C	15.667	0.168	5.029	0.221	-7.857	2.878	6.515	10.861	-1.298
BA MANSA A	15.110	0.155	4.825	0.203	-8.493	3.025	7.122	10.485	-1.477
BA MANSA B	15.238	0.136	4.449	0.177	-8.493	3.025	8.237	10.590	-1.540
BA PARGUA	15.811	0.173	5.137	0.228	-7.857	2.878	6.323	10.958	-1.270
BA POLOCUE A	14.494	0.166	5.453	0.218	-7.857	2.878	6.638	10.050	-1.849
BA POLOCUE B	15.767	0.154	4.712	0.202	-7.857	2.878	7.173	10.942	-1.301
BA PULELO	15.318	0.195	5.218	0.258	-7.857	2.878	5.540	10.602	-1.136
BA SAN PEDRO	14.837	0.171	4.388	0.225	-8.291	2.970	6.393	10.284	-1.046
BAJO CHALINAO	15.192	0.168	5.293	0.221	-7.857	2.878	6.523	10.532	-1.545
BAJO RUMENA	13.994	0.213	5.927	0.283	-9.050	3.150	5.010	9.676	-1.582
BAJOS GUAGUAR	13.320	0.204	4.320	0.269	-8.291	2.970	5.281	9.214	-0.926
BAJOS VILLEGAS	13.695	0.219	5.425	0.291	-8.291	2.970	4.861	9.466	-1.301
BANCO AQUILES	15.910	0.187	5.022	0.247	-8.291	2.970	5.803	11.017	-1.028
BOCA SUR	15.359	0.169	4.705	0.221	-9.050	3.150	6.511	10.648	-1.170
BONIFACIO A	15.747	0.175	4.917	0.230	-8.493	3.025	6.267	10.912	-1.145
BONIFACIO B	14.837	0.118	4.158	0.153	-8.493	3.025	9.597	10.328	-1.788
CABALLO MATEO	15.292	0.157	5.261	0.206	-8.291	2.970	7.027	10.610	-1.682
CABO QUEDAL	14.540	0.182	4.328	0.240	-8.291	2.970	5.972	10.071	-0.938
CAILIN C	14.501	0.162	4.806	0.213	-7.857	2.878	6.786	10.058	-1.480
CAILIN D	15.384	0.169	4.889	0.222	-7.857	2.878	6.498	10.665	-1.265
CALETA ANDRADE A	14.097	0.174	4.938	0.229	-8.816	3.110	6.289	9.769	-1.479
CALETA ANDRADE C	13.453	0.254	5.756	0.340	-8.816	3.110	4.103	9.283	-1.194
CALETA AYACARA A	16.114	0.155	4.786	0.203	-7.857	2.878	7.157	11.182	-1.279
CALETA AYACARA C	14.339	0.141	4.813	0.183	-7.857	2.878	7.944	9.962	-1.910
CALETA BURRO	15.864	0.166	5.532	0.218	-9.050	3.150	6.625	11.000	-1.584
CALETA CONDOR	14.672	0.157	4.569	0.206	-8.493	3.025	7.031	10.180	-1.374
CALETA HUEICOLLA	15.145	0.168	5.072	0.221	-8.493	3.025	6.538	10.500	-1.428
CALETA HUIDO	13.163	0.253	5.163	0.338	-8.493	3.025	4.128	9.083	-0.968
CALETA MILAGRO A	13.864	0.177	4.615	0.233	-8.493	3.025	6.184	9.607	-1.291

CALETA MILAGRO B	14.783	0.142	4.562	0.185	-8.493	3.025	7.855	10.269	-1.599
CALETA PARGA	16.364	0.138	4.795	0.180	-8.291	2.970	8.078	11.370	-1.506
CALETA PIÑIHUIL A	14.363	0.185	4.838	0.244	-7.857	2.878	5.878	9.947	-1.221
CALETA PIÑIHUIL B	15.508	0.158	4.697	0.208	-7.857	2.878	6.966	10.758	-1.276
CANDELARIA-CANTERAS	14.209	0.155	5.103	0.203	-9.050	3.150	7.129	9.860	-1.867
CASTILLO A	15.748	0.182	5.595	0.240	-8.816	3.110	5.974	10.908	-1.409
CASTILLO B	14.369	0.153	4.972	0.201	-8.816	3.110	7.222	9.972	-1.769
CERRO COLORADO	14.686	0.208	4.991	0.275	-8.291	2.970	5.159	10.157	-0.998
CHAIGUACO	13.987	0.193	4.704	0.254	-8.291	2.970	5.620	9.682	-1.129
CHAIHUIN A	12.543	0.359	4.895	0.485	-8.493	3.025	2.742	8.621	-0.380
CHAIHUIN C	13.934	0.196	4.372	0.259	-8.493	3.025	5.512	9.644	-0.922
CHAN CHAN	21.423	0.143	3.572	0.187	-8.493	3.025	7.766	14.879	-0.271
CHAUMAN	14.163	0.140	4.655	0.182	-7.857	2.878	7.989	9.840	-1.851
CHEPU A	16.149	0.173	4.694	0.228	-7.857	2.878	6.321	11.192	-0.984
CHEPU B	16.792	0.142	4.319	0.185	-7.857	2.878	7.851	11.664	-1.093
CHEPU C	15.127	0.162	4.843	0.212	-7.857	2.878	6.815	10.492	-1.386
CHOLGUACO	13.584	0.168	5.411	0.220	-8.291	2.970	6.553	9.418	-2.032
CHOME	15.293	0.139	4.285	0.182	-9.050	3.150	8.030	10.625	-1.363
COBQUECURA A	17.189	0.107	4.452	0.139	-9.050	3.150	10.623	11.978	-1.794
COCHOLGUE	16.185	0.197	5.164	0.261	-9.050	3.150	5.472	11.200	-0.949
COLCURA	14.515	0.161	5.003	0.211	-9.050	3.150	6.870	10.068	-1.633
COLIUMO B	16.968	0.142	4.672	0.186	-9.050	3.150	7.830	11.786	-1.262
CORRAL	14.574	0.208	5.209	0.275	-8.493	3.025	5.161	10.080	-1.128
CULLINCO	16.371	0.115	4.529	0.149	-8.291	2.970	9.865	11.399	-1.817
CURRIPIO	15.144	0.168	4.705	0.221	-8.493	3.025	6.515	10.499	-1.208
DICHATO	14.868	0.202	5.061	0.267	-9.050	3.150	5.333	10.286	-1.062
DUHATAO B	18.740	0.117	4.076	0.152	-7.857	2.878	9.687	13.045	-1.097
EL ENJAMBRE	15.644	0.168	4.317	0.221	-8.816	3.110	6.541	10.846	-0.924
EL MANZANO DE PUCATRIHUE	16.137	0.140	4.497	0.183	-8.493	3.025	7.966	11.210	-1.331
EL TOPE	15.610	0.189	5.303	0.249	-9.050	3.150	5.741	10.808	-1.198
ENSENADA CAPITANES	15.211	0.205	4.469	0.271	-8.291	2.970	5.247	10.522	-0.699
ENSENADA DE LLICO	14.650	0.204	4.346	0.270	-8.291	2.970	5.276	10.135	-0.727
ENSENADA SAN LUIS	14.958	0.193	5.114	0.255	-8.291	2.970	5.607	10.354	-1.168
ESPERANZA	14.997	0.229	4.788	0.304	-9.050	3.150	4.636	10.361	-0.683
ESTAQUILLA	12.581	0.248	6.009	0.331	-8.291	2.970	4.219	8.683	-1.615
ESTAQUILLA B	13.972	0.237	5.900	0.315	-8.291	2.970	4.449	9.649	-1.315
ESTE ISLA MOCHA	13.600	0.244	6.054	0.326	-9.050	3.150	4.295	9.388	-1.410
ESTERO PLAZA	14.419	0.138	4.784	0.180	-8.816	3.110	8.107	10.019	-1.923
FARELLONES DE CARELMAPU	15.459	0.209	5.088	0.276	-8.291	2.970	5.137	10.691	-0.913
GALERA A	12.950	0.274	5.602	0.367	-8.493	3.025	3.768	8.928	-1.068
GALERA B	15.203	0.178	4.890	0.234	-8.493	3.025	6.131	10.533	-1.180
GALERA C	13.087	0.215	5.493	0.285	-8.493	3.025	4.960	9.048	-1.528
GRUPO GALA A	15.497	0.179	4.743	0.236	-8.816	3.110	6.098	10.736	-1.043

GRUPO GALA B	17.863	0.113	4.417	0.147	-8.816	3.110	10.017	12.440	-1.506
GRUPO GALA C	14.169	0.151	5.232	0.197	-8.816	3.110	7.361	9.835	-2.058
GUADEI	15.509	0.199	5.080	0.263	-8.493	3.025	5.413	10.731	-0.993
GUAPILACUI A	14.706	0.151	4.867	0.197	-7.857	2.878	7.366	10.208	-1.669
GUAPILACUI B	16.426	0.138	5.519	0.180	-7.857	2.878	8.085	11.413	-1.961
HUAPE A	14.056	0.149	4.691	0.195	-8.493	3.025	7.429	9.758	-1.717
HUAPE B	15.154	0.167	4.970	0.220	-8.493	3.025	6.561	10.507	-1.374
HUEICOLLA SUR	15.384	0.214	5.199	0.283	-8.493	3.025	5.004	10.636	-0.930
HUILLIN	14.766	0.205	4.750	0.271	-8.493	3.025	5.254	10.214	-0.898
ISLA CAMPOS	14.197	0.259	4.886	0.346	-8.816	3.110	4.024	9.794	-0.630
ISLA CANALAD B	15.990	0.204	5.046	0.271	-8.816	3.110	5.257	11.061	-0.855
ISLA CANALAD C	16.004	0.190	5.382	0.250	-8.816	3.110	5.720	11.080	-1.163
ISLA CHAULLIN	14.752	0.162	4.467	0.213	-7.857	2.878	6.796	10.232	-1.225
ISLA COSTA	14.888	0.159	4.925	0.209	-8.816	3.110	6.936	10.328	-1.524
ISLA DE MANCERA	15.963	0.129	4.187	0.168	-8.493	3.025	8.686	11.100	-1.351
ISLA DEL REY	14.094	0.221	5.201	0.293	-8.493	3.025	4.823	9.741	-1.087
ISLA DOÑA SEBASTIANA	16.823	0.137	4.692	0.179	-8.291	2.970	8.160	11.690	-1.385
ISLA GUACANEC	15.308	0.173	4.980	0.227	-8.816	3.110	6.342	10.609	-1.280
ISLA GUNTHER	14.148	0.156	4.496	0.204	-8.816	3.110	7.103	9.817	-1.456
ISLA MOCHA QUECHOL	14.999	0.181	5.044	0.238	-9.050	3.150	6.036	10.390	-1.271
ISLA MOCHA QUECHOL SUR	14.734	0.160	4.826	0.209	-9.050	3.150	6.911	10.221	-1.485
ISLA MOCHA SUR	14.023	0.172	5.023	0.226	-9.050	3.150	6.387	9.720	-1.585
ISLA WESTHOFF	15.314	0.169	4.807	0.223	-8.816	3.110	6.479	10.616	-1.225
ISLAS HUICHAS A	14.783	0.169	4.679	0.222	-8.816	3.110	6.494	10.249	-1.252
ISLAS HUICHAS B	15.427	0.209	4.454	0.276	-8.816	3.110	5.140	10.669	-0.634
ISLAS HUICHAS C	15.574	0.177	4.646	0.233	-8.816	3.110	6.161	10.791	-0.999
ISLAS HUICHAS F	14.918	0.166	5.521	0.217	-8.816	3.110	6.640	10.344	-1.791
ISLAS HUICHAS G	15.708	0.182	5.127	0.240	-8.816	3.110	5.984	10.880	-1.171
ISLAS HUICHAS H	13.859	0.187	5.230	0.246	-8.816	3.110	5.818	9.597	-1.539
ISLAS HUICHAS I	16.295	0.200	5.071	0.265	-8.816	3.110	5.373	11.274	-0.860
ISLAS HUICHAS J	15.778	0.178	4.946	0.234	-8.816	3.110	6.140	10.931	-1.116
ISLAS HUICHAS K	16.516	0.154	5.054	0.202	-8.816	3.110	7.191	11.462	-1.373
ISLAS HUICHAS L	15.819	0.160	5.105	0.210	-8.816	3.110	6.889	10.973	-1.434
ISLAS HUICHAS M	15.386	0.156	5.517	0.205	-8.816	3.110	7.080	10.676	-1.843
ISLAS HUICHAS N	15.304	0.192	5.262	0.253	-8.816	3.110	5.640	10.594	-1.196
ISLAS HUICHAS O	15.342	0.162	4.765	0.213	-8.816	3.110	6.803	10.641	-1.297
ISLOTE ROCA BLANCA	14.946	0.150	4.915	0.197	-8.816	3.110	7.388	10.375	-1.655
LARAQUETE	15.357	0.153	4.796	0.201	-9.050	3.150	7.218	10.658	-1.440
LEBU	15.644	0.187	4.988	0.247	-9.050	3.150	5.799	10.832	-1.051
LENQUI-PUNTA SANTA TERESA	14.714	0.108	4.598	0.140	-7.857	2.878	10.501	10.251	-2.454
LITRIL	15.875	0.185	4.524	0.244	-9.050	3.150	5.865	10.994	-0.810
LLICO BAJO NORTE	14.240	0.184	4.655	0.243	-8.291	2.970	5.897	9.862	-1.147
LLICO BAJO SUR	13.699	0.339	5.183	0.456	-8.291	2.970	2.939	9.421	-0.404

LLICO PUNTA LITRE	16.275	0.175	5.254	0.231	-9.050	3.150	6.229	11.278	-1.222
LLICO SUR ROCA BLANCA	16.743	0.167	4.275	0.219	-9.050	3.150	6.599	11.609	-0.770
LO ROJAS A	13.923	0.184	4.632	0.242	-9.050	3.150	5.926	9.643	-1.204
LO ROJAS B	13.451	0.161	5.293	0.211	-9.050	3.150	6.841	9.330	-2.103
LOS CAHUELES	14.797	0.166	5.693	0.218	-8.291	2.970	6.627	10.260	-1.928
LOS CHONOS DE GUABUN	15.702	0.177	4.943	0.232	-7.857	2.878	6.187	10.880	-1.141
LOS MOLINOS A	14.942	0.120	4.578	0.156	-8.493	3.025	9.409	10.399	-2.045
LOS MOLINOS B	14.833	0.210	5.266	0.279	-8.493	3.025	5.089	10.257	-1.084
LOS PARTIDOS	15.378	0.215	5.268	0.286	-9.050	3.150	4.956	10.631	-0.947
LOS PIURES	15.468	0.187	5.295	0.246	-9.050	3.150	5.818	10.711	-1.245
LOTA A	15.693	0.179	4.998	0.236	-9.050	3.150	6.085	10.872	-1.139
MAIQUILLAHUE	13.946	0.195	5.019	0.258	-8.493	3.025	5.543	9.652	-1.288
MARIN BALMACEDA C	14.658	0.144	5.256	0.188	-8.816	3.110	7.749	10.180	-2.089
MARIN BALMACEDA D	14.771	0.162	5.187	0.213	-8.816	3.110	6.778	10.245	-1.662
MAULE	15.795	0.181	4.241	0.239	-9.050	3.150	6.018	10.941	-0.727
MEHUIN B	16.582	0.131	4.244	0.171	-8.493	3.025	8.548	11.528	-1.251
MEHUIN C	13.289	0.197	5.072	0.261	-8.493	3.025	5.472	9.196	-1.438
MENINEA A	17.791	0.183	4.784	0.241	-8.816	3.110	5.950	12.323	-0.712
MENINEA C	16.464	0.191	4.445	0.252	-8.816	3.110	5.676	11.398	-0.649
MISSISSIPI	14.115	0.135	3.995	0.176	-8.493	3.025	8.281	9.810	-1.461
NIEBLA	14.127	0.158	5.197	0.206	-8.493	3.025	7.013	9.801	-1.912
NORTE ISLA JUAN	15.581	0.175	4.912	0.230	-8.816	3.110	6.245	10.797	-1.164
NORTE PUNTA CHOCOI	15.936	0.185	4.924	0.245	-8.291	2.970	5.858	11.036	-0.993
PALERIA	15.409	0.144	5.813	0.188	-8.493	3.025	7.732	10.702	-2.288
PELLUCO	15.753	0.177	4.917	0.233	-8.493	3.025	6.178	10.915	-1.117
PERALES	17.054	0.142	4.542	0.185	-9.050	3.150	7.875	11.846	-1.187
PERONE	13.026	0.274	5.390	0.367	-9.050	3.150	3.764	8.980	-0.947
PICHICUYEN A	16.731	0.145	4.442	0.190	-8.291	2.970	7.651	11.618	-1.122
PICHICUYEN B	16.058	0.177	5.290	0.233	-8.291	2.970	6.172	11.127	-1.258
PIEDRA BLANCA	15.202	0.205	4.474	0.271	-8.493	3.025	5.239	10.516	-0.700
PIEDRA NEGRA	13.916	0.218	4.955	0.289	-8.291	2.970	4.893	9.620	-1.020
PIHUIO	15.283	0.170	4.986	0.224	-7.857	2.878	6.432	10.594	-1.317
PIÑIHUIL	17.808	0.184	4.539	0.242	-7.857	2.878	5.921	12.333	-0.601
PLAYA RANQUE	13.426	0.147	4.938	0.192	-8.493	3.025	7.589	9.323	-2.129
PUEBLO HUNDIDO	13.513	0.199	5.479	0.263	-9.050	3.150	5.430	9.351	-1.618
PUEBLO NORTE A	17.102	0.145	4.770	0.189	-9.050	3.150	7.676	11.876	-1.255
PUEBLO NORTE B	16.764	0.158	3.685	0.207	-9.050	3.150	6.986	11.630	-0.570
PUEBLO NORTE C	16.640	0.177	4.744	0.233	-9.050	3.150	6.180	11.530	-0.899
PUERTO AGUIRRE A	15.322	0.173	5.029	0.227	-8.816	3.110	6.343	10.620	-1.305
PUERTO AGUIRRE B	15.575	0.155	4.371	0.203	-8.816	3.110	7.149	10.808	-1.128
PUERTO AGUIRRE C	15.738	0.178	4.439	0.235	-8.816	3.110	6.115	10.903	-0.857
PUERTO AGUIRRE D	16.564	0.119	4.250	0.154	-8.816	3.110	9.509	11.529	-1.492
PUERTO AYSEN B	18.879	0.152	4.429	0.200	-8.816	3.110	7.269	13.103	-0.754

PUERTO GALA A	15.251	0.178	4.592	0.234	-8.816	3.110	6.147	10.567	-1.017
PUERTO GALA C	15.804	0.193	5.042	0.255	-8.816	3.110	5.594	10.939	-0.987
PUERTO GALA E	14.467	0.150	4.814	0.196	-8.816	3.110	7.390	10.043	-1.695
PUERTO GALA F	13.904	0.119	4.619	0.155	-8.816	3.110	9.489	9.677	-2.388
PUERTO GAVIOTA A	14.801	0.139	4.509	0.182	-8.816	3.110	8.029	10.284	-1.611
PUERTO GAVIOTA C	14.517	0.166	4.652	0.219	-8.816	3.110	6.601	10.066	-1.321
PUERTO LOW	16.233	0.145	5.018	0.190	-8.816	3.110	7.667	11.273	-1.548
PUERTO MELINKA A	15.090	0.135	4.326	0.175	-8.816	3.110	8.327	10.488	-1.511
PUERTO SUR	14.882	0.181	4.840	0.238	-9.050	3.150	6.026	10.309	-1.176
PUERTO YANA	14.342	0.225	4.894	0.299	-9.050	3.150	4.710	9.910	-0.852
PUNTA BALLENA	14.211	0.127	4.867	0.165	-8.493	3.025	8.887	9.884	-2.310
PUNTA CADENA	13.201	0.211	5.239	0.279	-9.050	3.150	5.087	9.129	-1.402
PUNTA CHOCOI	16.171	0.159	4.935	0.209	-8.291	2.970	6.932	11.218	-1.287
PUNTA COLUN	14.469	0.205	5.380	0.271	-8.493	3.025	5.239	10.008	-1.268
PUNTA CORONA	14.650	0.158	4.978	0.207	-7.857	2.878	7.011	10.164	-1.635
PUNTA ELISA	14.624	0.173	5.262	0.227	-9.050	3.150	6.347	10.135	-1.585
PUNTA GUABUN B	14.410	0.174	5.167	0.229	-7.857	2.878	6.297	9.987	-1.555
PUNTA HUEICOLLA A	15.075	0.151	4.707	0.198	-8.493	3.025	7.346	10.464	-1.479
PUNTA HUEICOLLA B	14.447	0.138	4.677	0.180	-8.493	3.025	8.090	10.038	-1.831
PUNTA LA IGLESIA	13.350	0.210	4.301	0.278	-8.493	3.025	5.104	9.232	-0.853
PUNTA LAMEGUAPI A	15.190	0.190	4.940	0.251	-8.493	3.025	5.693	10.516	-1.067
PUNTA LAMEGUAPI B	14.530	0.189	5.553	0.249	-8.493	3.025	5.752	10.060	-1.554
PUNTA LAVAPIE	14.528	0.146	5.228	0.191	-9.050	3.150	7.600	10.088	-2.048
PUNTA LILES	13.626	0.244	5.985	0.325	-9.050	3.150	4.311	9.407	-1.374
PUNTA LIRQUEN	18.034	0.145	4.459	0.190	-9.050	3.150	7.649	12.523	-0.952
PUNTA LOS PIURES	15.765	0.180	5.491	0.237	-9.050	3.150	6.064	10.922	-1.381
PUNTA MANQUEMAPU A	15.329	0.152	4.458	0.198	-8.291	2.970	7.318	10.640	-1.268
PUNTA MANQUEMAPU B	14.855	0.164	4.506	0.216	-8.291	2.970	6.699	10.302	-1.200
PUNTA MISION	14.980	0.202	5.225	0.267	-8.493	3.025	5.334	10.364	-1.126
PUNTA MORGUILLA	16.937	0.162	4.455	0.212	-9.050	3.150	6.805	11.747	-0.885
PUNTA ÑUMPULLI	14.777	0.182	5.130	0.240	-8.493	3.025	5.991	10.236	-1.346
PUNTA ORTIGA	14.999	0.209	4.717	0.277	-8.291	2.970	5.133	10.373	-0.808
PUNTA ORTIGA-PUNTA PUGA	17.874	0.183	5.057	0.242	-8.291	2.970	5.935	12.379	-0.814
PUNTA QUEMADA	15.387	0.175	4.649	0.231	-8.493	3.025	6.233	10.663	-1.051
PUNTA QUILLAHUA	16.047	0.142	4.413	0.185	-8.291	2.970	7.876	11.147	-1.271
PUNTA QUILLAHUA B	15.535	0.192	4.799	0.253	-8.291	2.970	5.647	10.754	-0.927
PUNTA QUILLAHUA C	15.317	0.200	4.976	0.265	-8.291	2.970	5.385	10.598	-0.964
PUNTA QUILLAHUA D	15.999	0.144	4.391	0.189	-8.291	2.970	7.717	11.111	-1.223
PUNTA RAIMENCO	14.958	0.199	5.509	0.264	-9.050	3.150	5.409	10.350	-1.305
PUNTA SAN LUIS	15.245	0.161	4.375	0.212	-8.291	2.970	6.836	10.574	-1.098
PUNTA SAN PEDRO	14.839	0.221	4.702	0.293	-8.291	2.970	4.828	10.256	-0.728
PUPELDE	15.761	0.166	5.477	0.218	-8.291	2.970	6.630	10.928	-1.575
PUPELDE LA MASILLA	15.561	0.171	4.852	0.225	-8.291	2.970	6.390	10.786	-1.179

PUPETAN	15.266	0.181	5.578	0.238	-7.857	2.878	6.022	10.575	-1.513
QUEULE	11.883	0.315	5.698	0.424	-8.493	3.025	3.202	8.179	-1.074
QUEULE (LA BARRA DEL TOLTEN)	13.271	0.213	5.444	0.283	-8.493	3.025	5.011	9.176	-1.475
RADA LAS BANDERAS	15.177	0.182	4.673	0.240	-8.493	3.025	5.989	10.513	-1.024
RARI	17.208	0.197	4.653	0.260	-9.050	3.150	5.482	11.908	-0.601
RIO JUANCHO	15.034	0.183	5.220	0.242	-8.291	2.970	5.931	10.412	-1.325
RIO LLICO B	14.466	0.194	4.514	0.256	-8.291	2.970	5.580	10.013	-0.930
RIO PUDETO	15.903	0.175	4.921	0.231	-7.857	2.878	6.236	11.020	-1.112
ROCA COVADONGA A	14.647	0.150	3.245	0.196	-8.493	3.025	7.396	10.168	-0.669
ROCA COVADONGA B	15.362	0.194	4.826	0.257	-8.493	3.025	5.558	10.633	-0.939
ROCA SOLITARIA	15.880	0.199	4.911	0.263	-8.291	2.970	5.421	10.988	-0.860
RUMENA	16.030	0.190	5.042	0.250	-9.050	3.150	5.713	11.098	-0.991
RUMENA (PTA. RUMENA)	13.612	0.156	4.939	0.205	-9.050	3.150	7.078	9.445	-1.886
SAN ANTONIO A	15.108	0.166	4.976	0.218	-7.857	2.878	6.612	10.475	-1.403
SAN VICENTE	14.252	0.177	4.319	0.233	-9.050	3.150	6.167	9.875	-1.039
SENO CANALAD	15.908	0.189	4.432	0.250	-8.816	3.110	5.731	11.014	-0.726
SUR CALETA CONDOR	15.497	0.183	4.854	0.241	-8.493	3.025	5.946	10.733	-1.053
SUR CALETA QUIDICO	14.740	0.170	5.021	0.224	-9.050	3.150	6.432	10.218	-1.443
SUR PIEDRA FUSIL	13.841	0.172	5.450	0.226	-8.493	3.025	6.380	9.593	-1.915
SUR PUNTA REFUGIO	16.075	0.182	4.983	0.239	-7.857	2.878	6.000	11.135	-1.044
SUR RIO SAN JUAN	16.260	0.177	5.098	0.232	-8.291	2.970	6.185	11.267	-1.130
SUROESTE	15.331	0.168	5.058	0.221	-8.816	3.110	6.528	10.629	-1.381
TOME-QUICHIUTO	15.602	0.166	5.335	0.217	-9.050	3.150	6.641	10.819	-1.528
WESTE BAJOS GUAGUAR	12.699	0.228	5.982	0.303	-8.291	2.970	4.644	8.773	-1.790
WESTE ISLA GUERRERO	15.478	0.200	5.624	0.264	-8.816	3.110	5.387	10.710	-1.257
WESTE ISLA MARTA	15.198	0.194	5.185	0.256	-8.816	3.110	5.586	10.520	-1.155
WESTE ISLA MOCHA	14.697	0.180	4.780	0.238	-9.050	3.150	6.041	10.181	-1.180
WESTE ISLA RIVERO	15.050	0.164	5.014	0.215	-8.816	3.110	6.719	10.437	-1.474
WESTE PUNTA QUILLAHUA	16.869	0.142	4.637	0.186	-8.291	2.970	7.846	11.717	-1.262

ANEXO 11: *LISTA DE ASISTENCIA A TALLER DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS.*

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

Universidad Austral de Chile

Taller Técnico de discusión de resultados FIPA 2017-57: "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región"

Nombre	Institución	Firma
Andres Vergara	Subpesca URB	
Mª Alejandra Pinto	SSPA · URB	
Cristian Canales P	PUCV	
Gabriel Jerez A.	URB - SSPA	
Luis Ariz	IFOP	
VLADIMIR GARMENDIA.	ECIM - PUC	
ALVARO AGUILAR	ECIM - PUC	
CRISTIAN ESCALONA S.	SSPA - URB	

Nombre	Institución	Firma
Carlos Techeira	IFOP	
Nicolás Adasme Lueiz	PUCV	
Jesus Curiel Perez	PUCV	
NAZARETH SÁNCHEZ E	PUCV	

ANEXO 12: *LISTA DE ASISTENCIA A TALLER DE TRANSFERENCIA METODOLÓGICA.*

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza

Taller de transferencia metodológica FIPA 2017-57: "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región"

Nombre	Institución	Firma
VLADIMIR GARMENDIA F.	ECIM - PUC	
HILARA AGUILAR	ECIM - PUC	
Luis Arig Abarca	IFOP	
Gabriel Jerez A.	UAB - SSPA	
Antonios Vonebas	UAB - SSPA	
Cristian Canales	PUCV	
Nicolás Adame Lueiza	PUCV	
Jesus Curiel P.	PUCV	

Nombre	Institución	Firma
Carlos Techeira	IFOP	
NAZARETH SÁNCHEZ E	PUCV	

ANEXO 13: *FOTOGRAFÍAS DE TALLER DE TRANSFERENCIA METODOLÓGICA Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.*

ANEXO 14: *INVITACIÓN A MESA REGIONAL PESQUERÍA LOCO.*

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Gobierno de Chile

ORD./DZP/Nº 034

ANT.: No hay

MAT.: Invita a Mesa Regional Pesquería Loco

PUERTO MONTT, 08 MAR. 2019

DE : DIRECTOR ZONAL DE PESCA Y ACUICULTURA, REGION DE LOS LAGOS SECRETARIO EJECUTIVO DE LA MESA DE TRABAJO DE LA PESQUERÍA DEL RECURSO LOCO

A : SEGÚN DISTRIBUCIÓN

Por este intermedio, me es grato invitar a Ud. a la Mesa Regional de Pesquería Loco a efectuarse el día **Martes 19 de Marzo de 2019** a partir de las 11:00 hrs., en dependencias de la Fundación Chinquihue, camino a Chinquihue kilómetro 12, ciudad de Puerto Montt.

Tabla a tratar:

- ✓ Revisión de compromisos sesión anterior
- ✓ Presentación de resultados del proyecto FIPA 2017/57 "Actualización de los parámetros biológicos y crecimiento del loco, VIII-XI regiones"
- ✓ Presentación de resultados preliminares del proyecto "Alternativas Tecnológicas para el Procesamiento del Loco (Concholepas concholepas)"
- ✓ Presentación sobre aspectos relacionados con Mercado de Destino y Trazabilidad del Recurso Loco.
- ✓ Proceso de regularización de áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos.

Saluda atentamente a Ud.,

SUBSECRETARIA DE PESCA Y ACUICULTURA REGIÓN DE LOS LAGOS DIRECTOR ZONAL

RAFAEL HERNANDEZ VIDAL
Director Zonal de Pesca de la Región de Los Lagos

RHV/mdt

DISTRIBUCION

- Intendente de la Región de Los Lagos, Sr. Harry Jürgensen Caesar
- Seremi de Economía de la Región de Los Lagos, Sr. Francisco Muñoz Le-Betrón
- Seremi de Salud de la Región de Los Lagos, Sra. Scarlett Molt Heise
- Servicio Nacional de Pesca, Región de Los Lagos, Sr. Eduardo Aguilera
- Gobernador Marítimo de Puerto Montt, Región de Los Lagos

Av. Juan Soler Manfredinni Nº 41, Piso 6, Oficina 601, Puerto Montt Fono/Fax: 65-342019

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

Gobierno de Chile

- Director del Servicio de Cooperación Técnica (Sercotec) Región de Los Lagos
- Director de la Cooperación de Fomento de la Producción (CORFO) Región de Los Lagos, Sr. Rodrigo Carrasco A.
- Jefe de División de Planificación Gobierno Regional. Región de Los Lagos.
- Representantes de la pesca artesanal, comuna Maullin: Eduardo Canto (T) y Pedro Vargas (S); Benito Gómez (T) y Patricio Sanzana (S); Custodio Serón (T) y Luis Hernandez (S); Ruben Castillo (T) y Miguel Curumilla (S); Uriel Navarro (T) y Herminio Marican (S); Sergio Hueico (T); Antonio Quimen (T); José Ojeda (T) y Mario Infante (S).
- Representantes de la pesca artesanal, comuna de Ancud: Nersio Saldivia (T) y Santiago Alvarado (S); Carlos Villarroel (T) y Cesar Águila (S); Freddy Barría (T) y Pedro Pino (S); Juan Carlos Quinteros (T) y Mario Ampuero (S).
- Representantes de la pesca artesanal, comuna de Los Muermos: Edgardo Jaramillo (T) y Andres Paredes (S); Irene Uribe (T) y Zoila Bustamante (S); Cristian Paredes (T).
- Representantes de la pesca artesanal, comuna de Fresia: Marcia Muñoz (T) y Delfina Barría (S)
- Representantes de la pesca artesanal, comuna de Purranque: José Alvarado (T) y Cristina Nempu (S); Andrés Ancapan (T) y Laura Quisuyao (S).
- Representantes de la pesca artesanal, comuna de San Juan de La Costa: Juan Higueras (T) y Hadys Ancapan (S); Juan Jaramillo (T) y Miguel Angel Mazana (S)
- Fundación Chinquihue

C.c.:
-Archivo DZP Región de Los Lagos

Av. Juan Soler Manfredinni N° 41, Piso 6, Oficina 601, Puerto Montt Fono/Fax: 65-342019

ANEXO 15: *PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD.*

Nombre	Función	Objetivos	Tema desarrollado
Pontifica Universidad Católica de Valparaíso			
Cristian Canales R	Jefe de proyecto	2	Implementación códigos de programación
			Estimación de parámetros de crecimiento y modelos GLM
			Análisis y ajuste de modelos
			Análisis de parámetros empíricos
		3	Medición talla-peso periódicas en AMERB
		4	Estimación de talla critica y M
		5	Taller técnico- Taller de discusión de resultados- Taller de transferencia metodológica
		6	Implementación códigos de programación
			Estimación del estado de explotación por AMERB
Nicolás Adasme L	Investigador	1	Recopilación Bibliográfica
		2	Estimación de parámetros de crecimiento y modelos GLM
			Análisis de parámetros empíricos
		3	Medición talla-peso periódicas en AMERB
		4	Estimación de talla critica y M
		5	Taller técnico- Taller de discusión de resultados- Taller de transferencia metodológica
Nazareth Sánchez E	Investigador	1	Recopilación Bibliográfica
		2	Estimación de parámetros de crecimiento y modelos GLM
			Análisis de parámetros empíricos
		5	Taller técnico- Taller de discusión de resultados- Taller de transferencia metodológica
		6	Estimación del estado de explotación por AMERB
Universidad Austral de Chile			
Carlo Molinet F	Investigador	2	Marcaje de locos XI Región
			Monitoreo de crecimiento mensual
			Análisis de parámetros empíricos
		5	Taller técnico
Jorge Henríquez M	Investigador	2	Marcaje de locos XI Región
			Monitoreo de crecimiento mensual
			Análisis de parámetros empíricos
		5	Taller técnico
ODIVERS			
Aldo Hernández R	Investigador	2	Marcaje de locos VIII-X Región
			Monitoreo de crecimiento mensual
			Análisis de parámetros empíricos
		5	Taller técnico
Jonathan Vergara V	Investigador	2	Marcaje de locos VIII-X Región
			Monitoreo de crecimiento mensual
			Análisis de parámetros empíricos
		5	Taller técnico
Carlos Leal L	Investigador	2	Marcaje de locos VIII-X Región
			Monitoreo de crecimiento mensual
Celia Ballotta J	Investigador/buzo	2	Marcaje de locos VIII-X Región
			Monitoreo de crecimiento mensual
Eduardo Palma P	Investigador/buzo	2	Marcaje de locos VIII-X Región
			Monitoreo de crecimiento mensual
Ignacio Rudolph K	Investigador/buzo	2	Marcaje de locos VIII-X Región
			Monitoreo de crecimiento mensual
Independiente			
Chita Guisado	Investigador	3	Análsis Histólogico, estado de madurez e IGS

ANEXO 16: LISTA *DE ASISTENCIA A TALLER DE PRESENTACIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS.*

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

Universidad Austral de Chile

DIMARE

FIPA 2017-57: "Actualización de la estimación de parámetros biológicos y de crecimiento de loco en las principales zonas de extracción, VIII a la XI Región".

21-01-2020

Nombre	Institución	Firma
Cesar P. Pedrini Tapia	Biotecnia Ltda	
Armando Rosson V.	Biotecnia Ltda	
N. BARAHONA T.	IFOP	
Carlos Techeira T.	IFOP	
Nicolás Adasme Lueiza	PUCV	
Luis Cenoz R.	IFOP	
Gabriela Arenas P.	IFOP	
Doran Muñoz	IFOP - SAM	

Nombre	Institución	Firma
CHITA GUISADO	Independiente	
NAZARETH SANCHEZ E	SSPA - URB	
MAURICIO MARDONES	IFOP	
Cristian Cruces	PUCV	
Mª Alejandra Pinto B.	URB - SSPA	
Gabriel Jerez A	URB - SSPA	