

Proyecto "Construcción de indicadores de abundancia de

congrio dorado en la pesquería demersal austral

(PDA)". FIPA 2017-46.

Requirente Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, FIPA

Estado Informe Final

Oferente Pontificia Universidad Católica de Chile

Unidad Ejecutora Center of Applied Ecology and Sustainability (CAPES)

Av. Libertador Bernardo O'Higgins 340

Jefe de Proyecto Dr. Rodrigo Wiff Onetto

CAPES-Pontificia Universidad Católica de Chile

Fono: 56-2-23542638

E-mail: capespesquero@bio.puc.cl

## Octubre 2019

R. Wiff, D. Queirolo, M. Ahumada, S. Gacitúa, A. Flores, J. Montero & S. Gelcich. 2019. "Construcción de indicadores de abundancia de congrio dorado en la pesquería demersal austral (PDA)". FIPA 2017-46.



R. Wiff, D. Queirolo, S. Gacitúa, Apablaza P, M. Ahumada, A. Flores & S. Gelcich. 2019. "Construcción de indicadores de abundancia de congrio dorado en la pesquería demersal austral (PDA)". FIPA 2017-46.

### **Autores:**

### R. Wiff

Dirección de proyecto y estimación de abundancia flota industrial por estadística Bayesiana.

### D. Queirolo

Diseño de muestreo, Protocolos de muestreo, Determinación de abundancia de c. dorado

### S. Gacitúa

Logística de muestreo, Caracterización biológico pesquera.

## P. Apablaza

Caracterización biológico pesquera, Estimación de abundancia por geoestadística.

### M. Ahumada

Protocolos de muestreo, identificación de áreas de pesca de congrio dorado, Determinación de abundancia de c. dorado.

#### A. Flores

Aspectos reproductivos y morfometría de otolitos.

### S. Gelcich

Diseño y análisis de encuestas, identificación de áreas de pesca de congrio dorado.

### Colaboradores:

E. Aguilar
J. Montero
C. Ibieta
J. Maripillán
M. Vargas
J. Merino
M. Rojas
M. Barrientos



## **INDICE GENERAL**

INDICE GENERAL	2
INDICE DE ANEXOS	6
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN EJECUTIVO	22
ABSTRACT	26
1 OBJETIVOS	30
2 ANTECEDENTES	31
3 METODOLOGIA DE TRABAJO	35
3.1- OBJETIVO ESPECIFICO 1	35
3.1.1. Revisión de la data disponible para ider	ntificación de caladeros 35
	e encuestas 36
	41
3.2- OBJETIVO ESPECIFICO 2	42
3.2.1. Área y período de estudio	42
3.2.2. Embarcaciones y aparejos de pesca	43
3.2.3. Operación de pesca	49
3.2.4. Diseño de muestreo y rendimientos de	captura 50
3.2.5. Protocolo de muestreo	51
3.2.6. Formularios de muestreo	57
3.2.7. Indicadores de abundancia	66
3.2.7.1. Estimador geostadístico	66
3.2.7.2. Estimador Bayesiano	69
3.3- OBJETIVO ESPECIFICO 3	72
3.3.1. Estadios de madurez sexual	73
3.3.1.1. Método macroscópico	73
3.3.1.2. Método histológico	74
3.3.1.3. Validación del uso de la escala de r	madurez sexual macroscópica en los procedimientos
de muestreos biológicos	75
3.3.1.4. Análisis de concordancia	75



	3.3.2. Condición reproductiva de las hembras	76
	3.3.2.1. Validación del índice gonadosomático	77
	3.3.2.2. Ciclo reproductivo	77
	3.3.3. Ojiva de madurez	
	3.3.3.1. Determinación de la proporción madura	78
	3.3.3.2. Ajuste al modelo logístico	79
	3.3.4. Fecundidad parcial	80
3	.4- OBJETIVO ESPECIFICO 4	83
	3.4.1. Bases de datos.	
	3.4.2. Análisis de intencionalidad	
	3.4.3. Aspectos espaciales y temporales	
	3.4.4. Análisis de sensibilidad	
	3.4.5. Estandarización de captura por unidad de esfuerzo (CPUE).	
3	.5- SOBRE OFERTA	91
	3.5.1. Muestreo y Digitalización de Imágenes	92
	3.5.2. Método estadístico	95
4	RESULTADOS	100
4	.1- OBJETIVO ESPECIFICO 1	100
	4.1.1. Revisión de la data disponible para identificación de caladeros	100
	4.1.2. Identificación de zonas de pesca mediante encuestas	104
	4.1.3. Desarrollo de la encuesta	104
	4.1.4. Identificación de las principales zonas de pesca de congrio dorado en la PDA	115
	4.1.5. Identificación de zonas de pesca históricas y su evolución en el tiempo	124
	4.1.6. Aspectos operacionales, conocimiento ecológico local y percepción de estos en la peso	quería
	de congrio dorado en la PDA	130
	4.1.7. Delimitación de caladeros con capitanes de pesca	141
4	.2- OBJETIVO ESPECIFICO 2	149
	4.2.1. Lances de pesca	149
	4.2.2 Captura y rendimiento de pesca expresados en número	156
	4.2.3 Captura de congrio dorado expresada en peso	174
	4.2.4 Estimación de rendimientos de pesca	177
	4.2.5. Estimador Bayesiano	185
4	.3- OBJETIVO ESPECIFICO 3	187
	4.3.1 Composición de tamaños	



	4.3.2. Relaciones talla-peso	192
	4.3.3. Aspectos Reproductivos	196
	4.3.3.1. Tamaño de las hembras y estadios de madurez	196
	4.3.3.2. Análisis microscópico cualitativo de la línea germinal en hembras	196
	4.3.3.3. Análisis microscópico cualitativo de la línea germinal en machos	202
	4.3.3.4. Análisis de concordancia	208
	4.3.3.5. Validación del índice gonadosomático	209
	4.3.4. Ciclo reproductivo	212
	4.3.5. Determinación de la proporción madura basado en el IGS	213
	4.3.6. Ojiva de madurez sexual	214
	4.3.6.1. Datos colectados durante Octubre - Noviembre de 2018, fuente CAPES	214
	4.3.6.2. Datos histórico colectados entre 2005 – 2017, fuente IFOP.	216
	4.3.7. Fecundidad parcial	218
4.	4- OBJETIVO ESPECIFICO 4	223
	4.4.1. Palangre	223
	4.4.1.1 Análisis de sensibilidad.	224
	4.4.1.2. Análisis espacio-temporal	231
	4.4.2. Arrastre	246
	4.4.2.1. Determinación de intencionalidad de pesca	246
	4.4.2.2. Análisis espacio temporal congrio dorado para la flota arrastera en aguas de la perdemersal austral.	
	4.4.2.3. Análisis espacio temporal congrio dorado para la flota palangrera en aguas de la	
	pesqueria demersal austral	254
	4.4.2.4. Modelación de la captura por unidad de esfuezo para congrio dorado	
4.	5- SOBRE OFERTA	288
	4.5.1. Promedio de los contornos	
	4.5.2. Análisis Estadístico	
5	TALLERES	304
5.	DISCUSION DE RESULTADOS	306
6.	Delimitación de caladeros y operación	306
	Diseño de muestreo y geostadística	
6.	3. Capturas y rendimientos por región	308
6.	4. Distribución de tallas	310



6.5	5. Aspectos reproductivos	311
6.6	6. CPUE	316
6.7	7. Morfometría de Otolitos	318
7	CONCLUSIONES	320
8	REFERENCIAS	324
9.	ANEXOS	331



# **INDICE DE ANEXOS**

Anexo I. Organización de la Literatura33
Anexo II. Acta Reunión de Coordinación33
Anexo III. Talleres:
Anexo IV. 1. Taller Metodológico:
Anexo V. 2. Reuniones con pescadores artesanales de las regiones de estudio y Comité de Manejo: .35
Anexo VI. 3. Taller de difusión de resultados:
Anexo VII. POSICION DE LA CUADRICULA. Posición media de las cuadrículas (centroide) para ambo polígonos de interpolación, captura, anzuelos operativos y estimador de razón (CPUE_RAZ) d Crucero I, expresada como (ind/anz). Nan: cuadriculas no visitadas, ACHAO
Anexo VIII. Posición media de las cuadrículas (centroide) para ambos polígonos, captura, anzuelo operativos y estimador de razón (CPUE_RAZ) del Crucero II. Nan: cuadrículas no visitadas. ACHA
Anexo IX. Posición del centroide de las cuadrículas definidas al interior del polígono de interpolació captura, anzuelos operativos, y estimador de razón (CPUE_RAZ) del Crucero I. Nan: cuadrículas r visitadas, GALA
Anexo X. Posición media de las cuadrículas (centroide) definidas al interior del polígono de interpolación captura, anzuelos operativos y estimador de razón (CPUE_RAZ) del Crucero II. Nan: cuadrículas ruisitadas. GALA
Anexo XI. Posición media de las cuadrículas para ambos polígonos, captura, anzuelos operativos, estimador de razón (CPUE_RAZ) del Crucero I. Nan: cuadrículas no visitadas. CHARLES38
Anexo XII. Posición media de las cuadrículas definidas al interior del polígono de interpolación, captura anzuelos operativos y Estimador de razón (CPUE_RAZ) del Crucero I. Nan: cuadrículas no visitada CHARLES
Anexo XIII. Revisión Pesquería Atlántica
Anexo XIV. Asignación de Horas Hombre por Obietivo.



## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Características de los aparejos de pesca usados en las actividades de muestreo durante e estudio, según área de pesca
Tabla 2. Estadio de madurez de las gónadas por sexo en congrio dorado de acuerdo a la escala macroscópica de Aguayo et al. (2001) agrupadas en tres categorías
Tabla 3. Resumen estadístico descriptivo del número de ejemplares (n) y longitud total por sexo y localidad de muestreo. ds: Desviación estándar
Tabla 4. Resumen de la información analizada en la identificación a priori de áreas de pesca (caladeros) de congrio dorado en aguas interiores de la zona austral de Chile
Tabla 5. Carnadas utilizadas por los pescadores de la X región para la pesca del Congrio Dorado, desde una mirada histórica, desde hace 5 años, en la actualidad y una aproximación para los próximos 5 años (N=15).
Tabla 6. Carnadas utilizadas por los pescadores de la X región para la pesca del Congrio Dorado, desde una mirada histórica, desde hace 5 años, en la actualidad y una aproximación para los próximos 5 años (N=16).
Tabla 7. Carnadas utilizadas por los pescadores de la XII región para la pesca del Congrio Dorado, desde una mirada histórica, desde hace 5 años, en la actualidad y una aproximación para los próximos 5 años (N=3).
Tabla 8. Respuestas respecto a las zonas históricas planteadas a los encuestados de la X región 125
Tabla 9. Respuestas respecto a las zonas históricas planteadas a los encuestados de la XI región 127
Tabla 10. Respuestas respecto a las zonas históricas planteadas a los encuestados de la XII región129
Tabla 11. Numero de menciones de cada concepto/palabra identificado respecto a la pesquería del congrid dorado
Tabla 12. Resumen de operación por cada línea de pesca utilizada durante el crucero I de congrio dorado154
Tabla 13. Resumen de operación por cada línea de pesca utilizada durante el Crucero II de congrio dorado
Tabla 14. Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo de Crucero I, en la región de Los Lagos (Achao)
Tabla 15. Rendimientos de captura (ind*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero I, en la región de Los Lagos (Achao). Se muestra también e rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y el total de ejemplares capturados de cada especie



Tabla 16. Rendimientos de captura (ind*100anz*h-¹) por especie en las líneas viradas durante la activida del Crucero I, en la región de Los Lagos (Achao). Se muestra también el promedio simple y o
coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas15
Tabla 17. Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante el Crucero II, realizado en l         región de Los Lagos (Achao)
Tabla 18. Rendimientos de captura (ind*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durant el Crucero II, realizado en la región de Los Lagos. Se muestra también el rendimiento global estimad a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados
Tabla 19. Rendimientos de captura (ind*100anz*h-1) por especie en las líneas viradas durante el Crucer II, realizado en la región de Los Lagos. Se muestra también el rendimiento global estimado a partir de total de anzuelos virados y ejemplares capturados. Se muestra también el promedio simple y coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas
Tabla 20. Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo de Crucero I, en la región de Aysén (Gala)
Tabla 21. Rendimientos de captura (ind*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durant la actividad de muestreo del Crucero I, en la región de Aysén (GALA). Se muestra también e rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados
Tabla 22. Rendimientos de captura (ind*100anz*h-1) por especie en las líneas viradas durante la activida de muestreo del Crucero I, en la región de Aysén (Gala). Se muestra también el promedio simple y coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas
Tabla 23. Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo de Crucero II, en la región de Aysén
Tabla 24. Rendimientos de captura (ind*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durant la actividad de muestreo del Crucero II, en la región de Aysén, Gala. Se muestra también e rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados
Tabla 25. Rendimientos de captura (ind*100anz*h-¹) por especie en las líneas viradas durante el Crucer II, en la región de Aysén. Se muestra también el promedio simple y el coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas
Tabla 26. Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo de Crucero I, realizada en la Región de Magallanes (Charles)
Tabla 27. Rendimientos de captura (ind*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durant la actividad de muestreo del Crucero I, realizada en la Región de Magallanes, (Charles). Se muestr también el rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados



Tabla 28. Rendimientos de captura (ind*100anz*h-¹) por especie en las líneas viradas durante la acide muestreo del Crucero I, realizada en la región de Magallanes (Charles). Se muestra tam promedio simple y el coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas ca	bién el aladas.
Tabla 29. Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestro Crucero II, en la región de Magallanes	reo del
Tabla 30. Rendimientos de captura (ind*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas de la actividad de muestreo del Crucero II, en la región de Magallanes. Se muestra también el rendiglobal estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados	miento
Tabla 31. Rendimientos de captura (ind*100 anz*h-1) por especie en las líneas viradas durante la acide muestreo en el Crucero II, en la región de Magallanes. Se muestra también el promedio si el coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas	imple y
Tabla 32. Captura en peso y rendimiento de pesca estandarizados (g*anz-1 y g*(anz*hr)-1) para ca de las líneas de pesca viradas durante el primer crucero.	
Tabla 33. Captura en peso y rendimiento de pesca estandarizados (g*anz-1 y g*(anz*hr)-1) para cade las líneas de pesca viradas durante el Crucero II. En la región de Magallanes sólo se opecinco líneas en el Crucero II.	eró con
Tabla 34. Parámetros del variograma, Error Medio Cuadrático, tipo de variograma, modelo y promed los datos predichos y del kriging al interior de la grilla de interpolación para el Polígono_01 en la de Achao. NAV: No hay Ajuste en los Variogramas	a zona
Tabla 35. Parámetros del variograma, Error Medio Cuadrático, tipo de variograma, modelo y promed los datos predichos y del kriging al interior de la grilla de interpolación para el Polígono_01 en la de Achao. NAV: No hay Ajuste en los Variogramas	a zona
Tabla 36. Parámetros del variograma, Error Medio Cuadrático, tipo de variograma, modelo y promedos datos predichos y del kriging al interior de la grilla de interpolación para el Polígono_01 en la de Achao. NAV: No hay Ajuste en los Variogramas	a zona
Tabla 37. Parámetros del variograma, Error Medio Cuadrático, tipo de variograma, modelo y promedos datos predichos y del kriging al interior de la grilla de interpolación para el Polígono_01 en la de Achao. NAV: No hay Ajuste en los Variogramas	a zona
Tabla 38. Estimaciones de CPUE (ind/anz) or localidad (Gala y Achao) y crucero. Lim inf/sup indicintervalos de credibilidad del 95%.	
Tabla 39. Tallas promedio (cm) y número de ejemplares medidos (N) de congrio dorado en los cruo y 2 (C1 y C2) por Zona.	
Tabla 40. Tallas promedio (cm) y número de ejemplares medidos (N) por especie de fauna acomp en los Cruceros I v II (C1 v C2), por Zona.	añante 189



Tabla 42. Coeficientes de relaciones talla-peso de congrio dorado, por Zona y Crucero
Tabla 44. Nivel de concordancia por sexo en la asignación de madurez sexual entre la macroscopía e histología con el coeficiente de kappa (κ). Los valores entre paréntesis corresponden el intervalo de confianza al 95%. El valor P de κ prueba la hipótesis nula de que el nivel de concordancia es igua que el aleatorio.
Tabla 45. Resumen de la relación lineal en escala log entre el peso eviscerado y peso gonadal agrupadas por estadio de madurez. $\alpha$ = intercepto; $\beta$ = pendiente; e.e. = error estándar; g.l. = grado de libertador $r^2$ = coeficiente de determinación. El valor P (H <sub>0</sub> : $\beta$ =0) prueba la hipótesis nula de que $\beta$ es igual a cero; El valor P (H <sub>0</sub> : $\beta$ =1) prueba la hipótesis de isometría. Los números entre paréntesis corresponden a los estadios de la escala de madurez.
Tabla 46. Significancia de los coeficientes de cada predictor del modelo seleccionado, datos 2018, fuente CAPES. S.C.E., suma cuadrado del error; g.l., grado de libertad; F, estadístico de Fisher211
<ul> <li>Tabla 47. Parámetros de la ojiva de madurez estimada por métodos, datos 2018, fuente CAPES. β<sub>1</sub>, intercepto; β<sub>2</sub>, pendiente; e.e., error estándar; HL, r², coeficiente de determinación; g.l., grado de libertad; HL, estadístico de Hosmer-Lemeshow para la bondad de ajuste; LT<sub>50</sub>, longitud total en el 50% de madurez; I.C. 95%, intervalo de confianza al 95%.</li> </ul>
Tabla 48. Parámetros de la ojiva de madurez estimada por métodos, datos 2005-2017 fuente IFOP. β <sub>1</sub> , intercepto; β <sub>2</sub> , pendiente; e.e., error estándar; HL, r², coeficiente de determinación; g.l., grado de libertad; <i>HL</i> , estadístico de Hosmer-Lemeshow para la bondad de ajuste; <i>LT</i> <sub>50</sub> , longitud total en el 50% de madurez; I.C. 95%, intervalo de confianza al 95%
Tabla 49. Parámetros de la relación entre la fecundidad parcial y tamaño corporal, fuente CAPES. α intercepto; β, pendiente; e.e., error estándar; g.l., grado de libertad
Tabla 50. Relación de ocurrencia entre latitud y años con captura de congrio dorado en la pesquería demersal austral
Tabla 51. Promedio de Capturas (en miles de toneladas) entre latitud y años de congrio dorado en la pesquería demersal austral
Tabla 52. Relación de ocurrencia entre latitud y años con captura de congrio dorado en la pesquería demersal austral
Tabla 53. Promedio de capturas entre latitud y años de congrio dorado en la pesquería demersal austral.
Tabla 54. Desempeño en la predicción de la CPUE flota palangrera en la zona norte, se incluye grados de libertad (df) y criterio de información de Akaike (AIC)279



Tabla 55. Desempeño en la predicción o	de la CPUE flota palangrera e	en la zona sur, se incluye grados d
libertad (df) y criterio de información	ı de Akaike (AIC)	284
Tabla 56. Comparación de la forma de lo de Chile	·	<b>G</b>
Tabla 57. Comparación de la forma de lo	os otolitos entre las muestras	de congrio dorado en Achao y Gala
		302



# **INDICE DE FIGURAS**

en el proyecto FIPA 2017-46.	
Figura 2. Espinel horizontal de fondo usado en la región de Aysén para la captura de congrio dorado en proyecto FIPA 2017-46.	
Figura 3. Espinel horizontal de fondo usado en la región de Magallanes para la captura de congrio dora en el proyecto FIPA 2017-46.	
Figura 4. Diagrama de flujo resumen desarrollado a partir del Protocolo de Muestreo para Congrio dorac	
Figura 5. Corte transversal de un ovario de congrio dorado. a) CO, cresta ovárica que contiene vari lamelas ovígeras; NFC, núcleo fibro-conjuntivo; LU, lúmen; T, túnica; IN, invaginación; LO, lóbulo. una lamela ovígera (círculo negro) que contiene en su interior ovocitos de diferente estado desarrollo. c) Corte histológico de una lamela ovígera.	b) de
Figura 6. Esquema ilustrativo del sistema de tamices con mallas de abertura de diferentes tamaños micras para separar los ovocitos de diferentes diámetros.	
Figura 7. Esquema del análisis de datos usado para filtrar intencionalidad de pesca en la pesque palangrera de congrio dorado	
Figura 8. Composición de talla de los ejemplares por sexo seleccionados para el análisis morfométrico o otolito con ShapeR por localidad y periodo del crucero de investigación.	
Figura 9. Cara externa de un otolito sagital izquierdo de congrio dorado, a) imagen original y b) imag procesada con ShapeR con el contorno modelado en línea roja	
Figura 10. Lances de pesca dirigidos al recurso congrio dorado (A) y sus respectivos rendimientos pesca (g/anz, B) en la flota de botes que opera en aguas interiores de la X Región. Periodo 201 2016. Fuente IFOP, 2017.	13-
Figura 11. Lances de pesca dirigidos al recurso congrio dorado (A) y sus respectivos rendimientos pesca (g/anz, B) en la flota de botes que opera en aguas interiores de la XI Región. Periodo 201 2016. Fuente IFOP, 2017.	13-
Figura 12. Lances de pesca dirigidos al recurso congrio dorado (A) y sus respectivos rendimientos pesca (g/anz, B) en la flota de botes que opera en aguas interiores de la XII Región. Periodo 201 2016. Fuente IFOP, 2017.	13-
Figura 13. Zonas de pesca con mayor abundancia de congrio dorado en la X región. Las zonas coloread indican el cruce de las respuestas de los entrevistados. Mientras más oscuro el color mayor núme de menciones. N = 15. Cada encuestado podía seleccionar más de una cuadrícula como zonas alta abundancia	ero de



)	X región N = 15, XI región N = 16, XII región N = 3. La línea sobre la barra indica la desviación estándar 134
	desviación estándar134 ra 24. Comparación entre regiones respecto a la asociación de la pesquería del congrio con la de raya
ŗ	ra 23. Comparación entre regiones respecto a la percepción del grado de definición de zonas de pesca por región. X región N = 15, XI región N = 16, XII región N = 3. La línea sobre la barra indica la
-	ra 22. Importancia relativa por número de menciones respecto a la pesquería del congrio dorado. (e ramaño de las palabras es proporcional al número de menciones)131
	ra 21. Zonas de pesca históricas para la XII región según lances de pesca de IFOP registrados en e periodo 2011-2016130
•	ra 20. Zonas de pesca históricas para la XI región según lances de pesca de IFOP registrados en e periodo 2011-2016128
-	ra 19. Zonas de pesca históricas para la X región según lances de pesca de IFOP registrados en e periodo 2011-2016125
l (	ra 18. Zonas de pesca visitadas con mayor frecuencia para la pesca de congrio dorado en la XII región Las zonas coloreadas indican el cruce de las respuestas de los entrevistados, Como no existe una con mayor número de menciones, la intensidad no varía. N = 3. (El asterisco) * Indica zonas de pesca mencionadas como visitadas frecuentemente por los pescadores pero que se encuentran fuera de área geográfica delimitada para el ejercicio.
i r c	ra 17. Zonas de pesca con mayor abundancia de congrio dorado en la XII región. Las zonas coloreadas ndican el cruce de las respuestas de los entrevistados. Todas tuvieron el mismo número de menciones por lo que no existe diferencia en la intensidad del color N = 3. (El asterisco) * Indica zonas de pesca mencionadas como abundantes por los pescadores pero que se encuentran fuera del área geográfica delimitada para el ejercicio, Sin embargo, Bahía Nassau e Isla Carmona logran aparecei fuera de la grilla.
l e	ra 16. Zonas de pesca con mayor frecuencia de visitas de pesca de congrio dorado en la XI región Las zonas coloreadas indican el cruce de las respuestas de los entrevistados donde a mayor oscuridad en el color, mayor número de menciones. N = 16. La leyenda indica orden de menciones de mayor número de menciones a menor número
i	ra 15. Zonas de pesca con mayor abundancia de congrio dorado en la XI región. Las zonascoloreadas ndican el cruce de las respuestas de los entrevistados. Mientras más oscuro el color mayor número de menciones. N = 16
C	Las zonas coloreadas indican el cruce de las respuestas de los entrevistados. Mientras más oscuro e color mayor número de menciones. N = 15. La leyenda indica orden de menciones de mayor numero de menciones a menor numero
Figur	ra 14. Zonas de pesca con mayor frecuencia de visitas de pesca de congrio dorado en la X región



Figura 25. Percepción de los pescadores respecto a la pesca ilegal de congrio dorado por región. X región N = 15, XI región N = 16, XII región N = 3. La línea sobre la barra indica la desviación estándar135
Figura 26. Percepción de los pescadores respecto a los factores que inciden en la toma de decisión respecto a las zonas de pesca. En la leyenda, cada letra representa uno de los factores. A) distancia a la zona de pesca, B) Comunicación con otros pescadores, C) Certeza de captura, D) Intuición y E Condiciones del mar. N= 34.
Figura 27. Incidencia del poder comprador respecto a la toma de decisión de los pescadores respecto a la zona de pesca. La leyenda indica porcentajes de 0% a 100% en sentido horario, los porcentajes sin frecuencia no se observan en el gráfico, sin embargo, se añaden sus marcadores
Figura 28. Zonas de reproducción de congrio dorado en la X región según conocimiento ecológico local de los pescadores. Los números no indican orden ni relevancia
Figura 29. Zonas de reproducción de congrio dorado en la XI región según conocimiento ecológico loca de los pescadores. Los números no indican orden ni relevancia
Figura 30. Zonas de reproducción de congrio dorado en la XII región según conocimiento ecológico loca de los pescadores. Los números no indican orden ni relevancia140
Figura 31. Línea de tiempo de la pesquería de congrio dorado para la X y XI región de Chile basada en las encuestas aplicadas.
Figura 32. Zona de pesca "Achao" (en rojo) en la región de Los Lagos y caladeros de congrio dorado identificados (en celeste: mediante georreferenciación in situ)
Figura 33. Zona de pesca "Gala" (en rojo) en la región de Aysén, y caladeros de congrio dorado identificados (en celeste: mediante georreferenciación in situ)
Figura 34. Localización (en rojo) de las principales zonas de pesca de congrio dorado en la Región de Magallanes. 1: Punta Guairabo-Río Amarillo, 2: Punta Gente-Bahía Porvenir, 3: Seno Magdalena, 4 Bahía Cook, 5: Islas Charles, 6: Seno Otway - SW Isla Vivian, 7: Canal Wakefield, 8: Sur Isla Anderson 9: Sur Isla Tamar. Se indica en azul ubicación de caladeros específicos de congrio dorado
Figura 35. Localización de caladeros de congrio dorado en el área de pesca de Islas Charles, en la Región de Magallanes
Figura 36. Localización de las líneas viradas (en rojo: crucero I, en amarillo: crucero II), zona "Achao". Se indican zona de pesca (línea roja), los dos polígonos (achurados) delimitados en su interior y la escala correspondiente la estimación de profundidad (m)
Figura 37. Localización de las líneas viradas (en rojo: crucero I, en amarillo: crucero II), zona "Gala". Se indican los límites de la zona de pesca (línea roja), el polígono (achurado) delimitado en su interior y la escala correspondiente la estimación de profundidad (m)



Figura 38. Localización de las líneas viradas viradas (en rojo: crucero I, en amarillo: crucero II), zona "Charles". Se indican los límites de la zona de pesca (línea roja) y el polígono (achurado) delimitado
Figura 39. Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante la actividad de muestreo de Crucero I, realizada en la región de Los Lagos, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind*100 anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind*100 anz*h-1)
Figura 40. Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante la actividad de muestreo de Crucero II, realizada en la región de Los Lagos, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind*100 anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind*100 anz*h-1)
Figura 41. Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante la actividad de muestreo de Crucero I, realizada en la región de Aysén, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind*100 anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind*100anz*h-1)
Figura 42. Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante el Crucero II, realizada en la región de Aysén, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind*100 anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind*100 anz*h-1)
Figura 43. Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante la actividad de muestreo de Crucero I, realizada en la región de Magallanes, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind*100 anz-1) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind*100 anz*h-1)
Figura 44. Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante el Cucero II, realizada en la región de Magallanes, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind*100anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de repose (ind*100anz*h-1)
Figura 45. Estructuras de tallas de congrio dorado, por crucero y zona
Figura 46. Estructuras de tallas brótula, pintarroja y merluza austral, capturadas como fauna acompañante de congrio dorado, por crucero y zona19
Figura 47. Gráficos de dispersión y curva ajustada para relaciones talla-peso de congrio dorado por zona y crucero
Figura 48. Gráficos de dispersión y curva ajustada para relaciones talla-peso de congrio dorado por zona y crucero y sexo (anaranjado = machos; azul=hembras)198



Figura 49. de la longitud total de las hembras por localidad de muestreo. Datos colectados durante octubre noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46. Línea horizontal del boxbplot corresponde la mediana Asterisco corresponde la media.
Figura 50. Estados de madurez de los ovarios en ejemplares hembra de congrio dorado de los fiordos de la zona austral de Chile. Punta de flecha: lóbulos ováricos; cf: célula folicular; cg: células somáticas de la granulosa; ct: células somáticas de la teca; e: epitelio de revestimiento; fa: folículo atrésico; fpo folículo postovulatorio; np: nucléolo principal; ns: nucléolos secundarios; ohf: ovocito hidratado final ohi: ovocito hidratado inicial; opvb: ovocitos previtelogénicos basófilos; opvr: ovocitos previtelogénicos de reserva; opvv: ovocitos previtelogénicos vesiculosos; ovm: ovocito vitelogénico o vitelado maduro tc: tejido conjuntivo; vg: vesícula germinal; vlc: vesículas lipídicas corticales; vlp: vesículas lipídicas perinucleares; zr: zona radiada. (A, D, G, J, M, N, Q, T; barra de escala = 400 μm). (B, E, H, K, O, R U; barra de escala = 200 μm). (C, F, I, L, S, V; barra de escala = 50 μm)
Figura 51. Estados de madurez de los testículos en machos de congrio dorado de los fiordos de la zona austral de Chile. Asterisco: región central o medular; cab: compartimiento adbasal; cal: compartimiento adluminal; ced: cisto de espermátidas; ceg: cisto de espermatogonia; ces/d: cistos de espermatocitos/espermátidas; ci: compartimiento intersticial; eg: espermatogonia; ez espermatozoides; T: testículo; ts: túbulo seminífero; tsll: túbulo seminífero lleno; tsv: túbulo seminífero vacío; vs: Vaso sanguíneo. (A, D, G, J, M, C, F, I, L, O; barra de escala = 200 μm). (B, E, H, K, N barra de escala = 50 μm).
Figura 52. Frecuencia relativa de los estadios de madurez sexual asignados con histología por sexo y localidad de muestreo. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017 46. n sobre cada barra corresponde al número de ejemplares analizados
Figura 53. Comparación de la madurez ovárica agrupada entre macroscopía e histología por sexo y localidad de muestreo. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017 46. n sobre cada barra corresponde al número de ejemplares analizados
Figura 54. Cambios de los valores de indicadores biológicos (IGS, IHS y K) en relación al estadio de desarrollo gonadal de las hembras de congrio dorado. La línea vertical corresponde el error estándar Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46
Figura 55. Indice gonadosomático (a) y proporción de hembras maduras activa (b) modelada con el GAM Los números corresponde la longitud total de las hembras de congrio dorado. El área en rojo claro indica el período apropiado para estimar la ojiva de madurez. Datos de IFOP colectados entre 2005 2017.
Figura 56. Probabilidad estimada del modelo logístico simple para clasificar la categoría de madurez sexua de una hembra basada en el índice gonadosomático (IGS). La línea discontinúa indica el valor de corte del IGS <sub>cut-off</sub> estimado que corresponde la intersección entre la curva inmadura y madura-activa Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46



Figura 57. Ojiva de madurez estimada por sexo y método en congrio dorado. La línea discontinúa indie el valor de <i>LT</i> <sub>50</sub> estimado. Datos de octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46
Figura 58. Ojiva de madurez estimada para cada método y zona de la pesquería artesanal de congradorado en aguas interiores. La línea discontinúa indica el valor de $LT_{50}$ estimado. Datos acumulad del periodo Julio-Noviembre desde 2006-2017, colectados por observadores científicos de IFOP. 20
Figura 59. Composición de tamaño de los ovocitos de hembras en diferentes estadios de madurez sexul. La 1ra (anaranjado), 2da (rojo) y 3ra (azul) moda corresponde a ovocitos en vitelogénesis, maduros hidratados, respectivamente. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIF 2017-46.
Figura 60. Fecundidad parcial estimada por la longitud total y peso (eviscerado y corporal) de la hembre El área gris corresponde el intervalo de confianza del 95%. Datos colectados durante octubre noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46
Figura 61. Fecundidad relativa estimada por la longitud total y peso eviscerado. El área azul corresponde la intervalo de confianza del 95%. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyectiva propositiva del 2017-46.
Figura 62. Relación entre el diámetro del ovocito y tamaño de la hembra. El área azul corresponde intervalo de confianza del 95%. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIF 2017-46.
Figura 63. Comparación de la relación transformada en log entre la fecundidad parcial y longitud to estimada por dos fuentes de estudios. El área azul y roja corresponde el intervalo de confianza o 95%.
Figura 64. Mapa correspondiente a los lances con congrio dorado en las capturas históricas de la pequer de palangre.
Figura 65. Análisis de sensibilidad para las tácticas de pesca considerando los años agrupados (juntos) variable entre años (separado)
Figura 66. Proporción de especies presentes al 95% de la captura en la pesquería palangrera de congredorado zona norte PDA (X2 Merluza austral, X5 Brótula, X6 congrio dorado, X56 rayas)
Figura 67. Proporción de especies presentes al 95% de la captura en la pesquería palangrera de congredorado zona norte PDA (X2 Merluza austral, X5 Brótula, X6 congrio dorado, X4 merluza de cola) 23
Figura 68. Cambio del número de tácticas de pesca a través de los años para la CPUE considerada con objetivo
Figura 69. Proporción de lances con y sin observadores científicos por año. Pesquería de palangre no PDA, las líneas verticales corresponden a la desviación estándar
Figura 70. Proporción de lances con y sin observadores científicos por año. Pesquería de palangre s PDA, las líneas verticales corresponden a la desviación estándar



Figura 71. Comparación de los rendimientos nominales para congrio dorado cuando existe o no observador científico a bordo
Figura 72. Series temporales de CPUE objetivo (CPUE.ob), bycatch (CPUE.by) y total (CPUE.tot) resultantes del modelo seleccionado (intensión adaptiva entre años)
Figura 73. Frecuencia temporal de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería demersal austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables año y mes; y ajuste de tendencia para las variables temporales en estudio.
Figura 74. Frecuencia espacial de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería demersal austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables latitud y profundidad; y un ajuste de tendencia para las variables en estudio
Figura 75. Capturas por latitud en la zona norte de la PDA en la serie histórica237
Figura 76. Capturas por latitud en la zona sur de la PDA en la serie histórica
Figura 77. Lances de pesca (círculos amarillos) en la zona alrededor a la Isla Guamblin
Figura 78. Lances de pesca (círculos rojos) en la zona sobre la Península de Taitao239
Figura 79. Lances de pesca (círculos azules) en la sur de la PDA, zona Golfo de Penas239
Figura 80. Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona norte de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado
Figura 81. Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona sur de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado.
Figura 82. Modelación (GAM) de Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la PDA245
Figura 83. Composición de captura (especies) para cada clúster que identifica la táctica de pesca en la flota de arrastre de la zona norte de la pesquería demersal austral247
Figura 84. Composición de captura (especies) para cada clúster que identifica la táctica de pesca en la flota de arrastre de la zona sur de la pesquería demersal austral
Figura 85. Frecuencia temporal de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería arrastrera demersal austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables año y mes (líneas verticales corresponde a la desviación estándar); y ajuste de tendencia para las variables temporales en estudio
Figura 86. Frecuencia espacial (izquierda) de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería arrastrera demersal austral y un ajuste de tendencia (derecha) para las variables en estudio251
Figura 87. Frecuencia temporal de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería arrastrera demersal austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables año y mes (líneas verticales corresponde a la desviación estándar); y ajuste de tendencia para las variables temporales en estudio



Figura 88. Frecuencia espacial (izquierda) de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquer
arrastrera demersal austral y un ajuste de tendencia (derecha) para las variables en estudio25
Figura 89. Frecuencia temporal de los lances de pesca con congrio dorado en la pesqueria demers
austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables año y mes; y ajuste c
tendencia para las variables temporales en estudio
Figura 90. Frecuencia espacial (izquierda) de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquer
demersal austral y un ajuste de tendencia (derecha) para las variables en estudio25
Figura 91. Capturas por latitud en la zona norte de la PDA en la serie histórica 1988-201726
Figura 92. Capturas por latitud en la zona sur de la PDA en la serie histórica 1988-201726
Figura 93. Lances de pesca (círculos amarillos) en la zona alrededor a la Isla Guamblin
Figura 94. Lances de pesca (círculos rojos) en la zona sobre la Península de Taitao
Figura 95. Lances de pesca (círculos azules) en la sur de la PDA, zona Golfo de penas26
Figura 96. Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona norte de la PDA por año, para lance
con capturas de congrio dorado
Figura 97. Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona sur de la PDA por año, para lances co
capturas de congrio dorado26
Figura 98. Modelación (GAM) de Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la PDA26
Figura 99. Diferencias en la estimación bajo dos distribuciones que permiten modelar el error de la variab
CPUE, para información de la flota de arrastre de la zona norte27
Figura 100. Índice de abundancia (relativo) flota arrastrera zona norte, periodo 1978-201727
Figura 101. Diferencias en la estimación bajo dos distribuciones que permiten modelar el error de
variable CPUE, para información de la flota de arrastre de la zona sur27
Figura 102. Índice de abundancia (relativo) flota arrastrera zona sur, periodo 1979-201727
Figura 103. Índice estandarizado abundancia (relativo) por zona flota arrastrera, periodo 1978-201727
Figura 104. Rendimientos nominales por zona de pesca de congrio dorado, donde se incluyen si el land
es considerado como Objetivo, como fauna acompañante (Bycatch) o sin información o
intencionalidad (Total)27
Figura 105. Diferencias en la estimación bajo dos distribuciones que permiten modelar el error de
variable CPUE, para información de la flota de palangre de la zona norte27
Figura 106. Efectos parciales del ajuste de la CPUE mediante la utilización de un modelo aditiv
generalizado28
Figura 107. Índice de abundancia (relativo) flota palangrera zona norte, periodo 1988-201728
variable CPUE, para información de la flota de palangre de la zona norte



variable CPUE, para información de la flota de palangre de la zona sur283
Figura 109. Efectos parciales del ajuste de la CPUE mediante la utilización de un modelo aditivo generalizado
Figura 110. Índice de abundancia (relativo) flota palangrera zona sur, periodo 1988-2017287
Figura 111. Forma media de los otolitos basada en la reconstrucción Wavelet para las poblaciones de Achao (AC_2, n = 72), Gala (GA_2, n = 104) e Islas Charles (PA_2, n = 23). Los números representar ángulos en grados (°) según las coordenadas polares (ver Figura 6). El centroide del otolito (centro de la cruz) es el centro de las coordenadas polares
Figura 112. Forma media de los otolitos basada en Fourier elíptico normalizado para las poblaciones de Achao (AC_2, n = 72), Gala (GA_2, n = 104) e Islas Charles (PA_2, n = 23). Los números representar ángulos en grados (°) según las coordenadas polares (ver Fig. 8). El centroide del otolito (centro de la cruz) es el centro de las coordenadas polares
Figura 113. Calidad de los niveles de Wavelets y coeficientes o armónicos de Fourier, respectivamente Las líneas verticales rojas muestran el nivel de Wavelet y el número de armónicos de Fourier necesario para una precisión del 98,5% de la reconstrucción
Figura 114. Promedios de los contornos usando Wavelets y gráficos de los coeficientes de Wavelets y armónicos de Fourier para las poblaciones AC_1, GA_1, PA_1, AC, GA y PA, en la primera y segunda columna, respectivamente
Figura 115. Media y desviación estándar (SD) de los coeficientes de Wavelet para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC_2, GA_2 y PA_2
Figura 116. Media y desviación estándar (SD) de los coeficientes de Wavelet para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC_1, GA_1 y PA_1295
Figura 117. Media y desviación estándar (DS) de los coeficientes de Wavelet para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC, GA y PA.
Figura 118. Comparación de la media y desviación estándar (SD) de los coeficientes de Wavelet y armónicos de Fourier para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC_2, GA_2 y PA_2296
Figura 119. Comparación de la media y desviación estándar (DS) de los coeficientes de Wavelet y armónicos de Fourier para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC, GA y PA



Figura 120. Variación o diferencias en la forma de otolitos de las muestras de las tres poblaciones o congrio dorado usando CAP con los coeficientes de Wavelets para AC_2, GA_2 y PA_229
Figura 121. Comparación de la variación o diferencias en la forma de otolitos de las muestras de las trespectivamente, para AC_2, GA_2 y PA_2
Figura 122. Comparación de la variación o diferencias en la forma de otolitos de las muestras de las trespectivamente, para AC_1, GA_1 y PA_1
Figura 123. Comparación de la variación o diferencias en la forma de otolitos de las muestras de las tre poblaciones de congrio dorado usando CAP con los coeficientes de Wavelets y Fourier respectivamente, para AC, GA y PA.
Figura 124. Ubicación de los lances de monitoreo a la izquierda proyecto actual y a la derecha desarrollado por Quiroz et al., 2012
Figura 125. Comparación de la relación entre la fecundidad parcial y longitud total estimada para distinta especies demersales. FT, fecundidad total; FP, fecundidad parcial. Congrio dorado-ext, agua exteriores (Chong, 1993); congrio dorado-int, aguas interiores (Este estudio); merluza común (Lillo al., 2014); merluza de cola (Saavedra et al., 2015); merluza de tres aletas (Saavedra et al., 2016).



### **RESUMEN EJECUTIVO**

Este reporte muestra los resultados relacionados con dos cruceros de investigación para la determinación de un indicador de abundancia para congrio dorado (Genypterus blacodes) en aguas interiores de X, XI y XII regiones. El primero objetivo dice relación con la identificación de las zonas que se llevó a cabo en tres etapas. Primero, se recolecta información histórica proveniente del seguimiento de la pesquería y proyectos FIPA disponibles con pesca georeferenciada de congrio dorado. Segundo, a partir de esta información se construyen encuestas dirigidas a pescadores. Tercero, se delimitan caladeros específicos con la ayuda de capitales de pesca y verificación en terreno. Posteriormente, se plantea el diseño de muestreo en cada una de las regiones, mediante un protocolo de trabajo estandarizado. Se utiliza información georeferenciada proveniente del programa de seguimiento desde el instituto de fomento pesquero entre los años 2013 y 2016. Se encuestaron un total de 34 pescadores artesanales de congrio dorado en las tres regiones. Los resultados de las encuestas muestran las macrozonas de pesca históricas de congrio dorado, como también otros aspectos relacionados con el tipo de carnada, operación de pesca y caracterización socioeconómica. El trabajo con capitanes de pesca en cada una de las regiones nos permitió delimitar zonas específicas y caladeros de pesca.

Se realizaron dos cruceros de investigación en cada una de las regiones usando como arte de pesca el espinel horizontal de fondo. El muestreo fue realizado acorde a un protocolo establecido que tenia mediciones estandarizadas de numero de anzuelos por panhos calados, tiempos de reposo, tipo de carnada. Para cada uno de los lances se registran las características operaciones del lance, como también la posición y profundidad del inicio y fin de calado. A cada uno de los anzuelos calados se le registra su posición en la línea de muestreo y la especie capturada. Para la especie objetivo, congrio dorado, se toma una muestra de hasta 100 individuos por línea calada y se les registra la talla, peso, se extraen otolitos, sexo en ambos cruceros y gonadas solamente durante el segundo crucero (época reproductiva). Tambien se registran hasta un máximo de 25 ejemplares por especies (principales) de fauna acompanhante y se les hace medición de tallas.

En la X región, zona de pesca de Achao se indicaron 24 caladeros posibles a ser visitados. En la XI zona de pesca de isla Gala se indica un total de 37 caladeros, mientras que en la XII región zona de Islas Charles se identificaron un total de 14 caladeros. En cada una de las regiones de selecciona un total de 12 caladeros a ser visitados durante los cruceros de pesca, los cuales se



desarrollaron entre mayo y julio para la primera etapa y entre octubre y noviembre 2018 en la segunda.

En la zona de Achao, el primer crucero fue realizado entre el 20 de mayo y el 3 de junio de 2018 se caló un total de 12 líneas de pesca correspondiendo a un total de 7.734 anzuelos. El segundo crucero fue realizado entre el 29 de octubre y el 15 de noviembre de 2018, en el cual se caló un total de 12 líneas de pesca, con un total de 5.879 anzuelos. Las capturas de congrio dorado por línea, registradas en ambos cruceros oscilaron entre 3 y 49 ejemplares, y entre 3 y 86 ejemplares para el primer y segundo crucero, respectivamente. Las principales especies de fauna acompañante fueron el tiburón pintarroja y la brótula, en ambos cruceros.

En la zona de isla Gala el primer crucero, realizado entre el 2 de junio y el 16 de julio de 2018, se caló un total de 12 líneas de pesca correspondiendo a 3.600 anzuelos. El segundo crucero en esta región se realizó entre el 31 de octubre y el 7 de noviembre de 2018, bajo condiciones meteorológicas algo más favorables. Las capturas registradas para Gala fueron de 66 y 236 ejemplares en total, para el primer y segundo crucero, respectivamente. Las principales especies de fauna acompañante fueron, brótula y cabrilla española en el primer crucero y raya volantín y tollo negro en el segundo.

En la zona de islas Charles se calaron 12 líneas de pesca entre el 25 de junio y el 2 de julio de 2018 correspondiente a un total de 3.579 anzuelos. Durante el segundo crucero, se calaron un total de 3.900 anzuelos. En esta región fue compleja la operación ya que se sucedieron problemas con las condiciones meteorológicas, enredos y pérdida de material, lo que interfirió con el normal desarrollo de las actividades que fueron planificadas de manera previa a cada crucero. Las capturas registradas para esta zona fueron bajas, 12 y 24 ejemplares en total, para el primer y segundo crucero, respectivamente. Las principales especies de fauna acompañante fueron, en ambos cruceros brótula y merluza austral, superando en número en ambos cruceros a la especie objetivo, observándose una baja eficiencia de captura de la especie objetivo.

Las tallas registradas durante ambos cruceros evidencian un gradiente latitudinal, siendo los ejemplares más grandes capturados los de CHARLES con una talla media para el sector de 95,6 cm, mientras que en GALA y ACHAO la talla media por zona fue de 90,4 y 65,9 cm, respectivamente.



Para la zona Achao y Gala se hacen estimaciones de densidad usando el método de estimador de razón, por geoestadística y otro por inferencia Bayesiana. Mientras que para la zona Isla Charles y dado el bajo número de muestras obtenidas solo fue posible la aplicación del estimador de razón. Los resultados indican que esta especie presenta una baja correlación en el espacio lo que hace al método de razón un mejor estimador.

Durante el segundo crucero se colectan muestras para estudios reproductivos. Los análisis histológicos revelaron que el 63% de las hembras de congrio dorado de aguas interiores fueron maduras. Por localidad, el 84% de aquellas colectadas en Gala fueron maduras, mientras que más del 66% y 90% de las hembras colectadas en Achao e Islas Charles fueron inmaduras, respectivamente. Los estadios de madurez sexual macroscópicos asignados por personal en terreno tuvieron un nivel de concordancia con la histología. La talla al 50% de madurez (*LT*<sub>50</sub>) estimada para las hembras por histología fue de 84,8 cm (I.C. 95%: 81,8 – 87,5 cm). Se observan diferencias significativas de las ojivas entre regiones, corroborando hipótesis anteriores en esta especie respecto de diferencias en rasgos poblacionales en la latitud indicando que hembras colectadas en la X-XI regiones maduran a una talla más pequeña en comparación de la estimada para XII Región. En los machos, la ojiva de madurez fue posible ser ajustada solo para las muestras colectadas en la X-XI Regiones. La prueba de Wald indicó que la ojiva varió significativamente entre sexos (valor P<0,05). La fecundidad relativa fue estimada en 15 ovocitos/g. peso corporal.

El último objetivo de este proyecto propone metodología para la asignación de intencionalidad de pesca utilizando la base de datos histórica de la pesquería industrial de palangre y arrastre. Esta metodología comprende la identificación de la una táctica de pesca usando análisis multivariado de la composición de captura completa de cada lance. Se le entrega mayor énfasis a la pesquería palangrera, debido a que actualmente la serie de arrastre CPUE no es usada con fines de un índice de abundancia. Se efectuaron diferentes pruebas de sensibilidad al método, principalmente referidas a la variabilidad de la táctica de pesca entre años, así como también la importancia que podría tener la presencia o no de un observador científico en la determinación de composición de captura. Se realizó además un análisis espacial tendiente a la delimitación de caladeros históricos en la pesquería de palangre. Los resultados indican que la técnica de análisis multivariado para la estandarización de esfuerzo es apropiada para la determinación de intencionalidad de pesca en palangre, pero toma menos relevancia en la pesquería de arrastre.



Como sobre oferta en este proyecto se colectan otolitos durante los dos cruceros y localidades a los cuales se le realizan análisis de morfometría con el fin de determinar diferencias poblacionales en las tres zonas estudiadas mediante técnicas de modelación de contorno. Los resultados de este método indican que las tres zonas muestreadas presentan diferencias significativas en la forma del otolito, lo que estaría indicando diferencias poblaciones. Las diferencias entre Achao y Gala, aunque significativas son mínimas. Sin embargo, para la zona de Islas Charles presentan grandes diferencias en la forma modelada del otolito respecto de Achao y Gala. Estos resultados añaden una pieza más de información a la hipótesis poblacional de esta especie, donde los rasgos de historia de vida varían latitudinalmente.

Las principales conclusiones respecto a la construcción de un índice de abundancia indican que la combinación de información histórica referenciada disponible desde IFOP, con encuestas dirigidas y el trabajo con capitanes de pesca hizo posible la delimitación de caladeros históricos en cada una de las regiones estudiadas. Se indica que las áreas susceptibles a prospectar deben cumplir con una serie de requisitos históricos de pesca y operatividad que permitan la generación de índice de abundancia en esta pesquería. Uno de los factores que parece ser más importante para la ejecución de los cruceros de prospección dice relación con la estandarización de la carnada. Se reconoce la dificultad para reservar o mantener carnada debido a lo impredecible de las ventanas de tiempo en las que se puede operar. Los resultados de rendimientos encontrados aquí son comparables con estudios hechos anteriormente.



### **ABSTRACT**

This report presents the results regarding two research surveys conducted in the interior waters (fjords and channels) to construct an abundance estimator in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) on the X, XI and XII administrative regions off Chile. First objective is related with the identification of fishing grounds and it is composed of three stages. Firstly, historical information from the fishing monitoring and FIPA projects with geographic position available were collected. Secondly, using such information, a survey to fishermen was conducted. Thirdly, fishing grounds were delimited with the help of skippers and fieldwork verification. In addition, a sampling design containing a standardized working protocol was proposed on each region. Fishing information with geographic position coming from the monitoring program from 2013 and 2016 was used. A survey was conducted on a total of 34 artisanal fishermen on the three administrative regions. Results of the survey shows the historical fishing grounds of pink cusk-eel, but also other aspects of the fishing operation regarding to the type of bait, and socio-economic characterization. The work with skipper permitted the final delimitation of areas and fishing grounds to be sampled.

Two research surveys were carried out on each region using horizontal bottom longline as fishing gear. Sampling was conducted according to a standardized working protocol, recording number of hooks per line, soaked time and type of bait. On each haul, operational characteristics such as position and depth were also recorded. On each of the soaked hooks, their relative position on the line and species caught was registered. For the target species, pink cusk-eel, a sample up to 100 individuals per line was taken and information regarding length, weight, otoliths, sex, was registered in both surveys and gonads were sampled only during the second survey (reproductive season). A maximum of 25 individuals of main species of bycatch were also sampled to construct size structures.

On the X region, in the area of Achao, 24 fishing grounds were identified. On the XI region in Isla Gala, a total 37 fishing grounds were identified. Likewise, on the XII on the area of Islas Charles, a total of 14 fishing grounds were identified. On each region, a total of 12 fishing grounds were selected to be sampled on the fishing surveys. The first survey was conducted between May and July and the second between October and November 2018.

In the area of Achao (X region), the first research survey was conducted between 20 of May and the 3th of Jun and a total of 12 lines were soaked corresponding to a total of 7.743 hooks. The



second survey was conducted between 29 of October and the 15 of November 2018 with a total of 12 lines soaked corresponding to 5.879 hooks. Catch of pink cusk-eel per line varied between 3 and 49 fish and between 3 and 86 fish on the first and second survey, respectively. In both surveys, main bycatch species corresponded to dogfish and the tadpole codling.

In the area of Gala (XI region), the first research survey was conducted between 2<sup>nd</sup> of Jun and the 16 of July with a total of 12 lines soaked corresponding to a total of 3.600 hooks. The second survey was conducted between 31 of October and the 7 of November under more favourable climatic conditions. Total catch of pink cusk-eel varied between 66 and 236 fish and in the first and second survey, respectively. Main bycatch species were tadpole codling and Patagonian redfish on the first survey, and yellownose skate and Hooktooth dogfish on the second survey.

In the area of Islas Charles (XII region), the first research survey was conducted between 25 of Jun and the 2<sup>nd</sup> of July, with a total of 3.579 hooks soaked. During the second survey a total of 3.900 hooks were soaked. On this region, the fishing operation was difficult given the climatic conditions, entangled and loss of fishing gears which interfered with the development of planed activities. The catches of pink cusk-eel were low, with a total of 12 and 24 fish caught on the first and second survey, respectively. The main bycatch species corresponded to southern hake and tadpole codling, with a low catch rate of the targeted species.

The lengths registered during both surveys show a latitudinal gradient with the bigger fish caught in Islas Charles with a mean length of 95.6 cm, while in Gala and Achao the mean length were 90.4 and 65.9 cm, respectively.

Estimation of density using the ratio, geostatistics and Bayesian estimators were implemented in Achao and Gala. The Islas Charles area was only implemented the ratio estimator given the small amount of data collected. Results indicate pink cusk-eel show a low spatial correlation and therefore, the ratio estimator has a better performance.

Samples for reproductive studies were collected during the second survey. Histological analyses show that 63% of the females of pink cusk-eel in interior waters were mature. Females in Gala were 84% mature while 66% and 90% were immature in Achao and Isla Charles, respectively.



Macroscopic maturity staging had high agreement with histology in females. Length at 50% maturity ( $LT_{50}$ ) estimated in females using histology was 84,8 cm (I.C. 95%: 81,8 – 87,5 cm). Significant differences in maturity ogives across regions was found, supporting previous hypotheses regarding different population traits of this species in which females of the X-XI regions mature at smaller sizes in comparison with the XII region. In males, maturity ogive was only possible to fit with samples collected in the X-XI regions. The Wald test indicates significant differences in the maturity ogives between sexes (P<0,05). Relative fecundity was estimated in 15 oocytes/g. body weight.

The last objective of this project proposed a statistical methodology to assign catch intention using the extensive database available from commercial fishing operation on longliners and trawlers. Firstly, this methodology proposed the identification of fishing tactics using multivariate analysis of the catch composition on each haul. Longline fleet was studied with further details, giving that catch rate information coming from trawlers is no longer used in the stock assessment of this species. A sensitivity analysis was conducted on the method, mainly focussed on the variability on the fishing tactic across years, as well as the effect of having a scientific observer on the catch composition reported. In addition, a spatial analysis was conducted to delimited historical fishing grounds of longliners. Results show that the multivariate analysis to standardize fishing effort was successful in longliners to assign catch intention, but it is less relevant in trawlers.

Otoliths were collected on both surveys and zones to conduct morphometric analyses to determine population differences on these 3 zones modelling the otolith contour. Results of the application of this method show that these 3 zones were different on the modeled contour of the otolith. Differences between Achao and Gala, although significant, were minimal. However, when comparing Achao and Gala with Islas Charles show large differences. These results added a new piece of information supporting the hypothesis that life history traits on this species varied with latitude.

Main conclusions regarding the construction of abundance indices indicate that the combination of historical geo-referenced data available from IFOP, survey to fishermen and the work of skyppers permitted the delimitation of historical fishing grounds on each region. Susceptible areas to be prospected need to gather certain conditions regarding history of fishing and operativity that allow the generation of an abundance indices on this fishery. One of the most important factors



on this kind of surveys is the availability and standardization of baits. There is a difficulty in gathering and conserve baits especially given the unpredictable weather windows where fishermen can operate. Catch rates reported here were comparable with previous studies.

Main conclusions regarding the construction of abundance indices, indicate that the combination of historical geo-referenced data available from IFOP, survey to fishermen and the work of skippers, permitted the delimitation of historical fishing grounds on each region. Susceptible areas to be prospected need to gather certain conditions regarding history of fishing and operativity that allow the generation of an abundance indices on this fishery. One of the most important factors on this kind of surveys is the availability and standardization of baits. There is a difficulty in gathering and conserve baits, especially given the unpredictable weather conditions where fishermen can operate. Catch rates reported here were comparable with previous studies.



## 1.- OBJETIVOS

# 1.1. Objetivo General

Establecer una metodología para la construcción de indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral.

# 1.2. Objetivos Específicos

- Identificar las principales áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la X, XI, y XII Región.
- ii. Determinar indicadores de abundancia de congrio dorado en aguas interiores de la Pesquería Demersal Austral.
- iii. Caracterizar en términos biológico-pesqueros las áreas de pesca identificadas en referencia a estructura de tallas, madurez, composición de captura y evaluar las potenciales diferencias entre ellas.
- iv. Estimar indicadores de abundancia de congrio dorado para la flota industrial que opera en aguas exteriores de la PDA.

Sobre Oferta: Análisis morfométrico de otolitos como discriminante poblacional.



## 2.- ANTECEDENTES

Una de las piezas de información clave para una precisa e insesgada estimación del estado de explotación de una especie comercial son los índices de abundancia, los cuales deben representar la tendencia relativa de los niveles de abundancia a través del tiempo. En Chile, 23 pesquerías comerciales son monitoreadas, evaluadas y manejadas en base a modelos poblacionales cuantitativos y puntos de referencia de explotación, estos últimos legalmente implementados en virtud de la reciente ley de pesca. Integrado con información biológica (crecimiento, madurez, productividad, resiliencia) y niveles de remoción (capturas, desembarques, descartes), las estimaciones de abundancia de estos modelos poblacionales y los puntos de referencia para el manejo, son altamente dependientes de la información contenida en los índices de abundancia, los cuales en general son clasificados como: i) índices independientes de la pesquería, al ser obtenidos por métodos directos de medición de la abundancia o biomasa; y ii) índices dependientes de la pesquería, por ser una medida indirecta de la abundancia que se asume contenida en la información recopilada de las operaciones de pesca comerciales.

El congrio dorado (Genypterus blacodes) es parte de las especies explotadas por la pesquería demersal sur-austral (41°28' - 47°00'S PDA), con desembarques oficiales registradas desde finales de los años 70' (Céspedes et al., 2008). En las más recientes y avanzadas evaluaciones de esta especie (Contreras & Quiroz, 2017), el estado de explotación ha sido determinado empleando un modelo edad-estructurado que incorpora series temporales de índices anuales de abundancia por zona, que derivan de datos de operaciones de pesca (i.e. bitácoras de pesca) en las flotas de arrastre industrial y palangre industrial. En contraste con otras pesquerías de la PDA, como merluza del sur y merluza de cola, la población de congrio dorado no ha sido prospectada por medio de métodos directos que permitan la construcción de índices independientes de la pesquería. Esta situación ha llevado a focalizar y mejorar los métodos para construir series de abundancia basadas en tasa de captura por unidad de esfuerzo (CPUE). En efecto, Wiff et al. (2006) realizaron las primeras aproximaciones para integrar las estrategias de pesca en el proceso de estandarización de las tasas de captura, las cuales describen en conjunto la intencionalidad de pesca, los aspectos ecológicos asociados a la captura acompañante (i.e. fauna acompañante) y las tácticas de pesca orientadas a congrio dorado. El racional de las estrategias de pesca, es que son particulares para un área que circunscribe las operaciones de



pesca y un estrato demográfico de la población, específicamente la fracción vulnerada por cada arte/aparejo de pesca.

Las utilizaciones de estrategias de pesca emergen debido a la naturaleza operativa de la PDA, donde interactúan múltiples flotas, convergen (espacial y temporalmente) varias especies objetivo, y se recolecta información abundante y de calidad del proceso de pesca. Bajo este marco, los índices de abundancia que a la fecha han sido construidos para congrio dorado han tenido como objetivo incorporar las estrategias de pesca, sobre la base que la CPUE contiene información valiosa para reproducir los cambios temporales de la abundancia. No obstante, la construcción de estos índices no es trivial y requiere la aplicación de métodos computacionales intensivos para implementar y comparar modelos estadísticos multivariados, descriptivos de los registros especie-flota-específica. Así mismo, la elevada cantidad de registros de pesca involucrados en los análisis hace del proceso de construcción de índices basados en CPUE una tarea compleja y con muchas opciones para la configuración de los índices de abundancia.

Los primeros modelos tendientes a la evaluación de stock de esta especie comienzan a mediados de los noventas con modelos secuenciales poblacionales que consideraban la existencia de un sólo mega stock en el área de distribución de la PDA. Sin embargo, la literatura mundial en esta especie señala que regularmente presenta una estructura poblacional que muestra dinámicas locales en una escala espacial mucho más reducida que aquella indicada en la extensión de la PDA (Ward et al., 2001). En este contexto, Wiff et al. (2005) reúnen antecedentes biológico-pesqueros, como crecimiento, tallas medias, proporción sexual, que confirman la existencia de características demográficas diferentes para congrio dorado en zonas administrativas de la PDA, norte (41°28′–47°00′S) y sur (47°00′–57°00′S). Por lo tanto, desde el año 2006, las evaluaciones de stock consideran la existencia de dos poblaciones aisladas en estas zonas administrativas de la PDA. Esta división de stocks generó una necesidad por estimar parámetros de historia, como también series de índices de abundancia relativa de vida diferenciados por zonas. Así mismo, Wiff et al. (2007) indican que el crecimiento somático en ambas zonas de la PDA también es diferente, así como morfometría de otolitos (Brito et al., 2008), la mortalidad natural (Wiff et al., 2011) y las características reproductivas (Baker et al., 2014). Estos antecedentes indican que los individuos del stock norte son más pequeños, maduran tempranamente, tienen baja sobrevivencia y comparativamente más alta resiliencia a la explotación que su contraparte en el stock sur (Baker et al., 2014).



Luego de más de una década de investigación desde la separación de stock en congrio dorado en la PDA, aún existen muchas interrogantes y vacíos de información para proveer un manejo robusto y sustentable de esta pesquería. La evaluación desde sus inicios sólo ha contado con indicadores de abundancia proveniente desde las operaciones de pesca comercial. La historia de esta pesquería indica que la intencionalidad de captura puede cambiar en escalas anuales, mensuales o incluso, entre lances de un mismo viaje de pesca (Wiff et al., 2012).

El modelo de evaluación de congrio dorado es altamente sensible a los indicadores de abundancia (Contreras & Quiroz, 2017). Los datos disponibles desde la flota artesanal que opera en aguas interiores de zona norte PDA no tienen información suficiente que permita una estandarización de esfuerzo debido a que es una información muy fragmentada. Lo mismo sucede para aguas interiores del stock sur de la PDA. Esto nos indica que la estimación de status en congrio dorado de ambas zonas, podría ser altamente mejorado en dos formas: 1) proveyendo estimaciones directas de un índice de abundancia que provenga dese la flota artesanal en aguas interiores. 2) mejorando la estandarización de CPUE desde la flota industrial, con un adecuado tratamiento de la intencionalidad de captura. Por otra parte, uno de los escollos más grandes que tiene esta pesquería desde el punto de vista biológico dice relación con la madurez. Baker et al. (2014) utiliza información histórica disponible desde análisis macroscópico e índice gonadosomático (IGS) para proveer ojivas de madurez que son estadísticamente diferentes entre zonas. Un hecho que llama la atención en aquel artículo es que los rasgos de madurez como IGS son muy distintos entre zonas, y también existirían individuos que no participan del proceso de desove todos los años ("skip spawners" que sucede cuando las hembras de mayor tamaño dejan de reproducirse). Este hecho es de suma importancia en el manejo de recursos, ya que la ojiva de madurez es la que indica la proporción de biomasa desovante sobre las cuales se aplican las acciones de manejo. Por lo tanto, la validación de la ojiva de madurez macroscópica por medio de histología y análisis de fecundidad se hacen esenciales para entender la dinámica reproductiva de congrio dorado en la PDA. Lamentablemente hoy en día no existen análisis histológicos de las gónadas, ni fecundidad, para individuos de congrio dorado en la PDA.

Por lo tanto, el presente proyecto estará enfocado en: (1) Proveer las bases metodológicas para la generación de indicadores de abundancia, independientes de la pesquería, en aguas interiores de ambas zonas de la PDA. (2) Mejorar el conocimiento biológico pesquero de estas áreas, especialmente enfocada en temas de madurez y diferenciación de morfos o grupos diferenciales en características de historias de vida. (3) Generar las bases metodológicas del método que



permita obtener índices de abundancia insesgados desde la información histórica de capturas y esfuerzo, proveyendo series estandarizadas de CPUE. Como resultado final se proponen insumos que permitan un mejor entendimiento de la dinámica poblacional y explotación sustentable de congrio dorado en la PDA.



## 3.- METODOLOGIA DE TRABAJO

### 3.1- OBJETIVO ESPECIFICO 1

"Identificar las principales áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la X, XI, y XII Región."

La identificación de las áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la X, XI y XII regiones se desarrolló en tres etapas. La primera, con el levamiento de la información histórica que nos permitiese delimitar zonas de pesca preliminares. Con dicha información se construyeron las encuestas para delimitar macro-zonas de estudio. Finalmente, luego de tener conocimiento de las macro-zonas se procedió con pescadores a delimitar caladeros específicos.

A continuación, se presentan algunas definiciones:

**Macro-zona:** Corresponde a una región geográfica o sitio que puede contener mas de una zona de pesca.

**Zona de pesca**: Corresponde a un cierto sector, delimitado por accidentes geográficos (puntas, islas, canales, otros), al interior de la cual se realizan habitualmente faenas de pesca de congrio dorado en lugares específicos.

**Caladeros**: Corresponden a lugares específicos, ubicados dentro de la zona de pesca, los cuales están definidos por factores como la profundidad, tipo de fondo, resguardo de corrientes o vientos, en donde se realiza el calado de las líneas de pesca.

## 3.1.1. Revisión de la data disponible para identificación de caladeros

Se realiza un análisis exhaustivo de la literatura, con el fin de recabar información que nos permitiese delimitar áreas o caladeros de congrio dorado en aguas interiores de la PDA. Se comenzó buscando en la literatura de revisión por pares, pero es bastante básica y referida casi exclusivamente a aspectos biológicos de esta especie. Esta información, se sistematizó en una base de datos que se hizo disponible para consulta del equipo de trabajo (**Anexo I**). Segundo y



con más éxito, se hizo una revisión de la literatura gris, tanto en informes del FIPA como también, pescas de investigación y material disponibles desde el programa de seguimiento desde el Instituto de Fomento Pesquero. Se recopilaron en total 6 programas de seguimientos y 3 proyectos FIPA que contienen data que podría ser de utilidad en el posicionamiento de caladeros. Se utilizo la información de rendimientos georreferencias para proveer los primeros mapas de caladeros de congrio dorado en aguas interiores de las 3 regiones en estudio.

#### 3.1.2. Identificación de macro-zonas mediante encuestas

De los diversos métodos disponibles para el levantamiento de datos por medio de encuestas, se ha puesto énfasis en tipos de cuestionarios y observaciones directas las cuales son adecuadas dada la configuración del problema de identificación de caladeros históricos. Así mismo, se ha definido con precisión los instrumentos a utilizar, detallando y especificando el diseño, estableciendo la población objetivo y los métodos de selección. Operativamente, estas encuestas fueron tomadas individualmente por personal científico-técnico de CAPES-UC, en cada una de las regiones y a la mayor cantidad de actores relevantes posibles de la pesquería, previamente identificado respecto del listados de pescadores inscritos en la pesquería de congrio dorado, que tienen efectivamente registros de pesca sobre el recurso y que mantienen su RPA actualizado.

Confección de una Encuesta dirigida.

Se desarrolla una encuesta dirigida, con el objetivo de recopilar información cualitativa desde un grupo de usuarios permitiera identificar una figura base de áreas y operación histórica y facilite identificar indicadores de sesgo que impacten la definición a priori de completitud y dimensiones de las áreas o zonas de pesca que serán identificadas como caladeros de pesca de congrio dorado.

Con objeto de recopilar información cuantitativa sobre las operaciones de pesca, caladeros y dinámica de la pesquería en aguas interiores de la PDA, se incorporaron en la encuesta los siguientes temas:

 Identificación de l as p rincipales z onas de pes ca de c ongrio do rado en l a P DA y características de la operación.



- 2. Identificación de zonas de pesca históricas y su evolución en el tiempo
- 3. Aspectos oper acionales, c onocimiento ec ológico I ocal y per cepción d e e stos e n l a pesquería de congrio dorado en la PDA
- 4. Preguntas de control con fines de validación de entrevistado

Para responder el primer tema, *Identificación de las principales zonas de pesca de congrio dorado*, se utilizaron figuras bases cuadriculadas, esto es mapas de las regiones con grillas cuadriculadas, en la cual cada cuadricula correspondía a zonas de diez por diez millas náuticas. Estos mapas están basados respecto de la información cuantitativa obtenida desde el seguimiento de IFOP desde la sección 3.1.1. Los mapas se mostraban en blanco con la intención de que los encuestados indicaran y colorearan la zona correspondiente a zonas de pesca en base a categorizaciones como las más abundantes, las más visitadas, etc. Se utilizó el termino zona de pesca, con la finalidad de que los pescadores de la pesquería sintieran la libertad de indicar con seguridad los lugares en los que pesca, puesto que si se les indicaba caladeros de pesca podría generar cierta relación con la ley de caladeros.

También se agregaron algunas preguntas abiertas con el fin de recoger la opinión de los pescadores respecto a aspectos operacionales como la carnada y su evolución temporal, específicamente como era hace 5 años, cual es la carnada actual y cómo piensan que será la carnada en los próximos 5 años.

Por otro lado, para el segundo tema "Identificación de zonas de pesca históricas y su evolución en el tiempo", se utilizaron las figuras bases cuadriculadas de las regiones, pero en este caso con zonas ya marcadas provenientes de información de lances de pesca desde IFOP, con la finalidad de que los encuestados pudiesen definir si esas zonas correspondían a zonas históricas o no y la temporalidad de estas.

Junto con esto, se agregó un experimento de elección definido por parámetros como seguridad de pesca y cantidad de esta, para definir que zonas eran las que cumplían de mejor forma el



parámetro y cuales no cumplían con esta condición. Adicionalmente se agregaron preguntas abiertas respecto a la evolución de las zonas de pesca históricas y los factores que podrían haber afectado en esta evolución.

El tercer tema, "Aspectos operacionales, conocimiento ecológico local y percepción de estos en la pesquería de congrio dorado en la PDA", reunió métodos utilizados en los primeros dos temas, utilizándose, por ejemplo, figuras base cuadriculadas con el objetivo de que los encuestados indicaran zonas de reproducción o desove de congrio dorado. También se agregaron preguntas abiertas con distintas finalidades. Una de ellas fue saber que pensaban los pescadores al escuchar la frase "pesquería del congrio dorado".

La encuesta fue construida usando medidas de escalas, las que son frecuentemente usadas para la medición de actitudes. El término actitud se define como la suma total de inclinaciones y sentimientos, prejuicios o distorsiones, nociones preconcebidas, ideas, temores, amenazas y convicciones de un individuo acerca de cualquier asunto específico (Likert, 1932). En este contexto, la actitud se expresa por medio de opiniones. Esta opinión, refleja una actitud específica hacia los hechos referidos. En una escala de actitudes, no interesa propiamente tal la opinión que pueda tener la persona entrevistada, sino más bien, la importancia radica en la actitud de quien opina. Las actitudes pueden medirse a través de diferentes tipos de escalas y en este proyecto hemos seleccionado los enunciados de valorización de tipo Likert (Likert, 1932), debido a que ha entregado buenos resultados en problemáticas relacionadas con recursos naturales (Gelcich et al., 2014). La escala de Likert mide actitudes o predisposiciones individuales en contextos sociales particulares. Se le conoce como escala sumada debido a que la puntuación de cada unidad de análisis se obtiene mediante la sumatoria de las respuestas obtenidas en cada ítem. Esta escala se construye en función de una serie de ítems que reflejan una actitud positiva o negativa acerca de un estímulo o referente.

En términos generales, una encuesta basada en valorización de Likert se construye en base a los siguientes pasos:

- 1. Definición de la variable a medir.
- 2. Operacionalización de la variable, es decir, se determina como se habrá de medir y se construyen los indicadores respectivos.



- 3. Diseño de una cantidad suficiente de ítems favorables y desfavorables a la variable que se pretende medir.
- 4. Depuración de la encuesta por medio de un estudio piloto con el propósito de seleccionar los ítems que habrán de integrarse a la versión final de la escala.
- 5. Administración de la versión final de la escala a las unidades de análisis que integran la unidad muestral del estudio.
- 6. Asignación de una puntuación a cada ítem de acuerdo al procedimiento descrito con anterioridad.
- 7. Obtención de la puntuación total de cada unidad muestral, reflejando la actitud global hacia la variable medida.

La encuesta está basada en las siguientes escalas: 1) Escala de uno a siete, donde uno era la opción más en desacuerdo con el enunciado y siete, la opción donde se estaba más de acuerdo con este. 2) Escalas porcentuales de diez a cien por ciento, con la opción abierta de indicar cero por ciento. A las respuestas se les asigna una medida de seguridad, de acuerdo a lo que el encuestador persive, y luego esta es tranformada en una medida de incertumbre que es ponderada en los resultados. El análisis de los diferentes aspectos de las encuestas es luego tratado de manera cuantitativa siguiendo estratigráficos de descripción (e.g. media, moda, varianza) y a través de pruebas de docima de hipótesis.

En este contexto, la actitud se expresa por medio de opiniones. Por ejemplo, un usuario de la pesquería en particular puede expresar su opinión respecto de la existencia o no de las zonas de pesca definidas. Esta opinión, refleja una actitud específica hacia los hechos referidos. En una escala de actitudes, no interesa propiamente tal la opinión que pueda tener la persona entrevistada, sino más bien, la importancia radica en la actitud de quien opina.

Con respecto al último tema, "Preguntas de control con fines de validación de entrevistado", a través de preguntas orientadas y escalas de actitud se buscó que el encuestador definiera la seriedad con la que respondió el encuestado, su atención sobre la encuesta y posibles factores que pudiesen haber alterado la respuesta del encuestado, como la presencia de más personas durante la encuesta, etc. Cabe hacer notar que esta encuesta tuvo todos los atributos formales



de muestreo dirigido que nos permitan delimitar zonas de pesca históricas dando cuenta además de la incertidumbre asociada a esas delimitaciones.

Operativamente, estas encuestas fueron tomadas individualmente por personal científico-técnico de CAPES-UC, en tres regiones (X, XI y XII) y a la mayor cantidad de actores relevantes posibles de la pesquería, en este caso pescadores artesanales.

A través de un piloto, realizado en la XI región, se procedió a realizar un proceso de depuración, donde se le permitió a los entrevistados expresar palabras, conceptos o cifras por ellos mismos y se desarrolló una conversación libre en cierta medida, pero conducida hacia una dirección por la estructura de la encuesta. Con este piloto se realizaron correcciones en cuanto a conceptos, lenguaje, largo de la encuesta y análisis de la información.

La encuesta fue aplicada individualmente y en persona, a distintos actores involucrados en la pesquería de congrio dorado. En total se realizaron 34 encuestas, ejecutadas durante los meses de enero y febrero de 2018, en los cuales participaron pescadores de las tres regiones de interés, que se dedicaban a la pesquería de congrio dorado y que contaban con RPA vigente al momento de realizar las encuestas. De estas, para la X Región las caletas visitadas fueron: Puerto Hualaihue, Caleta el Manzano, Achao, Palqui, Caleta Chaica, Calbuco, Dalcahue, Tentelhue, realizandose un total de 15 encuestas.

Para la XI Región la totalidad de las encuestas fueron aplicadas en Puerto Gala, completandose un total de 16 encuestas. Finalmente, las encuestas de la XII Región se aplicaron en Punta Arenas, con un total de 3 encuestas. Cabe destacar que los encuestados fueron todos pescadores que a la fecha de la encuesta mantenían aparejos y operaban para este recurso.

La delimitación de las zonas de pesca se estableció mediante puntos clave, es decir, en base al mapa los pescadores fueron capaces de reconocer islas, islotes, golfos, senos. Esto llevó a que ellos colorearan aquellas zonas y que posteriormente utilizaran para mencionar la frecuencia con la que iban. Este mecanismo estuvo facilitado por el tamaño de la grilla, considerando que el tamaño de estas era de 10 x 10 millas náuticas.



# 3.1.3. Identificación de caladeros específicos

Previa definición de las macro-zonas en donde opera la flota en cada una de las tres regiones administrativas (Los Lagos, Aysén, Magallanes) mediante encuestas, se procedió a la delimitación de caladeros específicos. Para ello, se identificó en primer lugar aquellas zonas de pesca en las cuales se verificaron las condiciones logísticas más adecuadas para la planificación de los cruceros de pesca. Entre ellas, destacaron elementos como accesibilidad, facilidades para embarque/desembarque, existencia de armadores con mayor habitualidad en la operación de congrio de dorado, disposición de armadores a participar de la pesca de investigación y menor exposición a malas condiciones climáticas (viento, corrientes, por ejemplo).

Una vez identificadas las zonas de pesca más idóneas en cada una de las tres regiones administrativas conforme a los criterios previamente indicados, se llevó a cabo una serie de reuniones consultivas con el objetivo de precisar en ellas la delimitación de los caladeros. Dicha actividad se realizó tanto con armadores que habitualmente capturan congrio dorado en la de pesca como a observadores científicos del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) que cumplen habitualmente tareas de monitoreo de recursos demersales a bordo de embarcaciones artesanales en la zona. Cabe indicar que en todos los casos esta actividad se llevó a cabo por un profesional participante del estudio con conocimiento en aspectos operacionales de la actividad pesquera.

Durante dichas consultas, se utilizaron cartas náuticas impresas en papel con el fin de marcar la ubicación de los caladeros de pesca, registrándose, conforme al conocimiento anterior, adicionalmente información relativa a características como presencia de fauna acompañante, tipo de fondo, diferencias en rendimientos de pesca y probables dificultades operacionales debido a enredos de línea por lo accidentado del fondo marino. Adicionalmente, y en caso de que las condiciones climáticas y logísticas lo permitieron, las consultas indicadas fueron complementadas con embarques de personal del proyecto con armadores que participan de la extracción de congrio dorado en la zona de pesca analizada, con la finalidad de posicionar *in situ*, mediante GPS, la posición de los caladeros previamente identificados.



#### 3.2- OBJETIVO ESPECIFICO 2

Determinar indicadores de abundancia de congrio dorado en aguas interiores de la pesquería demersal-austral

# 3.2.1. Área y período de estudio

En el marco de la ejecución del Objetivo Específico 1 se identificaron y definieron las áreas de estudio en las cuales se llevó a cabo el crucero de evaluación de otoño, correspondientes a un área de pesca en la cual opera la flota artesanal de congrio dorado en aguas interiores de cada región. El período general de ejecución del primer crucero estuvo comprendido entre el 20 de mayo y 16 de julio del 2018, correspondiendo específicamente a:

- Región de Los Lagos, entre el 20 mayo y el 3 de junio.
- Región de Aysén, entre el 2 y 3 de junio, y entre el 30 de junio y el 1º de julio.
- Región de Magallanes, entre el 25 de junio y el 16 de julio.

El período general de ejecución del segundo crucero estuvo comprendido entre el 29 de y 15 de noviembre del 2018, correspondiendo específicamente a:

- Región de Los Lagos, entre el 29 de octubre y el 15 de noviembre.
- Región de Aysén, entre el 31 de octubre al 7 de noviembre.
- Región de Magallanes, entre el 8 de octubre y el 17 de octubre

## i. Región de Los Lagos

La información correspondiente a localización de los caladeros de pesca del recurso objetivo generada durante el estudio, se complementó con información relativa a batimetría y características del fondo marino, empleando tanto, cartas náuticas SHOA, complementadas con datos batimétricos generados por el Instituto de Fomento Pesquero durante la ejecución del estudio FIP 2002-07. Sobre la base de dichos elementos se acotaron dos polígonos imaginarios al interior del área de pesca, con superficies de 34 mn² y 33 mn² cada uno, los que se



construyeron excluyendo accidentes topográficos tales como bancos de arena y zonas en donde no se reportó la existencia de caladeros del recurso objetivo. De acuerdo a ello, se planificó llevar a cabo un total de 14 lances de pesca. Sobre la base de una unidad de muestreo correspondiente a 300 anzuelos virados en un área de 1 mn², se estimó una cobertura del 22% de los polígonos.

### ii. Región de Aysén

A partir de la información recopilada, y considerando tanto información del SHOA como de batimetría del proyecto FIP 2002-07, se acotó un polígono al interior de la zona de pesca, el cual se construyó excluyendo los caladeros en torno a las islas Los Quíncheles. El polígono así definido tuvo un área de 25 mn², dentro del cual se planificó llevar a cabo el muestreo de 12 caladeros, correspondientes a un 48% del área del polígono, sobre la base de 300 anzuelos virados en un área de 1 mn².

### iii. Región de Magallanes

En el caso de la Región de Magallanes, en la zona de pesca de Islas Charles, se optó por delimitar un polígono idéntico a la zona de pesca. Esto, debido a que la identificación de dicha zona se llevó a cabo simultáneamente con la identificación de los caladeros de pesca (sin información previa que señalase la existencia de dicha zona de pesca), razón por la cual se conocieron inmediatamente y con mayor nivel de precisión sus deslindes. Así, se consideró un polígono de 30 mn², planificándose el virado de 9 líneas, correspondientes a igual número de caladeros, correspondientes a un 30% del área del polígono, sobre la base de 300 anzuelos virados en un área de 1 mn².

# 3.2.2. Embarcaciones y aparejos de pesca

Las embarcaciones autorizadas según R.Ex. SUBPESCA Nº 1578/2018 (24 de abril de 2018) que participaron en el crucero de otoño del proyecto, correspondieron a:

- Región de Los Lagos, LM Diosa del Mar III (Matrícula ACH 2335)
- Región de Aysén, LM Esperanza I (Matrícula CIS 1126)



- Región de Magallanes, LM Pájaro Azul (Matrícula PAR 1684)

Las embarcaciones estuvieron equipadas con ecosonda, correspondientes a los modelos Garmin GPSMAP 420 en la Región de Los Lagos, Garmin GPS 421 en la Región de Aysén: y Garmin GPSMAP 420 en la Región de Magallanes.

El aparejo usado para la captura de congrio dorado correspondió al espinel horizontal de fondo (**Figuras 1** a **3**), compuesto por secciones estándar de 300 anzuelos del tipo J de numeraciones 6 y 7, y con una separación entre anzuelos variable entre 1,2 y 1,8 m según la región (**Tabla 1**). La longitud de la línea madre para una sección de 300 anzuelos correspondió a 360, 525 y 540 m para las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, respectivamente (**Tabla 1**; **Figuras 1** a **3**). En cuanto a la carnada, se utilizó róbalo en las regiones de Los Lagos y Aysén, y sardina en la región de Magallanes.

**Tabla 1.** Características de los aparejos de pesca usados en las actividades de muestreo durante el estudio, según área de pesca.

	Achao	Gala	Islas Charles	
	Los Lagos	Aysén	Magallanes	
Rango de profundidad de operación	120-200	150-250	180-240	(m)
(referencial)	120 200	100 200	100 240	(111)
1. Longitud de orinque	250	350	250	(m)
Material orinque	PP	PP	PP	
Diámetro de orinque	8	5	6	(mm)
2. Longitud de línea madre	360	525	540	(m)
Material línea madre	PP	PP	PP	
Diámetro de línea madre	6	4	4	(mm)
3. Longitud de reinal	0,6	0,7	0,6	(m)
Material reinal	PA mono	PA mono	PA mono	
Diámetro de reinal	1,0	1,2	0,9	(mm)
4. Numeración y marca/origen del anzuelo	Nº6	Nº6	Nº7	
Largo de pata del anzuelo	25	-	25	(mm)
Abertura del anzuelo	18	-	18	(mm)



Tipo de anzuelo	Desbalancead		Recto	
ripo de anzuelo	0	-	Necio	
5. Cantidad de pesos en la línea madre	6	-	6	
Peso aproximado de cada uno	±2,5	-	±1,0 (kg)	
Tipo de peso (piedras, plomos, otro)	Piedras	Piedras	Piedras	
6. Cantidad de flotadores en la línea madre	5	-	5	
Tamaño aproximado de cada uno	150	-	42 (mm)	)
Tipo de flotadores (flotador esférico, botellas)	Boya esférica	Flotador esférico y botellas	Flotador esférico	
7. Separación entre reinales	1,2	1,75	1,8 (m)	
8. Tipo de fondeo (anclote, muerto, otro)	Anclote de 8 uñas	Anclote	Muerto másico	



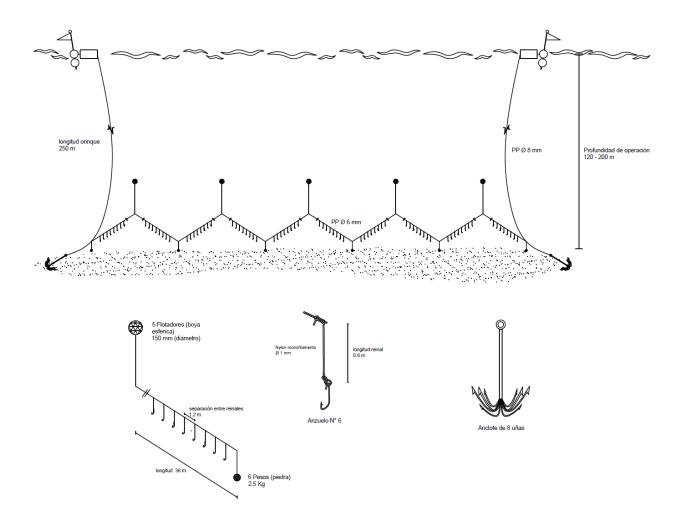
Laboratorio de tecnología Pesquera (TECPES)
escuela de Ciencias del Mar
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile

ESPINEL

VESSEL

EMBARCACIÓN

espinel de fondo
congrio dorado; X Región, Chile



**Figura 1.** Espinel horizontal de fondo usado en la región de Los Lagos para la captura de congrio dorado en el proyecto FIPA 2017-46.



LONGLINE

deep longline
cusk eel; XI Region, Chile

ESPINEL

ESPINEL

ESPINEL

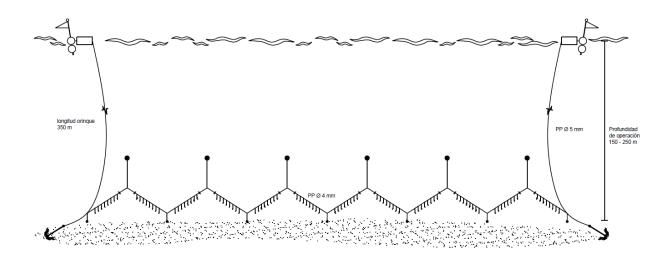
Laboratorio de tecnologia Pesquera (TECPES)
Escuela de Ciencias del Mar
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile

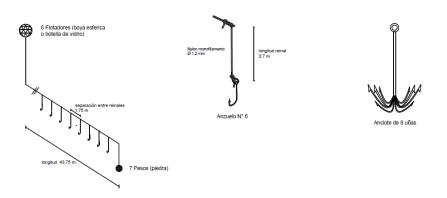
VESSEL

EMBARCACIÓN

Espinel de fondo
congrio dorado; XI Región, Chile

Loa
Et
10-14 m
con grio dorado; XI Región, Chile

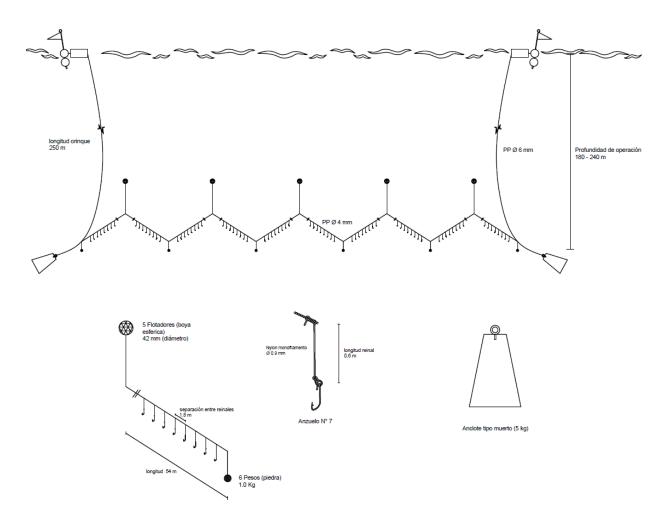




**Figura 2.** Espinel horizontal de fondo usado en la región de Aysén para la captura de congrio dorado en el proyecto FIPA 2017-46.



REFERENCIA LONGLINE Laboratorio de tecnología Pesquera (TECPES) Escuela de Ciencias del Mar deep longline cusk eel; XII Region, Chile Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Valparaíso, Chile ESPINEL VESSEL **EMBARCACIÓN** espinel de fondo congrio dorado; XII Región, Chile Εt 10-14 m Loa Cv 100-200 hp hp



**Figura 3.** Espinel horizontal de fondo usado en la región de Magallanes para la captura de congrio dorado en el proyecto FIPA 2017-46.



# 3.2.3. Operación de pesca

Los lances de pesca con espinel horizontal se realizaron en profundidades entre 100 y 350 metros (profundidad de calado), procurando operar en rangos estrechos de profundidad en un mismo lance, idealmente de modo tal que la diferencia entre la profundidad mínima y máxima tenga una diferencia menor a 100 m. No obstante lo anterior, se constató el desplazamiento de algunas líneas debido a las corrientes.

El tiempo de reposo propuesto originalmente fue adaptado caso a caso para procurar que fuese similar entre días de pesca. Este tiempo fue determinado para cada línea de pesca según el tiempo transcurrido entre la hora del fin de calado y la hora de inicio de virado, registrándose igualmente la hora de inicio del calado del espinel. La posición de inicio y fin de calado de cada línea, así como la posición de anzuelos intermedios en las líneas (p.ej. cada 100 anzuelos), fue registrada en bitácora a partir del registro obtenido mediante GPS.

La operación de calado-virado se llevó a cabo durante horas de día para minimizar el efecto de variaciones en la capturabilidad reconocidas para el congrio dorado y de llevar a cabo las prospecciones en el período de mayor disponibilidad para el recurso objetivo. No obstante lo anterior, el horario de calado y virado estuvo supeditado a la coordinación con los armadores conforme al contexto operacional de cada embarcación, a fin de optimizar el tiempo de trabajo en terreno.

Durante el proceso de virado se registró el resultado de captura de cada anzuelo, o bien, si el anzuelo estaba cortado o enredado. El número de anzuelos operativos en cada línea, el cual fue considerado como unidad de esfuerzo en el cálculo del rendimiento de captura, correspondió al número total de anzuelos calados menos aquellos anzuelos que no fueron virados debido a corte de reinales o de una sección de la línea. En cada lance de pesca se identificaron y cuantificaron las especies presentes en la captura (en número). Se registró la longitud total y el peso de una muestra de los ejemplares de congrio dorado capturados para caracterizar la composición de tamaños y estimar la relación talla-peso. Se registró la presencia de mamíferos marinos durante el proceso de calado y virado de cada línea, lo cual podría estar asociado con eventuales pérdidas por predación. Otros detalles específicos de la operación de las líneas de pesca y de los muestreos se encuentran descristos en la sección de protocolos de muestreo.



# 3.2.4. Diseño de muestreo y rendimientos de captura

De conformidad a los resultados al taller metodológico realizado el 20 de marzo de 2018 en Valparaíso, se consideró adecuado trabajar con unidades de muestreo de 300 anzuelos, las cuales fueron caladas en las áreas de pesca identificadas en el **Objetivo Específico 1**. Ahora bien, en la práctica existen caladeros de pesca de diversas características (ejemplo: mayor o menor longitud reconocida por parte del armador), por lo cual en algunos lugares fue necesario unir 2 o más unidades de muestreo para dar origen a una línea de pesca mayor, lo cual determina una adaptación del protocolo de trabajo. El protocolo de trabajo será entonces revisado en base a los resultados de ambos cruceros para recomendar un protocolo final con fines de orientar trabajos futuros.

En cuanto al resultado de captura, el presente informe da cuenta del número de ejemplares retenidos por especie, así como los rendimientos de pesca de cada una de las especies retenidas en las líneas de pesca usadas en el crucero de otoño. Las unidades de medición del rendimiento de pesca son:

- a) Rendimiento (estandarizado por anzuelos) = Captura en número por cada 100 anzuelos operativos. Este rendimiento se presenta por lance de pesca y para el total del crucero (rendimiento global), en cuyo caso corresponde a la captura en número registrada por especie en el crucero respecto al total de anzuelos operativos.
- b) Rendimiento (estandarizado por anzuelos y tiempo de reposo) = Captura en número por cada 100 anzuelos operativos y tiempo de reposo. Este rendimiento se presenta por lance de pesca y para el total del crucero (rendimiento promedio), en cuyo caso corresponde al promedio simple del rendimiento de captura obtenido por lance. En este caso se entrega también el coeficiente de variación (%) asociado.

Cabe señalar que los índices de abundancia relativa (CPUE) se calcularán a partir del proceso de asignación de los rendimientos de captura a las cuadrículas de muestreo establecidas en la oferta técnica, correspondientes a 1x1 mn (1,85 x 1,85 km).



### 3.2.5. Protocolo de muestreo

Objetivo: Estimar la captura por anzuelo en cada zona de pesca.

### Sobre las zonas y caladeros de pesca

Zona de pesca: Corresponde a un cierto sector, delimitado por accidentes geográficos (puntas, islas, canales, otros), al interior de la cual se realizan habitualmente faenas de pesca de congrio dorado en lugares específicos.

Caladeros: Corresponden a lugares específicos, ubicados dentro de la zona de pesca, los cuales están definidos por factores como la profundidad, tipo de fondo, resguardo de corrientes o vientos, en donde se realiza el calado de las líneas de pesca.

-Las zonas de pesca y los caladeros que estén ubicados en su interior, serán definidos previamente, mediante entrevistas a armadores que trabajen habitualmente en el lugar.

-Los cruceros, en cada zona de pesca, se realizarán en algunos caladeros, cuya cantidad y ubicación serán definidos previamente al inicio de las operaciones. El patrón entonces, no pescará en el lugar que sólo él decida, sino que los profesionales del estudio definirán los caladeros a partir de la información generada en entrevistas con armadores y pescadores con conocimiento/habitualidad en el área.

### Aspectos previos al inicio de los cruceros

-Se entenderá por línea de pesca al espinel delimitado y demarcado por dos flotadores señalizadores en sus extremos. Este protocolo contempla el empleo de líneas de pesca de 300 anzuelos, para lo cual se deberá consultar y acordar con los armadores, previo al inicio del crucero, la eventual subdivisión de líneas de pesca de uso comercial.

-Se operará con una carnada estándar. Es decir, en cada una de las salidas de pesca que se realicen en una cierta zona de pesca, se empleará el mismo tipo, corte, cantidad y método de preservación de carnada. Por ejemplo, en la zona de Dalcahue: Róbalo sin cabeza, fresco, conservado en hielo, en donde cada carnada tiene un tamaño similar.



-Debido a que se empleará una carnada estándar en cada zona, se deberá asegurar su disponibilidad previamente al inicio de las operaciones, de modo que alcance para el total de las caladas a realizar en la zona de pesca.

-Se deberá describir el aparejo de pesca a utilizar (Ver Formulario y Figura en Sección 3.2.6). Se deberá prestar especial cuidado en registrar: largo de línea madre, separación entre reinales y descripción de los anzuelos empleados (largo de la pata, abertura, recto o desbalanceado, punta recta o curva, con fotografía).

-Se debe intentar conseguir muestras de los anzuelos utilizados.

-Todas las unidades de medida de longitud deberán ser registradas en metros, para lo cual se deberá llevar a cabo las conversiones de unidades en terreno que sean necesarias.

-Se planificará con el patrón de pesca la realización del crucero. Indicándole cuales son los caladeros en los cuales se calarán las respectivas líneas y explicándole que se requiere estandarizar la operación en términos de horas de reposo.

-En cada línea de pesca, se deberán marcar ambos flotadores señalizadores con un número correlativo con el fin de identificar tanto la línea de pesca como el orden en que el flotador fue calado o virado.

-Se deberá instalar una marca de color en la línea madre, cada 100 anzuelos (dos marcas en los anzuelos número 100 y 200).

-Se deberá preparar todo el material de trabajo a utilizar durante el crucero. Incluyendo formularios, marcas de color, GPS, cámaras de filmación, ropa de trabajo, chalecos salvavidas.

-Para las tareas a bordo, se requieren dos personas, ambas con los papeles que requiere la autoridad marítima para embarque al día. Una de ellas tendrá por misión el registro de la captura, en tanto la segunda, el muestreo de los ejemplares capturados.



### Ejecución de los cruceros

-Se deberá operar siempre tomando las medidas de seguridad necesarias a bordo (uso de chaleco salvavidas), con ropa de agua y botas. Se debe prestar siempre atención a las instrucciones del patrón de pesca y actuar conforme a lo indicado en el presente protocolo.

#### Calado de líneas

- -El esquema de trabajo general será el calado de líneas al ocaso, de modo tal que el reposo de todas las líneas se realice durante la noche.
- -El tiempo de reposo (tiempo en que la línea está calada) deberá ser similar en cada calada (idealmente, el mismo). Se deberá registrar siempre la hora de inicio y fin de calado y la hora de inicio y fin de virado de cada línea (Ver formulario en Sección 3.2.6).
- -Se deberá planificar para un tiempo de reposo de 10 horas por línea de pesca (en rango de 8 a 12 horas). Sin importar la duración final de calado, siempre deberá registrarse el tiempo de reposo de cada línea.
- -El formulario Anexo detalla la información que debe registrarse en cada calado. Es importante completar toda la información, con especial cuidado en la información que se indica a continuación:
- -Al momento de calar se deberá registrar siempre la posición de inicio y fin de calado de la línea de pesca, tanto en el formulario como en el GPS, además de la totalidad de los aspectos operacionales indicados en el formulario respectivo (Ver Formulario en Sección 3.2.6).
- -Se debe indicar la carnada usada (Ej: pejerrey entero fresco en hielo, troncos de róbalo en hielo, sardina entera congelada, sardina fresca salada entera, trozos de aletas de jibia (indicar aleta, manto, tentáculos) fresca sin hielo de 10 cm de largo app.) (Ver formulario en Sección 3.2.6).
- -Se deberá registrar siempre la profundidad en el punto de inicio y fin del calado, según lectura de ecosonda o conforme a indicación del patrón de pesca. Se debe indicar siempre unidad de medida (en metros).



-En caso de que al arribo a caladero se encuentren caladas otras líneas de pesca, se deberá cambiar de caladero, desplazándose a aquel que esté situado en el punto más cercano, en donde se llevará a cabo el mismo esquema de trabajo indicado anteriormente.

# Virado de líneas y registro de captura

-Se vira en primer lugar la línea que fue calada en primer lugar la noche anterior. Si las condiciones de viento/corrientes lo permiten, el virado comienza por el extremo (flotador señalizador) que fue calado en primer lugar dentro de la línea.

-Se debe registrar siempre la posición de inicio y fin de virado de la línea, tanto en el formulario como en el GPS. Se debe registrar siempre la posición de los anzuelos ubicados en las posiciones previamente marcadas en la línea madre (cada 100 anzuelos desde el número 1en adelante) (Ver Formulario en Sección 3.2.6).

-En el formulario diseñado para la tarea se deberá registrar, durante el virado, la captura de cada uno de los anzuelos virados, diferenciando por especie, de acuerdo al código indicado en el formulario, e indicando si el anzuelo está vacío (sin captura) o si está cortado.

-En el campo de observaciones deberá registrarse si hay o no presencia de mamíferos marinos durante el virado (diferenciando entre lobos marinos, cetáceos), señalando, de ser posible, algún estimador de número.

-La tarea de registro de captura deberá ser llevada a cabo por una de las personas embarcadas la cual deberá concentrarse exclusivamente en dicha tarea, de modo tal que se registre cuidadosamente la totalidad de la información contenida en el formulario.

#### Muestreo de tallas y muestras para análisis en tierra

- El encargado del muestreo de las capturas deberá situarse al costado de la línea virada con el fin de separar las capturas a medida que sean subidas a bordo. Las capturas serán dispuestas en bandejas, separadamente por especie.

-La totalidad de la captura deberá ser subida a bordo con el fin de llevar a cabo su registro de tallas.

Centro UC

CAPES - Center of Applied
Ecology & Sustainability

-Una vez finalizado el virado y después de tener separadas las capturas en cajas, se procederá

a la medición de tallas.

-Para la medición de tallas de congrio dorado, se deberá medir y registrar la longitud de todo lo

capturado, con un máximo de 100 ejemplares de congrio dorado en el formulario confeccionado

para dicho fin (Ver Formulario en Sección 3.2.6).

-Para la medición de tallas de fauna acompañante, se deberá registrar la longitud de una muestra

de los ejemplares de cada especie de fauna acompañante capturados durante cada virado, con

un máximo de 25 ejemplares por especie (Ver Formulario en Sección 3.2.6).

-Se deberá separar una muestra de ejemplares de congrio dorado para el registro individual de

su peso (completo, sin eviscerar) y de longitud total en el formulario confeccionado para dicho

fin. El número de ejemplares para estimar la relación talla-peso deberá respetar los tamaños de

muestra por rangos de talla indicados en el formulario respectivo (Ver Formulario Muestreo Talla-

Peso en Sección 3.2.6).

-Se deberá separar una muestra de 50 ejemplares de congrio dorado, entero, sin eviscerar para

ser llevado a tierra con la finalidad de realizar análisis biológicos complementarios.

-Una vez finalizado el virado y las tareas de muestreo respectivas, deberán llevarse a cabo las

tareas de reparación, desenredo o de cambio de reinales/anzuelos que sean necesarios, con el

fin de asegurar la correcta operación de las líneas de pesca en la próxima calada, conforme a lo

indicado en el presente protocolo.

Respaldo de información

La información generada durante los cruceros deberá ser respaldada mediante:

-Fotografía de cada uno de los formularios llenados en el crucero

-Traspaso de memorias de cámaras a computador en tierra.

-Traspaso de waypoints de GPS a computador en tierra



El Protocolo de muestreo antes descrito se puede observar resumido en el diagrama de flujo de la **Figura 4**.

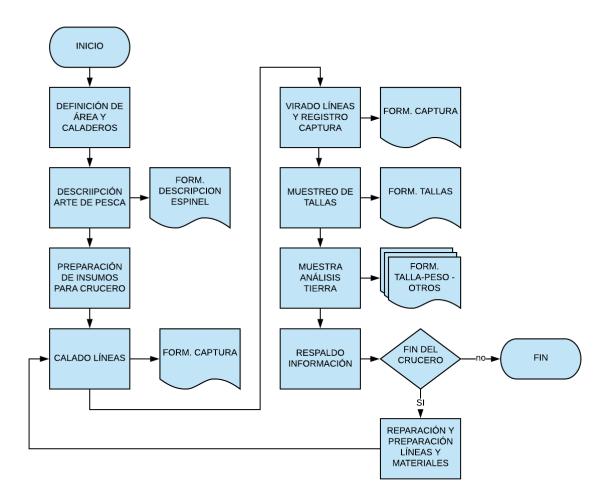


Figura 4. Diagrama de flujo resumen desarrollado a partir del Protocolo de Muestreo para Congrio dorado.



# 3.2.6. Formularios de muestreo

A continuación, se presentan los formularios utilizados durante el muestreo.

#### FORMULARIO CAPTURA - Proyecto Congrio Dorado FIPA 2017-46

Zona/Localidad	d:			C	ALADO	)	0.00	nzuelo nicio		Anzu	elo Fin	al	V	IRAD	0	Anz	uelo I	nicio	Anz	uelo F	inal
Línea (Correla	inea (Correlativo): Hora (i ódigo línea (ini-fin) Latitud			Hora (h	iora (hr, min)									Hora (hr, min)							
Código línea				-		_					Latitud		-								
			_	Longitu					$\pm$				Longit								_
Carnada	-			Profun					+			$\neg$	Profur								_
Sp:			_				-		_			-			-	-					_
Tamaño:			-	Num. a		1919/	-					-	Horas			-					_
			_	Tipo de			-					_	Altura		-	-					_
Conserv.:			- 1	Vel./Dir \	Viento (I	kn)	_					_	Vel./Dir	Viento	(kn)						_
				Mamifer	os mar.	sp/nº							Mamife	ros mar.	sp/nº						
UBICACIÓN AN	ZUELO V	IRADO	1:		Latit	ud (*,'):							Lone	gitud (	2.7)-	Ī					_
Anzuelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2
Sp. Capturada	1	Ė	_	1	-	-	_	_	Ť				1		-		-		-		r
Sin Captura																					$\vdash$
Malo/cortado																					$\vdash$
Anzuelo	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
Sp. Capturada																					$\perp$
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	8
Sp. Capturada	-		-	-				_					-					-			-
Sin Captura	+	-	-	-		_	-	_		_	_		-		-						⊢
Malo/cortado	-			-									-								-
Anzuelo	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	108	104	10
Sp. Capturada	-												+								$\vdash$
Sin Captura	+	-	-	-		-	-	-		-	-		+	-	-			-			$\vdash$
Malo/cortado Anzuelo	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	1
Sp. Capturada	100		-									-	1		-10						Ť
Sin Captura																					$\vdash$
Malo/cortado																					$\vdash$
Anzuelo	127	128	129	130	131	182	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	14
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	10
Sp. Capturada	-												-								1
Sin Captura																					1
Malo/cortado																					
UBICACIÓN AN	ZUELO V	IRADO	100:		Latit	ud (2,	):						Long	gitud (	2,'):						
Codigo sp.:	: CONG	RIO D	ORAD	O enter	ro. D	CON	GRIO D	ORAD	O dañ	ado (m	ordide	tro	(02			_					



#### FORMULARIO CAPTURA - Proyecto Congrio Dorado FIPA 2017-46

UBICACIÓN AN	UELO V	IRADO	200:		Latit	ud (º,')	:						Long	itud (1	2,"):						
Anzuelo	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	282	233	284	235	236	287	288	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	278
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	811	312	818	314	315
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					$\overline{}$
Malo/cortado																					
Anzuelo	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336
Sp. Capturada																					
Sin Captura																					
Malo/cortado																					
Anzuelo	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357
Sp. Capturada	-																	_			
Sin Captura																					
Malo/cortado		***	260	201	262	262	254	244	200	262	200	240	270	271	272	272	274	***	176	277	224
Anzuelo Sp. Capturada	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378
	-																				
Sin Captura																					
Malo/cortado		_																			
UBICACIÓN ANZUELO VIRADO 300:					Latit	ud (2,')							Long	itud (1	(',3						

BR: Brótula, CH: Chancharro, CN: Congrio Negro, CP: Congrio de profundidad, MA: Merluza Austral, MC: Merluza de cola, PR: Pejerrata, PG: Pejegallo, RV: Raya volantín, RE: Raya espinosa, RB: Raya blanca, TO: Tollo, TC: Tollo de cachos, TP: Tiburón pintarroja. OBS.:



## FORMULARIO DE TALLAS - Proyecto Congrio Dorado FIPA Nº 2017-46

Nave :			Línea (Correlativo):	Especie:	
Fecha:	/	/	Anotador :	Zona/Localidad:	

Talla (om) Frecuencia Tallas	Total	Talla (cm)	Frecuencia Tallas	Total	Talla (cm)	Frecuencia Tallas	Total
25		70			115		
26	+	71		$\vdash$	116		
27	+	72		$\vdash$	117		
28	+	73		$\vdash$	118		+
29	+	74		$\vdash$	119		_
30	+	75		$\vdash$	120		_
31	+	76		$\vdash$	121		+
32	+	77		$\vdash$	122		_
33	+	78		$\vdash$	123		+
34	+	79		$\vdash$	124		+
35	+	80		$\vdash$	125		+
36	+	81		$\vdash$	126		+
37	+	82		$\vdash$	127		+
38	+	83		$\vdash$	128		+
39	+-	84		+	129		+
40	+	85		$\vdash$	-		+
41	1	86		$\vdash$	130		+
	+	$\rightarrow$		$\vdash$	-	7	+
42	+	87		+	132		+
43	+	88		$\vdash$	133		+
44	+	89		-	134		+
45	+	90		$\vdash$	135		+
46	+	91		$\vdash$	136		_
47	+	92		$\vdash$	137		+
48	+	93		$\vdash$	138		+
49	-	94		-	139		-
50	$\perp$	95		$\vdash$	140		_
51	$\perp$	96		$\vdash$	141		
52	$\perp$	97		$\perp$	142		_
53	$\perp$	98			143		
54	$\perp$	99			144		_
55		100		$\perp$	145		
56		101			146		
57		102			147		
58		103			148		
59		104			149		
60	/	105			150	ű.	1
61		106			151		
62		107			152		
63		108			153		
64		109			154		
65		110			155		
66	$\top$	111		$\Box$	156		
67		112		$\Box$	157		T.
68		113			158		
69	$\top$	114		$\vdash$	159		
				_			VERS. 1



## FORMULARIO TALLA-PESO - Proyecto Congrio Dorado FIP Nº 2017-46

Nave :	Zona/Localidad:
Mes:	Anotador :

Rango	ld	Tallas (cm)	Peso (grs)	Rango	ld	Tallas (cm)	Peso (grs)	Rango	Id	Tallas (cm)	Peso (grs
	1				1				1		
	2				2			1	2		
	3				3				3		
•	4			_	4			120-129	3 4 5		
.53	5			1.5	5			=	5		
20-29	6			70-79	6			0	6		
,,	7			'-	7			=	7		
	8				8				8		
	9				9			1	9		
	10				10				10 1 2 3 4 5		
	2				2	100			1		
	2				2			1	2		
	3				3			1	3		
•	4			0	4			130-139	4		
30-39	5			80-89	5			<b>H</b>	5	-	
8	6			8	7			00	6		
***	7			- ~	7			=	7	1	
	8				8				8		
	9				9			1	9		
	10				10				10 1 2 3 4		
	2 3				1				1		
	2				2				2		
	3				3				3		
•	4				4			140-149	4		
40-49	5			66-06	5			7	5		
9	7				6			9	7		
4				01	7			17	7		
	8				8				8		
	9				9				9		
	10				10				10 1 2 3 4 5	1	
	1				1				1		
	2				2	),		1	2		
	3				3				3		
•	4			6	5			6	4		
55	5			1 2	5			=======================================	5		
50-59	6			100-109	7			150-159	6		
L)	7			19	7	9		15	7		
	8				8				8		
	9				9	1		1	9		
	10				10	8			10		
					1				10 1 2 3 4		
	2				2				2		
	3				3				3		
_	4			6	4			6	4		
69-09	5			=	5			16	5		
0	6			0	6	7.0	$\Box$	0	6		
9	7			110-119	7			160-169	7		
	8				8		$\Box$		8		
	9				9				9		
	10				10		$\overline{}$	1	10		



## FORMULARIO OTOLITOS - Proyecto Congrio Dorado FIP Nº 2017-46

Zona/Localidad: \_\_\_\_

Mes:				Anotador	:		
ID	TALLA	SEXO	отошто	ID	TALLA	SEXO	отошто
1				11			
2				12			
3				13			
4				14			
5				15	_		
6				16			
7				17			
8				18			
9				19			
10				20			
ID	TALLA	SEXO	отоцто	ID	TALLA	SEXO	отошто
21				31			
22				32			
23				33			
24				34			
25				35			
26				36			
27				37			
28				38			
29				39			
30				40			
ID	TALLA	SEXO	отошто	ID	TALLA	SEXO	отошто
41				51			
42				52			
43				53			
44				54			
45				55			
46				56			
47				57			
48				58			
49				59			
50				60			
	ACHO; 2: HEMBR : UN OTOLITO DE		NADO OS OTOLITOS DE MUEST	RA			



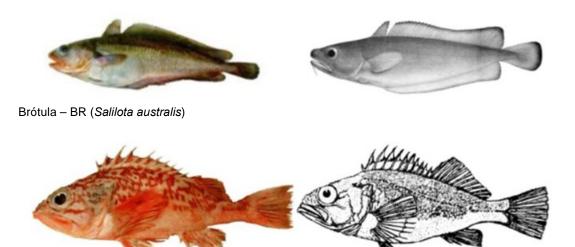
## Proyecto Congrio Dorado FIPA 2017-46

# DESCRIPCIÓN ESPINEL DE MUESTREO CONGRIO DORADO

Nave: Anotador: Fecha:	
Rango de profundidad de operación (referencial)	(m)
1. Longitud de orinque	(m)
Material orinque	_
Diámetro de orinque	(mm)
Longitud de linea madre	_ (m)
Material linea madre	_8
Diámetro de línea madre	(mm)
Longitud de reinal	_ (m)
Material reinal	_
Diámetro de reinal	(mm)
Numeración y marca/origen del anzuelo	_
Largo de pata del anzuelo	_ (mm)
Abertura del anzuelo	_ (mm)
Tipo de anzuelo (recto, desbalanceado, curvo)	
Cantidad de pesos en la linea madre	_
Peso aproximado de cada uno	_ (g)
Tipo de peso (piedras, plomos, otro)	_
Cantidad de flotadores en la línea madre	_
Tamaño aproximado de cada uno	(mm)
Tipo de flotadores (flotador esférico, botellas)	_
7. Separación entre reinales	_ (m)
8. Tipo de fondeo (anclote, muerto, otro)	
Ejemplos de materiales: Polipropileno (papelillo) torcido, Nylon monofilamento, Nylon Polietileno trenzado.  OBS.:	torcido,



## CATALOGO DE RECONOCIMIENTO DE ESPECIES.



Chancharro - CH (Helicolenus langerichi)

FICHA FAUNA ACOMPAÑANTE Proyecto Congrio dorado FIPA 2017-46



Congrio negro – CN (Genypterus maculatus)





Congrio de profundidad – CP (Bassanago albescens)

FICHA FAUNA ACOMPAÑANTE Proyecto Congrio dorado FIPA 2017-46







Merluza austral - MA (Merluccius australis)





Merluza de cola – MC (Macruronus magellanicus)





Pejerrata – PR (Coelorinchus fasciatus)

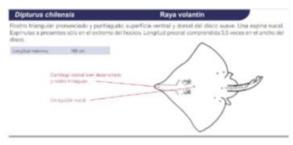
FICHA FAUNA ACOMPAÑANTE Proyecto Congrio dorado FIPA 2017-46



Pejegallo – PG (Callorhinchus callorhynchus)





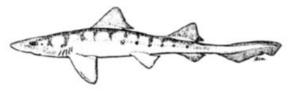


Raya volantín – RV (Dipturus o Zearaja chilensis)

FICHA FAUNA ACOMPAÑANTE Proyecto Congrio dorado FIPA 2017-46







Tollo – TO (Mustelus mento)





Tollo de cachos – TC (Squalus acanthias)





Tiburón Pintarroja – TP (Schroederichthys bivius)

FICHA FAUNA ACOMPAÑANTE Proyecto Congrio dorado FIPA 2017-46

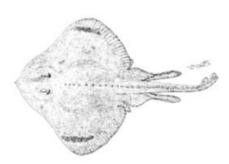






Raya espinosa – RE (*Dipturus trachyderma*)





Raya blanca – RB (*Bathyraja albomaculata*)

FICHA FAUNA ACOMPAÑANTE Proyecto Congrio dorado FIPA 2017-46



#### 3.2.7. Indicadores de abundancia

#### 3.2.7.1. Estimador geostadístico

En el caso del estimador CPUE\_GEO<sub>k</sub>, para cada Área de estudio, se consideró a la CPUE asociada al centroide de cada una de las cuadrículas i-ésimas como variable regionalizada. A partir de ello, se analizó la autocorrelación espacial de dicha variable en términos del análisis del variograma experimental, definido como la varianza de las diferencias entre los valores que están *h* unidades separadas.

$$\hat{\gamma}(\mathbf{h}) = \frac{1}{2N(\mathbf{h})} \sum_{i=1}^{N(\mathbf{h})} \left[ z(x_i) - z(x_i + \mathbf{h}) \right]^2$$

donde,  $\gamma(\mathbf{h})$  es la semivarianza, h es un vector de distancia y dirección,  $N(\mathbf{h})$  es el número de pares de observaciones en una distancia h de una dirección dada, z(xi) es el estimador de abundancia relativa (CPUE1/CPUE2) para cada cuadrícula ith

En cada región de estudio se definieron polígonos de interpolación, los cuales fueron definidos en función a dos criterios: la presencia de caladeros históricos y batimetría.

La unidad espacial básica de análisis se definió como una cuadrícula de una milla náutica cuadrada, (1x1 mn), cada polígono está conformado por un conjunto de estas cuadrículas, las cuales pueden o no haber sido visitadas.

El rendimiento por anzuelo (CPUE), se calculó considerando la captura como nº de ejemplares de congrio dorado (enteros y dañados) dividido por el número de anzuelos operativos, al interior de la sección perteneciente a cada cuadrícula.

Las cuadriculas fueron identificadas con un número correlativo, numeradas de forma creciente norte a sur y de oeste a este. Lo anterior es válido para las tres regiones. En el caso de Achao, donde se definieron 2 subzonas de análisis, la numeración de las cuadrículas inicia en el polígono\_01 ubicado al oeste, y continúa de forma correlativa en el Polígono\_02 ubicado al este.



Ademas del uso de variogramas clásicos y se empleó la versión robusta de variograma (Cressie & Hawkins, 1980)

$$2\gamma^*(h) = \left(\frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} |Z(x_i) - Z(x_i + h)|^{\frac{1}{2}}\right)^4 / \left(0.457 + \frac{0.494}{|N(h)|}\right)$$

Una vez obtenido el variograma experimental omnidireccional, se ajustó un modelo para caracterizar la estructura espacial (esférico, exponencial y gaussiano):

$$\text{Modelo esférico (Cressie, 1993):} \qquad \qquad (h;\theta) = \begin{cases} 0, & h=0 \\ c_0 + c \left(\frac{3}{2} \left(\frac{\|h\|}{r}\right)\right) - \frac{1}{2} \left(\frac{\|h\|}{r}\right)^3, & 0 < \|h\| \leq r \\ c_0 + c, & \|h\| \geq r \end{cases}$$

$$\text{Modelo exponencial (Cressie, 1993):} \qquad \qquad \gamma(h;\theta) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ c_0 + c \left(1 - \exp\left(-\frac{\|h\|}{r}\right)\right), & h \neq 0 \end{cases}$$

Modelo Gaussiano (Cressie, 1993)

$$\gamma(h;\theta) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ c_0 + c \left[ 1 - \exp\left( -\frac{3\|h\|^2}{r^2} \right) \right], & h \neq 0 \end{cases}$$

donde  $c_0$  es el efecto nugget, que caracteriza la variabilidad de microescala, c es el valor asintótico o *sill* del variograma menos el nugget, y r es el rango del variograma, más allá del cuallos datos ya no presentan correlación.

Los modelos fueron ajustados a los datos del variograma experimental mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993). La selección de modelos se llevó a cabo mediante validación cruzada utilizando el cuadrado medio del error de predicción de los residuos (Isaaks & Srivastava, 1990).

Centro UC

CAPES - Center of Applied
Ecology & Sustainability

El modelo de variograma obtenido se utilizó junto con los datos del muestreo para calcular las ponderaciones óptimas atribuibles en cada estación y para estimar los valores de los indicadores de abundancia (Z\*) en localidades no muestreadas (interpolación mediante modelación espacial, kriging (Isaaks & Srivastava, 1990; Cressie, 1993).

Como método de interpolación se utilizó un kriging ordinario aplicado a la grilla de interpolación generada al interior de cada polígono. Finalmente, para la obtención del valor de tendencia central (CPUE<sub>k</sub>), se aplicó una media simple a los valores predichos al interior de la grilla de predicción.

En consideración a que el número de puntos definidos a través de la ubicación de anzuelos al interior de cuadriculas fue en general bajo, se exploraron dos análisis extras, los cuales consistieron en separar las líneas en unidades de muestreo de 300 y 100 anzuelos, asignando la CPUE de cada sección a la posición media de la misma, de tal forma de aumentar los puntos de muestreo en cada polígono.

Por otra parte, la numeración y registro de posición de cada 100 anzuelos se utilizó para asignación de posición a cada anzuelo y de este modo estimar CPUE por cuadrículas para el análisis geoestadístico.

Cabe destacar que, debido a los bajos rendimientos y a los escasos datos en la región de Magallanes, no fue posible ajustar variogramas en ninguna de las modalidades anteriormente enunciadas, por lo que la obtención de un valor de CPUEk por medio de geoestadística intrínseca fue descartada para dicha zona.

### Estimador de razón

El empleo del estimador CPUE kriging considera como supuesto la existencia de autocorrelación espacial para la variable de interés, lo cual es verificado mediante el análisis y ajuste del respectivo variograma a partir de la obtención de los datos. Así, para cada Área de análisis se



consideró complementariamente al estimador de razón (CPUE\_RAZ<sub>k</sub>) (Thompson, 1992) conforme a:

$$CPUE\_RAZ_k = \frac{\sum Captura_{ki}}{\sum Esfuerzo_{ki}}$$

donde: Esfuerzo<sub>ki</sub> corresponderá al Nº de anzuelos operativos<sub>ki</sub>

#### 3.2.7.2. Estimador Bayesiano

Como cualquier método de estimación, el éxito de aplicación de la geoestadística intrínseca o el estimador de razón dependerá de que tan bien los supuestos se aplican al caso en estudio. Un problema común que presenta la aplicación de la geoestadística intrínseca dice relación con la estimación de un variograma cuando los focos de abundancia son relativamente pequeños en el espacio (ver por ejemplo el caso de langostinos en Queirolo et al. (2016). Esto indica que, se deberían probar métodos alternativos para congrio dorado.

Investigaciones recientes proponen usar inferencia Bayesiana de estimación de parámetros como una alternativa para analizar datos espaciales de recursos marinos (Boyd et al., 2015; Cosandey-Godin et al., 2015). El supuesto principal es que los datos pueden ser modelados desde Campos Aleatorios Markovianos (MRF, "Markov Random Field"). La estimación de parámetros con inferencia Bayesiana tiene ventajas comparativas con la estadística basada en verosimilitud pura. La inferencia Bayesiana toma en cuenta la incertidumbre en forma completa proveniente de los parámetros y las variables latentes (aquellas que no se pueden observar) utilizando la distribución posterior. Las predicciones además están basadas en la distribución posterior conjunta de todas las variables tanto conocidas como desconocidas (Royle & Dorazio, 2008). Por otra parte, permite la incorporación de prioris que pueden ser informativas, como también de covariables. Para congrio dorado, este procedimiento presenta potencialmente, ventajas comparativas respectos a la geoestadística intrínseca y al estimador de razón. Permite relajar el supuesto de un variograma, debido a que la correlación entre vecinos puede hacerse de manera empírica usando un modelo autocorrelativo. Además, permite relajar el supuesto de distribución normal de la variable respuesta, ya que permite modelar el proceso desde la distribución más adecuada sin necesidad de transformación previa de los datos. Además, la



incorporación de prioris informativa tiene el potencial de mejorar el proceso de estimación e incorporación de incertidumbre, sobre todo en los focos de abundancia de pequeño tamaño.

Se modela las observaciones de CPUE\_MRF<sub>k</sub> haciendo un grillado del área en cuadriculas i. Estas observaciones y(i) pueden ser descritas como realizaciones independientes de un proceso Gamma con una función long-link g(y(s)):

$$y(i)|\theta \sim Gamma(\alpha, \beta)$$

Donde  $\alpha$ ,  $\beta$  son parámetros de forma y tasas respectivamente y  $\theta = (\theta_1, \theta_2) \sim \pi(\theta)$  son las prioris de hiper-parametros. La función Gamma ha sido aplicada con éxito en estudios preliminares de modelación de CPUE (Queirolo et al., 2016).

La CPUE es modelada con una estructura aditiva como una combinación de efectos lineales y no-lineales:

$$y(s) = g(y(s)) = \beta_0 + \sum_h f_h(c_h(s)),$$

Donde  $\beta_0$  es el intercepto, el cual representa la CPUE media modelada (Diggle & Rivero, 2007), y  $f_h(\cdot)$  denota el efecto no-lineal de las covariables  $c_h$ . Este modelo fue implementado usando el paquete R-INLA (Integrated Nested Laplace Approximation, hppt://www.r-inla.org).

El modelo de correlación espacial  $(c_{h=1})$  usado corresponde a un modelo auto-regresivo intrínseco (iCAR), también referido como el modelo de "Besag" (Besag, 1974). Este modelo asume que las celdas que están más cerca en el espacio, muestran una CPUE similar que aquellas que están más alejadas. El supuesto principal indica que las celdas i y j de la grilla son vecinas si estas comparten un borde común, el cual se denomina como  $i \sim j$ . Un conjunto de vecinos en la región i como  $\delta_i$  con un tamaño de  $n_{\delta i}$ . La distribución condicional de  $c_i$  queda definida como:

$$c_i | \boldsymbol{c}_{-i}, \tau_a \sim N \left( \frac{1}{n_{\delta i}} \sum_{j \in \delta_i} c_j, \frac{1}{n_{\delta i} \tau_a} \right),$$

donde  $au_a$  es el parámetro de precisión de la correlación espacial y



 $c_{-i} = (c_1, ..., c_{i-1}, c_{i+1}, ..., c_n)^T$  con media de  $c_i$  es igual a la media del efecto sobre todos los vecinos y la precisión es proporcional al número de vecinos. La distribución conjunta de  $\mathbf{c}$  es:

$$\pi(\mathbf{c}|\tau_a) \propto exp\left(-\frac{\tau_a}{2}\sum_{i\sim j}(c_i-c_j)^2\right) \propto \left(-\frac{\tau_a}{2}\mathbf{c}^{\mathrm{T}}\mathbf{Q_a}\mathbf{c}\right),$$

donde  ${\it Q}_a$  es la matriz de precisión del efecto estructural especial con entradas:

$$Q_{i,j} = \begin{cases} n_{\delta i} & i = j, \\ -1 & i \sim j, \\ 0 & else. \end{cases}$$

La aplicación de este modelo estregara campos de distribución de la CPUE modelada.



# 3.3- OBJETIVO ESPECIFICO 3

"Caracterizar en términos biológico-pesqueros las áreas de pesca identificadas en referencia a estructura de tallas, madurez, composición de captura y evaluar las potenciales diferencias entre ellas"

Este objetivo tiene como finalidad, la caracterización de las capturas en términos de su estructura de tallas y composición. El muestreo tanto de las estructuras de talla de congrio dorado, como también de la fauna acompañante se llevó a cabo mediante el protocolo de muestreo indicado anteriormente, que en el caso de muestreo a bordo para esta primera etapa consistió en los siguientes pasos:

- 1. El encargado del muestreo CAPES se situó al costado de la línea virada con el fin de separar las capturas a medida que sean subidas a bordo. La captura fue dispuesta en bandejas separadas por cada una de las especies.
- 2. La totalidad de la captura fue subida a bordo y se llevó a cabo el registro de tallas.
- 3. Una vez finalizado el virado y después de tener separadas las capturas en cajas, se procedió a la medición de tallas.
- 4. Para la medición de tallas de congrio dorado, se deberá medir y registrar la longitud de todo lo capturado con un máximo de 100 ejemplares por líneas.
- 5. Para la medición de tallas de fauna acompañante, se registró la longitud de una muestra de los ejemplares de cada especie de fauna acompañante capturados durante cada virado, con un máximo de 25 ejemplares por especie.
- 6. Se separó una muestra de ejemplares de congrio dorado para el registro individual de su peso completo (sin eviscerar) y de longitud total en el formulario confeccionado para dicho fin.



- 7. Para el número de ejemplares para estimar la relación talla-peso deberá respetar los tamaños de muestra por rangos de talla indicados en el formulario respectivo.
- 8. Se separa una muestra de 50 ejemplares de congrio dorado, entero, sin eviscerar para ser llevado a tierra con la finalidad de realizar análisis biológicos complementarios.
- 9. A esos 50 ejemplares se les tomo una foto a cada uno, sobre el ictiómetro y con distancia estandarizada, para ser usada posteriormente con fines de análisis morfométricos.

### 3.3.1. Estadios de madurez sexual

### 3.3.1.1. Método macroscópico

Para cada ejemplar se le registró la longitud total (LT, cm), peso total (PT, g), peso eviscerado (PE, g), peso hígado (PH, g) y peso gónada (PG, g). Además, por sexo se caracterizó la madurez sexual macroscópica agrupadas en tres categorías (**Tabla 2**) de acuerdo la escala de madurez desarrollada por Aguayo et al. (2001).

**Tabla 2.** Estadio de madurez de las gónadas por sexo en congrio dorado de acuerdo a la escala macroscópica de Aguayo et al. (2001) agrupadas en tres categorías.

Sexo	Categoría	Estadio	Terminología	Descripción de caracteres macroscópicos
	1 Inmaduro	1	Inmaduro	Ovario pequeño; ovarios virginales de aspecto filiforme y en una fase más avanzada presenta una sección tubular, aplanada, con extremos menos anchos. Color blanco marfil. Diámetro <0.3 mm.
Hembras		2	En Maduración	Ovario de tamaño mediano, con extremo posterior menos ancho; color rosado y cubierto por una membrana resistente, lisa. Se observan lamelas ovígeras (racimos con ovocitos). Diámetro <0.3 mm.
Hen	2 — Maduro activo	3	Maduro	Ovario grande, turgente, de color rosado o amarillo pálido, cubierto por una membrana resistente, lisa; sin secreción mucosa o muy escasa. Diámetro de ovocitos <0.9 mm. También incluye ovarios con desove parcial reciente.
		4	En Desove	Ovario de gran tamaño, turgente, cubierto por una membrana resistente, lisa; con ovocitos hidratados. Con gran cantidad de mucus transparente. Color amarillo claro. Los ovocitos fluyen



				libremente al presionar el abdomen de la hembra; diámetro de ovocitos >0.9 mm.
	3 Maduro inactivo	5	Desovado y En Regresión	Ovario de menor turgencia, color amarillo claro a rosado. Lamelas ovígeras visibles, de aspecto flácido. Con escaso ovocitos en proceso de reabsorción. Al final, el ovario adquiere un color rosado, con una mayor turgescencia.
	1 Inmaduro	1	Inmaduro	Testículos pequeños, aplanados, con bordes lisos; color amarillo pálido.
		2	En Maduración	Testículos pequeños, de mayor grosor. Color amarillo pálido. Al presionar no fluye líquido blanco opaco.
Machos	2 Maduro activo	3	Maduro	Testículos de tamaño mediano, con lóbulos engrosados y un ligero aumento en longitud. Color blanco opaco. Al presionar fluye líquido blanco opaco, viscoso.
		4	En Reproducción	Testículos de mayor longitud y grosor; color blanco marfil; al presionar fluye semen de color blanco, lechoso.
	3 Maduro inactivo	5	Evacuado y En Regresión	Testículos blanco amarillento. Al presionar no fluye semen o sólo en escasa cantidad. A medida que avanza el grado de regresión, disminuye el grosor y el tamaño de los lóbulos.

#### 3.3.1.2. Método histológico

Las gónadas extraídas fueron almacenadas en bidones con formalina al 10%. En laboratorio, las gónadas fueron sometidas al método histológico para caracterizar el grado de desarrollo de los gametos. El protocolo consistió en lavados de las gónadas fijadas en agua destilada, un baño de etanol al 50% y tres baños de etanol al 70%, cada etapa por 30 minutos. Las submuestras fueron deshidratadas y aclaradas en un procesador automático de tejidos (Leica TP1020, Alemania) usando una batería creciente de etanol hasta 95%, seguido de una mezcla de etanol 95% y butanol, aclaradas con butanol (Gabe, 1968), para finalmente ser impregnadas e incluidas en Paraplast Plus en un centro de inclusión de tejidos (Leica ED1150H, Alemania). Secciones de 5 µm de grosor obtenidas con un micrótomo (Leica RM2155, Alemania) fueron adheridas a portaobjetos con albúmina de Mayer, utilizando un baño de flotación con agua destilada a 40°C (Lab-Line Lo-Boy, USA) y secadas en una estufa a 40°C (Memmert, Alemania). Estas preparaciones se desparafinaron en xilol y se hidrataron en una batería drecreciente de etanol desde etanol absoluto hasta el agua destilada. Posteriormente se tiñeron con el Método Tricómico de Arteta (hematoxilina para los núcleos, Eritrosina/Orange G para la diferenciación del citoplasma y algunos gránulos de secreción, y Azul de Anilina para evidenciar colágeno como componente de tejidos conjuntivos y gránulos de secreción (López et al. 1982). Finalmente, las



preparaciones fueron deshidratadas en una batería creciente de etanol, aclaradas con xilol, montadas y cubriéndolas con un cubreobjeto utilizando Entellan (Merck, Alemania). Las preparaciones se analizaron en un microscopio óptico de campo claro (Leica DM 2500, Alemania) y se fotografiaron en un microscopio óptico de campo claro trinocular (Leitz- Leica DMRBE, Alemania), equipado con una cámara fotográfica digital (Leica DFC290, Alemania).

En el análisis microscópico de las muestras histológicas de gónada de ambos sexos de congrio dorado, a ejemplar fue clasificado en uno de los 5 estadios de desarrollo gonadal, aplicando una escala modificada de madurez gonadal desarrollado por Aguayo et al. (2001) y Chong & González (2009), escala que es descrita en los resultados.

3.3.1.3. Validación del us o de la es cala de madurez s exual macroscópica en los procedimientos de muestreos biológicos

La ventaja del uso de la escala de madurez macroscópica es su rapidez y, sin embargo, su desventaja está en la subjetividad en la asignación de estadios. Por lo tanto, es necesario medir el grado de concordancia en la asignación de estadios entre las escalas macroscópica e histológica para identificar estadios conflictivos y evaluar la consistencia en su aplicación para análisis de mayor resolución como la estimación de la ojiva de madurez.

#### 3.3.1.4. Análisis de concordancia

El coeficiente de Kappa,  $\kappa$  (Cohen, 1960) cuantifica la proporción de concordancia de las muestras asignadas a la categoría i por dos observadores, después de haber removido la similitud producto del azar o casualidad. Los datos de estadios de madurez sexual usados corresponden a escalas nominales y ordinales. El coeficiente  $\kappa$  está descrito en la siguiente fórmula:

$$\kappa = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e}$$

donde  $P_0$  es la proporción observada de concordancia entre análisis de asignación de madurez y  $P_e$  es la proporción hipotética de concordancia dada por el azar o casualidad. El valor de  $P_e$  está dada por:



$$P_e = \sum_{i=1}^n P_{a,i} \times P_{b,i}$$

donde  $P_{a,i}$  es la proporción de individuos asignados a la categoría de madurez i por el análisis macroscópico y  $P_{b,i}$  es la proporción de individuos asignados a la categoría de madurez i por el análisis histológico.

Según Landis & Koch (1977), el valor de  $\kappa$  toma distintos niveles de concordancia que puede ser interpretada como: 0,00-0,20 pobre; 0,21-0,40 bajo; 0,41-0,60 moderado; 0,61-0,80 considerable; 0,81-0,99 óptimo. Siguiendo lo recomendado por Gerritsen & McGrath (2006), el grado de confiabilidad de los valores de  $\kappa$  fue evaluado por el método de bootstrap no paramétrico para computar el intervalo de confianza al 95% de  $\kappa$  usando el método de percentil (Efron & Tibshirani, 1993).

# 3.3.2. Condición reproductiva de las hembras

En esta sección se analizó la condición reproductiva y nutricional del recurso capturado por la flota artesanal en aguas interiores. Para cada individuo *i* se determinó tres indicadores, tales como el índice hepatosomático (IHS), índice gonadosomático (IGS) y factor de condición (K), definido como:

$$IGS_i = \frac{PG}{PE} \times 100$$
;  $IHS_i = \frac{PH}{PE} \times 100$ ;  $K_i = \frac{PE}{\alpha \times LT^{\beta}}$ 

donde  $\alpha$  y  $\beta$  corresponde al intercepto y pendiente de la relación potencial entre la longitud total y peso eviscerado. En esta sección se usó como medida indirecta de la condición nutricional el factor de condición de Le Cren (1951) debido que sus valores estandarizados son independientes del tamaño de las hembras (P>0,05). A partir de los datos del presente proyecto se determinó los tres indicadores (IGS, IHS y K) colectados por personal de CAPES-PUC, mientras que a partir de los datos históricos colectados por personal de observadores científicos embarcados de IFOP se determinó IGS y K.



#### 3.3.2.1. Validación del índice gonadosomático

Antecedentes previos en otras especies de teleósteos se observó que cualquier variabilidad temporal o espacial del IGS podría estar explicada por el tamaño corporal del pez y no necesariamente por su condición de madurez (DeVlaming et al., 1982). Por esta razón, a cada estadio de madurez se aplicó un análisis de regresión entre el PG y PE. Así se evaluó si la pendiente no es significativamente distinta de 1, entonces la relación es del tipo isométrica, es decir, que el IGS es explicada principalmente por el desarrollo de los ovocitos, y por lo tanto, comparable entre muestras compuestas por individuos de distintos tamaños (DeVlaming et al., 1982; Somarakis et al., 2004). También se analizó la homogeneidad de las pendientes entre los diferentes estadios (DeVlaming et al., 1982; Erickson et al., 1985). La isometría y homogeneidad fueron evaluadas usando T-test y análisis de covarianza (ANCOVA), respectivamente.

A través de un modelo lineal generalizado, se evaluó la relación entre el IGS con cuatro predictores por separados. El estadio de madurez sexual fue considerado como variable categórica, mientras que el IGS, IHS y K como variable continua. El modelo con familia Gamma y función de enlace "log" fue seleccionado por el valor inferior de Criterio de Información de Akaike (AIC) de acuerdo a Burnham & Anderson (2002).

### 3.3.2.2. Ciclo reproductivo

La evolución mensual del IGS y la proporción de hembras maduras activas (MAT) fue modelada mediante un modelo aditivo generalizado (GAM) según Wood (2006), con el objetivo de seleccionar el periodo reproductivo apropiado para la posterior estimación de la ojiva de madurez de los datos de madurez macroscópica histórica colectada por IFOP. En este análisis, las hembras asignadas entre los estadios 3 y 4 en la escala macroscópica fueron clasificadas como maduras activas (MAT). El modelo fue implementado como:

$$E[x] = \alpha + te(Mes, LT)$$

donde E[x] es el valor estimado del IGS o MAT modelado,  $\alpha$  es el intercepto y te es un suavizante del tipo producto tensor bi-dimensional con el mes y LT como covariables. En la modelación del IGS, el tipo de familia gamma y función de enlace log fue seleccionada por el valor más bajo de



la validación cruzada de CGV y para el MAT se usó la familia binomial con la función logit, criterio de selección determinada por el valor de UBRE (Wood, 2006).

# 3.3.3. Ojiva de madurez

## 3.3.3.1. Determinación de la proporción madura

Para cada sexo, los individuos que alcanzaron la categoría y estadio  $\geq 2$  fueron considerados como maduros según por el método macroscópico e histológico, respectivamente. Además, la proporción madura también fue determinada por el método gonométrico basado en el IGS (Flores et al., 2015). Este método alternativo consiste en el uso del modelo logístico multinomial que estima la probabilidad condicional (P) de un individuo Y de estar en una de las tres clases o categorías de madurez (*i.e.*, inmaduro, maduro-activo o maduro-inactivo), dada el valor de IGS. De esta manera, los estadios de las hembras de congrio dorado fueron agrupados en las categorías inmadura (Estadio 1), madura-activa (Estadio 2-4) y maduro-activo (Estadio 5). Entonces, la probabilidad condicional de estar madura ( $y_i$ ) para una hembra con un valor de IGS específico ( $P(Y=y_i \mid IGS)$ ) fue modelado como:

$$P(Y = y_j \mid IGS) = \frac{exp^{(\alpha_j + \beta_j \times IGS)}}{\sum_{h=1}^{J} exp^{(\alpha_h + \beta_h \times IGS)}}$$

donde  $\alpha$  y  $\beta$  es el intercepto y la pendiente de la correspondiente IGS, respectivamente.

La hembra madura-activa fue designada como la categoría de referencia y cada una de las otras categorías (inmadura y madura-inactiva) fueron comparadas con esta base. El valor de corte de IGS (*IGS*<sub>cut-off</sub>) corresponde la intersección entre la curva inmadura y madura-activa. Por lo tanto, este valor define la probabilidad que un individuo sea considerado como inmaduro como en maduro-activo.

Los parámetros del modelo fueron estimados por el método de máxima de verosimilitud. La bondad de ajuste fue evaluada usando la razón de verosimilitudes ( $G^2(M)$ ) y el pseudo  $R^2$  de McFadden ( $R^2_{MF}$ ) como lo sugerido por McFadden (1974).



#### 3.3.3.2. Ajuste al modelo logístico

La ojiva de madurez aplicada a la proporción madura a la talla ( $P_{LT}$ ) determinada por cada método (macroscópico, histológico y gonométrico) fue ajustada mediante un Modelo Lineal Generalizado (GLM). La proporción de individuos maduros modelado se describe como:

$$P_{LT} = \frac{1}{1 + e^{(\beta_1 + \beta_2 \times LT)}}$$

donde  $\beta_1$  y  $\beta_2$  son parámetros de intercepto y pendiente, respectivamente.

La talla media de madurez ( $LT_{50}$ ), definida como la talla a la cual el 50% de los individuos son maduros, fue calculada  $P_{LT}$ =0.5 como:

$$LT_{50} = -\frac{\beta_1}{\beta_2}$$

Los coeficientes que definen la proporción madura fueron estimados usando máxima verosimilitud y asumiendo una distribución binomial del error por la naturaleza binaria de la data de madurez (Welch & Foucher, 1988). La incertidumbre en la ojiva de madurez fue incorporada usando un método bayesiano del paquete sizeMat en R. La bondad de ajuste fue evaluada usando la prueba de Hosmer-Lemeshow (HL) como lo sugerido por Hosmer & Lemeshow (1989). Para la comparación de la ojiva de madurez entre sexo se usó la prueba de Wald.

Para comprobar diferencias estadísticas de la ojiva de madurez entre métodos (es decir, entre histología, gonometría e histología-macroscopía) o entre zonas (entre X-XI y XII regiones) se usó la prueba de Wald (también conocida como prueba de Chi-cuadrado de Wald) que sigue un modelo Chi-cuadrado, análoga a la estadística F de un modelo lineal general. Por lo tanto, si la prueba de Wald indica que los parámetros de las variables categórica métodos o zonas son igual cero, entonces no existe diferencias significativas (P>0.05).



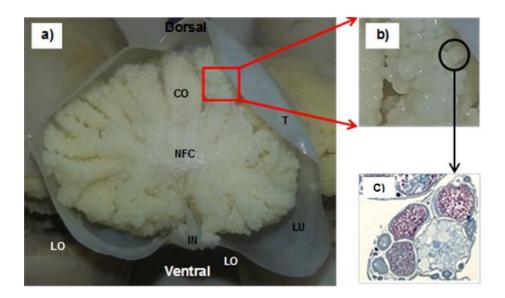
# 3.3.4. Fecundidad parcial

Los rasgos reproductivos de congrio dorado (IGS y ojiva de madurez) presentaron variabilidad espacial en aguas exteriores (Baker et al., 2014). Por esta razón, en la propuesta técnica se señaló comparar la regresión lineal entre la talla de la hembra y fecundidad parcial entre zonas en aguas interiores. No obstante, no se pudo cumplir con este objetivo debido a las condiciones ambientales adversas que se presentaron durante el periodo de muestreo y el bajo números de ejemplares capturados en la Isla Charles (XII Región), cuya gónada en su mayoría fueron inmaduras. Por lo tanto, la fecundidad parcial agrupada fue estimada considerando solo con hembras colectadas en la zona Achao (X Región) y Gala (XI Región).

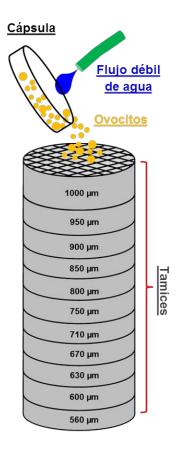
Las hembras de congrio dorado poseen un desarrollo gonadal asincrónico con fecundidad indeterminada (Machinandiarena et al., 1998), por lo tanto, se estimó la fecundidad parcial de acuerdo al método gravimétrico descrito por Hunter et al. (1985), la cual consiste en contar todos los ovocitos de la submuestra para determinar la cantidad proporcional. En el análisis se utilizó los ovarios hidratados sin indicios de desove (presencia de folículos postovulatorios) y la moda más avanzada de ovocitos (MMA) de hembras maduras (estadio 4, hidratación inicial), dado que el proceso de vitelogénesis se completó, conformando una moda a partir de los 650 µm (Aguayo et al., 2001). En hembras maduras, la distribución de tamaño de los ovocitos es heterogénea y continua, por lo tanto, se usó el paquete mixtools de modelo de mezcla gaussiana en R para descomponer la distribución multinomial usando máxima verosimilitud (Benaglia et al., 2009).

En cada hembra, se obtuvo submuestra que fue pesada (0,0001 g). Inicialmente se propuso aplicar un análisis de imagen para el conteo y medición de ovocitos, no obstante, la característica interna del ovario que consiste de lamelas ovígeras con abundante mucus impidieron una disgregación completa de ovocitos y, por lo tanto, aplicar la técnica automatizada por el programa ImageJ (**Figura 5**). Por este motivo, los ovocitos fueron disgregados mecánicamente mediante un lavado con agua bajo presión en un aparato tamizado desde 560 hasta 1000 µm con intervalos irregulares (**Figura 6**). Posteriormente los ovocitos retenidos en cada tamiz fueron contabilizados bajo microscopio estereoscópico (lupa binocular).





**Figura 5.** Corte transversal de un ovario de congrio dorado. a) CO, cresta ovárica que contiene varias lamelas ovígeras; NFC, núcleo fibro-conjuntivo; LU, lúmen; T, túnica; IN, invaginación; LO, lóbulo. b) una lamela ovígera (círculo negro) que contiene en su interior ovocitos de diferente estado de desarrollo. c) Corte histológico de una lamela ovígera.



**Figura 6.** Esquema ilustrativo del sistema de tamices con mallas de abertura de diferentes tamaños en micras para separar los ovocitos de diferentes diámetros.



El número promedio de ovocitos de las submuestras se utilizó para la estimación de la fecundidad parcial de cada ejemplar *i*, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\bar{F}_i = \bar{n}_o \times PG_i$$

donde  $\bar{F}_i$  corresponde a la fecundidad parcial de la hembra i, PG $_i$  al peso gónada (g) de la hembra i y  $\bar{n}_o$  al número de ovocitos por gramo de submuestra.

Una relación entre la fecundidad parcial con el peso corporal (PT-PG, g), PE (g) y LT (cm) fue establecido mediante un modelo lineal generalizado, cuyo criterio de selección del tipo de familia y función de enlace se basó en el diagnóstico del error y valor inferior del Criterio de Información de Akaike (AIC) de acuerdo a Burnham & Anderson (2002). Además, un análisis de regresión simple fue usado para evaluar posible relación entre el tamaño de los ovocitos y la talla de las hembras como evidencia indirecta de un efecto maternal sobre la calidad del huevo.

Todos los análisis estadísticos mencionados en esta sección fueron llevados a cabo en el programa de acceso abierto R-project (www.rproject.org).



#### 3.4- OBJETIVO ESPECIFICO 4

"Estimar indicadores de abundancia de ∞ngrio dorado para la flota industrial que opera en aguas exteriores de la PDA"

Avances recientes en la construcción de índices de abundancia en pesquerías multiespecíficas, se han enfocados en la remoción de la heterogeneidad de las operaciones de pesca provenientes de las variaciones en la intensión de captura (Maunder & Punt, 2004; Palmer et al., 2009; Carruthers et al., 2010; Winker et al., 2013). Asumiendo que cada operación de pesca (lances en este caso) pueda ser descrita sin ambigüedades por la localidad de pesca, el arte usado y la composición de captura (García-Rodríguez, 2003), es posible definir agrupaciones de operaciones de pesca basadas en la similitud de composición de especies. A estas agrupaciones se le han dado diferentes nombres en la literatura como "pesca directa", "pesca objetivo", no obstante, nosotros aquí seguimos la definición en Pelletier & Ferraris (2000) y preferimos usar el término "táctica de pesca" para referirnos a la decisión hecha antes de cada operación de pesca.

Desde el año 2005 se ha aplicado análisis multivariado a la composición de captura en congrio dorado para asignar tácticas de pesca en cada lance, y así poder caracterizar cada lance en términos de intencionalidad (Wiff et al., 2006). En aquel primer intento de asignación de intencionalidad, el proceso consistió en separar aquellos lances que contenían congrio dorado de otras especies. Posteriormente, a este subconjunto de datos se aplicaba análisis multivariado correspondiente a componentes principales, cuyo objetivo fue reducir la dimensionalidad de especies. Luego, se utilizaba un análisis no-jerárquico de agrupación sobre los puntajes retenidos en el ACP (k-mean), para así llegar a un análisis jerárquico sobre estas agrupaciones (dendrograma). Con este análisis se definían grupos con características similares de composición de captura, los cuales podían ser interpretados como una táctica de pesca. En el análisis de estandarización de esfuerzo, la táctica de pesca se utilizaba como un factor en el modelo lineal generalizado (MLG) y de esta forma se buscaba que el MLG filtrara la intencionalidad de captura asociada al efecto de la táctica (más detalles en Wiff et al., (2006) y Wiff et al., 2008). El proceso descrito posee algunas limitaciones entre las cuales se identifican, (i) el filtro previo de las especies en la base de datos, supone que las tácticas de pesca sólo pueden ser asignadas sobre los registros de una especie particular; (ii) la agrupación de lances a través de los años se basa en la idea que la táctica de pesca se mantiene homogénea en la



serie de tiempo analizada. Estas limitaciones son consideradas en estos resultados preliminares, mediante una metodología que permite que la táctica sea generada sobre el conjunto de información de la pesquería. Por último, se asignan tácticas de pesca dentro de cada año con el objeto de tomar en cuenta los cambios temporales en la composición de captura. El proceso de asignación de táctica de pesca es posteriormente traspasado y analizado en el efecto que tiene sobre las series nominales de CPUE en palangre de congrio dorado.

#### 3.4.1. Bases de datos.

Para poder realizar el análisis de la información pesquera relacionada tanto con la flota de arrastre y de palangre, que opera en la pesquería demersal austral (PDA), se utilizaron las bitácoras de pesca disponible y proporcionadas por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), que considera la información de los lances de pesca con información que cuenta con capturas de congrio dorado. Esta base de datos además de la información de bitácora de pesca de la pesquería demersal austral, tiene un detalle de la composición de captura por lance, y en el caso de la flota arrastrera tiene una cobertura temporal entre los años 1978-2017, y para la flota palangrera desde el año 1988 hasta el 2017.

#### 3.4.2. Análisis de intencionalidad

Para la asignación de la intencionalidad de pesca de los lances provenientes de la flota arrastrera del año 2017, se utilizó el procedimiento descrito por Wiff et al. (2012), quienes describen el proceso de determinación de intencionalidad por medio de una trasposición de datos, filtro de datos y asignación de intencionalidad de lances con captura de congrio dorado. El protocolo seguido en este trabajo se encuentra detallado por las etapas antes descritas y detalladas a continuación.

## Transposición de datos

• Se utiliza la base de datos original PDA 2017, arrastre y se genera una nueva base de datos donde las especies capturadas y las características operacionales del lancen están en columnas. Ahora, cada fila indica un lance único.



- Se utiliza la consulta de referencia cruzada en el programa ACCESS donde las especies son columnas y se elige el número apropiado de campos de identificación (e.g. fecha del lance, número de viaje, embarcación, zona) posibles para evitar la pérdida de datos.
- Se comprueba que el cruzamiento de datos sea el adecuando observando el comportamiento de los rendimientos de merluza del sur y congrio dorado a través de los años desde la base de datos cruda, en comparación con la nueva base de datos (base transpuesta).
- Se hace un cruzamiento de la base de datos transpuesta con aquella que contienen las características físicas de las embarcaciones (nombre, TRG, eslora, manga, puntal).

## Filtro de datos

- Se eliminan del análisis a todos los lances que contienen capturas cero, así como también a aquellos que no posean unidad de esfuerzo (número de anzuelos calados u horas de arrastre según corresponda).
- En algunos casos, las capturas de congrio dorado están fuertemente asociadas a bacalao de profundidad. Sin embargo, es conocido que bacalao de profundidad constituye una pesquería específica y dirigida sobre esta especie. Por lo mismo, se eliminan del análisis a aquellos lances que presentan más de un 50% en peso de bacalao de profundidad en sus capturas. Se considera que un porcentaje 50% y más bacalao de profundidad, constituye una pesquería objetivo sobre la misma.
- Se eliminan del análisis aquellas especies consideradas raras y que en el total de la base de datos aparecen menos de un 0,5%. También se eliminan las especies indeterminadas.
- Se calcula la proporción de especies en cada lance con las especies retenidas.

## Asignación de intencionalidad para el año 2017, flota y zona de la PDA

- Análisis de componentes principales (ACP) de la composición de captura del año 2017.
   El objetivo de este análisis es reducir el total de especies en las primeras componentes ortogonales.
- Si los datos considerados contienen más de 3500 lances se realiza un análisis de agrupación no-jerárquico de los vectores propios derivados del ACP. Este análisis se realizó a través del método de K-means y como medida de similitud se usó la distancia euclidiana.



Esto nos permite reducir el número total de registros (lances de pesca) a 2500 centroides. El uso del clúster no-jerárquico se debe a que el análisis de dendrograma (clúster jerárquico) es muy extensivo desde un punto de vista computacional y no permite analizar el número total de registros con el cual se dispone algunos años.

- Análisis de clúster jerárquico para construir los dendrogramas de similitud de los centroides derivados del punto 2. Se utilizó la distancia euclidiana y el método de Ward como medida de agrupación entre las observaciones.
- Si los datos considerados contienen menos de 3500 lances, el análisis de agrupación jerárquico se realiza directamente sobre los puntajes retenidos del ACP.
- De acuerdo a los análisis, para el año 2017 se generan tres agrupaciones desde el análisis jerárquico.
- Se recupera la información original y a cada uno de los lances se les identifica con una etiqueta que indica a cuál agrupación pertenecen.
- Se estima la proporción promedio de cada especie presente en cada agrupación jerárquica.
- En cada año j se configura un subconjunto de datos que contiene la agrupación que cada año contenía la mayor proporción de la especie, ya sea de congrio dorado o merluza del sur. Cada subconjunto de estos datos es designado como pesca objetivo de cada especie. De la misma forma, se genera un subconjunto de datos denominados como fauna acompañante cuando se pesca congrio dorado en aquellos lances dirigidos a merluza del sur y viceversa.
- Se acumulan j años en el subconjunto de bases de datos con pesca objetivo y acompañante para cada una de las especies.
- Construcción de los dendrogramas y recuperación de los datos originales (lances de pesca) para asignarlos a un clúster (táctica de pesca) determinado.

Una vez determinada la intencionalidad de los lances de pesca de la información de bitácora para el año 2017, se procedió a analizar la información de la serie histórica del arrastre. Para esto se consideraron las variaciones de la captura del periodo 1978-2017 en términos temporales y espaciales de manera similar a lo realizado con la información de la flota palangrera. Un esquema del análisis de los datos se encuentra en la **Figura 7.** 



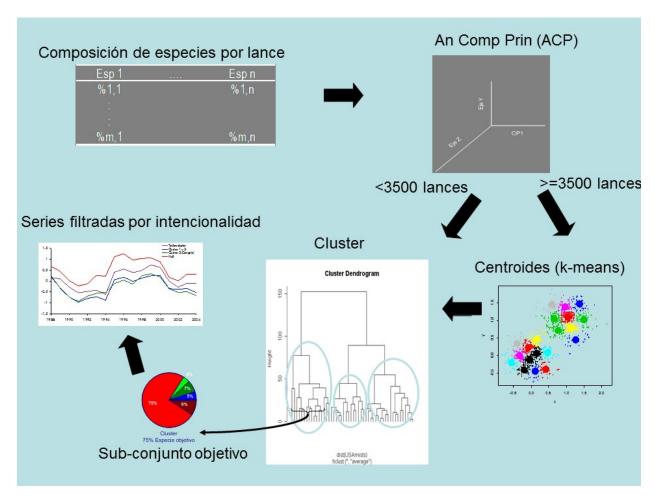


Figura 7. Esquema del análisis de datos usado para filtrar intencionalidad de pesca en la pesquería palangrera de congrio dorado.

## 3.4.3. Aspectos espaciales y temporales

Debido a la extensión de las series de rendimiento y a la extensión del área de pesca en ambas unidades de pesquería, resulta difícil pensar que el esfuerzo haya sido homogéneo en toda el área a lo largo de toda la serie temporal, supuesto que es necesario para construir una serie de CPUE como índice de abundancia. Por lo tanto, y con énfasis en el palangre, se buscaron áreas que históricamente hayan sido más frecuentadas por la flota y analizar la CPUE y su conducta temporal. Este análisis se llevó a cabo mediante la utilización de tablas de frecuencias de capturas históricas por rango de latitud, así como también por intermedio de graficas que contienen las capturas a través de los años en el espacio. Estos análisis nos permitirán determinar si es que existen áreas donde la captura se ha concentrado homogéneamente a través de los años.



En términos temporales, la bitácora de pesca contiene información asociada a la fecha de realización del lance, por lo que se pudieron obtener las variables como Mes y Año. Para el estudio de las variables temporales, se analizó además el comportamiento del número de observaciones contenidas en la bitácora de pesca y que presentación capturas de congrio dorado asociado al año y al mes. De manera similar se procederá a estudiar el comportamiento de la captura del recurso, mediante un enfoque espacial, donde serán analizadas las variables latitud, longitud y profundidad del lance de pesca.

Para estudiar el comportamiento de estas variables a nivel de tendencia, se realizará un ajuste de curvas suavizadas de las observaciones de pesca a nivel de mes y año, lo que permite apreciar los periodos temporales con mayores niveles captura en la serie analizada. De manera similar se analizarán las tendencias en la operación de pesca, en términos de ocurrencia y de las magnitudes relacionadas con la operación de pesca a nivel espacial.

Para el estudio de caladeros de pesca en congrio dorado, se analizará la información de los lances de pesca por medio del uso del paquete mapplot (Gerritsen, 2018) de R (R Core Team, 2018). Esta función permite, generar automáticamente grillas de análisis de captura para los datos espaciales (x=latitud, y=longitud y z=captura), y categorizar también las zonas geográficas con mayores niveles de captura de la serie histórica en estudio (1988-2017).

## 3.4.4. Análisis de sensibilidad

El esquema de modelación de la **Figura 7** es sensibilizado de acuerdo al número de agrupaciones que es permitida en cada uno de los años. Esto permite determinar si las agrupaciones pueden variar a través de los años como producto de variaciones en la operación de pesca. Por otra parte, las bases de datos de IFOP usadas para esfuerzo en su provienen, en su gran mayoría, a datos entregados por los capitanes de pesca. Entonces, otro análisis de sensibilidad propuesto, es si el reporte de composición de captura es afectado por la presencia o no de un observador científico a bordo.



Las bases de datos de IFOP históricamente están divididas en "Bitácora de pesca" que corresponde a la información entregada por los capitanes de pesca y "Biológico" que es la información obtenida con observadores científicos a bordo. Lamentablemente, las bitácoras de pesca no tienen una etiqueta que indique si en el lance había o no un observador científico. Entonces para determinar si los observadores científicos tienen o no un efecto en el reporte de composición de captura del lance, aquí se identifican los lances con observadores haciendo un cruzamiento de bitácora de pesca con biológico.

# 3.4.5. Estandarización de captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

El procedimiento utilizado para la determinación de un índice de abundancia derivado de información de bitácoras de pesca, utiliza la información de lances de pesca que se considera como pesca con objetivo e intencionalidad en la captura de congrio dorado. La estandarización se realizará como es habitual, mediante un modelo lineal generalizado (GLM) que incorpora como predictores el Año, Buque, Mes, Latitud y Longitud de cada lance, no quedando excluido también incorporar interacciones entre los predictores del rendimiento, así como explorar distintas distribuciones de error mediante la utilización de la verosimilitud en el ajuste del modelo (Punt et al., 2000; McCullagh & Nelder, 1989). Bajo este enfoque, el modelo general para la estimación de la CPUE es:

$$\log(I) = \beta_0 + \sum_{k} \beta_k x_k + \varepsilon$$

Donde  $\beta_0$  es el intercepto,  $\beta_k$  son los coeficientes que dan cuenta de la variación en la I (CPUE=I) y  $\epsilon$  es un error normal con media 0 y varianza constante  $\sigma^2$ ; también  $I, x y \epsilon$  son vectores de dimensión n x 1. Con la finalidad de obtener un indicador de abundancia estandarizado, se empleará un procedimiento de modelación que aísla la señal anual promedio de la serie de rendimientos. Para la extracción del efecto año se utilizará la expresión que permite transformar la variable modelada y transformada mediante el uso de  $\exp(\hat{\alpha}_t + \hat{\sigma}_t^2/2)$  (Maunder & Punt, 2004).



Por otro lado, se aborda la modelación de efectos no lineales mediante el uso de modelos aditivos generalizados (GAM), lo que permitirá incluir suavizamiento a las variables Latitud y Longitud antes mencionadas a la modelación estadística de la CPUE. De manera final se evaluará la aplicación de un modelo lineal generalizado mixto (GLMM), con la finalidad de incorporar variables con efecto fijos y aleatorios a la modelación de la CPUE.

El procedimiento utilizado para la determinación de un índice de abundancia derivado de información de bitácoras, considerará un proceso independiente por flota, debido a la importancia que tiene en la actualidad la flota comercial palangrera en la intencionalidad de pesca de congrio dorado. Así entonces para la determinación de un índice de abundancia de la CPUE estandarizada, relacionado con la flota arrastrera, solo considera la incorporación de lances de pesca identificados con intencionalidad en la captura de congrio dorado.

El procedimiento utilizado para la determinación de un índice de abundancia derivado de información de bitácoras de pesca en la flota palangrera, utilizará la información de lances de pesca identificados de acuerdo a distintos procedimientos de filtrado. En este sentido se considera evaluar el efecto de la aplicación de la identificación de lances de pesca dirigidos a la captura de congrio dorado en la zona norte y sur de la pesquería demersal austral. En este sentido cada fuente de información es relacionada con:

- **Total**: en este set de datos, se incluyen todos los lances de la pesquería demersal austral. Es decir, no se ha aplicado ningún análisis multivariado.
- **Objetivo**: esta fuente de información incluye aquellos lances que se han identificado como intencionados a la especie objetivo (en nuestro caso congrio dorado) tras aplicar el modelo multivariado.
- **Bycatch**: este base de datos incluye aquellos lances que se han identificado como intencionados a la merluza austral (la cual es la principal especie capturada en la pesquería junto con el congrio dorado).



#### 3.5- SOBRE OFERTA

Análisis morfométrico de otolitos como discriminante poblacional

El análisis morfométrico de los otolitos es un método bien establecido para delinear las poblaciones de peces, caracterizar los movimientos de la población y detectar el origen natal de los peces. Para el análisis de la forma del otolito, se utilizan dos métodos morfométricos principales: análisis de referencia ("landmark análisis") y análisis de contorno ("outline análisis"). El uso de morfometría en organismos y estructuras biológicas, como son los otolitos, está asociado al desarrollo tecnológico en la adquisición, procesamiento y análisis de imágenes digitales, así como en la mejora de la velocidad y capacidad de procesamiento computacional. De tal modo, que la complejidad en las medidas y en los análisis matemáticos ha aumentado proporcionalmente con dicho avance. La biometría o otolimetría se emplea en la cuantificación de la variabilidad y similitud de los otolitos, y permite la descripción, estandarización e integración de datos morfológicos con otros de carácter fisiológico, molecular y ecológico. Dicho campo de la ciencia es ampliamente utilizado en la identificación de stocks (Bird et al. 1986) y especies (Lombarte & Castellón, 1991), en la asignación de la edad de peces teleósteos (Cardinale et al. 2004), en el establecimiento de relaciones filogenéticas (Gaemers 1984), en estudios paleontológicos (Nolf 1985), en el estudio de redes tróficas (Frost & Lowry, 1981), en el análisis de la variabilidad inducida por factores adaptativos o ecomorfología (Gauldie, 1988) y en la caracterización de la diversidad de comunidades (Tuset et al., 2015a).

En la década de 1980, y con la generalización de imágenes digitalizadas, y la sustitución de imágenes dibujadas, se empezaron a desarrollar métodos de análisis de forma basados en la descomposición del contorno, fundamentalmente harmónicos de Fourier (Kuhl & Giardina, 1982). Su desarrollo metodológico se fundamenta en una simplificación de una imagen de 2 dimensiones a una imagen unidimensional que sea más fácil de analizar matemáticamente. Dos décadas después se empezó a difundir una segunda familia de análisis basados en la comparación de puntos homólogos (*landmarks*) (Bookstein, 1991). Ambas familias han demostrado una alta eficiencia para reproducir matemáticamente una forma y, actualmente, se emplean de forma extendida en el estudio de los otolitos con mayor éxito que la biometría multivariante. Los métodos más generalizados se basan en los descriptores de Fourier y sus



diversas variantes e índices derivados, si bien recientemente se han desarrollado descriptores multiescala.

La caracterización del contorno se basa en dos procedimientos básicos: la extracción del contorno, es decir, obtener la representación matemática de la forma del contorno y la extracción de caracteres o análisis del contorno, que es a partir de un conjunto de descriptores numéricos que caractericen el contorno (Piera et al., 2005), lo cual consiste en la extracción de datos numéricos que caractericen la forma de los contornos y que permitan ser analizados mediante métodos estadísticos.

Estudios de historia de vida del congrio dorado indican que existen diferencias entre las poblaciones del norte y sur PDA en el crecimiento (Wiff et al., 2007), madurez (Baker et al., 2014) y mortalidad natural (Wiff et al., 2011). Esto indicaría que el congrio dorado capturado en áreas de la PDA puede mostrar diferencias en la forma del otolito entre las áreas de pesca en aguas interiores de la X, XI y XII región. Esto pretendemos verificarlo usando las herramientas anteriormente descritas, dado que las Wavelets son útiles para detectar diferencias de forma en regiones específicas y las series de Fourier son más eficientes para distinguir poblaciones, por lo que uso combinado es esencial.

#### 3.5.1. Muestreo y Digitalización de Imágenes

Se muestrearon aleatoriamente hasta 50 pares de otolitos en cada uno de los cruceros y regiones de acuerdo al protocolo de muestreo anteriormente. Cada uno de los individuos en esta muestra se le registró el sexo, longitud total (cm) y peso (total y eviscerado, en gramos). En los laboratorios de biología tanto de la PUC (ECIM las cruces) y PUCV se seleccionaron aleatoriamente un total de 278 pares de otolitos extraídos en terreno por el personal de CAPES. El 54% de la muestra correspondió a Gala, mientras que solo 12% provienen de Isla Charles. A continuación, se comparó rango de tamaños de los ejemplares seleccionados solo para esta sección mediante un test no paramétrico Mann-Whitney (test U) con el objetivo de evaluar la representatividad de tallas para el análisis de morfometría sea entre sexo, localidad y periodo de crucero.

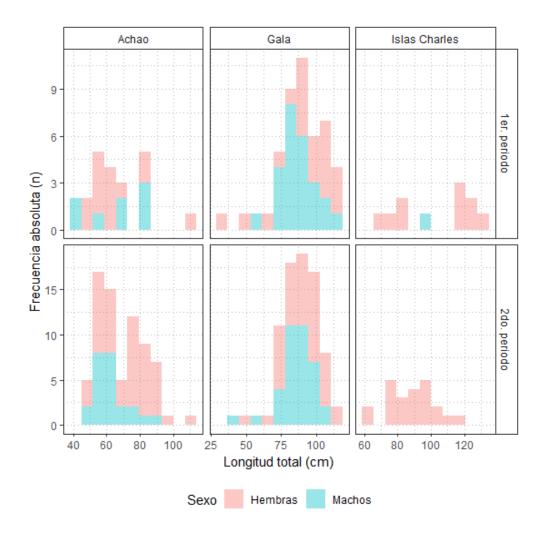


En Gala, el test U indicó que la distribución de talla por sexo no varió significativamente entre periodo de estudio (P>0.05), no obstante, la diferencia de tamaños de los ejemplares entre sexo fue significante en el segundo periodo (U test = 798, P=0.008) debido la composición de talla bimodal de las hembras con una fracción importante sobre los 60 cm LT (**Figura 8**). En Gala, la composición de talla fue unimodal con asimetría negativa (**Figura 8**). Según el test U, la distribución de talla entre sexo por periodo y entre periodo por sexo fue similar (valor P>0,05), cuyo rango tamaño global de los individuos abarcó entre los 35-131 cm LT y 55-116 cm LT para las hembras y machos, respectivamente (**Tabla 3**). En Islas Charles, solo se comparó los tamaños de las hembras, la cual no varió significativamente entre periodo de crucero (P>0,05). El rango de tamaño global abarcó entre los 63 y 132 cm LT (**Tabla 3** y **Figura 8**).

**Tabla 3.** Resumen estadístico descriptivo del número de ejemplares (n) y longitud total por sexo y localidad de muestreo. ds: Desviación estándar.

Localidad			Hemb	ras	Machos			
de	Periodo de muestreo	_	Longitue	d total (cm)	n	Longitud total (cm)		
muestreo	macsirco	n	rango	media (ds)	n -	rango	media (ds)	
^ - h	May-Jun	14	47 - 107	64.8 (16.82)	8	42 - 86	65.9 (18.06)	
Achao	Oct-Nov	48	45 - 111	72.0 (14.82)	24	45 - 87	62.2 (10.70)	
Gala	Jun-Jul	21	35 - 117	92.0 (20.55)	25	55 - 116	87.6 (13.40)	
Gala	Nov	54	53 - 131	92.4 (13.80)	50	44 - 106	87.4 (11.18)	
Islas Charles	Jun-Jul	10	72 - 132	104.9 (23.91)	1	98 - 98	98.0	
isias Charles	Oct	23	63 - 117	88.3 (14.30)				





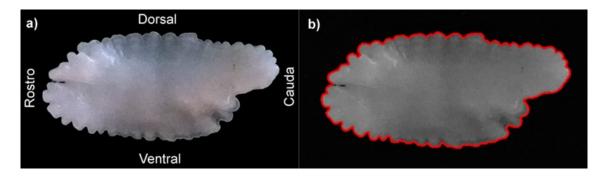
**Figura 8.** Composición de talla de los ejemplares por sexo seleccionados para el análisis morfométrico del otolito con ShapeR por localidad y periodo del crucero de investigación.

Para la obtención de imágenes de otolitos enteros se usó la cámara de un celular con 2,4 megapixeles, debido que el tamaño del otolito fue mayor para el campo visual de un microscopio estereoscópico, impidiendo la obtención de una imagen entera del objeto. Además, la resolución de la cámara del celular fue óptima para la obtención de una imagen de alta calidad y archivo de menor tamaño.

El celular se mantuvo a una altura fija con unos soportes y se tuvo cuidado con la iluminación del lugar para que no afectara el contraste y brillo de la imagen de tal manera que el contorno de todos los otolitos sea reconocido con el mismo valor de 0,2 de Threshold del paquete ShapeR. También se obtuvo una foto de una regla para la calibración del tamaño del otolito. Finalmente, se seleccionó el otolito izquierdo para todos los ejemplares, cuya posición fue con la cara externa



hacia el observador y el rostro hacia la izquierda con un fondo oscuro, tal como está representado en la **Figura 9a**. Un total de 278 otolitos izquierdos fueron fotografiados en formato JPEG, cuyo tamaño de las fotos abarcó entre los 330 y 634 kb. Finalmente, si bien parte de la metodología fue realizada de manera experimental, tal como el uso de celular, la distancia, resolución y grado de contraste de la imagen, el procedimiento en general fue guiado según lo señalado por Libungan y Pálsson (2015), de manera que el paquete ShapeR del programa R pudo convertir la imagen original a binario reconociendo el contorno de la forma del otolito entero para su posterior análisis de discriminación poblacional (**Figura 9b**).



**Figura 9.** Cara externa de un otolito sagital izquierdo de congrio dorado, a) imagen original y b) imagen procesada con ShapeR con el contorno modelado en línea roja.

#### 3.5.2. Método estadístico

Los descriptores, coeficientes o harmónicos de Fourier se han usado desde 1980 para describir la forma de organismos y estructuras biológicas (Rohlf & Ferson, 1983; Rohlf & Archie, 1984), y entre ellos los otolitos (Bird et al., 1986; Doering & Ludwing, 1990; Castonguay et al., 1991, Campana & Casselman, 1993; Stransky, 2005). Parte del proceso previo de linearización de una imagen bidimensional a una unidimensional. Esta línea de datos (distancias o coordenadas polares) se expresa matemáticamente a través de una serie polinómica de Fourier para los componentes x e y de un punto, como definido por Kuhl & Giardina (1982):

$$x(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos \frac{2n\pi t}{T} + b_n \sec \frac{2n\pi t}{T} \right)$$
$$y(t) = c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left( c_n \cos \frac{2n\pi t}{T} + d_n \sec \frac{2n\pi t}{T} \right)$$



Dónde,

t= tiempo periódico;

T= tiempor periódico en un espacio determinado del contorno;

a y b = parámetros del componente x del contorno;

c y d = parámetros del componente y del contorno.

A partir de los coeficientes del polinomio se realiza una reducción de los datos empleados, buscando los que tengan una contribución más significativa al análisis global de la forma. Si bien un descriptor por si solo nos da poca información de la forma del otolito, a medida que se añaden descriptores la información de la forma del objeto se hace más precisa. Así, mediante los análisis de Fourier se puede describir la forma del otolito con muy pocos descriptores, siendo ésta su mayor ventaja. Por otro lado, las series de Fourier son uniescalares, es decir, para cada forma solo existe una escala de datos. Es conveniente que a su vez estos descriptores estén poco influenciados por la ontogenia, para ello se deben descartar los que están correlacionados con el tamaño o la edad del organismo (Castonguay et al., 1991; Stransky, 2005; Stransky et al., 2008) dejando los descriptores que presenten características morfológicas propias del grupo estudiado (stock, población, especie) a lo largo del crecimiento.

Una variante de los descriptores de Fourier es la *Fast Fourier Transform (FFT*). Este método considera las coordenadas *x-y* como números complejos (*a* + *ib*), siendo *a* el componente real e *ib* el componente imaginario que representan la amplitud del coseno y el seno, respectivamente (Christopher & Waters, 1974; Parisi-Baradad et al., 2005).

A partir de los descriptores de Fourier se han generado también diversos índices morfométricos que se han aplicado en el análisis de otolitos, tales como la elipticidad o circularidad, calculada a partir de la distancia entre la elipse o círculo generada por los ejes mayores y la elipse generada vía la transformada de Fourier, como es el caso de Normalized Elliptic Fourier technique (ver Claude, 2008), que usaremos más adelante.



Los métodos basados en harmónicos de Fourier y sus derivados, a pesar de haber demostrado ser eficientes en la diferenciación de stocks (Bird et al., 1986; Castonguay et al., 1991; Campana & Casselman, 1993; Stransky et al., 2008), lamentablemente presentan inconvenientes, especialmente en la interpretación morfológica del resultado. El principal problema que aparece es que no existe una correspondencia entre un coeficiente o harmónico y un carácter morfológico concreto. Los análisis morfológicos son globales y no locales, por lo que solo el conjunto de coeficientes tiene correspondencia con la forma analizada. Iwata & Ukai (2002) indican que este déficit puede ser compensado comparando las representaciones gráficas del contorno medio de los grupos estudiados. Por otro lado, dado que normalmente se utilizan coordenadas polares de ángulos equidistantes, el análisis es poco sensible a las concavidades profundas, por lo cual se pierde información. La simplificación de forma en pocas variables es una de las principales ventajas de los análisis de Fourier, pero con el aumento de la capacidad de procesado matemático de los ordenadores se han ido desarrollando nuevos sistemas que permiten análisis más detallados de la forma, como los análisis multiescala.

Las transformadas de *wavelets* (*WT*) son análisis multiescala de puntos locales de un contorno. Los *wavelets* son el resultado de expandir una señal en una familia de funciones (Mallat, 1991) que representan las dilataciones y traslaciones de una función *wavelet* madre:

$$\psi_s(x) = \frac{1}{s} \psi(\frac{\phi}{s})$$

Dónde:

 $\psi$  = función con un soporte local en un rango limitado en el eje de abscisas;

 $\phi$  = filtro de paso inferior;

S = parámetro de escala.



Esto permite a las *WT* detectar singularidades de diferentes tamaños en la función analizada. A efectos prácticos, esto implica que los *wavelets* no sólo detectan singularidades (concavidades y convexidades), sino que pueden establecer su posición. De este modo se pueden comparar distintos contornos punto a punto, de modo que no solo indica su grado de disimilitud, sino la posición donde tal disimilitud se produce. Su aplicación en los otolitos ha mostrado ser muy eficiente tanto en la determinación de especies como en la identificación de stocks (Parisi-Baradad et al., 2005, 2010; Sadighzadeh et al., 2014). La ventaja de hacer un análisis multiescala es que se trabaja con todos los niveles de singularidades, desde escalas bajas que detectan pequeños cambios en el contorno, a escalas altas que son sensibles a la forma general del otolito, e incluso se puede seleccionar una sola escala o un pequeño conjunto de escalas que contengan la información morfológica que queremos analizar. La otra ventaja de los *wavelets* es su condición de análisis local, razón por la cual se puede analizar la forma de un contorno parcialmente y centrarse solo en una determinada área que sea característica del grupo comparado (Sadighzadeh et al., 2014), o que tenga un carácter funcional como el *rostrum* o la *excisura ostii* (Tuset et al., 2015b).

Una vez que todos los contornos se han capturado con alta calidad, se pueden extraer los datos numéricos que caracterizan la forma de los contornos y que fueron analizados mediante métodos estadísticos, que describiremos más adelante.

- Se aplicaron los respectivos análisis de Fourier y Wavelets. Cabe mencionar que antes del uso de Wavelets, todos los otolitos son rotados a lo largo del eje más largo y se considera el área igual para todos.
- Se aplicó análisis multivariado para determinar si hay diferencias significativas entre regiones/zonas.

Para su obtención, se utilizó ShapeR (Libungan & Pálsson, 2015), el cual es un paquete de software de código abierto que corre bajo la plataforma de R y que está específicamente diseñado para estudiar la variación de la forma de otolitos entre las poblaciones de peces. Este paquete informático extiende los softwares previamente usados para el análisis de la forma de los otolítos, permitiendo al usuario extraer automáticamente líneas de contorno de un gran número de imágenes, realizar el suavizado para eliminar píxeles de ruido, elegir entre realizar una transformada de Fourier o una Wavelet a los contornos y visualizar la forma media. Las salidas del paquete son independientes de los coeficientes de Fourier o de Wavelet, los cuales



pueden ser importado directamente a una amplia gama de edades en el paquete estadístico R, de hecho, el paquete podría resultar útil en estudios de cualquier objeto dimensional.

Finalmente, como se describió anteriormente, existen tres grupos muestrales tomadas en dos pedriódos de tiempo distintos, por lo que que aquí en adelante usaremos la siguiente nomenclatura: AC\_1 para referirnos a las muestras de congrio dorado tomadas en Achao (X región) entre Mayo y Junio, AC\_2 para las muestras tomadas entre Octubre y Noviembre; GA\_1 para referirnos a las muestras de congrio dorado tomadas en Gala (XI región) entre Junio y Julio, GA\_2 para las muestras tomadas en Noviembre; PA\_1 para referirnos a las muestras de congrio dorado tomadas en Islas Charles (XII región) entre Junio y Julio, PA\_2 para las muestras tomadas en Octubre. Además, denominaremos por AC, GA y PA, a la unión de las muestras de diferente data, pero de la misma zona.

## 4 RESULTADOS

#### 4.1- OBJETIVO ESPECIFICO 1

# 4.1.1. Revisión de la data disponible para identificación de caladeros

La revisión y análisis exhaustivo de los datos disponibles, arrojo que la única información georeferenciada que presenta una mayor cobertura tanto espacial como temporal corresponde a la recopilada por el programa de seguimiento de la pesquería artesanal desarrollado en aguas interiores de las regiones australes de Chile sobre los recursos merluza del sur, congrio dorado y raya volantín desarrollado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) (**Tabla 4**). Esta se encuentra georeferenciada en su totalidad a partir de 2013 por lo cual fue utilizada principalmente en la determinación de áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la zona sur austral (X, XI y XII regiones).

**Tabla 4.** Resumen de la información analizada en la identificación a priori de áreas de pesca (caladeros) de congrio dorado en aguas interiores de la zona austral de Chile.

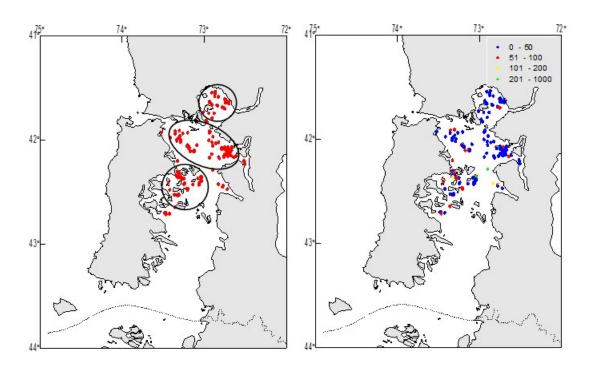
Fuente	Tipo de muestreo	Periodo	Zona	número de lances/viajes	Georeferencia	Rendimiento de pesca (g/anz)
			X Región	87	Si	66,48
		2013	XI Región	105	Si	80,58
			XII Región	5	Si	63, 19
			X Región	46	Si	84,47
		2014	XI Región	8	Si	59,03
IFOP	Monitoreo pesqueria		XII Región	1	Si	85,56
II OF	Monitoleo pesquella		X Región	45	Si	83,01
		2015	XI Región	13	Si	157,14
			XII Región	2	Si	476,19
			X Región	65	Si	63,25
		2016	XI Región	24	Si	105,06
			XII Región	25	Si	55,13
			X Región	53	No	7.
Rubilar et al 2000	Pesca Investigación	1998-1999	XI Región	10	No	2)
			XII Región	0	No	->
			X Región	46	No	31,23
Cespedes et al 2005	Monitoreo pesqueria	2003-2004	XI Región	284	No	65,7
	200 1 700		XII Región	40	No	47,5
Daza et al 2005	Monitoreo pesqueria	2004-2005	XII Región	1	No	166,1
Lillo et al 2008	Crucero hidroacustico	2006	X-XI Región	47	Si	0,4 kg/lance
N	lenluza del sur aguas interior	es			27.7	-
Lillo et al 2009	Crucero hidroacustico Berluza del sur aguas interior	2008-2009 es	X-XI Región	57	Si	0,070 kg/lance



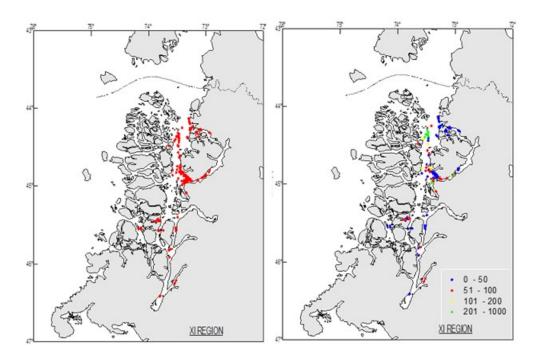
La información empleada comprendió aquella donde la captura de congrio dorado se realizó como especie objetivo exclusivamente y no como como fauna acompañante en la pesquería del recurso merluza del sur, lo anterior al considerar que en las actividades extractivas de ambos recursos se utilizan dos tipos diferentes de espinel (horizontal y vertical, respectivamente).

De acuerdo a la información señalada fue posible la identificación a priori de grandes zonas de pesca en cada una de las regiones australes, donde es posible identificar la existencia de tres macro-zonas en la X Región, las cuales corresponden al Seno de Reloncaví, Golfo de Ancud y Chiloé interior (**Figura 10**). En la XI Región se reconocieron tres macro-zonas ubicadas en las proximidades de las localidades de Puerto Gala, Puerto Gaviota y Canal Costa-Canal Elefante (**Figura 11**). Por su parte, en la XII Región se identificaron dos ubicadas al sur de Punta Arenas y dentro del Estrello de Magallanes desde 71° LS al oeste (**Figura 12**).

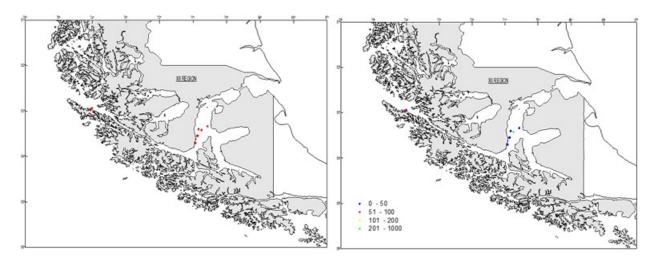
Al considerar la concentración del esfuerzo de pesca (viajes/lances) dentro de estas macro-zonas durante el periodo 2013-2015, es posible a su vez señalar la presencia caladeros más acotados espacialmente, es así como dentro de las macro-zonas de la X Región es posible identificar al sector ubicado a la cuadra entre Lenca y Chaicas dentro de Seño Reloncaví; a los sectores situados a la cuadra de Isla Llancahue y al sur oeste de Isla Tabón en el Golfo de Ancud y al cuadrante formado por Punta Tenaún - Isla Buta Chauques - Isla Caguache e Isla Linlin para la megazona Chiloé interior (**Figura 10**). Por su parte, en la XI Región se identificaron los sectores de Punta Machelan hasta la entrada del Canal Puyuhuapi y la zona del Canal Moraleda entre Punta Calqueman hasta Estero Pangal para la megazona de Puerto Gaviota; los sectores de Melymoyou, Isla Toto (Canal Moraleda como hacia el Canal Jacaf) y la zona del Canal Moraleda entre Islas Los Quincheles e isla Filomena para la megazona Puerto Gala (**Figura 11**).



**Figura 10.** Lances de pesca dirigidos al recurso congrio dorado (A) y sus respectivos rendimientos de pesca (g/anz, B) en la flota de botes que opera en aguas interiores de la X Región. Periodo 2013-2016. Fuente IFOP, 2017.



**Figura 11.** Lances de pesca dirigidos al recurso congrio dorado (A) y sus respectivos rendimientos de pesca (g/anz, B) en la flota de botes que opera en aguas interiores de la XI Región. Periodo 2013-2016. Fuente IFOP, 2017.



**Figura 12.** Lances de pesca dirigidos al recurso congrio dorado (A) y sus respectivos rendimientos de pesca (g/anz, B) en la flota de botes que opera en aguas interiores de la XII Región. Periodo 2013-2016. Fuente IFOP, 2017.

Las áreas identificadas anteriores en general son corroboradas al considerar la información aportada por Rubilar et al. (2000) y Céspedes et al. (2005), señalando el primero que dentro de la megazona Seno de Reloncaví a las zonas aledañas a Comao, Caleta La Arena, Islas Caicuras, Contao e Isla Guar como lugares donde se concentró el esfuerzo pesquero sobre este recurso durante abril de 2007 y marzo de 2008. De la misma forma para el Golfo de Ancud indica al sector de Poyo, Hueque y Punta Chulao como lugares donde se concentró la actividad. Para la XI Región señala a los sectores de Puerto Gaviota entre el Islote María Isabel e Islote San Andrés, Canal Errazuriz, Canal Costa, Punta Lynch y Punta Machelan. Finalmente, Daza et al. (2005) indica que las áreas en la XII Región que presentaron una mayor actividad extractiva fueron Seno Otway y Canal Concepción, señalando que la flota operó desde canal Fallos (48°20′ LS; 75°10′W) hasta el seno año Nuevo (55°20′ LS; 69°04′W).

Es importante señalar que la macro-zona denominada como Chiloé interior no es señalada por Rubilar et al. (2000) en su estudio, situación posiblemente originada en que durante esos años la flota no operaba en forma importante en ella. Posteriormente, y como una consecuencia de la baja en los rendimientos de pesca la flota fue desplazando su operación a nuevos caladeros. De la misma forma, en la XII Región en los últimos años solo es posible identificar (a partir de la información de IFOP) principalmente caladeros cercanos a Punta Arenas a diferencia de los señalados por Daza et al. (2005). Lo anterior como consecuencia de la escasa actividad extractiva registrada en los últimos años sobre el recurso congrio dorado y merluza del sur en esta región (Chong et al., 2017).



La información monitoreada por IFOP, no obstante, de representar la mejor información disponible, presenta el inconveniente de depender exclusivamente de la buena voluntad de los pescadores para las actividades de embarque de su personal. Por lo que podría ser posible la presencia de caladeros a los cuales el programa de monitoreo no tiene acceso, no existiendo información sobre su ubicación y características pesqueras.

Finalmente, la revisión de la información proveniente de los cruceros acústicos realizados sobre el recurso merluza del sur en aguas interiores de la X y XI Región durante los años 2007 y 2008 en verano como en invierno (Lillo et al., 2006, 2009) señalan una escasa captura de congrio dorado en los lances de identificación (<10 kilos), no aportando datos que permitan la identificación de áreas de mayor abundancia a partir de ellos.

## 4.1.2. Identificación de zonas de pesca mediante encuestas

El desarrollo de una encuesta en el marco de este proyecto, busca dos objetivos principales para la pesquería de congrio dorado en aguas interiores de la X, XI y XII Región:

- i) El primero de ellos busca identificar áreas o macro-zonas de operación histórica e identificar indicadores de sesgo que impacten la definición a priori de completitud y dimensiones de las áreas o zonas de pesca que serán identificadas como caladeros de pesca de congrio dorado.
- ii) El segundo enfoque busca recopilar información cualitativa; sobre la dinámica de las áreas de operación de pesca de congrio dorado, sobre el conocimiento ecológico local que poseen los pescadores respecto al recurso y sobre los diversos factores que determinan la toma de decisión con respecto a la zona de pesca seleccionada.

#### 4.1.3. Desarrollo de la encuesta

La encuesta se desarrolla con información proveniente desde el **Objetivo Específico 1**, referente de las zonas donde se encuentra congrio dorado en aguas interiores de la X, XI y XII regiones. Un prototipo de esta encuesta, fue depurada mediante una encuesta piloto realizada a usuario



de la pesquería durante enero de 2018 en la XI región. El resultado es una encuesta para cada región, donde las diferencias radican en el mapa que se les presentó como consulta a los pescadores. A modo de ejemplo, se muestra la encuesta aplicada en la X región:



Ejemplo de formato de encuesta usado X región. Notar que solo la sección con mapas cambia entre regiones.

ESTADO Completa 2) Incompleta ENCUESTADOR (Nombre)	3) Nula (Llenado por Supervis	sor]	Centro UC CAPES - Center of Applied Ecology & Sustainability
FECHA(DD/MM/AAAA)	HORA INICIO	HORA TERMINO	
LUGAR DE ENCUESTAJE (SECTOR DE APLIC	ACION)	ı	

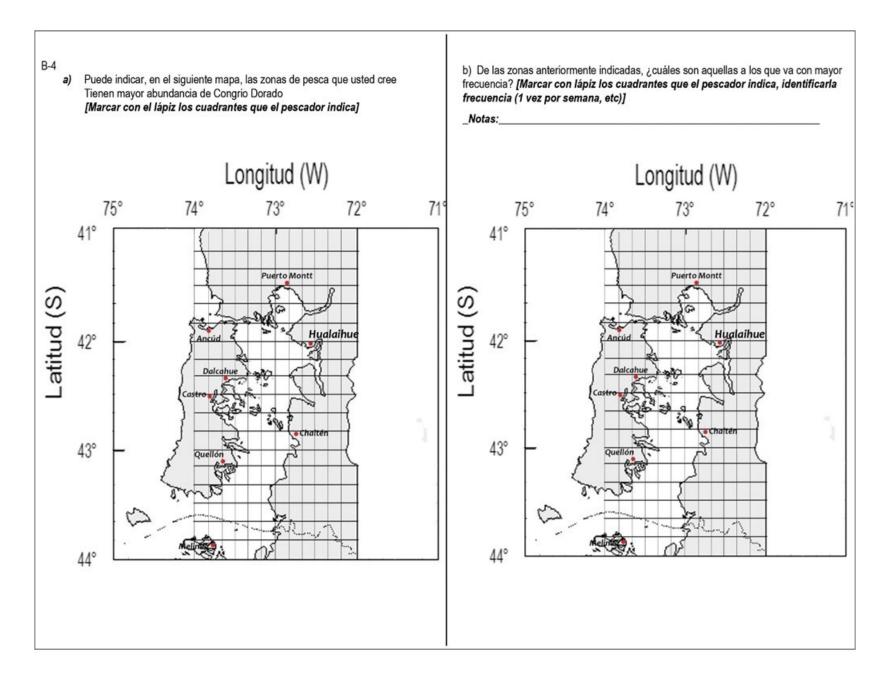
# ENCUESTA SOBRE ZONAS DE PESCA PARA CONGRIO DORADO EN AGUAS INTERIORES DE LA PDA

SECCIÓN A. PRESENTACION DE LA ENCUESTA Y PREGUNTAS GENERAL	ES.				
Hola, mi nombre es y estoy aplicando una encuesta de la <i>Pontificia Universidad Católica de Chile, del Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES)</i> . Mediante esta encuesta se busca investigar la definición de posibles zonas de pesca para la pesquería de congrio	A-3. ¿Cuántas generaciones de su familia, anteriores a usted, se han dedicado al sector pesquero?				
dorado en aguas interiores de la X a la XII regiones, así como realizar estimaciones de valores de abundancia (capturas) cercanos a la realidad para las zonas que se pudieran identificar. Es importante que sepa que no hay respuestas correctas o incorrectas, simplemente deseamos obtener su honesta opinión, la	A-4. ¿En qué región/es se desarrolla la actividad pesquera con la que usted se relaciona?				
encuesta es totalmente confidencial.  A-1. ¿Cuál es la principal caleta donde usted trabaja?	A-5. ¿Cuál es su principal puerto de desembarque?				
A-1.1 ¿A que sindicato, federación y confederación usted pertenece?	A-6 ¿Que carnada utilizas para la pesca del Congrio Dorado?				
A-2. ¿Cuantos años lleva usted, siendo pescador?	A-6.1 Hace 5 años:				
alius	A-6.2 Actualmente:				
A-2.2. ¿Cuánto hace que se encuentra involucrado en la pesquería de congrio dorado?	A-6.3 Próximos 5 años [Idea o estimación]:				
años					

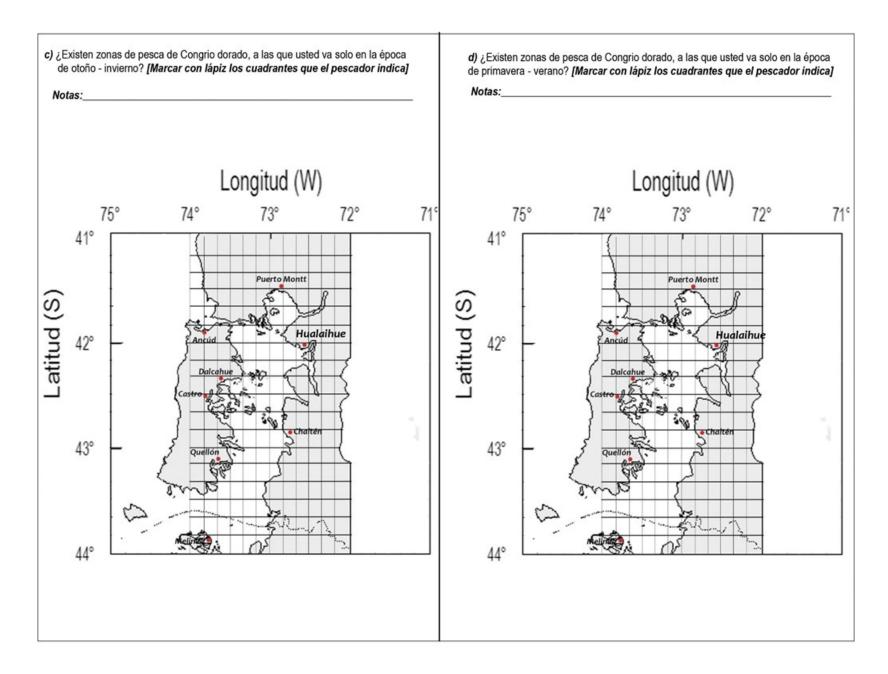


A-8. Pregunta al escuchar s pesquería, ev	sobre la	s pes	queria	s de c	ongrio o	dorado (	gestión,	historia	a de la	ente		Puede mencionar eventos en la historia donde la pesca de esta especie haya disminuido o ado? [anotar, junto con la fecha, si es que disminuyó o aumentó]
												Cuál fue la razón que causó este aumento/disminución de las pesquerías (causado por el / causas naturales)?
			2151								_	
ECCIÓN B.	IDENT	IFICA	CION	DE ZO	DNAS [	DE PES	CA.					
-1 a) ¿Cree ( efinidament			onas	de pes	ca defir	nidas pa	ira el coi	-				onde opera? <b>[En una escala del 1-7 donde 1 es "no existen en absoluto" y 7 es "existen</b>
	1	2	3	4	5	6	7			ede ex	olicar su	respuesta? (Por qué cree que existen/no existen caladeros
Congrio dorado								deli	nidos)			
-2) ¿está aso	ociada	a ope	raciór	de pe	sca de	congrio	dorado	a la cap	otura de	otras e	especies	objetivo que si pudieran ser las que definen potenciales zonas de pesca?
	1	2	3	4	5	6	7	B-2	b) ¿Pu	ede exp	olicar su	respuesta? (¿Cuáles otras especies y por qué?)
Otras especies objetivos												
-3) ¿En que	porcen	taje es	stá as	ociada	la oper	ación de	e pesca	de conç	grio dor	ado a la	a captura	de raya?
	10%	2	0%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	1
Congrio dorado												
											1	



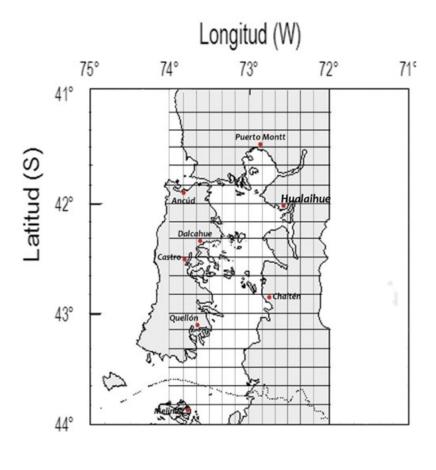














## SECCIÓN C. ESTIMACIONES, FECHAS Y CIFRAS C-1 Que usted recuerde, ¿Se han producido variaciones de las zonas de pesca en el tiempo durante la historia de las pesquerías de Congrio Dorado en aguas interiores? ¿Por qué se han dado estas variaciones? [Pregunta abierta, deben dar su respuesta sin ser alterada por explicaciones previas, por ejemplo, con el posterior gráfico] C-1a ¿Está usted de acuerdo en que las zonas presentadas son zonas de pesca para el C-2) De las zonas anteriormente indicadas puede indicar cuál es el conocimiento Congrio Dorado? ¿En que zonas (colores) pesca usted y hace cuantos años va? que tiene de ellas a través de las siguientes preguntas y la escala propuesta Si - No - años Si - No - años Si - No - años [Marcar con una X el recuadro de la zona que el pescador indica según la pregunta] Notas: Longitud (W) a) Cual zona tiene mayor seguridad de encontrar pesca Azul Amarillo Verde 75° 74° 72° 71° Congrio 41° dorado b) Cual zona tiene menor seguridad de encontrar pesca, Puerto Montt Azul Amarillo Verde Congrio dorado Latitud (S) c) En Cual zona puedes encontrar pesca en altas cantidades Amarillo Verde Congrio dorado 43° d) En cual zona puedes encontrar pesca en bajas cantidades Azul Amarillo Verde Congrio dorado 44°



SECCION	N D. T	AMC	DE DI	ECISI	ONES	Y 0	rros	ì			
D1. Cuando usted va a pescar, ¿Que tan importante son los siguientes factores en la toma de decisión para ir o no ir a una zona de pesca determinada? Le pido por favor que ordene los siguientes 5 factores de mayor importancia a menor importancia  a. Distancia a la zona de pesca  b. Comunicación con otros pescadores  c. Certeza de captura  d. Intuición  e. Condiciones del mar							ortante ir a u s siguid	e son lina zo entes )	na de	pesca	
D2. ¿En qué porcentaje cree usted que el poder comprador incide en su decisión de ir a una zona de pesca o a otra?							r com	prado	r incid	e en su	[en una escala del 1 al 7 donde 7 es muy grave y 1 es nada de grave].
uecision u	enau	IIa ZUI	ia ue p	Jesta	0 a 011	a!					1 2 3 4 5 6 7
Commis	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	Congrio dorado
Congrio dorado											.D(0
									-		¿Por qué?



SECCION E. CARACTERISTICAS SOCIO	SECCION E. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS						
E-1. ¿En qué mes y año nació usted?   E-2. ¿Cuál es su nivel de escolaridad? [A parmarcar código de escolaridad con una cruz]	/ Mes / Año rtir de esta información	E-3. Indique su sexo  1.   M  2.   F					
Nivel	Código	E-4. ¿Tiene algún comentario de la encuesta?					
Sin Educación Formal	0						
Básica Incompleta	1						
Básica Completa	2						
Media Incompleta	3						
Media Completa	4						
Técnica o Universitaria Incompleta	5						
Técnica o Universitaria Completa	6						
Postgrado Incompleto (Diplomado, Magíster, Doctorado)	7						
Postgrado Completo (Diplomado, Magíster, Doctorado)	8	[No olvidar agradecer al encuestado por su tiempo y por ayudarnos con sus					
		opiniones]					



SECCION E. PREGUNTAS DE CONTROL	(RESPON	DER ENG	CUESTA	(DOR)		2	
E-1. ¿Cuál fue la actitud del encuestado o	uando uste	ed presen	tó las d	listintas	pregur	itas de la	E–5. ¿Qué tan seria fue la actitud del encuestado al revelar sus respuestas?
encuesta?							Extremadamente serio
	EXTREMADA- MENTE MUCHO  ALGO  UN POCO  PARA NADA  (S)  (S)  (S)  (S)  (S)  (S)  (S)  (S		3) Algo serio 4) Poco serio 5) Para nada serio				
a) ¿Qué tan distraído estaba el encuestado?	1	2	3	4	5	8	E-6. Sin incluirse usted ni al encuestado, ¿Había alguien de 13 años de edad o
b) ¿Qué tan atento estaba el encuestado?	1	2	3	4	5	8	mayor cuando el encuestado respondió?
c) ¿Qué tan interesado estaba el encuestado?	1	2	3	4	5	8	1) Si 2) No [Pasar a E-8] 3) Otros entraban y salían [Pasar a E-8]
E-2. ¿El encuestado señaló de alguna forma tener dificultad en entenderlos?  1) Si. Por favor, describa las dificultades						E-7. ¿Cree que las otras personas afectaron las respuestas del ejercicio de estimación del encuestado?  1) Si 2) No 3) No está seguro  E-8 ¿Tiene algún otro comentario acerca de esta entrevista?	
E-4. ¿Cuán impaciente estaba el encuesta:  1)	do?						



## 4.1.4. Identificación de las principales zonas de pesca de congrio dorado en la PDA Pesquería en la X región.

La operación de pesca en esta región se realiza con espinel, utilizando principalmente como carnada Sardina (60%), Pejerrey (30%), Robalo (5%), Jibia (2,5%) y Anchoveta (2,5%). Adicionalmente, los encuestados indicaron la carnada utilizada 5 años atrás para tener una estimación de esta y la posible carnada que utilizarán en 5 años más (**Tabla 5**).

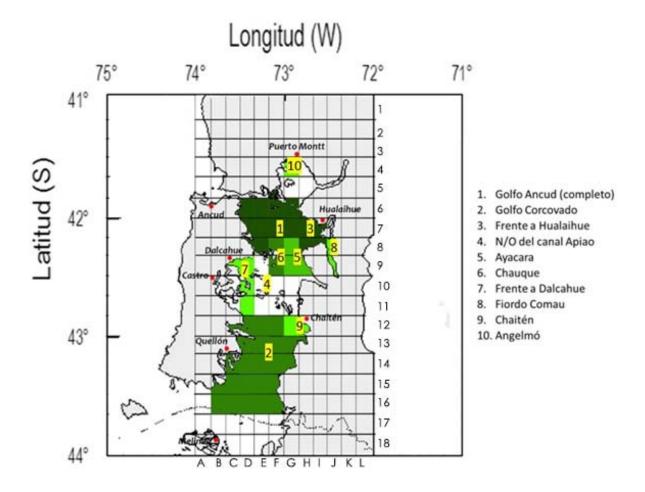
La pesquería se desarrolló a lo largo de la X región, pero los pescadores consideraron que las zonas con mayor abundancia de congrio dorado se concentraron principalmente, y con más del 50% de acuerdo entre los pescadores, en las cercanías de los puertos donde se encuentran establecidas las principales flotas de lanchas de la zona. Cabe destacar que los pescadores podían elegir más de una zona en el mapa como zona de alta abundancia de congrio dorado.

Considerando el número de encuestados, las zonas de pesca de congrio dorado con mayor abundancia para la X región son: El Golfo de Ancud (completo), el Golfo Corcovado, la costa frente a Hualaihue, la zona al noroeste del canal Apiao, Ayacara, Chauque, zona frente a Dalcahue, el fiordo Comau, Chaitén y Angelmó (**Figura 13**).

**Tabla 5.** Carnadas utilizadas por los pescadores de la X región para la pesca del Congrio Dorado, desde una mirada histórica, desde hace 5 años, en la actualidad y una aproximación para los próximos 5 años (N=15).

5 AÑOS ATRÁS	%	ACTUALIDAD	%	PROXIMOS 5 AÑOS	96
Pejerrey	60%	Sardina	60%	Sardina	55%
Sardina	30%	Pejerrey	30%	Pejerrey	25%
Jibia	2%	Robalo	5%	Jibia	11%
Anchoveta	2%	Jibia	2,5%	Trampa s/ carnada	3%
Jurel	2%	Anchoveta	2,5%	Robalo	3%
Merluza	2%			Anchoveta	3%
Calamillo	2%				



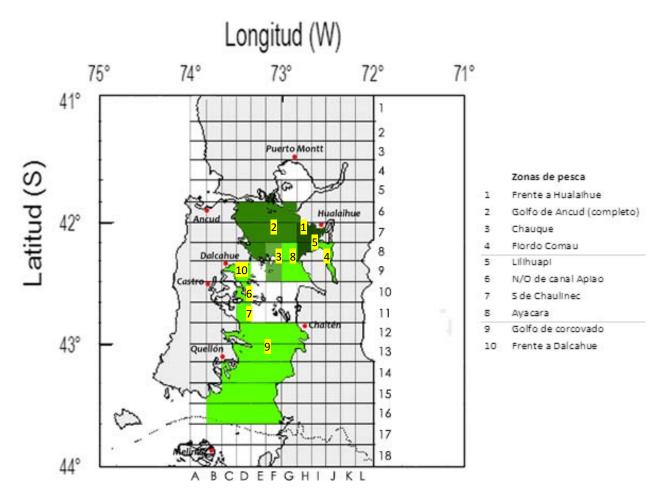


**Figura 13.** Zonas de pesca con mayor abundancia de congrio dorado en la X región. Las zonas coloreadas indican el cruce de las respuestas de los entrevistados. Mientras más oscuro el color mayor número de menciones. N = 15. Cada encuestado podía seleccionar más de una cuadrícula como zonas de alta abundancia.

Junto con esto, los encuestados indicaron las zonas a las que suelen ir con mayor frecuencia en la X región (**Figura 14**), estas son en orden de menciones por parte de los pescadores: Zona frente a Hualaihue; correspondiente a los cuadrantes H7-8 e I7 (5), el Golfo de Ancud (4), la Isla Chauque (2), Fiordo Comau (1), Lilihuapi (1), la zona N/O del canal Apiao (1), la zona al sur de Chaulinec (1), Ayacara (1), el Golfo de Corcovado (1) y la zona frente a Dalcahue (1). Estas zonas están relacionadas en algún grado con las zonas indicadas por los encuestados como las zonas con mayor abundancia de congrio dorado para la región. De igual forma que para las zonas de mayor abundancia, los pescadores podían indicar más de una cuadrícula para las zonas más frecuentadas.



En promedio todos los encuestados mencionaron tener entre 3-4 salidas de pesca de congrio dorado por mes, dependiendo de la cuota existente y las condiciones climáticas para salir a la pesca.



**Figura 14.** Zonas de pesca con mayor frecuencia de visitas de pesca de congrio dorado en la X región. Las zonas coloreadas indican el cruce de las respuestas de los entrevistados. Mientras más oscuro el color mayor número de menciones. N = 15. La leyenda indica orden de menciones de mayor numero de menciones a menor numero.

## Pesquería en la XI región.

El arte de pesca utilizado en la región para la operación de pesca de este recurso es el espinel en la actualidad, utilizando principalmente como carnada Sardina (50%), Robalo (20%), Pejerrey (17%), Merluza de cola (10%) y Chancharro (3%).



Además, los encuestados indicaron la carnada utilizada 5 años atrás para tener una estimación de ésta y la posible carnada utilizada en 5 años más (**Tabla 6**). En el periodo consultado los tres primeros lugares fueron ocupados por Pejerrey, Sardina y Róbalo, alterándose el orden según el periodo.

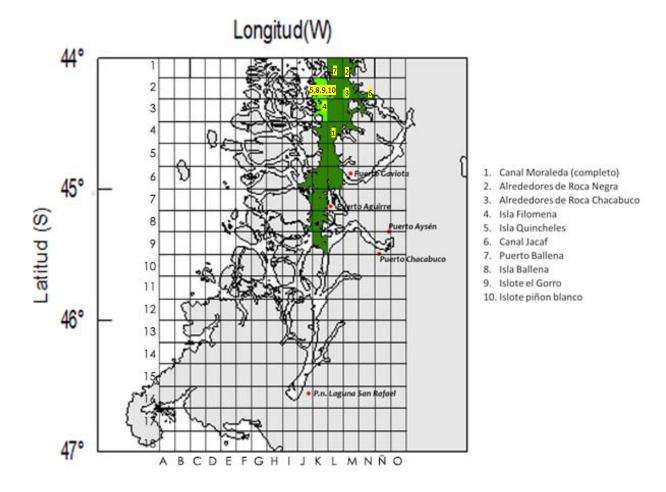
La pesquería se desarrolló en mayores concentraciones cerca de la zona encuestada, esto está delimitado principalmente por la distancia de las zonas de pesca-puerto y asociado directamente al poder comprador. Las zonas con mayor abundancia de congrio dorado se concentraron, según los encuestados, en su mayoría en las cercanías de la zona encuesta.

Estas zonas fueron, los alrededores de Roca Negra, los alrededores de Roca Chacabuco, Isla Filomena, Isla Quincheles, el Canal Jacaf, Puerto Ballena, Isla Ballena, Islote el Gorro y el Islote piñón blanco. Sin embargo, más del 80% de los encuestados identificaron la totalidad del Canal moraleda como una zona abundante de congrio dorado (**Figura 15**).

Asimismo, los encuestados indicaron las zonas de pesca que visitan con mayor frecuencia en la pesquería de congrio dorado (**Figura 16**). En este caso la situación es similar a la del párrafo anterior donde la zona más frecuentemente visitada es la totalidad del Canal Moraleda (9).

No obstante, existen sitios particulares visitados con frecuencia y que también están relacionados con las zonas con mayor abundancia. Estas zonas son; en orden de mayor frecuencia a menor frecuencia; Isla Filomena (5), Roca negra (3), la zona frente a Puerto Gala (2), el Canal jacaf (2), Isla Ballena (2), Islote el Gorro (2), Isla Quincheles (1) e Islote piñón blanco (1). En promedio, todos los encuestados mencionan ir 1-2 veces por año a las zonas, producto de la baja cuota que existe.



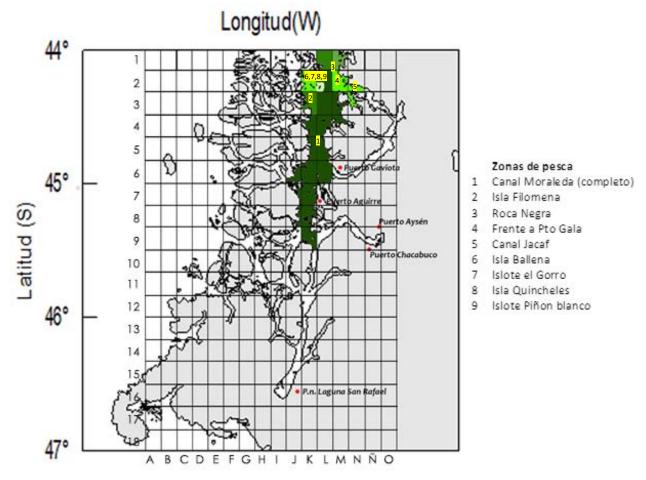


**Figura 15.** Zonas de pesca con mayor abundancia de congrio dorado en la XI región. Las zonascoloreadas indican el cruce de las respuestas de los entrevistados. Mientras más oscuro el color mayor número de menciones. N = 16.

**Tabla 6.** Carnadas utilizadas por los pescadores de la X región para la pesca del Congrio Dorado, desde una mirada histórica, desde hace 5 años, en la actualidad y una aproximación para los próximos 5 años (N=16).

5 AÑOS ATRÁS	%	ACTUALIDAD	%	PRÓXIMOS 5 AÑOS	%
Pejerrey	33%	Sardina	50%	Sardina	36%
Sardina	30%	Robalo	20%	Robalo	24%
Robalo	30%	Pejerrey	17%	Pejerrey	16%
Merluza de cola	3%	Merluza de cola	10%	Brótula	4%
Jibia	2%	Chancharro	3%	Chancharro	4%
Lobo	2%			Lobo	4%
				Salmon	4%
				Pellet	4%
				Otros peces	4%





**Figura 16.** Zonas de pesca con mayor frecuencia de visitas de pesca de congrio dorado en la XI región. Las zonas coloreadas indican el cruce de las respuestas de los entrevistados donde a mayor oscuridad en el color, mayor número de menciones. N = 16. La leyenda indica orden de menciones de mayor número de menciones a menor número.

## Pesquería en la XII región.

La situación de la pesquería en esta región es bastante particular, ya que pescadores dedicados a este recurso son tres, según la información entregada por los registros de SERNAPESCA e IFOP. Las encuestas se aplicaron a los únicos tres pescadores que operan actualmente sobre el recurso en esta zona. Ellos identificaron que la pesquería tiene una amplia dispersión en cuanto a las zonas de pesca, que se encuentran bastante alejadas de las caletas principales.

La carnada que se utiliza en esta región es similar a la utilizada en las otras dos regiones, utilizándose Sardina (60%) y Robalo (40%), pero es bastante más limitada que la de las otras regiones ya que solo se utilizan estas dos, debido principalmente a un componente geográfico.



En cuanto a la situación hace 5 años atrás y lo que los encuestados creen que sucederá en 5 años más, la situación no cambia, manteniéndose las mismas carnadas (**Tabla 7**).

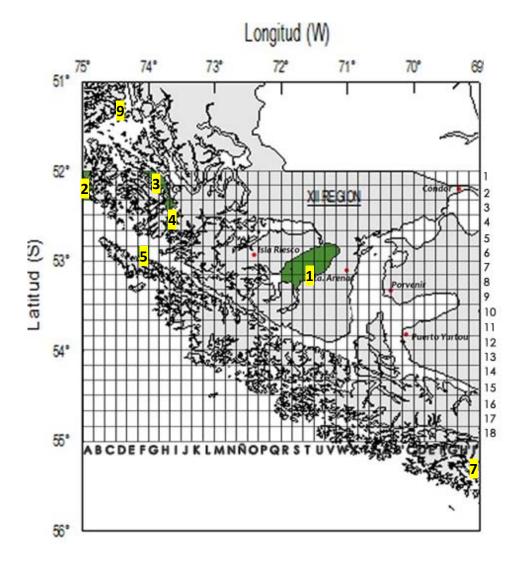
Las zonas de pesca reconocidas como abundante por los pescadores son bastante limitadas y algunas se encuentran distantes entre sí. Los encuestados mencionaron las siguientes zonas de pesca: el Seno Otway, el Estrecho Nelson, Canal Smyth, Paso Summer, Bahía Félix, Canal Ignacio, Bahía Nassau, Canal Concepción e Isla Carmona. La mayoría de estas se encuentra principalmente hacia el oeste tomando como referencia la ciudad de Punta Arena, a excepción de Bahía Nassau que se encuentra al sur de esta, cercana al Cabo de Hornos (**Figura 17**). Cabe destacar que las zonas de Canal Ignacio y Canal Concepción se encuentran fuera de la zona geográfica delimitada para la aplicación del instrumento, por lo que no aparecen representadas en la figura.

**Tabla 7.** Carnadas utilizadas por los pescadores de la XII región para la pesca del Congrio Dorado, desde una mirada histórica, desde hace 5 años, en la actualidad y una aproximación para los próximos 5 años (N=3).

5 AÑOS ATRÁS	%	ACTUALIDAD	%	PROXIMOS 5 AÑOS	%
Sardina	50%	Sardina	60%	Sardina	60%
Robalo	50%	Robalo	40%	Robalo	40%

Por otro lado, las zonas de pesca que son visitadas con mayor frecuencia por parte de los pescadores son; Canal Smyth, Isla Carmona, Estrecho Nelson, Canal Concepción y Golfo Ladrillero; siendo las dos últimas, zonas fuera de los límites geográficos utilizados para el diseño del instrumento. Ninguna de ellas con una mayor frecuencia de visita y todas se encuentran hacia el oeste de Punta Arenas (**Figura 18**). Los encuestados indicaron que frecuentan estas zonas una a dos veces por mes, relacionando esta frecuencia con la cuota asignada a la región.

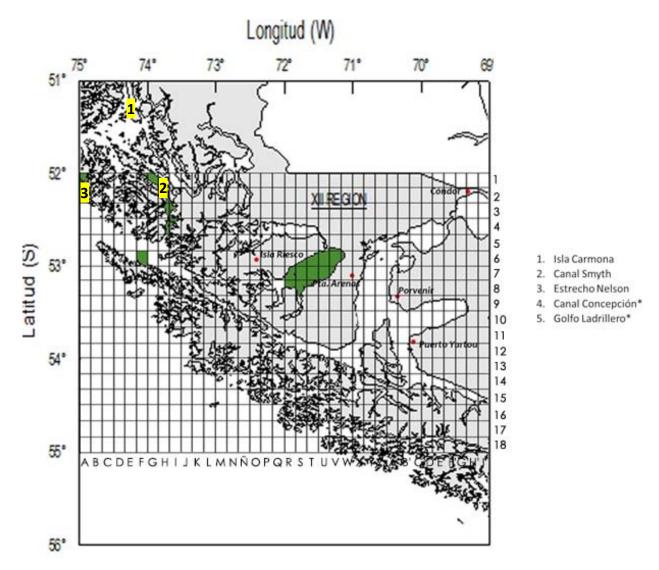




- 1. Seno Otway
- 2. Estrecho Nelson
- 3. Canal Smyth
- 4. Paso Summer
- 5. Bahía Félix
- 6. Canal Ignacio\*
- 7. Bahía Nassau\*
- 8. Canal Concepción\*
- 9. Isla Carmona\*

**Figura 17.** Zonas de pesca con mayor abundancia de congrio dorado en la XII región. Las zonas coloreadas indican el cruce de las respuestas de los entrevistados. Todas tuvieron el mismo número de menciones por lo que no existe diferencia en la intensidad del color N = 3. (El asterisco) \* Indica zonas de pesca mencionadas como abundantes por los pescadores pero que se encuentran fuera del área geográfica delimitada para el ejercicio, Sin embargo, Bahía Nassau e Isla Carmona logran aparecer fuera de la grilla.





**Figura 18.** Zonas de pesca visitadas con mayor frecuencia para la pesca de congrio dorado en la XII región. Las zonas coloreadas indican el cruce de las respuestas de los entrevistados, Como no existe una con mayor número de menciones, la intensidad no varía. N = 3. (El asterisco) \* Indica zonas de pesca mencionadas como visitadas frecuentemente por los pescadores pero que se encuentran fuera del área geográfica delimitada para el ejercicio.



## 4.1.5. Identificación de zonas de pesca históricas y su evolución en el tiempo

## Pesquería X región

La operación de la pesquería y las zonas de pesca en esta región según los pescadores han tenido variaciones, relacionadas con cambios en las corrientes y factores climáticos; como el cambio climático; y la movilidad propia del recurso.

Adicionalmente, los pescadores estuvieron de acuerdo que las tres zonas de pesca históricas presentadas eran zonas de pesca para el congrio dorado. Las zonas presentadas, fueron referenciadas según los lances de pesca registrados por IFOP, fueron aceptadas con un 86,6% para la zona histórica coloreada de azul, un 66,7% para la zona histórica coloreada de amarillo y un 60% para la coloreada en verde (**Figura 19**).

Al contrastar las tres zonas históricas en dos aspectos, la seguridad de encontrar pesca y la cantidad de pesca. Los encuestados determinaron que la zona con mayor seguridad de encontrar pesca fue la zona azul con un 55,6%, mientras que la zona con menor seguridad de encontrar pesca fue la zona amarilla que fue seleccionada por un 44,5% de los pescadores encuestados (**Tabla 8**).

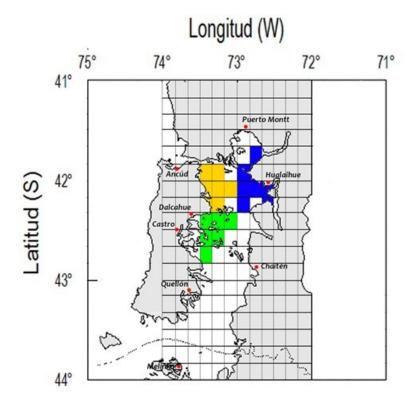
Para el segundo aspecto contrastado, los encuestados indicaron que la zona en la cual se encuentra una mayor cantidad de pesca, con un 50%, es la zona coloreada de azul, lo cual se vincula con lo establecido por los pescadores para el primer criterio de contraste. Por otro lado, la zona que tenía más probabilidades de encontrar pesca en bajas cantidades era la zona de color amarillo, con un 44,5% de elección.



Tabla 8. Respuestas respecto a las zonas históricas planteadas a los encuestados de la X región.

	AZUL	VERDE	AMARILLO	NS/NC
1.1	55,6%	11,1%	11,1%	22,2%
1.2	11,1%	11,1%	44,5%	33,3%
2.1	50,0%	11,1%	11,1%	27,8%
2.2	11,1%	11,1%	44,5%	33,3%

NS/NC: No sabe/No conoce. Los números de la primera columna representan las preguntas realizadas referentes a las zonas: 1.1 mayor seguridad de pesca, 1.2 menor seguridad de pesca, 2.1 mayor probabilidad de encontrar pesca en altas cantidades y 2.2 mayor probabilidad de encontrar pesca en bajas cantidades. Los porcentajes en negrita indican la elección mayoritaria.



**Figura 19.** Zonas de pesca históricas para la X región según lances de pesca de IFOP registrados en el periodo 2011-2016.



Pesquería XI región.

En esta región se dan dos visiones respecto a cambios históricos en la operación de la pesquería y las zonas de pesca. Estas son opuestas ya que, por un lado, los pescadores mencionan que se han mantenido de cierta forma las zonas a lo largo de la historia, ya que la cuota no permite explotar de manera constante el recurso.

Por otro lado, se indica que las zonas de pesca han cambiado en el tiempo, mencionando que las variaciones se relacionan con cambios de factores climáticos y también porque desde que los compradores se establecieron en lugares determinados, hace unos 10 años aproximadamente, las zonas de pesca se limitaron.

Con relación a las zonas de pesca históricas (**Figura 20**), dos de las tres zonas propuestas fueron validadas como zonas de pesca de congrio dorado por los pescadores, teniendo un porcentaje de validación de más del 50%. Estas zonas fueron la zona coloreada de amarillo (93,75%) y la zona coloreada de azul (56,25%). A pesar de que la zona indicada por el color verde no fue reconocida como una zona histórica, la opción que más porcentaje obtuvo fue no sabe/no contesta con un 37,5%. Esta opción está vinculada a que los pescadores no visitan esa zona hace mucho tiempo, con motivo del establecimiento en lugares determinados de los compradores de congrio dorado.

Además, al comparar las zonas según la seguridad de encontrar pesca y la cantidad de pesca que se encuentra en las zonas (**Tabla 9**), los pescadores indicaron que la zona con menor seguridad de encontrar pesca es la zona amarilla con un 38,1% de las elecciones. Sin embargo, las otras zonas tuvieron porcentajes bastante altos con un 33,3% de elecciones para la zona azul y un 23,8% para la zona coloreada de verde.

En contraposición, no hubo una zona indicada como de mayor seguridad de encontrar pesca. La opción no sabe / no contesta tuvo un 57,1% de las preferencias. En particular esta opción obtuvo el mayor porcentaje ya que los pescadores argumentan que "existe la misma seguridad de encontrar pesca en todas las zonas, ya que hay abundante recurso a lo largo de la región".



De igual manera, el segundo criterio, la cantidad de pesca que se puede encontrar en las zonas, los encuestados indicaron con un 52,4% la opción no sabe/ no contesta. Del mismo modo que para la seguridad de encontrar pesca, los encuestados argumentaron que debido a la poca cuota y el cuidado de ellos hacia el recurso respetando la cuota, hay abundancia de congrio dorado y altas cantidades de este en toda la región.

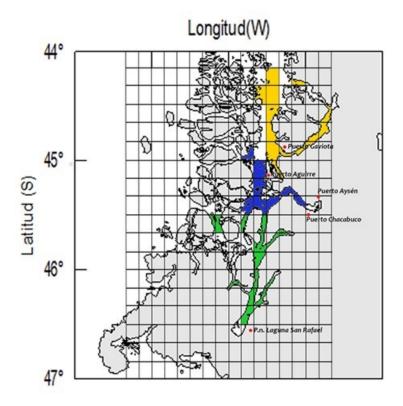
Por el contrario, la zona que los encuestados indicaron como aquella donde se encontraba pesca en bajas cantidades fue la zona verde, con un 45%. En relación con esto último, la elección de esta opción se vincula a que los pescadores no utilizan esa zona, como zona de pesca, hace ya más de 15 años.

Tabla 9. Respuestas respecto a las zonas históricas planteadas a los encuestados de la XI región.

	Azul	verde	amarillo	nS/Nc
1.1	14,3%	19,1%	9,5%	57,1%
1.2	33,3%	23,8%	38,1%	4,8%
2.1	14,3%	23,8%	9,5%	52,4%
2.2	20,0%	45,0%	35,0%	0,0%

NS/NC = No sabe/No conoce. Los números de la primera columna representan las preguntas realizadas referentes a las zonas: 1.1 mayor seguridad de pesca, 1.2 menor seguridad de pesca, 2.1 mayor probabilidad de encontrar pesca en altas cantidades y 2.2 mayor probabilidad de encontrar pesca en bajas cantidades. Los porcentajes en negrita indican la elección mayoritaria.





**Figura 20.** Zonas de pesca históricas para la XI región según lances de pesca de IFOP registrados en el periodo 2011-2016.

## Pesquería XII región.

En lo que respecta a la XII región, todos los encuestados afirmaron que las zonas de pesca han tenido variaciones, relacionadas principalmente con factores climáticos, contaminación en el mar y el cambio climático antropogénico.

Ahora bien, en cuanto a las zonas históricas propuestas para la región, los pescadores estuvieron de acuerdo en que ambas zonas son zonas de pesca para el congrio dorado (**Figura 21**). La zona coloreada de azul con un 100%, mientras que la zona verde alcanzó un 66,7% de aceptación.

Adicionalmente, al contrastar las dos zonas según los criterios de seguridad y cantidad de pesca al, los pescadores indicaron con un 100% de las elecciones que la zona que tiene una mayor seguridad de encontrar pesca corresponde a la zona coloreada de verde. Por otro lado, la zona



con menor seguridad de encontrar pesca fue la zona azul, también con un 100%. En efecto, se observa que ambas zonas se contraponen en cuanto a la seguridad (**Tabla 10**).

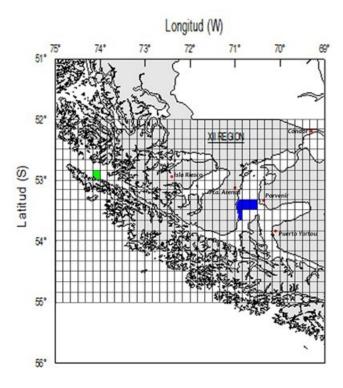
Del mismo modo, los encuestados indicaron la zona verde como la zona donde se puede encontrar pesca en alta cantidad (66,7%) mientras que la zona donde se encuentra pesca en bajas cantidades fue la zona coloreada de azul con un 66,7%. No obstante, los pescadores comentaron que, si bien en la zona verde se encontraba pesca en altas cantidades, eran peces pequeños, en contraposición a la zona coloreada de azul que si bien es indicada como una zona donde se encuentra pesca en bajas cantidades, los individuos capturados suelen tener un mayor tamaño que en la zona verde.

Tabla 10. Respuestas respecto a las zonas históricas planteadas a los encuestados de la XII región.

	AZUL	VERDE	NS/NC
1.1	0%	100%	0%
1.2	100%	0%	0%
2.1	33,3%	66,7%	0%
2.2	66,7%	33,3%	0%

NS/NC = No sabe/No conoce. Los números de la primera columna representan las preguntas realizadas referentes a las zonas: 1.1 mayor seguridad de pesca, 1.2 menor seguridad de pesca, 2.1 mayor probabilidad de encontrar pesca en altas cantidades y 2.2 mayor probabilidad de encontrar pesca en bajas cantidades. Los porcentajes en negrita indican la elección mayoritaria.





**Figura 21.** Zonas de pesca históricas para la XII región según lances de pesca de IFOP registrados en el periodo 2011-2016.

4.1.6. Aspectos operacionales, conocimiento ecológico local y percepción de estos en la pesquería de congrio dorado en la PDA

Jerarquización de conceptos asociados a la pesquería del congrio dorado

En esta sección, se presentan los resultados del análisis de la información respecto a aspectos operacionales y de percepción de la pesquería recabada a través de las encuestas realizadas. Cabe mencionar que el análisis se enfocó principalmente a la identificación, caracterización y jerarquización de los resultados. Además, se presenta una visión integrada de los resultados regionales.

En el ejercicio, los encuestados mencionaron las 3 primeras palabras o conceptos que viniesen a su cabeza al escuchar "pesquería del congrio dorado". Los resultados luego se jerarquizaron según el orden de menciones (**Figura 22 – Tabla 11**). En efecto, esto representa en parte la percepción de los pescadores sobre la pesquería del congrio dorado siendo lo más mencionado el concepto de "baja cuota" seguido por "Buen tamaño" y "alta abundancia".





**Figura 22.** Importancia relativa por número de menciones respecto a la pesquería del congrio dorado. (el tamaño de las palabras es proporcional al número de menciones).

**Tabla 11.** Numero de menciones de cada concepto/palabra identificado respecto a la pesquería del congrio dorado.

CONCEPTO / PALABRA	N° MENCIONES
Poca cuota	12
Buen tamaño	6
Alta abundancia	5
Veda	4
Mal pagado	4
Lobos	2
Buen recurso	2
Calidad	2
Pescado	2
Dinero	2



Recurso muy cambiante  Diferencias de precio  Poca fiscalización	1 1 1
·	1
Poca fiscalización	
	1
Mala distribución	
Fauna acompañante	1
Robo del recurso	1
Poca abundancia	1
Sustentabilidad	1
Faltan estudios	1
Fuente laboral	1
Cuota regional	1
Investigación	1
Dividir cuota	1
Subexplotado	1
Mas libertad	1
Regulaciones	1
Buen calibre	1
Otra especie	1
Desigualdad	1
Restringido	1
Exportación	1
Comestible	1
No alcanza	1
Abundancia	1
Resguardo	1
Extinción	1
Esperanza	1
Sustento	1



### Aspectos operacionales de la pesquería

De acuerdo con las encuestas realizadas, se observa una tendencia a que las zonas de pesca están definidas. La media se calculó a partir del dato entregado por cada encuestado. La X región tuvo una media de 5.7, la XI una media de 5.1 y la XII región una media de 5. Se aplicó un test de Kruskal-wallis considerando el desbalance de muestras con el cual no se encontraron diferencias significativas (p> 0.05) entre las 3 regiones. Esto indica que el nivel de definición es similar para todas pensando en que las medias no son iguales (**Figura 23**).

No obstante, algunos pescadores de la XI refieren a que las zonas están definidas, pero hay abundancia de congrio dorado en toda la región. Por otra parte, los encuestados refieren que la definición de las zonas está vinculada con las condiciones geográficas y las condiciones de alimentación. También señalan que las zonas de pesca se han mantenido a lo largo del tiempo, esto es, están definidas.

Otro aspecto consultado fue la asociación entre la operación de pesca del congrio dorado y la captura de raya. De las tres regiones, la X y la XI tenían más de un 50% de asociación entre la pesca de congrio dorado y la captura de raya (**Figura 24**). Sin embargo, al comparar las tres regiones, a traves de un test de Kruskal-wallis no se encontraron diferencias significativas (p > 0,05).

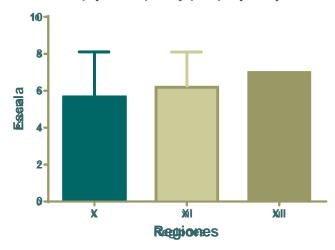
Por otra parte, los pescadores de la X y la XI mencionaron que la asociación entre la captura de congrio y raya está vinculada a la posición del espinel. En palabras de los encuestados "Se ha modificado la posición del espinel de fondo, para que este quede colgando a cierta cantidad de metros por sobre el fondo, ya que si queda a fondo suele capturar mucha raya".

Un tercer elemento fue la percepción de los encuestados frente a la pesca ilegal. En relación con esto, los pescadores de las regiones encuestadas tienen una percepción en la que indican en una escala de 1 a 7, una media sobre 5, donde a mayor numero en la escala, mayor es la gravedad del problema de la pesca ilegal (**Figura 25**). No se encontraron diferencias significativas (p> 0.05) al comparar las tres regiones, no obstante, las tres regiones creen que es un problema por tratar.

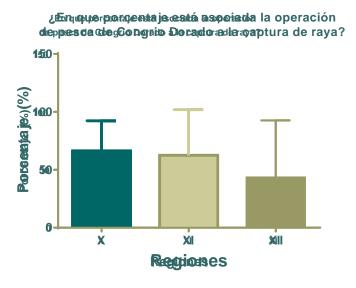


En este sentido, hay opiniones encontradas donde por ejemplo hay pescadores que dicen que hay que proteger la cuota y que la pesca ilegal termina perjudicando a todos finalmente, por los precios, la abundancia del recurso, etc. En contraposición una fracción muy menor de los encuestados creen que el problema de la pesca ilegal es de los pescadores ilegales, que existe suficiente abundancia y que no extraen tantas cantidades como para que sea un problema real.

# អ្នកស្រាស់ នៅក្នុង នៅ



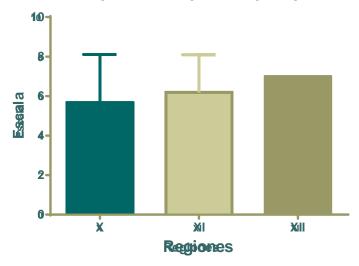
**Figura 23.** Comparación entre regiones respecto a la percepción del grado de definición de zonas de pesca por región. X región N = 15, XI región N = 16, XII región N = 3. La línea sobre la barra indica la desviación estándar.



**Figura 24.** Comparación entre regiones respecto a la asociación de la pesquería del congrio con la de raya. X región N = 15, XI región N = 16, XII región N = 3. La línea sobre la barra indica la desviación estándar.



## շահանանագրարարան գրթագրաթին լեր pesca ilegal esuu prpuna balema լթանագևարթության quería?



**Figura 25.** Percepción de los pescadores respecto a la pesca ilegal de congrio dorado por región. X región N = 15, XI región N = 16, XII región N = 3. La línea sobre la barra indica la desviación estándar.

## Factores que determinan la toma de decisión de los actores de la pesquería

Un aspecto poco explorado en los diferentes estudios, pero que resulta de bastante importancia para determinar las zonas de pesca más frecuentadas, está vinculado al proceso de toma de decisión de los pescadores. Se identificaron 5 factores que podrían estar influyendo en la toma de decisión respecto a elegir una u otra zona de pesca, estos fueron: Distancia a la zona de pesca, comunicación con otros pescadores, certeza de captura, intuición y condiciones del mar. Estos factores fueron ordenados por los pescadores en primer lugar según cuáles consideraban que eran más importantes, y luego los mismos factores se evaluaron siendo ordenados por los pescadores según cuáles eran los menos importantes.

Según el número de veces que la opción fue seleccionada, para los encuestados lo más importante al decidir si ir a una zona u a otra, con 11 menciones, son las condiciones del mar, que corresponde al conjunto de variables climáticas y las condiciones del mar en si, como oleaje, etc. En contraposición, cuando se pidió ordenar por los factores menos importantes, el menos relevante para tomar la decisión fue la distancia a la zona de pesca y la intuición, ambos en primer lugar con 11 menciones (**Figura 26**). Además, el 100% de los encuestados indicó que la decisión



de ir a una determinada zona de pesca o a otra se toma antes de salir a pescar y no durante la navegación, argumentando el factor climático de igual forma que en la **Figura 26.** 



**Figura 26.** Percepción de los pescadores respecto a los factores que inciden en la toma de decisión respecto a las zonas de pesca. En la leyenda, cada letra representa uno de los factores. A) distancia a la zona de pesca, B) Comunicación con otros pescadores, C) Certeza de captura, D) Intuición y E) Condiciones del mar. N= 34.

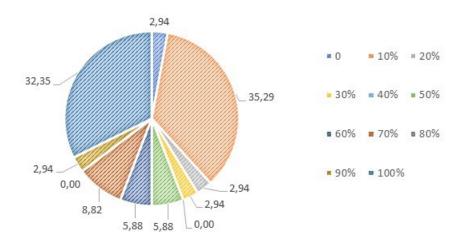
Adicionalmente, se consultó a los encuestados la incidencia del poder comprador respecto a la toma de decisión de ir a una zona de pesca o a otra, a lo que los pescadores respondieron en una escala de 0 a 10 siendo equivalente al porcentaje. Los resultados indican que hay una percepción dispar, ya que dos respuestas se alzan con la mayor frecuencia/ porcentaje de respuestas.

Por un lado, un 35,29% cree que el poder comprador incide en un 10% en la decisión de ir a una zona de pesca o a otra, mientras que un 32,35% dice que el poder comprador incide en un 100% en la toma de decisión. Vale destacar que más del 50% de los encuestados indica que el poder comprador incide en un 50% o más sobre la toma de decisión (**Figura 27**).

Estos resultados se contraponen con lo indicado por los pescadores en cuanto a los factores menos importantes para tomar una decisión, ya que, si el poder comprador incide sobre la determinación de ir a una zona de pesca o a otra, la distancia a estas zonas está vinculada al poder comprador.



# INCIDENCIA DEL PODER COMPRADOR RESPECTO A LA TOMA DE DECISIÓN DE LOS PESCADORES



**Figura 27.** Incidencia del poder comprador respecto a la toma de decisión de los pescadores respecto a la zona de pesca. La leyenda indica porcentajes de 0% a 100% en sentido horario, los porcentajes sin frecuencia no se observan en el gráfico, sin embargo, se añaden sus marcadores.

## Conocimiento ecológico local

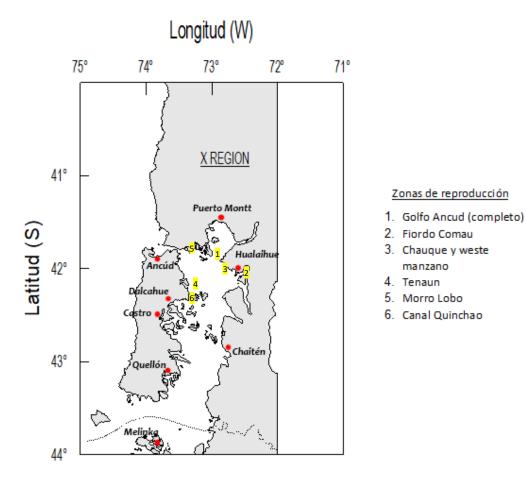
En esta sección se presentan los resultados correspondientes al conocimiento ecológico local de los pescadores respecto al recurso, centrado en la identificación de probables zonas de reproducción para la especie. Cabe destacar, que no existe una estacionalidad en la pesquería del recurso que pudiese vincularse a algún factor ecológico y que la operación de esta pesquería se rige netamente por la cantidad de cuota asignada a las regiones y el inicio de esta.

## Pesquería X región

En la X región, existen grupos dispares respecto al conocimiento de zonas de reproducción. Por un lado, un tercio de los encuestados dice no saber respecto a este tema. No obstante, los dos tercios restantes de pescadores reconocieron áreas de reproducción, las que caracterizaban por tener una alta densidad de individuos, con un número importante de ejemplares de tallas muy pequeñas.



Las zonas de reproducción de congrio dorado indicadas son zonas cercanas o las mismas que son demarcadas por los pescadores como abundantes. Estas zonas son: El golfo de Ancud en sus zonas mas bajas (4 menciones), Fiordo Comau (1), Chauque y la zona al oeste de caleta manzano en sus roqueríos (1 mención), Tenaun (1), Morro lobo (1) y el canal Quinchao (1) (**Figura 28**).



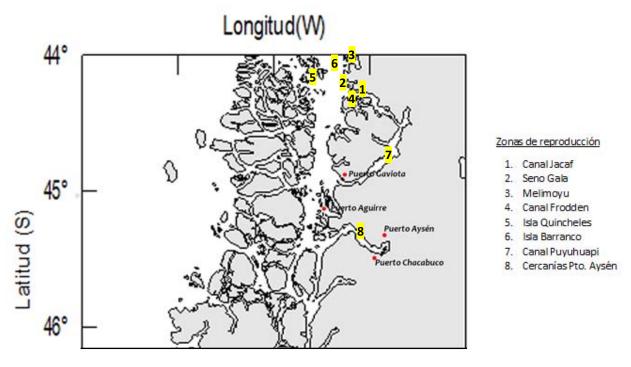
**Figura 28.** Zonas de reproducción de congrio dorado en la X región según conocimiento ecológico local de los pescadores. Los números no indican orden ni relevancia.

## Pesquería XI región

El panorama es similar al de la X región en cuanto al conocimiento ecológico local en la XI región. Un 66,6% de los encuestados tenía algún conocimiento de zonas de reproducción del congrio dorado. No obstante, en este caso este conocimiento está vinculado probablemente a la localidad donde se obtuvieron las respuestas, puesto que gran parte de las zonas indicadas se encuentran a las cercanías de Puerto Gala, a excepción de lo argumentado por uno de los encuestados que indicó que la zona cercana a Puerto Aysén se veían congrios de tallas muy pequeñas y agrupaciones que serían de reproducción.



Los encuestados indicaron, entre paréntesis número de menciones, como zonas de reproducción del congrio dorado: El canal Jacaf (4), el Seno Gala (3), Melimoyu (2), Canal Frodden (2), Isla Quincheles (1), Isla Barranco (1) y el Canal Puyuhuapi (1), además de la zona antes mencionada cercana a Puerto Aysén (1) (**Figura 29**). Además, indicaron que estas zonas se encontrarían en las partes más bajas de los lugares indicados. En este caso no todas las zonas indicadas son cercanas a zonas abundantes según lo dicho por los pescadores. Por ejemplo, la zona del canal Puyuhuapi que los pescadores indicaron como pobre para la pesca, probablemente asociado a las tallas más pequeñas de los ejemplares de ese lugar.



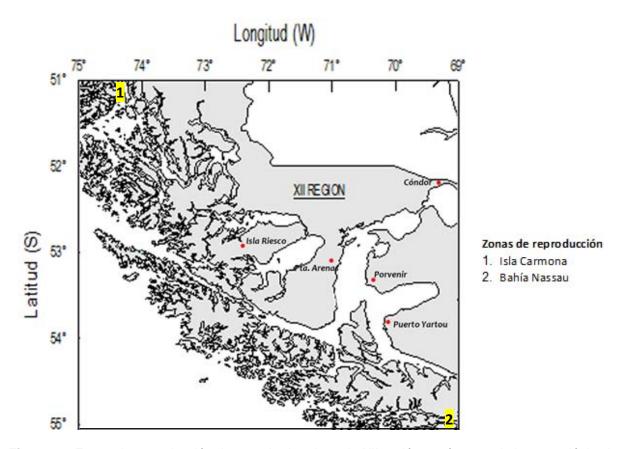
**Figura 29.** Zonas de reproducción de congrio dorado en la XI región según conocimiento ecológico local de los pescadores. Los números no indican orden ni relevancia.

### Pesquería XII región

Los pescadores encuestados en la XII región, indicaron dos lugares principales como áreas de reproducción de congrio dorado. Estas zonas se encuentran diametralmente opuestas en distancias ya que el primer punto, Isla Carmona, se encuentra en el norte de la región (74-75° LW, 51-52° LS). Por otro lado, la segunda zona; Bahía Nassau; se encuentra en el sur de la región cercano al cabo de hornos (69-70° LW, 55°≈ LS) (**Figura 30**).



Ambas zonas mencionadas son además indicadas como abundantes de congrio dorado. También, ambas se encuentran fuera de la planificación de la grilla utilizada para los ejercicios, dado que se encuentran bastante lejanos a los lances históricos que tiene IFOP.



**Figura 30.** Zonas de reproducción de congrio dorado en la XII región según conocimiento ecológico local de los pescadores. Los números no indican orden ni relevancia.

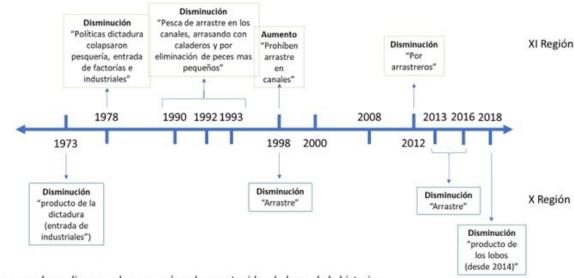
Evolución histórica de la pesquería en base a la percepción de los pescadores

Se realizó una reconstrucción desde la perspectiva de los actores principales, en este caso los pescadores, de la historia de la pesquería a partir de eventos o incidencias que hubiesen provocado un cambio en la abundancia de la especie. A partir de esto, se generó una línea de tiempo en la cual se contrastó la X y XI región, dando cuenta que, si bien los eventos en cuanto a la precisión de los años no son los mismos, si están bastante cercanos en cuanto al periodo (**Figura 31**).



En ambas regiones, los pescadores reconocen en su mayoría eventos de disminución de la abundancia de la pesquería y solo en la XI región se reconoce un evento de aumento de abundancia producto de la prohibición de la pesca de arrastre en los canales interiores de la región. Sin embargo, también una fracción de los encuestados indican que la pesquería se ha mantenido sin variaciones a lo largo del tiempo

Los encuestados de la décima región indican que el año en curso, se observa una disminución de la abundancia de la especie producto de la alta cantidad de lobos marinos, con los cuales se produce un conflicto por el recurso.



<sup>\*</sup> Varios pescadores dicen que la pesquería se ha mantenido a lo largo de la historia.

**Figura 31.** Línea de tiempo de la pesquería de congrio dorado para la X y XI región de Chile basada en las encuestas aplicadas.

## 4.1.7. Delimitación de caladeros con capitanes de pesca

De acuerdo a la información recabada mediante entrevistas y levantamiento de información *in situ*, se determinó que al interior de las zonas de pesca, los caladeros de congrio dorado corresponden a unidades discretas bastante acotadas espacialmente, delimitadas por factores



como la batimetría o el tipo de fondo, en donde cambios menores en la posición u orientación del arte en el calado pueden modificar de manera importante la composición de la captura (ej: incremento en la captura de raya) o variar los rendimientos de pesca del recurso objetivo.

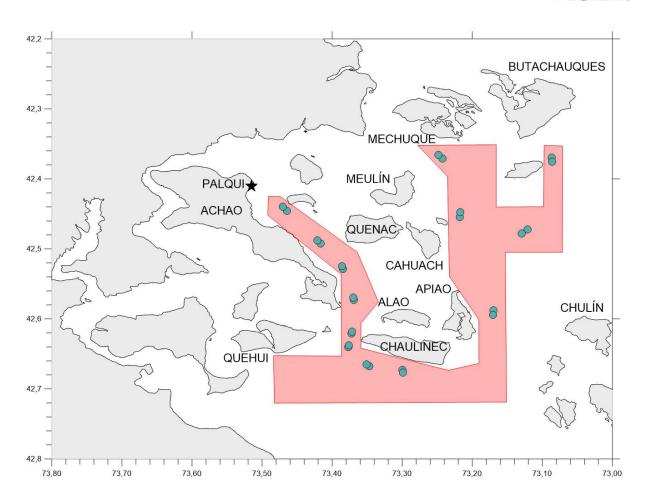
Otro elemento a considerar es el hecho de que los entrevistados indicaron que varios caladeros de pesca tradicionales han dejado de ser visitados por los armadores con la regularidad de antaño, debido a que la disminución de las cuotas de pesca ha generado un menor número de viajes, en especial a aquellos caladeros ubicados a mayor distancia de puerto, no obstante, persiste la operación ilegal en algunas zonas. A continuación, se indican los resultados para cada una de las tres Regiones Administrativas:

## i. Región de Los Lagos

Para la ejecución del estudio se definió como la zona de pesca para el crucero al sector ubicado frente a la isla de Achao, en el mar interior de Chiloé, una zona definida por un polígono irregular delimitado aproximadamente por las islas Mechuque-Butachauques por el norte, por el sur por las islas Quehui-Chaulinec y por el este, aproximadamente por el meridiano de los 73°07' W (**Figura 32**).

A partir de la entrevista, se definió la localización aproximada de un total de 24 caladeros ubicados al interior de la zona de pesca ya indicada. Complementariamente, y de acuerdo a información recopilada mediante embarque realizado previo al inicio de los cruceros, se geo-localizaron 13 de los caladeros previamente identificados. Cabe indicar que en cada caladero georreferenciado se identificó el punto de inicio y término más habitual de una línea de pesca. En la zona, los caladeros se ubican en profundidades entre 90 y 200 m, aproximadamente, en lugares con márgenes de fondos rocosos, preferiblemente en el límite entre roca y arena. Se precisó que los fondos arenosos son asociados a capturas de raya y/o merluza austral.





**Figura 32.** Zona de pesca "Achao" (en rojo) en la región de Los Lagos y caladeros de congrio dorado identificados (en celeste: mediante georreferenciación in situ).

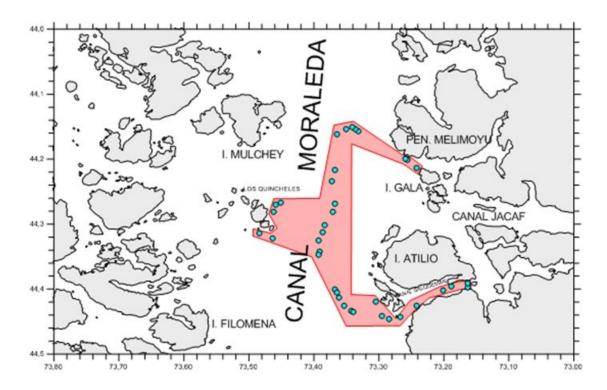


## ii. Región de Aysén

Se definió como zona de pesca para el crucero al sector ubicado en la entrada norte del Canal Moraleda, específicamente a aquel comprendido por los fondos marinos ubicados al interior de un polígono imaginario que se extiende en forma de arco hacia el oeste, con centro aproximado en las islas del Grupo Gala y el Canal Jacaf, con límites por el norte entre Isla Mulchey y la Península Melimoyu, por el oeste en las islas Los Quincheles y por el sur en el canal Salquemán, ubicado al sur de Isla Atilio (**Figura 33**).

A partir de información recopilada en entrevistas y mediante embarque, se georreferenciaron un total de 37 caladeros, cinco de los cuales se ubicaron en las inmediaciones de las islas Los Quincheles (al oeste del canal Moraleda), y 32 en la zona este del Canal Moraleda (**Figura 33**). La información georreferenciada en este caso corresponde a un punto medio por caladero de congrio dorado.

Se precisó que en los caladeros ubicados en torno a las islas Quincheles se captura habitualmente raya como fauna acompañante, siendo un sector con fondos que generan comúnmente bastantes enredos en los espineles empleados por la flota artesanal. En el caso de los caladeros ubicados en el Canal Salquemán (al sur del polígono), el armador indicó es usual obtener mayores rendimientos de pesca. Cabe señalar que la condición meteorológica es el principal factor condicionante de la actividad pesquera artesanal, debido a que se suele contar con lapsos de dos días de duración entre eventos de mal tiempo, aproximadamente, para operar en mayo-julio.



**Figura 33.** Zona de pesca "Gala" (en rojo) en la región de Aysén, y caladeros de congrio dorado identificados (en celeste: mediante georreferenciación in situ).



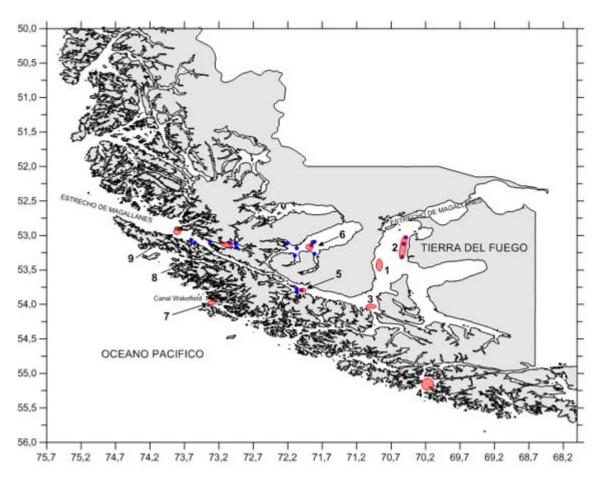
## iii. Región de Magallanes

Para el proceso de delimitación de caladeros, la información se generó proveniente de dos fuentes: entrevistas a un armador y a observadores científicos de IFOP que realizan embarques en la flota artesanal en la zona. Dada la extensión de la Región y a que, a partir de dichos diálogos se determinó que la información que se disponía preliminarmente del monitoreo de la flota era incompleta y no reflejaba adecuadamente la cobertura de sus operaciones, se procedió en primer lugar a identificar las principales áreas de pesca de congrio dorado en la totalidad de la Región.

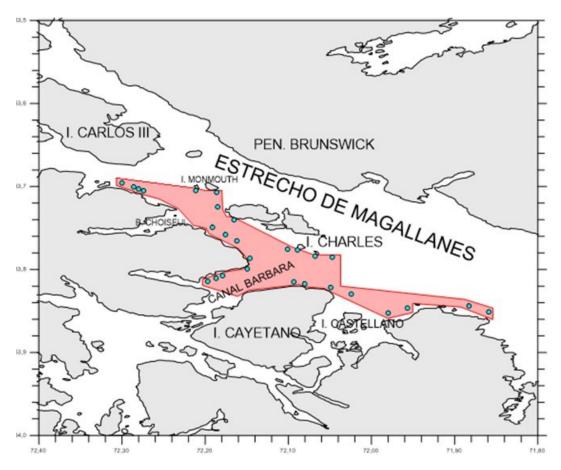
Conforme a ello, la información recopilada permitió identificar un total de nueve zonas de pesca que son visitadas con mayor grado de habitualidad por las embarcaciones que extraen congrio dorado en la Región (**Figura 34**). Cabe indicar que la información recopilada indica que usualmente la operación se lleva a cabo en faenas, es decir, mediante el zarpe de naves a la zona de pesca, en donde éstas permanecen varios días calando y virando líneas. Igualmente, se indica que en años recientes ha disminuido la periodicidad de las visitas a ciertas zonas, debido a que la reducción de cuotas de pesca disminuye los días anuales de operación.

Tomando en cuenta las limitaciones logísticas como tiempo de navegación y abrigo (principalmente a efectos del viento) y el criterio de habitualidad de la operación, del total de las áreas identificadas previamente, se seleccionó la zona de pesca ubicada en torno a Islas Charles (zona 5 en **Figura 34**), en el estrecho de Magallanes.

Una vez definida la zona de Islas Charles, se determinó un polígono ubicado principalmente al sur de éstas, dentro del cual se ubicó la posición aproximada de inicio y fin de un total de 14 caladeros de pesca, el cual se extiende desde los 72,30°W (sur isla Carlos III), ocupando la entrada del canal Bárbara, el norte de las islas Cayetano y Castellano hasta los 71,85°W (margen norte de la Isla Clarence) (**Figura 35**).



**Figura 34.** Localización (en rojo) de las principales zonas de pesca de congrio dorado en la Región de Magallanes. 1: Punta Guairabo-Río Amarillo, 2: Punta Gente-Bahía Porvenir, 3: Seno Magdalena, 4: Bahía Cook, 5: Islas Charles, 6: Seno Otway - SW Isla Vivian, 7: Canal Wakefield, 8: Sur Isla Anderson, 9: Sur Isla Tamar. Se indica en azul ubicación de caladeros específicos de congrio dorado.



**Figura 35.** Localización de caladeros de congrio dorado en el área de pesca de Islas Charles, en la Región de Magallanes.



#### 4.2- OBJETIVO ESPECIFICO 2

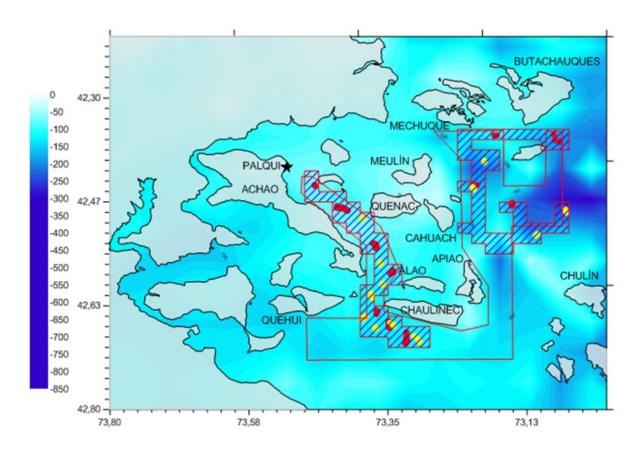
# 4.2.1. Lances de pesca

Se realizaron dos cruceros de investigación, en otoño y primavera de 2018, en los cuales se caló un total de 65 líneas de pesca con espineles horizontales de fondo. En el primer crucero se calaron 36 líneas de pesca y en el segundo crucero se calaron 29 líneas de pesca, en las tres regiones que abarca el proyecto. La distribución espacial de las líneas de pesca por región es la siguiente:

## i. Región de Los Lagos

La totalidad de las operaciones se llevó a cabo en la zona "Achao". Durante el primer crucero, realizado entre el 20 de mayo y el 3 de junio de 2018 se caló un total de 12 líneas de pesca (**Figura 36**). Del total, sólo fue posible virar 11 líneas, debido a que una línea calada el 23 de mayo no pudo ser localizada para su virado (**Tabla 12**). Se caló un total de 7.734 anzuelos distribuidas en 12 líneas, en tanto se viraron 6.834 anzuelos, asociados a las 11 líneas recuperadas. Las malas condiciones climáticas determinaron que las operaciones de pesca se llevaron a cabo en dos períodos: 21 al 24 de mayo y 2 al 4 de junio (**Tabla 12**).

El segundo crucero fue realizado entre el 29 de octubre y el 15 de noviembre de 2018, en el cual se caló un total de 12 líneas de pesca, con un total de 5.879 anzuelos distribuidas en las 12 líneas. En este caso, todas las línas fueron viradas. Las malas condiciones climáticas determinaron que las operaciones se vieran interrumpidas, por lo que las actividades se llevaron a cabo en dos períodos: 29 octubre al 2 de noviembre y 12 al 15 de noviembre (**Figura 36**; **Tabla 13**).



**Figura 36.** Localización de las líneas viradas (en rojo: crucero I, en amarillo: crucero II), zona "Achao". Se indican zona de pesca (línea roja), los dos polígonos (achurados) delimitados en su interior y la escala correspondiente la estimación de profundidad (m).

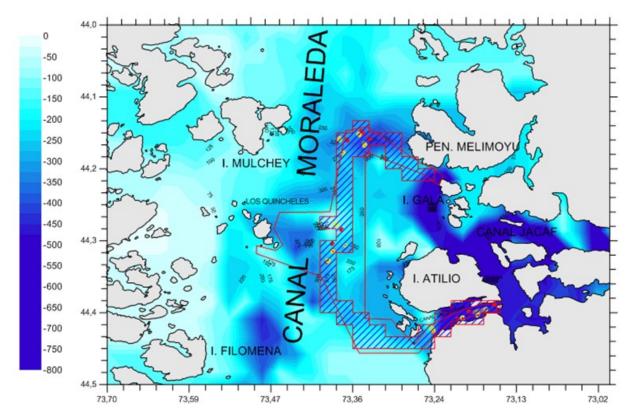
## ii. Región de Aysén

En la Región se operó en ambos cruceros en la zona denominada "Gala" (Figura 37). Durante el primer crucero, realizado entre el 2 de junio y el 16 de julio de 2018, se caló un total de 12 líneas de pesca. Las malas condiciones climáticas impidieron dar continuidad a las operaciones, las que se llevaron a cabo en tres salidas: 2 de junio, 30 de junio y 15 de julio (Tabla 12). Se calaron 3.600 anzuelos. Todas las líneas caladas fueron viradas, sin presentarse pérdidas debido a deriva o enredo (Tabla 12).

El segundo crucero se realizó entre el 31 de octubre y el 7 de noviembre de 2018, bajo condiciones meteorológicas algo más favorables, pero igualmente se debieron interrumpir las actividades por mal tiempo entre el 2 y 5 de noviembre. Se calaron 12 líneas de espineles



horizontales correspondientes a un total de 3.600 anzuelos. Todas las líneas caladas fueron viradas, sin presentarse pérdidas debido a deriva o enredo (**Figura 37, Tabla 13**).

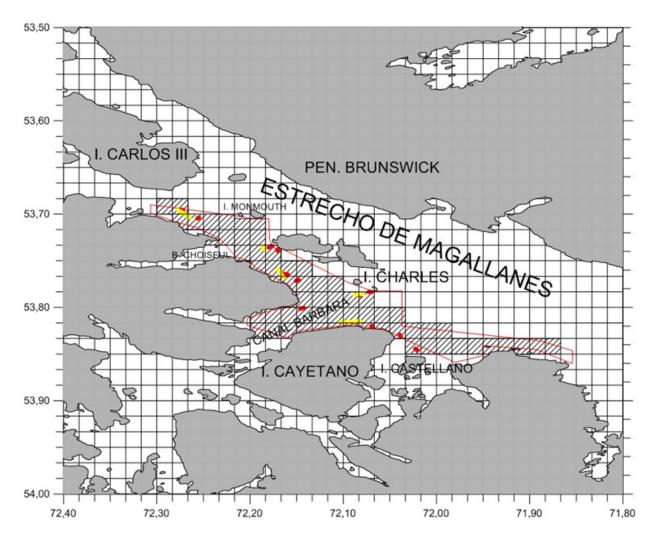


**Figura 37.** Localización de las líneas viradas (en rojo: crucero I, en amarillo: crucero II), zona "Gala". Se indican los límites de la zona de pesca (línea roja), el polígono (achurado) delimitado en su interior y la escala correspondiente la estimación de profundidad (m).



# iii. Región de Magallanes

En la Región se operó en ambos cruceros en la zona de Islas Charles (o "Charles"). Durante el primer crucero, se calaron 12 líneas de pesca entre el 25 de junio y el 2 de julio de 2018 conforme a lo que se indica en la **Figura 38** y en la **Tabla 12**. Cabe señalar la existencia de dificultades operacionales (enredos de la línea), lo que interfirió con el desarrollo acorde a la planificación inicial del crucero. Las 12 líneas caladas equivalen a un total de 3.579 anzuelos. Del total de líneas caladas, todas fueron viradas sin embargo se constató un problema de enredo que afectó a 1.143 anzuelos en total. La línea Nº 8 resultó completamente enredada.



**Figura 38.** Localización de las líneas viradas viradas (en rojo: crucero I, en amarillo: crucero II), zona "Charles". Se indican los límites de la zona de pesca (línea roja) y el polígono (achurado) delimitado.

Durante el segundo crucero, se calaron 5 líneas de espineles horizontales correspondientes a un total de 3.900 anzuelos (**Figura 38** y **Tabla 13**). Del total de líneas caladas, todas fueron viradas,



exisitiendo un menor grado de enredo respecto al primer crucero. Cabe señalar que la menor cantidad de líneas caladas durante el segundo crucero, se debió básicamente a mejorar el proceso de pesca evitando los enredos producidos en el primer crucero, y también, para acortar los tiempos de trabajo, dadas las difíciles condiciones ambientales en el sector.



Tabla 12. Resumen de operación por cada línea de pesca utilizada durante el crucero I de congrio dorado.

Neve	7	Líma a NIO	Cornedo	Fecha y ho	ra	Tiempo de reposo	Anzuelos	Profund	idad (m)
Nave	Zona	Línea Nº	Carnada —	Inicio de calado	Inicio de virado	(horas)	virados	Mínimo	Máximo
Diosa del Mar III	Achao	1	Róbalo fresco	20/05/2018 17:15	21/05/2018 07:15	14,0	864	180	200
Diosa del Mar III	Achao	2	Róbalo fresco	20/05/2018 18:31	21/05/2018 10:30	16,0	841	136	160
Diosa del Mar III	Achao	3	Róbalo fresco	21/05/2018 18:20	22/05/2018 08:30	14,2	535	108	145
Diosa del Mar III	Achao	4	Róbalo fresco	21/05/2018 19:28	22/05/2018 12:35	17,1	884	190	225
Diosa del Mar III	Achao	5	Róbalo fresco	22/05/2018 17:25	23/05/2018 08:47	15,4	875	158	170
Diosa del Mar III	Achao	6	Róbalo fresco	22/05/2018 18:19	23/05/2018 11:05	16,8	300	120	154
Diosa del Mar III	Achao	7	Róbalo fresco	23/05/2018 16:10	(línea perdida)			200	205
Diosa del Mar III	Achao	8	Róbalo fresco	02/06/2018 06:15	02/06/2018 14:25	8,2	300	130	190
Diosa del Mar III	Achao	9	Róbalo fresco	02/06/2018 17:55	03/06/2018 10:29	16,6	391	180	220
Diosa del Mar III	Achao	10	Róbalo fresco	02/06/2018 18:52	03/06/2018 12:10	17,3	866	30	131
Diosa del Mar III	Achao	11	Róbalo fresco	03/06/2018 17:35	04/06/2018 8:20	14,7	666	184	198
Diosa del Mar III	Achao	12	Róbalo fresco	03/06/2018 18:50	04/06/2018 10:08	15,3	312	180	200
Esperanza	Gala	1	Róbalo fresco	02/06/2018 17:07	03/06/2018 10:20	17,2	300	155	250
Esperanza	Gala	2	Róbalo fresco	02/06/2018 17:33	03/06/2018 11:35	18,0	300	177	250
Esperanza	Gala	3	Róbalo fresco	02/06/2018 17:49	03/06/2018 12:30	18,7	300	200	263
Esperanza	Gala	4	Róbalo fresco	02/06/2018 18:10	03/06/2018 13:40	19,5	300	180	300
Esperanza	Gala	5	Róbalo salado	30/06/2018 15:15	01/07/2018 09:50	18,6	300	350	435
Esperanza	Gala	6	Róbalo salado	30/06/2018 15:40	01/07/2018 10:50	19,2	300	220	274
Esperanza	Gala	7	Róbalo salado	30/06/2018 16:05	01/07/2018 12:05	20,0	300	200	270
Esperanza	Gala	8	Róbalo salado	30/06/2018 16:40	01/07/2018 12:55	20,2	300	116	300
Esperanza	Gala	9	Róbalo fresco	15/07/2018 11:00	16/07/2018 09:10	22,2	300	150	185
Esperanza	Gala	10	Róbalo fresco	15/07/2018 11:23	16/07/2018 10:07	22,7	300	78	112
Esperanza	Gala	11	Róbalo fresco	15/07/2018 11:40	16/07/2018 11:03	23,4	300	220	240
Esperanza	Gala	12	Róbalo fresco	15/07/2018 11:57	16/07/2018 12:30	24,5	300	250	280
Pájaro Azul	Islas Charles	1	Sardina congelada	25/06/2018 17:48	26/06/2018 10:36	16,8	300	173	240
Pájaro Azul	Islas Charles	2	Sardina congelada	25/06/2018 18:27	26/06/2018 11:20	16,9	300	180	190
Pájaro Azul	Islas Charles	3	Sardina fresca	27/06/2018 17:30	28/06/2018 10:34	17,1	279	190	210
Pájaro Azul	Islas Charles	4	Sardina fresca	27/06/2018 17:50	28/06/2018 11:25	17,6	300	180	240
Pájaro Azul	Islas Charles	5	Sardina fresca	28/06/2018 17:56	29/06/2018 10:33	16,6	300		
Pájaro Azul	Islas Charles	6	Sardina fresca	28/06/2018 18:10	29/06/2018 11:10	17,0	300		
Pájaro Azul	Islas Charles	7	Sardina fresca	28/06/2018 19:09	29/06/2018 11:50	16,7	300		
Pájaro Azul	Islas Charles	8	Sardina fresca	30/06/2018 17:10	02/07/2018 10:18	41,1	300	211	254
Pájaro Azul	Islas Charles	9	Sardina fresca	30/06/2018 18:45	02/07/2018 10:59	40,2	300	201	214
Pájaro Azul	Islas Charles	10	Sardina fresca	02/07/2018 17:20	03/07/2018 10:00	16,7	300		
Pájaro Azul	Islas Charles	11	Sardina fresca	02/07/2018 17:50	03/07/2018 11:04	17,2	300		
Pájaro Azul	Islas Charles	12	Sardina fresca	02/07/2018 18:32	03/07/2018 12:05	17,5	300		



Tabla 13. Resumen de operación por cada línea de pesca utilizada durante el Crucero II de congrio dorado.

Neve	7000	Liman NO	Carnada	Fecha	y hora	Tiempo de reposo	Anzuelos	Profund	didad (m)
Nave	Zona	Línea Nº	Carnada	Inicio de calado	Inicio de virado	(horas)	virados	Mínimo	Máximo
Diosa del Mar III	Achao	1	Róbalo fresco	29/10/2018 21:45	30/10/2018 10:05	12	300	130	240
Diosa del Mar III	Achao	2	Róbalo fresco	30/10/2018 17:41	31/10/2018 7:45	14	300	200	220
Diosa del Mar III	Achao	3	Róbalo fresco	30/10/2018 18:32	31/10/2018 12:50	18	600	200	221
Diosa del Mar III	Achao	4	Róbalo fresco	31/10/2018 19:30	01/11/2018 8:30	13	300	99	220
Diosa del Mar III	Achao	5	Róbalo fresco	31/10/2018 20:10	01/11/2018 10:28	14	590	215	227
Diosa del Mar III	Achao	6	Róbalo fresco	01/11/2018 18:02	02/11/2018 8:37	15	600	80	200
Diosa del Mar III	Achao	7	Róbalo fresco	01/11/2018 19:42	02/11/2018 10:50	15	900	82	190
Diosa del Mar III	Achao	8	Róbalo fresco	01/11/2018 20:28	02/11/2018 12:54	16	540	80	121
Diosa del Mar III	Achao	9	Róbalo fresco	12/11/2018 18:10	13/11/2018 7:30	13	549	100	135
Diosa del Mar III	Achao	10	Róbalo fresco	12/11/2018 18:59	13/11/2018 9:14	14	600	144	185
Diosa del Mar III	Achao	11	Róbalo fresco	12/11/2018 20:41	13/11/2018 11:32	15	300	110	137
Diosa del Mar III	Achao	12	Róbalo fresco	13/11/2018 12:52	15/11/2018 6:30	42	300	150	181
Paconru	Gala	1	Róbalo fresco	31/10/2018 15:20	01/11/2018 7:32	16	300	300	320
Paconru	Gala	2	Róbalo fresco	31/10/2018 15:35	01/11/2018 9:25	18	300	138	200
Paconru	Gala	3	Róbalo fresco	31/10/2018 16:00	01/11/2018 10:00	18	300	260	340
Paconru	Gala	4	Róbalo fresco	31/10/2018 16:23	01/11/2018 13:55	22	300	110	250
Paconru	Gala	5	Róbalo fresco	01/11/2018 16:20	02/11/2018 6:52	15	300	70	70
Paconru	Gala	6	Róbalo fresco	01/11/2018 16:49	02/11/2018 7:43	15	300	200	210
Paconru	Gala	7	Róbalo fresco	01/11/2018 17:05	02/11/2018 8:47	16	300	200	230
Paconru	Gala	8	Róbalo fresco	01/11/2018 17:18	02/11/2018 9:50	17	300	133	160
Paconru	Gala	9	Róbalo fresco	06/11/2018 15:30	07/11/2018 8:40	17	300	240	278
Paconru	Gala	10	Róbalo fresco	06/11/2018 15:41	07/11/2018 10:30	19	300	100	240
Paconru	Gala	11	Róbalo fresco	06/11/2018 15:56	07/11/2018 12:40	21	300	180	240
Paconru	Gala	12	Róbalo fresco	06/11/2018 16:15	07/11/2018 14:01	22	300	180	207
Pajaro azul	Islas Charles	1	Sardina fresca	09/10/2018 18:30	10/10/2018 7:50	13	900	240	260
Pajaro azul	Islas Charles	2	Sardina fresca	10/10/2018 19:00	11/10/2018 11:10	16	600	240	316
Pajaro azul	Islas Charles	3	Sardina fresca	13/10/2018 18:00	14/10/2018 10:00	16	900	213	264
Pajaro azul	Islas Charles	4	Sardina congelada	14/10/2018 18:30	15/10/2018 10:04	16	600	207	313
Pajaro azul	Islas Charles	5	Sardina congelada	15/10/2018 18:44	16/10/2018 9:10	14	900	292	292



# 4.2.2 Captura y rendimiento de pesca expresados en número

# 4.2.2.1 Región de Los Lagos

#### Crucero I

En términos generales, del total de 7.734 anzuelos virados, 5.187 anzuelos no presentaron captura y 1.357 anzuelos tuvieron captura de alguna especie (**Tabla 14**). La mayor captura correspondió al tiburón pintarroja con 559 ejemplares, seguido de brótula con 380 ejemplares y congrio dorado con 231 ejemplares (**Tabla 14**). La captura de tiburón pintarroja fue especialmente alta en las líneas 1, 2 y 4, donde la retención correspondió a 120, 206 y 85 ejemplares, respectivamente. En las restantes líneas, la captura de esta especie fluctuó entre 2 y 36 ejemplares (**Tabla 14**). Una situación similar ocurrió con brótula, donde la mayor captura se registró en las líneas 2, 3 y 4 con 94, 61 y 100 ejemplares, respectivamente (**Tabla 14**). En el caso del congrio dorado, la retención fluctuó entre 3 y 49 ejemplares por línea, registrándose los mayores valores en las líneas 1, 5 y 6 con 47, 42 y 49 ejemplares, respectivamente (**Tabla 14**).

**Tabla 14.** Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero I, en la región de Los Lagos (Achao).

Canadia					L	_ínea N	0					Captura
Especie	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	total
Blanquillo	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Brótula	33	94	61	100	40	30	6	0	13	2	1	380
Cabrilla	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4
Chancharro	16	23	13	2	32	3	11	1	1	3	4	109
Congrio dorado	47	26	7	28	42	49	4	5	16	4	3	231
Estrella de mar	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
Merluza austral	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Merluza de cola	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	4
Pejegallo	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Raya espinosa	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
Raya volantín	1	0	2	10	12	1	0	0	1	2	2	31
Tiburón pintarroja	120	206	36	85	30	5	2	34	20	8	13	559
Total captura	248	354	119	230	157	88	23	41	54	19	24	1.357
Sin captura	601	467	366	593	689	204	247	318	793	636	273	5.187



El rendimiento de captura de todas las especies capturadas en las experiencias realizadas en esta región fluctuó entre 2,9 y 43,1 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos virados, esto es descontando anzuelos cortados o enredados, con un valor total de 20,7 ejemplares capturados por cada 100 anzuelos virados (**Tabla 15**). El rendimiento más alto estuvo asociado al tiburón pintarroja con 8,5 ejemplares capturados por cada 100 anzuelos operativos, fluctuando entre 0,7 y 25,1 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (**Tabla 15**). En el caso de congrio dorado, el rendimiento de captura fluctuó entre 0,6 y 16,8 ejemplares por cada 100 anzuelos virados, con un valor estándar total de 3,5 ejemplares por cada 100 anzuelos virados (**Tabla 15**).

Al estandarizar en función del número de anzuelos y del tiempo de reposo, el rendimiento de congrio dorado fluctuó entre 0,041 y 1,002 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100anz\*h-1), con un valor promedio de 0,246 ind\*100anz\*h-1 (**Tabla 16**). Ambas unidades de medición del rendimiento de captura mostraron un patrón de comportamiento similar (**Figura 39**), lo que puede estar asociado a que la mayor cantidad de líneas de espineles (10 de un total de 11 líneas) fueron caladas con un tiempo de reposo entre 14 y 17 horas.

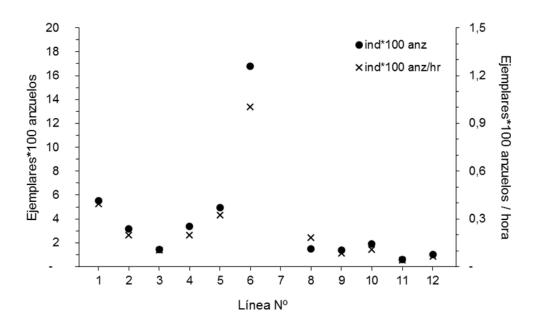
**Tabla 15.** Rendimientos de captura (ind\*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero I, en la región de Los Lagos (Achao). Se muestra también el rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y el total de ejemplares capturados de cada especie.

Famasia					L	ínea N	0					Rend.
Especie	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	global
Blanquillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0,04
Brótula	3,9	11,4	12,6	12,2	4,7	10,3	2,2	0	1,5	0,3	0,3	5,8
Cabrilla	0	0,1	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Chancharro	1,9	2,8	2,7	0,2	3,8	1,0	4,1	0,3	0,1	0,5	1,3	1,7
Congrio dorado	5,5	3,2	1,4	3,4	5,0	16,8	1,5	1,4	1,9	0,6	1,0	3,5
Estrella de mar	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,1
Merluza austral	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01
Merluza de cola	0,1	0	0	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1
Pejegallo	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,02
Raya espinosa	3,3	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
Raya volantín	0,1	0	0,4	1,2	1,4	0,3	0	0	0,1	0,3	0,7	0,5
Tiburón pintarroja	14,1	25,1	7,4	10,3	3,5	1,7	0,7	9,5	2,4	1,2	4,4	8,5
Total	29,2	43,1	24,5	27,9	18,6	30,1	8,5	11,4	6,4	2,9	8,1	20,7



**Tabla 16.** Rendimientos de captura (ind\*100anz\*h-1) por especie en las líneas viradas durante la actividad del Crucero I, en la región de Los Lagos (Achao). Se muestra también el promedio simple y el coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas.

Famada						Línea N	0					Rend.	CV (0/)
Especie	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	promedio	CV (%)
Blanquillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0,020	0	0	0,002	331,7
Brótula	0,278	0,717	0,889	0,711	0,308	0,613	0,272	0	0,089	0,021	0,022	0,356	90,7
Cabrilla	0	0,008	0	0,021	0	0	0	0	0	0	0	0,003	251,1
Chancharro	0,135	0,175	0,189	0,014	0,246	0,061	0,499	0,017	0,007	0,031	0,088	0,133	109,6
Congrio dorado	0,396	0,198	0,102	0,199	0,323	1,002	0,181	0,084	0,109	0,041	0,066	0,246	111,3
Estrella de mar	0,008	0,015	0	0	0	0	0	0	0	0	0,022	0,004	186,3
Merluza austral	0,008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	331,7
Merluza de cola	0,008	0	0	0,014	0,008	0	0	0	0	0	0	0,003	180,8
Pejegallo	0	0	0	0	0	0	0	0,017	0	0	0	0,002	331,7
Raya espinosa	0,236	0,015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,023	310,1
Raya volantín	0,008	0	0,029	0,071	0,092	0,020	0	0	0,007	0,021	0,044	0,027	115,9
Tiburón pintarroja	1,011	1,571	0,525	0,604	0,231	0,102	0,091	0,572	0,137	0,083	0,286	0,474	98,2



**Figura 39.** Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante la actividad de muestreo del Crucero I, realizada en la región de Los Lagos, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind\*100 anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100 anz\*h-¹).



#### Crucero II

Durante el segundo crucero del total de 5.879 anzuelos virados, 5.107 anzuelos no presentaron captura y 704 anzuelos tuvieron captura de alguna especie (**Tabla 17**). En términos de especies retenidas, la mayor captura correspondió al congrio dorado con 238 ejemplares, seguido de tiburón pintarroja con 204 ejemplares y brótula con 168 ejemplares (**Tabla 17**).

La captura de congrio colorado fluctuó entre 3 y 86 ejemplares por línea durante el segundo crucero. Las mayores capturas se registraron entre las líneas 6 y 10, ubicadas al sur de isla Chaulinec, donde la retención fue mayor a 20 ejemplares por línea, con un máximo de 86 ejemplares en la línea 7. En las líneas ubicadas al este del área de estudio, la captura de esta especie fue algo menor y fluctuó entre 3 y 12 ejemplares (**Tabla 17**). Una situación similar ocurrió con brótula, donde la mayor captura se registró en las líneas 1, y 6 a 10, con retenciones entre 16 y 34 ejemplares, mientras que las líneas 2 a 5 presentaron capturas muy inferiores entre 0 y 7 ejemplares por línea (**Tabla 17**). En el caso del tiburón pintarroja, la mayor captura se registró en las líneas 1, 2, y 5 con 31, 33 y 37 ejemplares, respectivamente.

**Tabla 17.** Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante el Crucero II, realizado en la región de Los Lagos (Achao).

Fanasia						Líne	a Nº						Captura
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
Blanquillo	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Brótula	18	7	3	0	2	34	29	17	21	16	8	13	168
Chancharro	0	2	0	0	9	9	8	19	2	2	11	1	63
Congrio dorado	16	6	8	3	12	34	86	21	20	22	3	7	238
Estrella de mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Merluza austral	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Merluza de cola	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Raya volantín	0	1	0	0	0	0	11	4	0	1	0	0	17
Tiburón/pintarroja	31	33	13	3	37	7	18	25	6	6	2	23	204
Tollo	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
Total captura	65	51	29	6	63	85	153	86	49	47	26	44	704
Sin captura	235	249	571	290	522	500	738	452	498	542	260	250	5.107



El rendimiento de pesca por línea fluctuó entre 2,0 y 21,7 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos, con un valor total de 12,1 ejemplares capturados por cada 100 anzuelos operativos (**Tabla 18**). El congrio dorado, evidenció rendimiento de captura entre 1 y 9,7 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos, con un valor total de 4,1 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (**Tabla 18**).

Al estandarizar en función del número de anzuelos y del tiempo de reposo, el rendimiento de congrio dorado fluctuó entre 0,057 y 0,643 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100anz\*h-1), con un valor promedio de 0,236 ind\*100anz\*h-1 (**Tabla 19** y **Figura 40**).

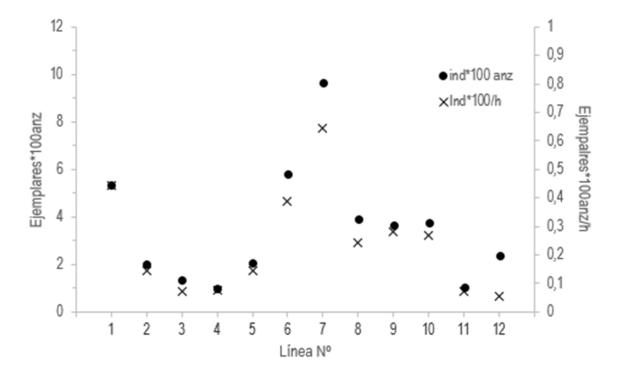
**Tabla 18.** Rendimientos de captura (ind\*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durante el Crucero II, realizado en la región de Los Lagos. Se muestra también el rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados.

						Líne	a Nº						Rend.
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	global
Blanquillo	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,3	0	0,04
Brótula	6,0	2,3	0,5	0	0,3	5,8	3,3	3,2	3,8	2,7	2,8	4,4	2,9
Chancharro	0	0,7	0	0	1,5	1,5	0,9	3,5	0,4	0,3	3,8	0,3	1,1
Congrio dorado	5,3	2,0	1,3	1,0	2,1	5,8	9,7	3,9	3,7	3,7	1,0	2,4	4,1
Estrella de mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,03
Merluza austral	0	0	0,2	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Merluza de cola	0	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Raya volantín	0	0,3	0	0	0	0	1,2	0,7	0	0,2	0	0	0,3
Tiburón pintarroja	10,3	11,0	2,2	1,0	6,3	1,2	2,0	4,6	1,1	1,0	0,7	7,8	3,5
Tollo	0	0,7	0,2	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1
Total	21,7	17,0	4,8	2,0	10,8	14,5	17,2	16,0	9,0	8,0	9,1	15,0	12,1



**Tabla 19.** Rendimientos de captura (ind\*100anz\*h-¹) por especie en las líneas viradas durante el Crucero II, realizado en la región de Los Lagos. Se muestra también el rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados. Se muestra también el promedio simple y el coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas.

F .						l	Línea N	0					Rend.	CV
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	promedio	(%)
Blanquillo	0	0	0	0	0	0,011	0	0	0	0	0,023	0	0,003	249,5
Brotula	0,500	0,167	0,028	0	0,024	0,387	0,217	0,197	0,295	0,194	0,186	0,105	0,192	77,7
Chancharro	0	0,048	0	0	0,110	0,103	0,060	0,221	0,028	0,024	0,256	0,008	0,071	121,6
Congrio dorado	0,444	0,143	0,074	0,078	0,147	0,387	0,643	0,244	0,281	0,267	0,070	0,057	0,236	76,9
Estrella de mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,023	0	0,002	346,4
Merluza austral	0	0	0,009	0	0,024	0	0	0	0	0	0	0	0,003	260,4
Merluza de Cola	0	0	0,028	0	0,012	0	0	0	0	0	0	0	0,003	253,9
Raya volantín	0	0,024	0	0	0	0	0,082	0,046	0	0,012	0	0	0,014	188,8
Tiburón/pintarroja	0,861	0,786	0,120	0,078	0,452	0,080	0,135	0,290	0,084	0,073	0,047	0,186	0,266	107,1
Tollo	0	0,048	0,009	0	0	0	0,007	0	0	0	0	0	0,005	255,4



**Figura 40.** Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante la actividad de muestreo del Crucero II, realizada en la región de Los Lagos, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind\*100 anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100 anz\*h-¹).



# 4.2.2.2 Región de Aysén

#### Crucero I

Durante el primer crucero, del total de 3.600 anzuelos virados, 3.209 anzuelos no presentaron captura y 334 anzuelos tuvieron captura de alguna especie (**Tabla 20**). Las especies más abundantes en la captura correspondieron a brótula (n=95), congrio dorado (n=66) y cabrilla española (n=56). Estas especies estuvieron presentes en casi la totalidad de los espineles virados, con excepción de brótula en la línea 5 y cabrilla española en las líneas 3, 10 y 12. Congrio dorado fue la única especie presente en la totalidad de los espineles virados, no obstante, su captura fue baja, fluctuando entre 2 y 8 ejemplares por línea (**Tabla 20**). Otras nueve especies presentes en las capturas tuvieron una participación menor.

**Tabla 20.** Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero I, en la región de Aysén (Gala).

						Líne	a Nº						Captura
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
Brótula	9	22	15	7	0	11	12	3	1	7	6	2	95
Cabrilla española	8	11	0	2	1	14	11	3	2	0	4	0	56
Chancharro	3	5	7	5	0	0	3	1	0	0	1	0	25
Congrio dorado	6	5	2	7	7	7	7	3	2	5	8	7	66
Merluza austral	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	3
Pejerrata	0	0	0	0	1	3	2	1	3	0	6	0	16
Chalaco	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Raya espinosa	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	4	1	8
Raya volantín	0	0	0	0	14	2	3	0	4	3	7	8	41
Tiburón pintarroja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	2	11
Tollo negro	0	0	1	0	1	2	2	0	0	0	0	1	7
Tollo zapata	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	5
Total captura	26	43	27	21	27	42	42	12	12	19	42	21	334
Sin captura	219	257	272	279	273	258	258	288	288	281	257	279	3.209

Por su parte, el rendimiento de captura total, por línea, fluctuó entre 4,0 y 14,3 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos, con un rendimiento total de 9,4 ejemplares capturados por cada 100 anzuelos operativos (**Tabla 21**). Los rendimientos más elevados correspondieron a brótula (2,7 ind\*100 anzuelos), congrio dorado (1,9 ind\*100 anzuelos



operativos) y cabrilla española (1,6 ind\*100 anzuelos) (**Tabla 21**). En el caso de congrio dorado, el rendimiento de captura por línea fluctuó entre 0,7 y 2,7 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (**Tabla 21**).

El rendimiento de congrio dorado estandarizado en función del número de anzuelos operativos y del tiempo de reposo fluctuó entre 0,030 y 0,142 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100anz\*h-¹), con un valor promedio de 0,093 ind\*100anz\*h-¹ (**Tabla 22**). La **Figura 41** muestra que ambas unidades de medición del rendimiento de captura presentan un patrón de comportamiento similar, no obstante, el tiempo de reposo fluctuó entre 17,2 y 24,5 horas.

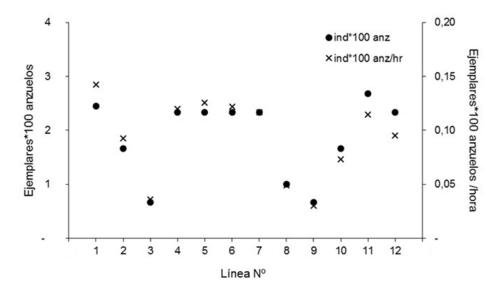
**Tabla 21.** Rendimientos de captura (ind\*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero I, en la región de Aysén (GALA). Se muestra también el rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados.

Canadia						Líne	ea Nº						Rend.
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	global
Brótula	3,7	7,3	5,0	2,3	0	3,7	4,0	1,0	0,3	2,3	2	0,7	2,7
Cabrilla española	3,3	3,7	0	0,7	0,3	4,7	3,7	1,0	0,7	0	1,3	0	1,6
Chancharro	1,2	1,7	2,3	1,7	0	0	1,0	0,3	0	0	0,3	0	0,7
Congrio dorado	2,4	1,7	0,7	2,3	2,3	2,3	2,3	1,0	0,7	1,7	2,7	2,3	1,9
Merluza austral	0	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0,1
Pejerrata	0	0	0	0	0,3	1,0	0,7	0,3	1,0	0	2,0	0	0,5
Chalaco	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0,0
Raya espinosa	0	0	0,7	0	0	0,3	0	0	0	0	1,3	0,3	0,2
Raya volantín	0	0	0	0	4,7	0,7	1,0	0	1,3	1,0	2,3	2,7	1,2
Tiburón pintarroja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	1,7	0,7	0,3
Tollo negro	0	0	0,3	0	0,3	0,7	0,7	0	0	0	0	0,3	0,2
Tollo zapata	0	0	0	0	0,7	0,3	0,3	0	0	0	0,3	0	0,1
Total	10,6	14,3	9,0	7,0	9,0	14	14	4,0	4,0	6,3	14	7,0	9,4



**Tabla 22.** Rendimientos de captura (ind\*100anz\*h-1) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero I, en la región de Aysén (Gala). Se muestra también el promedio simple y el coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas.

						Líne	ea Nº						Rend.	CV
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	promedio	(%)
Brótula	0,214	0,407	0,269	0,120	0	0,191	0,200	0,049	0,015	0,103	0,086	0,027	0,140	86,2
Cabrilla española	0,190	0,204	0	0,034	0,018	0,244	0,183	0,049	0,030	0	0,057	0	0,084	109,7
Chancharro	0,071	0,093	0,125	0,086	0	0	0,050	0,016	0	0	0,014	0	0,038	118,8
Congrio dorado	0,142	0,093	0,036	0,12	0,126	0,122	0,117	0,049	0,030	0,073	0,115	0,095	0,093	40,4
Merluza austral	0	0	0	0	0,018	0,017	0,017	0	0	0	0	0	0,004	181,0
Pejerrata	0	0	0	0	0,018	0,052	0,033	0,016	0,045	0	0,086	0	0,021	133,6
Chalaco	0	0	0	0	0	0	0	0,016	0	0	0	0	0,001	346,4
Raya espinosa	0	0	0,036	0	0	0,017	0	0	0	0	0,057	0,014	0,010	179,0
Raya volantín	0	0	0	0	0,251	0,035	0,050	0	0,060	0,044	0,100	0,109	0,054	135,5
Tiburón pintarroja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,059	0,072	0,027	0,013	195,5
Tollo negro	0	0	0,018	0	0,018	0,035	0,033	0	0	0	0	0,014	0,010	137,5
Tollo zapata	0	0	0	0	0,036	0,017	0,017	0	0	0	0,014	0	0,007	165,3



**Figura 41.** Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante la actividad de muestreo del, Crucero I, realizada en la región de Aysén, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind\*100 anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100anz\*h<sup>-1</sup>).



#### Crucero II

Durante el segundo crucero realizado en el sector GALA, Región de Aysén, del total de 3.600 anzuelos virados, 3.139 anzuelos no presentaron captura y 424 anzuelos tuvieron captura de alguna especie (**Tabla 23**). Las especies más abundantes correspondieron a congrio dorado (n=236), raya volantín (n=62) y tollo negro (n=32). Solo el congrio dorado estuvo presente en la totalidad de los espineles virados, mientras que la raya volantín estuvo ausente en la línea 10. La captura de Congrio dorado fluctuó 1 y 42 ejemplares por línea (**Tabla 23**). Otras siete especies presentes en las capturas tuvieron una participación menor.

**Tabla 23.** Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero II, en la región de Aysén.

Famasia						Líne	a Nº						Captura
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
Brotula	5	0	4	0	9	0	0	5	0	1	0	0	24
Cabrilla española	9	0	1	2	0	0	5	0	0	5	0	0	22
Chancharro	4	1	0	2	5	0	0	0	0	3	5	2	22
Congrio dorado	11	4	42	1	6	19	38	21	33	32	15	14	236
Merluza austral	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Merluza de cola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Raya Volantin	22	6	2	6	1	4	6	9	3	0	1	2	62
Tollo negro	0	0	5	0	0	3	0	8	5	5	5	1	32
Tollo pajarito	2	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	1	8
Tollo zapata	4	2	1	3	0	1	1	3	0	0	0	0	15
Total captura	57	14	56	14	22	27	54	46	41	47	26	20	424
Sin captura	243	285	244	280	278	270	245	254	238	253	272	277	3.139

Por su parte, el rendimiento de captura total por línea fluctuó entre 4,7 y 19,0 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos, con un rendimiento total de 11,9 ejemplares capturados por cada 100 anzuelos operativos (**Tabla 24**). Los rendimientos más elevados correspondieron a congrio dorado fluctuando entre 0,3 y 14,0 ejemplares por cada 100 anzuelos virados, raya volantín (7,3 ind\*100 anzuelos) y cabrilla española (3,0 ind\*100 anzuelos) (**Tabla 24**).



El rendimiento de congrio dorado estandarizado en función del número de anzuelos y del tiempo de reposo fluctuó entre 0,015 y 0,794 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100anz\*h<sup>-1</sup>), con un valor promedio de 0,381 ind\*100anz\*h<sup>-1</sup> (**Tabla 25**).

**Tabla 24.** Rendimientos de captura (ind\*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero II, en la región de Aysén, Gala. Se muestra también el rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados.

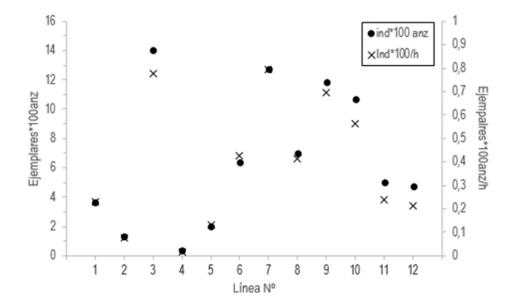
Canadia						Líne	ea Nº						Rend.
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	global
Brotula	1,7	0	1,3	0	3,0	0	0	1,7	0	0,3	0	0	0,7
Cabrilla española	3,0	0	0,3	0,7	0	0	1,7	0	0	1,7	0	0	0,6
Chancharro	1,3	0,3	0	0,7	1,7	0	0	0	0	1,0	1,7	0,7	0,6
Congrio dorado	3,7	1,3	14,0	0,3	2,0	6,4	12,7	7,0	11,8	10,7	5,0	4,7	6,6
Merluza austral	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,1
Merluza de cola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0,0
Raya Volantin	7,3	2,0	0,7	2,0	0,3	1,3	2,0	3,0	1,1	0	0,3	0,7	1,7
Tollo negro	0	0	1,7	0	0	1,0	0	2,7	1,8	1,7	1,7	0,3	0,9
Tollo pajarito	0,7	0,3	0	0	0,3	0	1,0	0	0	0	0	0,3	0,2
Tollo zapatero	1,3	0,7	0,3	1,0	0	0,3	0,3	1,0	0	0	0	0	0,4
Total	19,0	4,7	18,7	4,8	7,3	9,1	18,1	15,3	14,7	15,7	8,7	6,7	11,9

**Tabla 25.** Rendimientos de captura (ind\*100anz\*h-1) por especie en las líneas viradas durante el Crucero II, en la región de Aysén. Se muestra también el promedio simple y el coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas.

						Lín	ıea N°						Rend.	CV
Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	promedio	(%)
Brotula	0,104	0	0,074	0	0,200	0	0	0,098	0	0,018	0	0	0,041	157,0
Cabrilla española	0,188	0	0,019	0,031	0	0	0,105	0	0	0,088	0	0	0,036	168,0
Chancharro	0,083	0,019	0	0,031	0,111	0	0	0	0	0,053	0,080	0,031	0,034	115,5
Congrio dorado	0,229	0,074	0,778	0,015	0,133	0,426	0,794	0,412	0,696	0,561	0,240	0,214	0,381	71,8
Merluza austral	0	0	0,019	0	0	0	0,021	0	0	0	0	0	0,003	234,1
Merluza de cola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,018	0	0	0,001	346,1
Raya Volantin	0,458	0,111	0,037	0,093	0,022	0,090	0,125	0,176	0,063	0	0,016	0,031	0,102	121,4
Tollo negro	0	0	0,093	0	0	0,067	0	0,157	0,105	0,088	0,080	0,015	0,050	107,0
Tollo pajarito	0,042	0,019	0	0	0,022	0	0,063	0	0	0	0	0,015	0,013	152,8
Tollo zapatero	0,083	0,037	0,019	0,046	0	0,022	0,021	0,059	0	0	0	0	0,024	114,8



La **Figura 42** muestra que ambas unidades de medición del rendimiento de captura presentan un patrón de comportamiento similar, no obstante, el tiempo de reposo fluctuó entre 15 y 22 horas.



**Figura 42.** Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante el Crucero II, realizada en la región de Aysén, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind\*100 anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100 anz\*h-¹).

#### 4.2.2.3 Región de Magallanes

## Crucero I

Durante el primer crucero, del total de 3.600 anzuelos virados, 2.246 anzuelos no presentaron captura de ninguna especie y 190 anzuelos tuvieron captura de alguna especie (**Tabla 26**). La especie más abundante en las capturas fue brótula, con 108 ejemplares retenidos en nueve de los 11 espineles virados. Destaca su captura en la línea 2, donde se capturó 50 ejemplares. Le siguen en importancia merluza austral y tiburón pintarroja con 25 y 21 ejemplares, respectivamente (**Tabla 26**).



Congrio dorado fue la quinta especie en términos de importancia en número, con 12 ejemplares en total capturados únicamente en las líneas 3, 4 y 5 (**Tabla 26**). En las restantes 8 líneas de espineles, no fue capturado ningún ejemplar de esta especie.

**Tabla 26.** Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero I, realizada en la Región de Magallanes (Charles).

Fanasia					ı	_ínea N	0					Total
Especie	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	Total
Brótula	19	50	5	7	11	4	4	0	2	0	6	108
Congrio dorado	0	0	3	6	3	0	0	0	0	0	0	12
Merluza austral	4	4	2	6	1	1	3	1	0	0	3	25
Merluza de cola	1	3	2	0	1	0	0	1	1	2	3	14
Merluza de tres aletas	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Raya volantín	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4
Tiburón pintarroja	6	6	0	1	4	0	0	0	1	0	3	21
Tollo negro	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	4
Total captura	31	66	12	20	21	7	7	2	6	3	15	190
Sin captura	108	227	139	252	189	149	264	120	253	260	285	2.246

El rendimiento de captura por línea fluctuó entre 1,1 y 22,5 ejemplares por cada 100 anzuelos virados, con un rendimiento total de 7,8 ejemplares capturados por cada 100 anzuelos virados (**Tabla 27**). El rendimiento de captura más alto correspondió a la brótula con 4,4 ind\*100 anzuelos, seguido de merluza austral y tiburón pintarroja (**Tabla 27**).

En el caso de congrio dorado, el rendimiento de captura se calculó a partir de sólo tres líneas de espineles que tuvieron captura de esta especie, fluctuando entre 1,4 y 2,2 ejemplares por cada 100 anzuelos virados (**Tabla 27**). El rendimiento de congrio dorado estandarizado en función del número de anzuelos y del tiempo de reposo fluctuó entre 0,086 y 0,126 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100anz\*h-1), con un valor promedio de 0,030 ind\*100anz\*h-1 considerando el total de líneas caladas (**Tabla 28**). La **Figura 43** muestra que ambas unidades de medición del rendimiento de captura presentan un patrón de comportamiento similar, lo cual es consistente con el tiempo de reposo y la respuesta observada en las experiencias en las otras regiones.



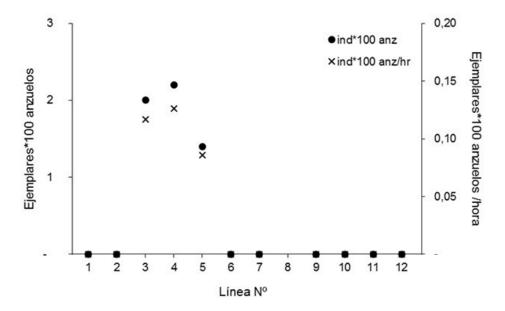
**Tabla 27.** Rendimientos de captura (ind\*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero I, realizada en la Región de Magallanes, (Charles). Se muestra también el rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados.

Fanasia						Línea N	0					Rend.
Especie	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	global
Brótula	13,7	17,1	3,3	2,6	5,2	2,6	1,5	0	0,8	0	2,0	4,4
Congrio dorado	0	0	2,0	2,2	1,4	0	0	0	0	0	0	0,5
Merluza austral	2,9	1,4	1,3	2,2	0,5	0,6	1,1	0,8	0	0	1,0	1,0
Merluza de cola	0,7	1,0	1,3	0	0,5	0	0	0,8	0,4	0,8	1,0	0,6
Merluza de tres aletas	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Raya volantín	0,7	0,3	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0,2
Tiburón pintarroja	4,3	2,0	0	0,4	1,9	0	0	0	0,4	0	1,0	0,9
Tollo negro	0	0	0	0	0,5	0	0	0	8,0	0,4	0	0,2
Total	22,3	22,5	7,9	7,4	10	4,5	2,6	1,6	2,3	1,1	5	7,8



**Tabla 28.** Rendimientos de captura (ind\*100anz\*h-1) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero I, realizada en la región de Magallanes (Charles). Se muestra también el promedio simple y el coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas.

Famoria					L	.ínea Nº	ı					Rend.	CV
Especie	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	promedio	(%)
Brótula	0,814	1,012	0,194	0,147	0,316	0,151	0,089	0	0,046	0	0,114	0,262	137,4
Congrio dorado	0	0	0,117	0,126	0,086	0	0	0	0	0	0	0,030	183,8
Merluza austral	0,171	0,081	0,078	0,126	0,029	0,038	0,066	0,02	0	0	0,057	0,061	95,8
Merluza de cola	0,043	0,061	0,078	0	0,029	0	0	0,02	0,023	0,044	0,057	0,032	91,8
Merluza de tres aletas	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004	346,4
Raya volantín	0,043	0,02	0	0	0	0,075	0	0	0	0	0	0,013	207,9
Tiburón pintarroja	0,257	0,121	0	0,021	0,115	0	0	0	0,023	0	0,057	0,054	159,7
Tollo negro	0	0	0	0	0,029	0	0	0	0,046	0,022	0	0,009	192,3



**Figura 43.** Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante la actividad de muestreo del Crucero I, realizada en la región de Magallanes, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind\*100 anz-¹) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100 anz-\*h-¹).



#### Crucero II

Durante el segundo crucero en el sector de Islas Charles, del total de 3.900 anzuelos virados, 3.302 anzuelos no presentaron captura y 222 anzuelos tuvieron captura de alguna especie **Tabla 29.** La especie más abundante en las capturas fue brótula, con 121 ejemplares retenidos en los 5 espineles virados. Destaca su captura en la línea 2, donde se capturó 93 ejemplares, le siguen en importancia merluza austral con 59 ejemplares (**Tabla 29**). Congrio dorado fue la tercera especie en términos de importancia en número, con 22 ejemplares capturados (**Tabla 29**).

**Tabla 29.** Captura (en número) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero II, en la región de Magallanes.

Fanasia			Línea Nº	)		Captura
Especie	1	2	3	4	5	total
Brótula	4	93	16	5	3	121
Congrio dorado	4	3	4	2	9	22
Merluza austral	19	2	9	10	19	59
Merluza de cola	0	1	0	2	0	3
Raya volantín	0	0	0	0	1	1
Tollo negro	0	1	1	0	7	9
Tiburón pajarito	3	3	1	0	0	7
Total captura	30	103	31	19	39	222
Sin captura	870	464	850	581	537	3.302

Por su parte, el rendimiento de captura por línea fluctuó entre 3,2 y 18,3 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos, con un rendimiento total de 6,4 ejemplares capturados por cada 100 anzuelos operativos (**Tabla 30**). El rendimiento de captura más alto correspondió a la brótula con 16,4 ind\*100 anzuelos operativos, línea 2, seguido de merluza austral con 3,3 ejemplares cada 100 anzuelos operativos en la línea 5 (**Tabla 30**). En el caso de congrio dorado, el rendimiento de captura fluctuó entre 0,3 y 1,6 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (**Tabla 30**).

El rendimiento de congrio dorado estandarizado en función del número de anzuelos opertivos y del tiempo de reposo fluctuó entre 0,021 y 0,124 ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100anz\*h-¹), con un valor promedio de 0,050 ind\*100anz\*h-¹ considerando el total de líneas caladas (**Tabla 31**).



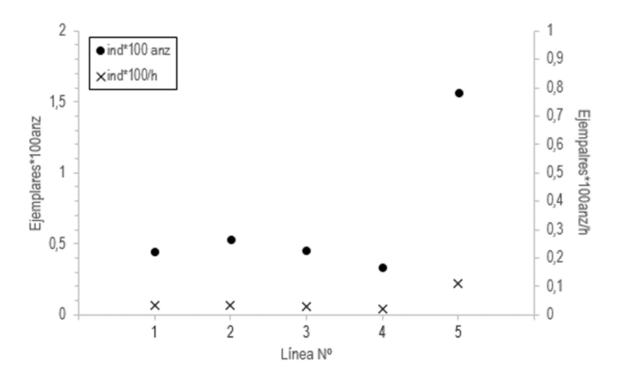
La **Figura 44** muestra que ambas unidades de medición del rendimiento de captura presentan un patrón de comportamiento similar, lo cual es consistente con el tiempo de reposo y la respuesta observada en las experiencias en las otras regiones.

**Tabla 30.** Rendimientos de captura (ind\*100 anzuelos operativos) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo del Crucero II, en la región de Magallanes. Se muestra también el rendimiento global estimado a partir del total de anzuelos virados y ejemplares capturados.

Canadia			Línea Nº			Rend.
Especie	1	2	3	4	5	global
Brótula	0,4	16,4	1,8	0,8	0,5	3,4
Congrio dorado	0,4	0,5	0,5	0,3	1,6	0,6
Merluza austral	2,1	0,4	1,0	1,7	3,3	1,7
Merluza de cola	0	0,2	0	0,3	0	0,1
Raya volantín	0	0	0	0	0,2	0,04
Tollo negro	0	0,2	0,1	0	1,2	0,3
Tiburón pajarito	0,3	0,5	0,1	0	0	0,2
Total	3,3	18,2	3,5	3,2	6,8	6,3

**Tabla 31.** Rendimientos de captura (ind\*100 anz\*h-¹) por especie en las líneas viradas durante la actividad de muestreo en el Crucero II, en la región de Magallanes. Se muestra también el promedio simple y el coefciente de variación (%) de los rendimientos de captura de las líneas caladas.

Fanasia			Línea Nº			Rend.	CV
Especie	1	2	3	4	5	promedio	(%)
Brótula	0,034	1,025	0,114	0,052	0,037	0,252	171,6
Congrio dorado	0,034	0,033	0,028	0,021	0,112	0,046	81,7
Merluza austral	0,162	0,022	0,064	0,104	0,236	0,118	71,3
Merluza de cola	0	0,011	0	0,021	0	0,006	147,3
Raya volantín	0	0	0	0	0,012	0,002	223,6
Tollo negro	0	0,011	0,007	0	0,087	0,021	176,8
Tiburón pajarito	0,026	0,033	0,007	0	0	0,013	116,12



**Figura 44.** Rendimientos de captura de congrio dorado obtenidos durante el Cucero II, realizada en la región de Magallanes, expresados en términos de ejemplares por cada 100 anzuelos operativos (ind\*100anz) y ejemplares por cada 100 anzuelos operativos durante una hora de reposo (ind\*100anz\*h-¹).



# 4.2.3 Captura de congrio dorado expresada en peso

## 4.2.3.1 Crucero I

A partir del peso promedio de los ejemplares retenidos en cada área de pesca, se calculó la captura en peso en cada línea, así como el rendimiento de captura expresado en gramos por anzuelo y también estandarizado por el tiempo de reposo (gramos por anzuelo y hora de reposo). La captura total de congrio dorado fue de 240,5, 226,8 y 73,9 kg en las experiencias realizadas en las regiones de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes (**Tabla 32**). El rendimiento en peso fluctuó entre 6,4 y 174,7 g\*anz-¹ en la región de Los Lagos, siendo el rendimiento promedio de 39,4 g\*anz-¹ (**Tabla 32**). En la región de Aysén en tanto, el rango estuvo comprendido entre 22,9 y 91,9 g\*anz-¹, con un valor promedio de 64,3 g\*anz-¹, mientras que en la región de Magallanes solo tres líneas tuvieron un resultado de captura positivo, con valores que fluctuaron entre 88,0 y 135,9 g\*anz-¹, pero con un valor promedio global más bajo debido a la gran cantidad de anzuelos sin captura (**Tabla 32**).

En términos del rendimiento en peso estandarizado por hora de reposo, el rango global estuvo comprendido entre 0,43 y 10,43 g\*(anz\*hr)<sup>-1</sup> para las líneas que presentaron captura, siendo los valores totales de 2,56, 3,20 y 1,84 g\*(anz\*hr)<sup>-1</sup> para las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, respectivamente (**Tabla 32**).



**Tabla 32.** Captura en peso y rendimiento de pesca estandarizados (g\*anz-1 y g\*(anz\*hr)-1) para cada una de las líneas de pesca viradas durante el primer crucero.

Línea		Captura (kg	)	Ren	dimiento g*	anz <sup>-1</sup>	Rendimiento g*(anz*hr)-1			
Nº	Los Lagos	Aysén	Magallanes	Los Lagos	Aysén	Magallanes	Los Lagos	Aysén	Magallanes	
1	48,9	20,6	0	57,6	84,1	0	4,12	4,89	0	
2	27,1	17,2	0	33,0	57,3	0	2,06	3,18	0	
3	7,3	6,9	18,5	15,0	23,0	122,4	1,06	1,23	7,18	
4	29,1	24,1	37,0	35,4	80,2	135,9	2,07	4,11	7,74	
5	43,7	24,1	18,5	51,7	80,2	88,0	3,37	4,32	5,30	
6	51,0	24,1	0	174,7	80,2	0	10,43	4,19	0	
7	*	24,1	0	*	80,2	0	*	4,01	0	
8	4,2	10,3	**	15,4	34,4	**	1,89	1,70	**	
9	5,2	6,9	0	14,5	22,9	0	0,88	1,03	0	
10	16,7	17,2	0	19,7	57,3	0	1,14	2,52	0	
11	4,2	27,5	0	6,4	91,9	0	0,43	3,93	0	
12	3,1	24,1	0	10,5	80,2	0	0,69	3,27	0	
Total	240,5	226,8	73,9	39,4	64,3	28,9	2,56	3,20	1,84	

<sup>(\*)</sup> La línea 7 de la Región de los Lagos no pudo ser virada. (\*\*) La línea 8 de Magallanes fue virada completamente enredada.

### 4.2.3.2 Crucero II

Durante el segundo crucero, la captura total de congrio dorado fue de 344,6, 808,8 y 72,2 kg en las experiencias realizadas en las regiones de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes, respectivamente (**Tabla 33**). El rendimiento en peso fluctuó entre 14,7 y 139,8 g\*anz<sup>-1</sup> en la región de Los Lagos, siendo el rendimiento promedio de 50,6 g\*anz<sup>-1</sup> (**Tabla 33**). En la región de Aysén en tanto, el rango estuvo comprendido entre 0 y 502,4 g\*anz<sup>-1</sup>, con un promedio de 227,1 g\*anz<sup>-1</sup>, mientras que en la región de Magallanes los valores fluctuaron entre 10,0 y 52,2 g\*anz<sup>-1</sup>, con un promedio de 22,1 g\*anz<sup>-1</sup> (**Tabla 33**).

En términos del rendimiento en peso estandarizado por hora de reposo, el rango global estuvo comprendido entre 0,6 y 27,9 g\*(anz\*hr)<sup>-1</sup> para las líneas que presentaron captura, siendo los valores totales 3,4, 13,0 y 1,5 g\*(anz\*hr)<sup>-1</sup> para las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes, respectivamente (**Tabla 33**).



**Tabla 33.** Captura en peso y rendimiento de pesca estandarizados (g\*anz-1 y g\*(anz\*hr)-1) para cada una de las líneas de pesca viradas durante el Crucero II. En la región de Magallanes sólo se operó con cinco líneas en el Crucero II.

Línea		Captura (kg	)	Ren	dimiento g*	anz <sup>-1</sup>	Rendimiento g*(anz*hr)-1			
Nº	Los Lagos	Aysén	Magallanes	Los Lagos	Aysén	Magallanes	Los Lagos	Aysén	Magallanes	
1	23,2	40,4	12,0	77,2	134,8	13,4	6,4	8,4	1,0	
2	8,7	14,7	12,0	29,0	49,2	21,2	2,1	2,7	1,3	
3	11,6	150,7	12,0	19,3	502,4	13,7	1,1	27,9	0,9	
4	4,3	0	6,0	14,7	0	10,0	1,1	0	0,6	
5	17,4	22,1	30,1	29,7	73,5	52,2	2,1	4,9	3,7	
6	49,2	69,8		84,2	235,2		5,6	15,7		
7	124,5	128,7		139,8	430,3		9,3	26,9		
8	30,4	73,5		56,5	245,1		3,5	14,4		
9	29,0	88,2		52,9	316,2		4,1	18,6		
10	31,9	117,6		54,1	392,1		3,9	20,6		
11	4,3	51,5		15,2	172,7		1,0	8,2		
12	10,1	51,5		34,5	173,3		0,8	7,9		
Total	344,6	8,808	72,2	50,6	227,1	22,1	3,4	13,0	1,5	



# 4.2.4 Estimación de rendimientos de pesca

## i. Crucero I en Región de Los Lagos

#### Estimador de razón

En el **Anexo IV** se entrega, la ubicación media de las cuadriculas definidas para ambos polígonos en Achao, el ID de cada cuadrícula (centroide), el número de anzuelos, la captura, el número de anzuelos operativos y el estimador de razón (CPUE\_RAZ), expresado como individuos por anzuelo operativo, asociado a cada cuadrícula, para el primer crucero. Durante el primer crucero se visitaron 19 de las 77 cuadrículas definidas para ambos polígonos, equivalentes al 24,7% de cobertura espacial, para la zona de ACHAO, en la región de los Lagos (**Anexo IV**). El estimador de razón por cuadricula, evidencia rendimientos mayores en el Poligono\_01, ubicado al oeste del área de estudio. Dichos valores oscilan entre 0,014 y 0,174 ind/anz, con un promedio de **0,0587 ind/anz**, mientras que en el Polígono\_02, los rendimientos varian en un rango de 0,0035 ind/anz a 0,0272 ind/anz, con un rendimiento promedio de **0,010 ind/anz** (**Anexo IV**).

## Estimador geoestadístico

En la **Tabla 34** se indican los parámetros de los modelos de variogramas que mejor se ajustan a los datos, en las distintas modalidades de análisis, asociados al valor más bajo del Error Medio Cuadrático. Además, se indica el promedio kriging (CPUE<sub>k</sub>), correspondiente al promedio simple de los valores predichos al interior de la grilla de interpolación. El tipo de variograma aplicado a los datos (clásico ó robusto) y el modelo ajustado (esférico, gaussiano o exponencial).

Todas las modalidades de análisis evidenciaron una baja correlación espacial de la variable regionalizada (CPUE). Lo anterior se ve reflejado en los bajos valores del rango de los variogramas ajustados, los cuales oscilaron entre 1.171 y 4.000 m, lo que indicaría que solo existe correlación espacial a una distancia similar a la longitud de una línea (**Tabla 34**). El valor de tendencia central de la **CPUE\_GEO**, para el polígono\_01 oscila entre 0,046 y 0,082



ind/anz, y entre 0,012 y 0,028 ind/anz, en el polígono\_02, según la modalidad de análisis (**Tabla 34**).

Cabe recordar que el CME como criterio de selección del modelo, indica cuando los valores predichos son más próximos, a los valores observados. Con este criterio en vista, el análisis por secciones de 100 anzuelos sería el que entrega una mejor aproximación a los datos observados. Por lo anterior la CPUE<sub>k</sub> más representativa del muestreo realizado durante el Crucero I para el polígono\_01 sería 0,0599 ind/anz y 0,0126 ind/anz en el polígono\_02. Compartivamente, el valor promedio del estimador de razón de las observaciones por cuadricula, fue de 0,058 ind/anz en el polígono\_01 y de 0,0102 ind/anz en el polígono\_02. Por lo que, en ausencia de correlación espacial, el promedio simple del estimador de razón por cuadricula es tan válido como el promedio kriging, obtenido a través de geoestadística intrínseca.

**Tabla 34.** Parámetros del variograma, Error Medio Cuadrático, tipo de variograma, modelo y promedios de los datos predichos y del kriging al interior de la grilla de interpolación para el Polígono\_01 en la zona de Achao. **NAV: No hay Ajuste en los Variogramas.** 

Modalidad de análisis	Polígono	Nº bin	Sill parcial	Rango (m)	CME	Variograma	Modelo aplicado	CPUE_GEO (ind*anz <sup>-1</sup> )	Desv. estándar	CV (%)
Cuadricula/pol	Poligono_01	24	4,82E-03	3288,6	2,41E-03	Clásico	Gaussiano	0,0537	0,0308	57,4
Cuadricula/Zona	Poligono_01	40	4,07E-03	3634,7	1,44E-03	Clásico	Gaussiano	0,0456	0,0342	75,1
Sección 300 anz	Poligono_01	15	3,21E-03	3461,6	6,45E-03	Clásico	Gaussiano	0,0816	0,0449	55,0
Sección 100 anz	Poligono_01	14	4,53E-03	4000,0	1,44E-03	Clásico	Esférico	0,0599	0,0275	46,1
Cuadricula/pol	Poligono_02	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV
Cuadricula/Zona	Poligono_02	40	4,07E-03	3634,7	1,47E-03	Clásico	Gaussiano	0,0284	0,0098	34,6
Sección 300 anz	Poligono_02	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV
Sección 100 anz	Poligono_02	46	3,81E-03	1171,5	1,44E-03	Clásico	Esférico	0,0126	0,0019	15,1



# ii. Crucero II en Región de Los Lagos

#### Estimador de razón

Durante el segundo crucero, se visitaron 24 de las 77 cuadrículas definidas para el sector de Achao, considerando ambos polígonos, equivalentes al 31,2% de cobertura espacial (Anexo V). En el Anexo V se indica la ubicación media del centroide de las cuadriculas definidas para ambos polígonos, el ID de cada cuadrícula, el número de anzuelos, la captura, el número de anzuelos operativos y el estimador de razón (CPUE\_RAZ), expresada como individuos por anzuelo operativo (ind/anz), asociada a cada cuadrícula. Durante el segundo crucero, el Poligono\_01 evidenció rendimientos en un rango entre 0 y 0,30 ind/anz, con un valor medio de 0,055 ind/anz. Mientras que en el Polígono\_02 fueron menores y socilaron entre 0,01 y 0,031 ind/anz, con un promedio de 0,021 ind/anz (Anexo V).

# Estimador geoestadístico

En la **Tabla 35** se indican los parámetros de los modelos de variogramas, en las distintas modalidades de análisis, el promedio kriging (CPUE<sub>k</sub>), el tipo de variograma aplicado a los datos (clásico ó robusto) y el modelo ajustado (esférico, gaussiano o exponencial). Todas las modalidades de análisis evidenciaron una baja correlación espacial de la variable regionalizada (CPUE). Lo anterior se ve reflejado en los bajos valores del rango, los cuales oscilaron entre 1.000 y 3.634 m, lo que indicaría que solo existe correlación espacial en un rango similar o menor a la longitud total de una línea (**Tabla 35**). El estimador medio geoestadístico del rendimiento (CPUE\_GEO), para el polígono\_01 oscila entre 0,0437 y 0,0558 ind/anz, según la modalidad de análisis, y en el polígono\_02, donde solo fue posible ajustar el variograma en la modalidad de análisis como zona, se obtuvo un valor de 0,0363 ind/anz (**Tabla 35**).

Considerando que en el caso del polígono\_01, el CME más bajo se obtiene en la modalidad de análisis por secciones de 100 anzuelos, nos quedamos con que la CPUE\_GEO, para el polígono\_01 se estima como 0,0509 ind/anz (**Tabla 35**). Cabe recordar que el valor obtenido como el promedio del estimador de razón por cuadricula fue de **0,0551 ind/anz** en



el polígono\_01. Por lo que el promedio simple del estimador de razón es muy similar al promedio kriging, obtenido a través de geoestadística intrínseca.

En el caso del polígono\_02, no fue posible ajustar un variograma, en ninguna de las modalidades en las que se consideran solo los datos del mismo. El resultado de fusionar ambos polígonos, unificando los datos y ajustando un variograma global, resulta en una sobreestimación de los rendimientos para dicho sector, alcanzando valores de 0,0363 ind/anz, superior al estimador de razón obtenido como el promedio de los rendimientos de las cuadrículas visitadas que fue de **0,0206 ind/anz**.

**Tabla 35.** Parámetros del variograma, Error Medio Cuadrático, tipo de variograma, modelo y promedios de los datos predichos y del kriging al interior de la grilla de interpolación para el Polígono\_01 en la zona de Achao. **NAV: No hay Ajuste en los Variogramas.** 

Modalidad de análisis	Polígono	Nº bin	Sill parcial	Rango (m)	CME	Variogra ma	Modelo aplicado	CPUE.GEO (ind*anz-1)	Desv. estándar	CV (%)
Cuadricula/pol	Poligono_01	22	8,21E-03	3461,6	3,44E-03	Clásico	Gaussiano	0,0558	0,0475	85,2
Cuadricula/Zona	Poligono_01	39	8,72E-03	3634,7	2,71 E-03	Clásico	Gaussiano	0,0513	0,0488	95,1
Sección 300 anz	Poligono_01	31	8,33E-03	1200.0	5,22 E-03	Clásico	Esférico	0,0437	0,0619	14,0
Sección 100 anz	Poligono_01	14	1,63E-03	1000,0	1,28 E-03	Clásico	Esférico	0,0509	0,0746	14,7
Cuadricula/pol	Poligono_02	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV
Cuadricula/Zona	Poligono_01	39	8,72E-03	3634,7	2,71 E-03	Clásico	Gaussiano	0,0363	0,0086	24,6
Sección 300 anz	Poligono_02	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV
Sección 100 anz	Poligono_02	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV

### iii. Crucero I en Región de Aysén

### Estimador de razón

En el **Anexo VI** se entrega la ubicación media (centroide) de las cuadriculas definidas para el polígono de interpolación en zona de GALA, el ID de cada cuadrícula, el número de anzuelos en la cuadricula, la captura, el número de anzuelos operativos y el estimador de razón CPUE\_RAZ, expresada como ind/anz, asociada a cada cuadrícula. Durante el primer crucero se visitaron 12 cuadrículas de un total de 45 en la zona de GALA, equivalentes al 26,7% de cobertura espacial para la Región de Aysén (**Anexo VI**). Los rendimientos más



altos, se registraron en el extremo norte del polígono, correspondiente a la cuadrícula 4 con 0,033 ind/anz. El promedio del estimador de razón para la zona (CPUE\_RAZ), fue de **0,017 ind/anz** (**Anexo VI**).

### Estimador geoestadístico

En la **Tabla 36** se indican los parámetros de los modelos de variogramas ajustados, en las distintas modalidades de análisis. Además, se indica el promedio kriging para la zona (CPUE\_GEO), el tipo de variograma aplicado a los datos (clásico ó robusto) y el modelo ajustado (esférico, gaussiano o exponencial). Todas las modalidades de análisis evidenciaron una baja correlación espacial de la variable regionalizada (CPUE). Lo anterior se ve reflejado en los bajos valores del rango de los variogramas ajustados, los cuales oscilaron entre 1.000 y 4.700 m, lo que indicaría que solo existe correlación espacial en una distancia corta, equivalente a la longitud de dos cuadriculas contínuas (**Tabla 36**).

El valor de tendencia central del estimador geostadistico (CPUE\_GEO), oscila entre 0,0153 y 0,0175 ind/anz, según la modalidad de análisis. Según el CME, el análisis por secciones de 100 anzuelos sería la más apropiada. Por lo anterior la CPUE\_GEO más representativa del muestreo realizado durante el Crucero I sería 0,0175 ind/anz. Cabe recordar que el valor obtenido como el promedio simple del estimador de razón CPUE\_RAZ para las cuadrículas visitadas fue de 0,017 ind/anz. Por lo que, el estimador de razón, es tan válido como el promedio kriging obtenido a través de geoestadística intrínseca.

**Tabla 36.** Parámetros del variograma, Error Medio Cuadrático, tipo de variograma, modelo y promedios de los datos predichos y del kriging al interior de la grilla de interpolación para el Polígono\_01 en la zona de Achao. **NAV: No hay Ajuste en los Variogramas.** 

Modalidad de análisis	Nº bin	Sill parcial	Rango (m)	СМЕ	Variograma	Modelo aplicado	CPUE_GEO (ind*anz <sup>-1</sup> )	Desv. Standar	CV (%)
Cuadricula	18	1,21E-04	4700,6	9,98E-5	Clásico	Esférico	0,0175	0,0048	27,7
Sección 300 anz	34	1,21E-04	3956,3	5,21E-5	Clásico	Gaussiano	0,0153	0,0045	29,3
Sección 100 anz	25	1,81E-04	1000,0	3,34E-5	Clásico	Esférico	0,0170	0,0014	46,1



# iv. Crucero II en Región de Aysén

#### Estimador de razón

En el **Anexo VII** se entrega la ubicación media (centroide) de las cuadriculas definidas para el polígono de interpolación, el ID de cada cuadrícula, el número de anzuelos al interior de la cuadricula, la captura, número de anzuelos operativos y el valor del estimador de razón, CPUE\_RAZ asociada a cada cuadrícula. Durante el segundo crucero, se visitaron 11 cuadrículas de las 45 definidas para la zona de GALA, equivalentes al 24,4% de cobertura espacial para la región de Aysén. Los rendimientos más altos, se registraron en el extremo norte del polígono, correspondiente a la cuadrícula 2 con 0,14 ind/anz. El valor medio, del estimador de razón, para la zona de Aysén se estima de **0,0602 ind/anz**, para las cuadriculas visitadas (**Anexo VII**).

# Estimador geoestadístico

En la **Tabla 37** se indican los parámetros de los modelos de variogramas ajustados, en las distintas modalidades de análisis, el Error Medio Cuadrático, el valor medio del estimador geostadístico (CPUE\_GEO) como promedio kriging, el tipo de variograma aplicado a los datos (clásico ó robusto) y el modelo ajustado (esférico, gaussiano o exponencial). Todas las modalidades de análisis evidenciaron una baja correlación espacial de la variable regionalizada (CPUE), con rangos que oscilaron entre 2.097 y 3.000 m, muy similar a lo observado en las otras zonas de estudio, lo que indicaría que solo existe correlación espacial entre cuadriculas contiguas (**Tabla 37**).

El valor medio de la **CPUE\_GEO** estimada bajo las distintas modalidades de análisis, oscila entre 0,0599 y 0,0631 ind/anz. Según el CME, el análisis por secciones de 100 anzuelos sería el más apropiado. Por lo anterior la **CPUE\_GEO** estimado para la zona de GALA en la región de Aysen sería de 0,614 ind/anz, muy similar al valor obtenido como el promedio del estimador de razón para las cuadriculas visitadas (0,0602 ind/anz).



**Tabla 37.** Parámetros del variograma, Error Medio Cuadrático, tipo de variograma, modelo y promedios de los datos predichos y del kriging al interior de la grilla de interpolación para el Polígono\_01 en la zona de Achao. **NAV: No hay Ajuste en los Variogramas.** 

Modalidad de análisis	Nº bin	Sill parcial	Rango (m)	CME	Variograma	Modelo aplicado	CPUE k (ind*anz <sup>-1</sup> )	Desv. Standar	CV (%)
Cuadricula	20	2,56E-03	2097,0	0,0022870	Clásico	Exponencial	0,0599	0,0091	15,2
Sección 300 anz	34	2,73E-03	2380,5	0,0019717	Clásico	Esférico	0,0631	0,0120	19,0
Sección 100 anz	15	1,43E-03	3000,0	0,0017631	Clásico	Esférico	0,0614	0,0117	19,0

### v. Crucero I en Región de Magallanes

#### Estimador de razón

En el **Anexo VIII** se entrega la ubicación media de las cuadriculas (centroide) definidas para el polígono de interpolación en la zona de Islas CHARLES, el ID de cada cuadrícula, el número de anzuelos en la cuadricula, la captura, el número de anzuelos operativos y el estimador de razón (CPUE\_RAZ) asociada a cada cuadrícula. Durente el primer crucero, se visitaron 11 cuadrículas de un total de 62 definidas para la Región de Magallanes, equivalentes al 18% de cobertura espacial para la zona (**Anexo VIII**).

Los rendimientos fueron bajos, marcados por un alto número de cuadriculas sin captura. Los rendimientos más altos, se registraron en el extremo Noroeste del Polígono, correspondiente a las cuadrículas 2 y 4, con 0,03 y 0,04 ind/anz, respectivamente (**Anexo VIII**). En este caso no fue posible realizar estimaciones de CPUE por geostadística, debido al alto número de cuadriculas sin captura. El valor del estimador de razón de CPUE\_RAZ para el sector de Islas Charles fue de **0,0079 ind/anz**, menor al 1% (**Anexo VI**).



# vi. Crucero II en Región de Magallanes

#### Estimador de razón

En el **Anexo IX** se indica la ubicación media de las cuadriculas (centroide), definidas para el polígono de interpolación de la zona de Islas Charles, el ID de cada cuadrícula, el número de anzuelos en la cuadrícula, la captura, el número de anzuelos operativos y el estimador de razón CPUE\_RAZ asociada a cada cuadrícula. Durante el segundo crucero se visitaron 12 cuadrículas de las 62 definidas para la Región de Magallanes, equivalentes al 19% de cobertura espacial para la zona. Los rendimientos más altos, se registraron en las cuadrículas 36 y 37, con 0,015 y 0,017 ind/anz, respectivamente (**Anexo IX**).

Al igual que en el primer crucero, debido a los bajos rendimientos de pesca, no fue posible realizar el ajuste de un variograma y estimaciones de CPUE por geostadística, debido a la ausencia de correlación espacial. El valor CPUE\_RAZ para el sector de Islas Charles, región de Magallanes fue de **0,0057 ind/anz** (**Anexo IX**).



# 4.2.5. Estimador Bayesiano

Al igual que los resultados para la geoestadística intrínseca, los datos permitieron hacer estimaciones usando el método de campos aleatorios con inferencia bayesiana para las localidades de Achao y Gala, descartando la aplicación del método en la XII región por insuficiencia de datos. Tomando en cuenta los mejores estimadores obtenidos desde la aplicación de la geoestadística intrínseca, se modela la CPUE considerando la partición de los datos en sección de 100 anzuelos. Debido a que este método el altamente demandante de datos, análisis preliminares indicaron que para la localidad de Achao es más adecuado modelar los dos polígonos en conjunto. Los resultados de la aplicación de este método se encuentran en la **Tabla 38**.

Para la localidad de Achao, la modelación con inferencia Bayesiana entrega un estimado medio de **0,031 (ind/anz)**, para ambos cruceros (**Tabla 38**). Este estimado es similar a la media del estimador de razón (para ambos polígonos) el cual es 0,034 y 0,038 (ind/anz) para el primer y segundo crucero, respectivamente.

Para el caso de la región de Aysén (Gala), la estimación con inferencia Bayesiana para el primer crucero alcanza un estimado de **0,022 (ind/anz)**, similar al estimador de razón de 0,017 (ind/anz). De forma similar, para el segundo crucero la estimación por el método Bayesiano alcanza una estimación de **0,075 (ind/anz)**, mientras que el estimador de razón para el mismo crucero y zona es de 0,062 (ind/anz).



**Tabla 38.** Estimaciones de CPUE (ind/anz) or localidad (Gala y Achao) y crucero. Lim inf/sup indican los intervalos de credibilidad del 95%.

Localidad	Crucero	CPUE (ind/anz)	Lim inf	Lim sup
Achao	1	0.031	0.021	0.045
Achao	11	0.031	0.021	0.047
Gala	I	0.022	0.018	0.028
Gala	II	0.075	0.058	0.097

Cabe señalar que los estimados por el método Bayesiano son estadísticamente similares a aquellos estimadores de razón. Esto por cuanto los intervalos de credibilidad contienen a los estimadores de razón. Para el caso de Gala, los estimadores desde el método Bayesiano son levemente mayores a aquellos estimadores de razón.

El éxito en la aplicación del método Bayesiano, al igual que la geoestadística intrínseca, dependerá de cantidad de datos y de la estructura de correlación. Dado que los datos de congrio dorado contienen baja o nula estructura de correlación espacial, el método tiende a estimar la CPUE del área como un promedio de los datos y, por lo tanto, el estimador por el método Bayesiano debiese ser entonces similar al estimador de razón, como los resultados aquí entregados.



### 4.3- OBJETIVO ESPECIFICO 3

### 4.3.1 Composición de tamaños

### Congrio dorado

Las estructuras de talla del congrio estuvieron determinadas en parte, por la diferencia en el nivel de capturas por zona de pesca. En particular, resaltó el bajo éxito de captura en la zona "CHARLES", de la Región de Magallanes, el cual contrastó en especial con "ACHAO", además de "GALA" (**Tabla 39**).

**Tabla 39.** Tallas promedio (cm) y número de ejemplares medidos (N) de congrio dorado en los cruceros 1 y 2 (C1 y C2) por Zona.

ZONA	TALLA MEDIA C1	TALLA MEDIA C2	N C1	N C2
ACHAO	62,1	68,9	217	154
GALA	89,6	91,2	61	160
CHARLES	102,9	88,3	8	25

En la zona de "ACHAO", la estructura de tallas en el crucero 1 indicó la presencia de una moda principal en 51 cm, además de una moda secundaria en los 80 y 82 cm. En el segundo crucero en tanto, la moda principal fue 62 cm (**Figura 45**).

En la zona "GALA", en la Región de Aysén, en el primer crucero las capturas fueron bajas, no obstante, se registró una moda de 105 cm, seguida de modas de 84 y 94 cm. En el crucero 2 en tanto, se logró un mayor éxito de captura, lo cual permitió la construcción de una estructura de tallas más completa. En dicha oportunidad, se registraron modas principales de 93 y 95 cm y una moda secundaria de 82 cm (**Figura 45**).

En la zona "CHARLES", en la Región de Magallanes, durante el primer crucero sólo se obtuvo capturas aisladas de congrio dorado, cuyas tallas totales variaron entre 72 y 132



cm. En lo que respecta al crucero 2, se registraron las tallas de un total de 25 ejemplares, entre 63 y 117 cm, con una moda de 94 cm (**Figura 45**).

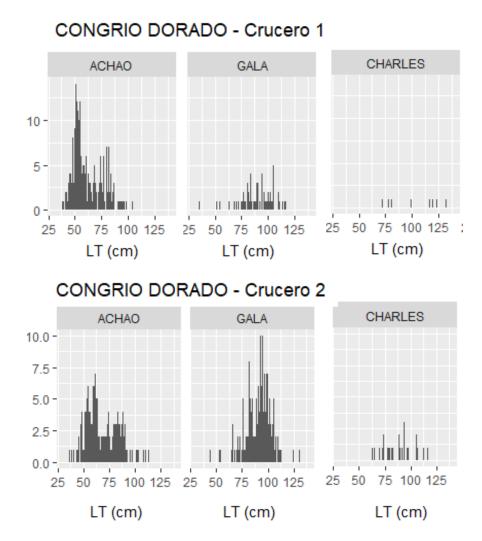


Figura 45. Estructuras de tallas de congrio dorado, por crucero y zona.

# Fauna acompañante

Se registró la talla a un número variable de ejemplares de fauna acompañante asociada a los lances de pesca de congrio dorado, entre uno y 174 ejemplares. En el caso de la brótula, se midieron 640 ejemplares, con tallas medias por Zona/Crucero entre 37,5 y 55,5 cm, mientras que en Pintarroja, se midieron 411 ejemplares con tallas medias por Zona/Crucero entre 52 y 66,8 cm. Cabe indicar que en ambos recursos se registró un patrón de talla media creciente norte sur, es decir, las mayores tallas medias en la Región de Magallanes



(CHARLES) y las menores en la Región de Los Lagos (ACHAO), situación igualmente observada en otras especies de fauna acompañante (**Tabla 40**).

**Tabla 40.** Tallas promedio (cm) y número de ejemplares medidos (N) por especie de fauna acompañante en los Cruceros I y II (C1 y C2), por Zona.

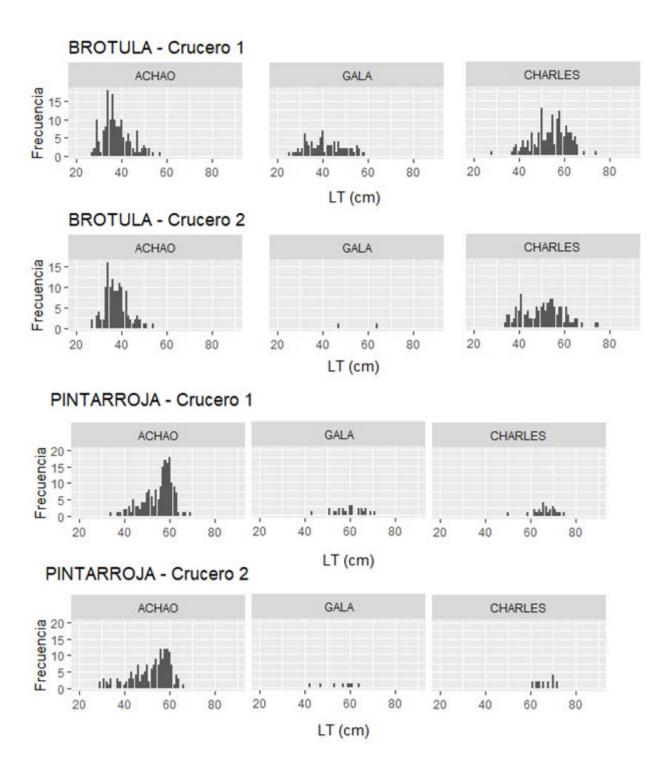
ESPECIE	ZONA	TALLA MEDIA C1	TALLA MEDIA C2	N C1	N C2
Blanquillo	ACHAO	-	33,3	-	4
Brotula	ACHAO	37,8	37,5	155	129
Brotula	CHARLES	54,1	50,8	152	120
Brotula	GALA	41,1	55,5	82	2
Cabrilla española	GALA	33,6	35,6	67	25
Chancharro	ACHAO	28,1	-	86	-
Chancharro	CHARLES	-	34,3	-	3
Chancharro	GALA	25,0	25,9	15	19
Merluza austral	ACHAO	-	77,3		3
Merluza austral	CHARLES	77,5	85,9	29	89
Merluza austral	GALA	79,7	84,5	3	2
Merluza de cola	ACHAO	-	79,5	-	4
Merluza de cola	CHARLES	97,4	95,7	14	3
Merluza tres aletas	CHARLES	57,5	-	2	-
Pintarroja	ACHAO	55,1	52,0	174	162
Pintarroja	CHARLES	66,6	66,8	26	16
Pintarroja	GALA	59,8	55,4	25	8
Raya volantin	CHARLES	113,4	50,0	5	1
Raya volantin	GALA	94,5	97,3	24	68
Tollo	GALA		50,5		2
Tollo negro	ACHAO	-	64,0	-	1
Tollo negro	CHARLES	69,3	47,4	10	19
Tollo negro	GALA	44,4	28,4	10	25
Tollo zapata	GALA		46,5		11



Respecto de las estructuras de tallas de la fauna acompañante, el nivel de capturas de brótula y de pintarroja, en especial en ACHAO, permitió la construcción de estructuras de tallas representativas, presentando otras especies, como merluza austral o congrio negro, estructuras con buen grado de representatividad sólo en algunas combinaciones.

En brótula, en la zona de ACHAO, la moda en ambos cruceros fue de 34 cm, en GALA en tanto sólo se registraron capturas relevantes durante el Crucero I, en donde la moda fue 40 cm, respecto de CHARLES, en la Región de Magallanes las modas fueron 50 cm y 41 cm en los Cruceros I y II, respectivamente (**Figura 46**).





**Figura 46.** Estructuras de tallas brótula, pintarroja y merluza austral, capturadas como fauna acompañante de congrio dorado, por crucero y zona.



## 4.3.2. Relaciones talla-peso

# Relación talla-peso

Las relaciones talla-peso de congrio dorado, se construyeron a partir de los registros de un total de 582 ejemplares. El mayor número de muestra se obtuvo en ACHAO (Región de Los Lagos), en tanto la menor cantidad en la zona CHARLES, en la Región de Magallanes (**Tabla 41**).

Tabla 41. Número de ejemplares de congrio dorado medidos y pesados, por Crucero, Zona y Sexo.

LUGAR	CRUCERO	INDETERMINADOS	MACHOS	HEMBRAS	Total
ACHAO	1	181	-	-	181
ACHAO	2	3	55	95	153
CHARLES	1	-	3	13	16
CHARLES	2	-	-	25	25
GALA	1	16	20	12	48
GALA	2	-	73	86	159
To	otal	200	151	231	582

A partir del ajuste de las relaciones talla-peso, se estimaron coeficientes (b1) entre 2,85 y 3,66, obteniéndose el menor valor en la zona GALA, durante el Crucero 1 y el mayor en CHARLES, en la ejecución del Crucero 2 (**Tabla 42** y **Figura 47**).

**Tabla 42.** Coeficientes de relaciones talla-peso de congrio dorado, por Zona y Crucero.

ZONA-CRUCERO	b0	b1	EE(b0)	EE(b1)
ACHAO-Crucero 1	0,001575709	3,24937	0,14656	0,03549
ACHAO-Crucero 2	0,001579558	3,24348	0,25171	0,05975
GALA-Crucero 1	0,008506795	2,85891	0,34860	0,07866
GALA-Crucero 2	0,001003030	3,34822	0,22558	0,05006
CHARLES-Crucero 1	0275368	3,62380	0,61150	0,13240
CHARLES-Crucero 2	0218330	3,66880	0,43990	0,09840

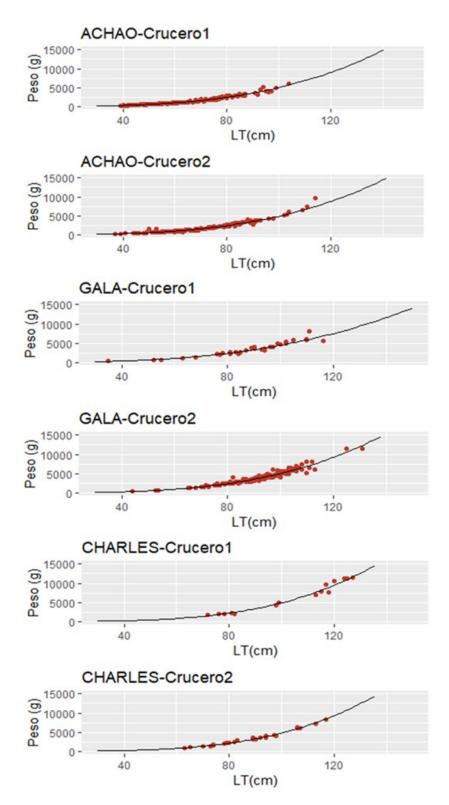


En el caso de aquellos ejemplares que pudieron ser sexados, se estimaron relaciones tallapeso separadamente para machos y hembras. Comparativamente, las estimaciones de b1 por sexo variaron entre 2,76 y 3,96, registrándose la menor estimación en hembras de GALA, durante el Crucero 1 y la mayor en hembras de CHARLES, esta última con una mayor variabilidad del estimador, asociada a los menores tamaños muestrales (**Tabla 43** y **Figura 48**).

Tabla 43. Coeficientes de relaciones talla-peso de congrio dorado, por Zona, Crucero y Sexo.

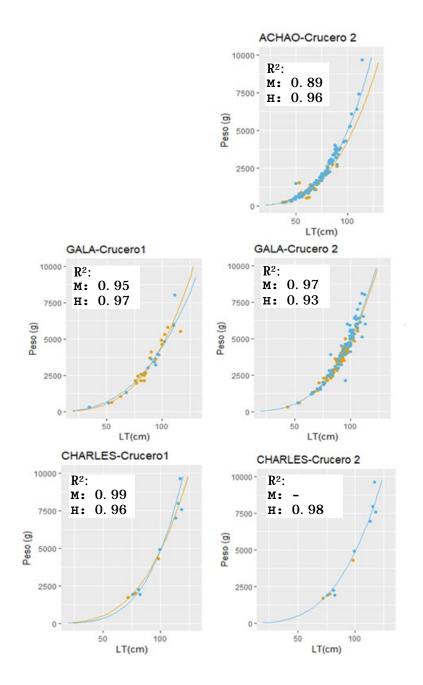
ZONA-CRUCERO	Sexo	b0	b1	EE(b0)	EE(b1)
ACHAO-Crucero 1	Machos	-	-		
	Hembras	-	-		
ACHAO-Crucero 2	Machos	0,00347521	3,04360	0,60390	0,14680
7.00 0.000.0 =	Hembras	0,00162528	3,24194	0,27289	0,06387
GALA-Crucero 1	Machos	0,00207935	3,17170	0,74370	0,16670
	Hembras	0,01297410	2,76790	0,60800	0,13740
GALA-Crucero 2	Machos	0,00120362	3,30352	0,26976	0,06026
	Hembras	0,00105396	3,33880	0,43680	0,09640
CHARLES-Crucero 1	Machos	0,00326720	3,06940	1,18340	0,26850.
	Hembras	005747	3,96440	1,11800	0,23850
CHARLES-Crucero 2	Machos	-	-	-	
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	Hembras	021833	3,66880	0,43990	0,09840





**Figura 47.** Gráficos de dispersión y curva ajustada para relaciones talla-peso de congrio dorado por zona y crucero.





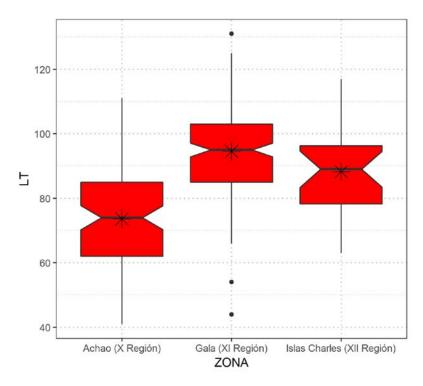
**Figura 48.** Gráficos de dispersión y curva ajustada para relaciones talla-peso de congrio dorado por zona y crucero y sexo (anaranjado = machos; azul=hembras).



# 4.3.3. Aspectos Reproductivos

#### 4.3.3.1. Tamaño de las hembras y estadios de madurez

Los tamaños de las hembras analizadas con histología variaron significativamente entre las localidades (valor P<0,05, **Figura 49**). En promedio (CV, coeficiente de variación), aquellas colectadas en Achao (X Región) midieron 77,4 cm (CV=19,8%), mientras que las hembras provenientes desde Gala (XI Región) e Islas Charles fueron de mayores tamaños, alcanzando los 96,8 cm (CV=12,7%) y 92,7 cm (CV=13,1%), respectivamente. En las comparaciones múltiples, la prueba de Tukey señaló que solo las muestras de Achao difirieron de las otras localidades (valor P<0,05).



**Figura 49.** de la longitud total de las hembras por localidad de muestreo. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46. Línea horizontal del boxbplot corresponde la mediana. Asterisco corresponde la media.

#### 4.3.3.2. Análisis microscópico cualitativo de la línea germinal en hembras

La gónada femenina que presenta una organización en unidades morfofuncionales lobulares donde ocurre el desarrollo de la línea germinal en interacción con células



somáticas, de acuerdo con las características citomorfológicas de su desarrollo, fue clasificada en uno de los siguientes 5 estados:

Estado de madurez sexual 1. Inmaduro. Lóbulos ováricos estrechos convergiendo al eje conjuntivo fibroso central. Predomina la línea germinal temprana con ovocitos "previtelogénicos" de bordes poligonales de tamaño variable; citoplasma basófilo poco estructurado u homogéneo. La vesícula germinal central de bordes regulares lisos con un nucléolo principal de mayor tamaño y múltiples nucléolos secundarios pequeños hacia la corteza. Estos ovocitos se encuentran rodeados por una fina capa de células foliculares. En la región adbasal de los lóbulos está la población de ovogonias y ovocitos previtelogénicos de reserva, asociados a células somáticas (Figura 50A-C).

Estado de madurez sexual 2. En maduración. En maduración inicial. Vitelogénesis inicial. Lóbulos ováricos con una cubierta epitelial fina a la cual subyace un tejido conectivo bien irrigado. Persisten ovocitos "previtelogénicos" basófilos de límites más redondeados y aparecen ovocitos "previtelogénicos" vesiculosos que presentan vesículas lipídicas perinucleares y/o en la corteza ovocitaria, que caracterizaría una etapa vitelogénica lipídica. Estos ovocitos más desarrollados ya presentan la zona radiada, aunque no estructurada o indiferenciada y una capa de células somáticas foliculares bien organizadas. La vesícula germinal ha aumentado de tamaño adquiriendo una forma ovoidal de límite irregular. La cantidad de nucléolos aumenta notoriamente ubicándose hacia la corteza nuclear, sin destacar un nucléolo primario de mayor tamaño (Figura 50D-F).

Estado de madurez sexual 3. Maduro. En maduración avanzada. Vitelogénesis avanzada. Lóbulos ováricos de mayor diámetro con un epitelio de revestimiento un poco más alto al que subyace una fina capa de tejido conjuntivo. En este estado son evidentes los ovocitos de mayor tamaño con gránulos de vitelo preferentemente eritrosinófilos de pequeños hasta gránulos grandes, mezclados con vesículas correspondientes a vitelo lipídico, que son de mayor tamaño en su ubicación perinuclear. La vesícula germinal ovoidal se aprecia de mayor tamaño de bordes muy irregulares en contacto con las vesículas lipídicas y un citoplasma con gránulos finos basófilos teñidos con el azul de metilo. Los múltiples nucléolos son de tamaño heterogéneo, sin destacarse un nucléolo principal. Rodeando al ovocito se observa la zona radiada diferenciada y una capa de células somáticas de granulosa y una fina capa de células somáticas tecales propias del folículo ovocitario desarrollado (Figura 50G-I).



Estado de madurez sexual 4. En desove. En hidratación inicial. Lóbulos ováricos amplios revestidos por un epitelio más alto al cual subyace una fina capa de tejido conjuntivo que más avanzado el proceso de desove disminuyen de tamaño y se colapsan. Estado que se caracteriza por el comienzo de la hidratación de los ovocitos de gran tamaño cuyo citoplasma se observa con grandes vesículas de tamaño y color heterogéneo en su reacción con el colorante azul de metilo. Una masa de citoplasma más homogéneo también de color azul se observa desplazado hacia la corteza y ya es difícil observar la vesícula germinal. La zona radiada y más delgada comparada con la de los ovocitos vitelínicos granulares y las células somáticas de la granulosa y de la teca son planas (Figura 50J-L). En hidratación final. Persisten ovocitos previtelogénicos y los ovocitos vitelogénicos con su citoplasma lleno de gránulos de vitelo heterogéneo predominando gránulos grandes; que en su estado más avanzado aparentemente son los que se van hidratando hasta alcanzar el aspecto de ovocitos vesiculosos hidratados de formas irregulares y de citoplasma azul más homogéneo. Este estado es acompañado por la presencia de folículos postovulatorios remanentes del proceso de ovulación (Figura 50M-O).

Estado de madurez sexual 5. a. Desovado. En regresión inicial. Lóbulos ováricos de pared epitelial alta al cual subyace tejido conjuntivo con vasos sanguíneos. Además de los ovocitos "previtelogénicos" basófilos y vesiculosos, persisten ovocitos con gránulos de vitelo eritrosinófilos ("maduros") y folículos con ovocitos hidratados. Estado caracterizado por la abundancia de folículos atrésicos en los distintos estados y la persistencia de folículos post ovulatorios (Figura 50Q-S). b. Desovado y en regresión. En regresión final. Lóbulos ováricos de diámetro mediano con su región central generalmente ocupada por tejido conjuntivo más bien fibroso; conectándose al eje de tejido conjuntivo central del ovario. La población de células germinales está constituida por los ovocitos inmaduros de reserva y por previtelogénicos vesiculosos. Persisten folículos residuales atrésicos en reabsorción final. (Figura 50T-V).

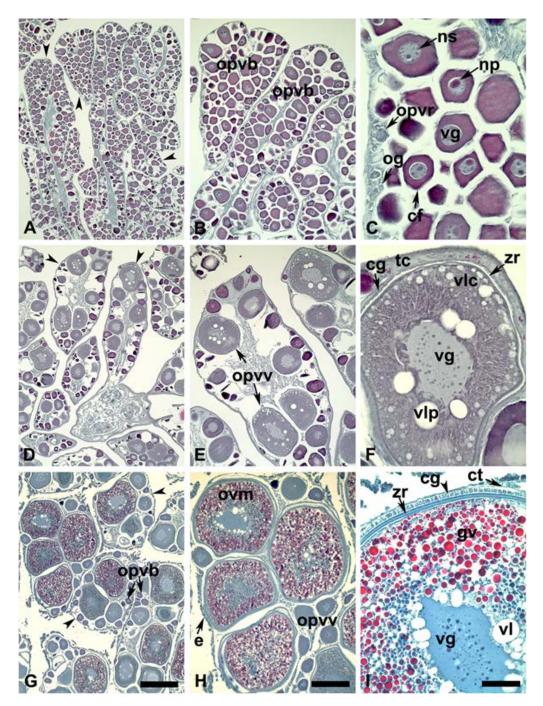


Figura 50. Estados de madurez de los ovarios en ejemplares hembra de congrio dorado de los fiordos de la zona austral de Chile. Punta de flecha: lóbulos ováricos; cf: célula folicular; cg: células somáticas de la granulosa; ct: células somáticas de la teca; e: epitelio de revestimiento; fa: folículo atrésico; fpo: folículo postovulatorio; np: nucléolo principal; ns: nucléolos secundarios; ohf: ovocito hidratado final; ohi: ovocito hidratado inicial; opvb: ovocitos previtelogénicos basófilos; opvr: ovocitos previtelogénicos de reserva; opvv: ovocitos previtelogénicos vesiculosos; ovm: ovocito vitelogénico o vitelado maduro; tc: tejido conjuntivo; vg: vesícula germinal; vlc: vesículas lipídicas corticales; vlp: vesículas lipídicas perinucleares; zr: zona radiada. (A, D, G, J, M, N, Q, T; barra de escala = 400 μm). (B, E, H, K, O, R, U; barra de escala = 200 μm). (C, F, I, L, S, V; barra de escala = 50 μm).

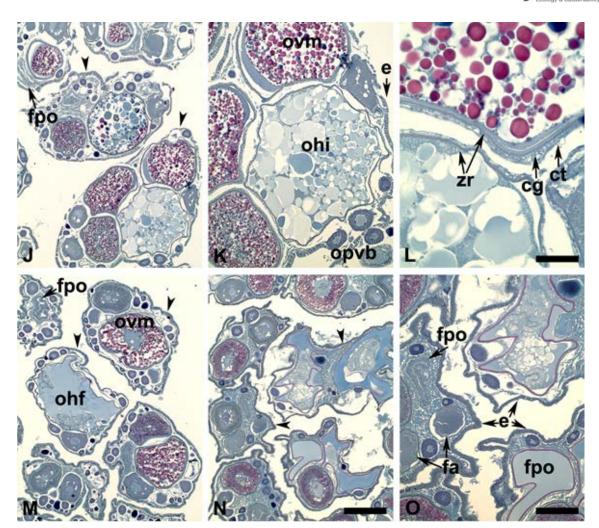


Figura 50 (Continuación). Estados de madurez de los ovarios en ejemplares hembra de congrio dorado de los fiordos de la zona austral de Chile. Punta de flecha: lóbulos ováricos; cf: célula folicular; cg: células somáticas de la granulosa; ct: células somáticas de la teca; e: epitelio de revestimiento; fa: folículo atrésico; fpo: folículo postovulatorio; np: nucléolo principal; ns: nucléolos secundarios; ohf: ovocito hidratado final; ohi: ovocito hidratado inicial; opvb: ovocitos previtelogénicos basófilos; opvr: ovocitos previtelogénicos de reserva; opvv: ovocitos previtelogénicos vesiculosos; ovm: ovocito vitelogénico o vitelado maduro; tc: tejido conjuntivo; vg: vesícula germinal; vlc: vesículas lipídicas corticales; vlp: vesículas lipídicas perinucleares; zr: zona radiada. (A, D, G, J, M, N, Q, T; barra de escala = 400 μm). (B, E, H, K, O, R, U; barra de escala = 200 μm). (C, F, I, L, S, V; barra de escala = 50 μm).



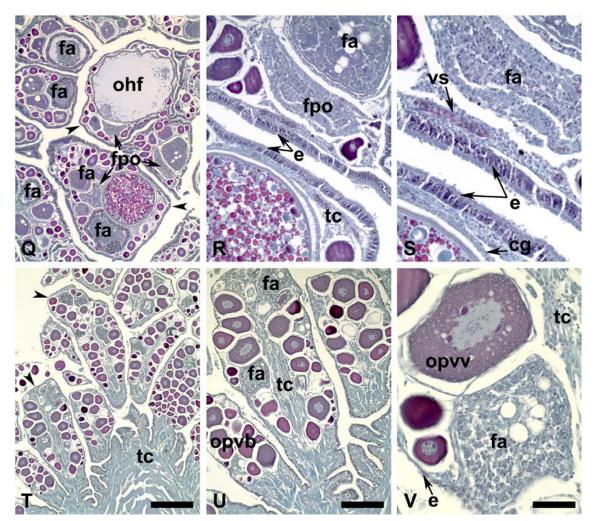


Figura 50 (Continuación). Estados de madurez de los ovarios en ejemplares hembra de congrio dorado de los fiordos de la zona austral de Chile. Punta de flecha: lóbulos ováricos; cf: célula folicular; cg: células somáticas de la granulosa; ct: células somáticas de la teca; e: epitelio de revestimiento; fa: folículo atrésico; fpo: folículo postovulatorio; np: nucléolo principal; ns: nucléolos secundarios; ohf: ovocito hidratado final; ohi: ovocito hidratado inicial; opvb: ovocitos previtelogénicos basófilos; opvr: ovocitos previtelogénicos de reserva; opvv: ovocitos previtelogénicos vesiculosos; ovm: ovocito vitelogénico o vitelado maduro; tc: tejido conjuntivo; vg: vesícula germinal; vlc: vesículas lipídicas corticales; vlp: vesículas lipídicas perinucleares; zr: zona radiada. (A, D, G, J, M, N, Q, T; barra de escala = 400 μm). (B, E, H, K, O, R, U; barra de escala = 200 μm). (C, F, I, L, S, V; barra de escala = 50 μm).

A continuación, se describe cada estadio de madurez de la **Figura 50**:

**Figura 50A-C. Inmaduro (Estadio 1).** Lóbulos ováricos con ovocitos "previtelogénicos" poligonales con citoplasma basófilo homogéneo. Vesícula germinal central redondeada con nucléolo principal y múltiples nucléolos secundarios. Ovogonias y ovocitos previtelogénicos de reserva basales asociados a células somáticas.

Figura 50D-F. En maduración (Estadio 2). En maduración inicial o Vitelogénesis inicial, lóbulos ováricos aparecen ovocitos "previtelogénicos" con vesículas lipídicas perinucleares y/o en la corteza



ovocitaria, con zona radiada indiferenciada y una capa de células somáticas foliculares bien organizadas. Vesícula germinal de mayor tamaño ovoidal y de límite irregular; aumento notorio de nucléolos corticales.

**Figura 50G-I. Maduro (Estadio 3).** En maduración avanzada o Vitelogénesis avanzada, son evidentes los ovocitos de mayor tamaño con gránulos de vitelo eritrosinófilos de pequeños hasta gránulos grandes y vesículas lipídicas; con zona radiada diferenciada, una capa de células somáticas de granulosa y una fina capa de células somáticas tecales. Vesícula germinal ovoidal más grande, de bordes irregulares en contacto con las vesículas lipídicas perinucleares; múltiples nucléolos de tamaño heterogéneo.

Figura 50J-O. En desove (Estadio 4). En hidratación inicial, lóbulos ováricos amplios revestidos por un epitelio más alto al cual subyace una fina capa de tejido conjuntivo que más avanzado el proceso de desove disminuyen de tamaño. Comienzo de la hidratación de los ovocitos con grandes vesículas de que se tiñen con el azul de metilo. Masa de citoplasma homogéneo desplazado hacia la corteza. Zona radiada más delgada; células de la granulosa y de la teca planas (J-L). Persisten ovocitos previtelogénicos y los ovocitos vitelogénicos con su citoplasma lleno de gránulos de vitelo grandes. En su estado más avanzado alcanzan el aspecto de ovocitos vesiculosos hidratados de formas irregulares con citoplasma azul más homogéneo, junto a folículos postovulatorios remanentes del proceso de ovulación (M-O).

**Figura 50Q-V. Desovado (Estadio 5).** a) En regresión inicial, lóbulos ováricos con epitelio alto donde persisten ovocitos "maduros" y folículos con ovocitos hidratados. Es característica la abundancia de folículos atrésicos en los distintos estados y la persistencia de folículos post ovulatorios (**Q-S**). b) En regresión final, lóbulos con su región central generalmente ocupada por tejido conjuntivo más fibroso. Solo hay ovocitos inmaduros de reserva y previtelogénicos vesiculosos. Persisten folículos residuales atrésicos en reabsorción final. (**T-V**).

#### 4.3.3.3. Análisis microscópico cualitativo de la línea germinal en machos

En la **Figura 51**, se muestran los tipos celulares de la línea germinal y las células somáticas que las acompañan en la unidad morfofuncional, permitiendo caracterizar cada estado gonadal y consecuentemente ilustran los siguientes estados gonadales que están presentes en los testículos:

Estado de madurez sexual 1. Inmaduro. Inicio de la espermatogénesis. Testículo con túbulos seminíferos con una masa de células germinales inmaduras en la región o compartimiento adluminal (lumen), en algunos casos cistos de tamaño regular. Hacia la región o compartimiento adbasal de los túbulos se pueden observar espermatogonias solitarias y en cistos pequeños. El compartimiento intertubular intersticial está integrado por abundante tejido conjuntivo con vasos sanguíneos (Figura 51A-F). Hacia la región centro o médula que confluye a los ductos de emisión, los túbulos se observan más vacíos y con algunos espermatozoides (Figura 51C, F).

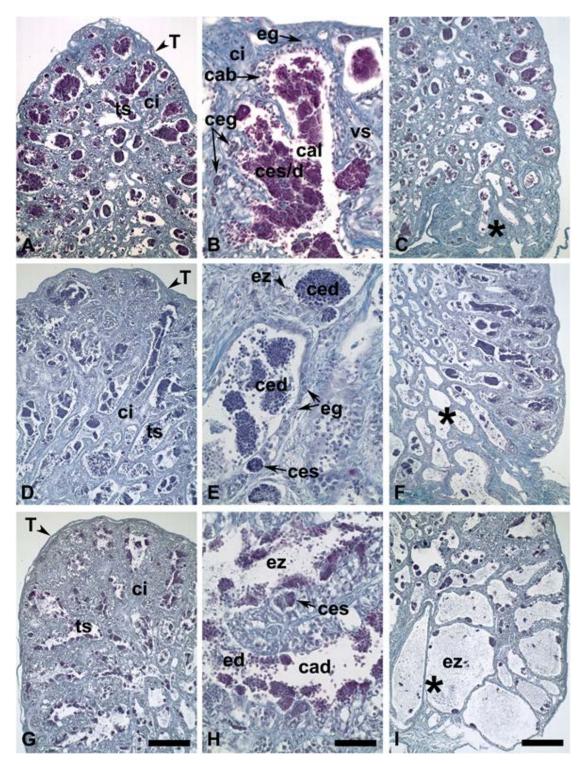


Estado de madurez sexual 2. En maduración. Testículos con túbulos seminíferos más amplios con espermatogénesis muy activa en la corteza, caracterizada por cistos adbasales de distinto tamaño y número de células germinales, asociados a las células somáticas. En el lumen hay cistos adluminales abundantes que caracterizarían fundamentalmente la espermiohistogénesis por el predominio de espermátidas en distintos estados de su citodiferenciación a espermatozoides, y espermatozoides libres (Figura 51G-I). Hacia la región medular central los túbulos muy amplios no contienen cistos y se aprecian espermatozoides acumulándose (Figura 51I).

Estado de madurez sexual 3. Maduro. Testículo con túbulos muy amplios en la corteza, repletos de espermatozoides y escasa cantidad de cistos adbasales que solo contienen espermatogonias de reserva y algunos cistos pequeños de espermatogonias más diferenciadas, asociados a las células somáticas (Figura 51J-L). Hacia la región central se observan túbulos colmados de espermatozoides (Figura 51L).

Estado de madurez sexual 4. En reproducción. En emisión inicial de espermatozoides. Testículo con túbulos corticales con contenido residual de espermatozoides y cistos desorganizados, junto a los que se encuentran túbulos amplios todavía cargados de espermatozoides. En la región adbasal asociadas a las células somáticas, hay espermatogonias de reserva y algunos cistos pequeños de espermatogonias más diferenciadas (Figura 51M-O). Hacia la región central de la gónada hay amplios túbulos con espermatozoides junto a otros con escasos espermatozoides (Figura 51O).

**Estado de madurez sexual 5. Emitido y en regresión.** Presencia importante de espermatogonias sobre pequeños y escasos cistos con espermatocitos y espermátides, tanto en los tabiques de gran grosor como en la región de la corteza testicular. Espermatozoides residuales en el lumen de los ductos de evacuación (estado no modificado de la clasificación original porque no se presentó en las muestras analizadas)



**Figura 51.** Estados de madurez de los testículos en machos de congrio dorado de los fiordos de la zona austral de Chile. **Asterisco**: región central o medular; **cab**: compartimiento adbasal; **cal**: compartimiento adluminal; **ced**: cisto de espermátidas; **ceg**: cisto de espermatogonia; **ces/d**: cistos de espermatocitos/espermátidas; **ci**: compartimiento intersticial; **eg**: espermatogonia; **ez**: espermatozoides; **T**: testículo; **ts**: túbulo seminífero; **tsl**!: túbulo seminífero lleno; **tsv**: túbulo seminífero vacío; **vs**: Vaso sanguíneo. (**A, D, G, J, M, C, F, I, L, O**; barra de escala = 200 μm). (**B, E, H, K, N**; barra de escala = 50 μm).



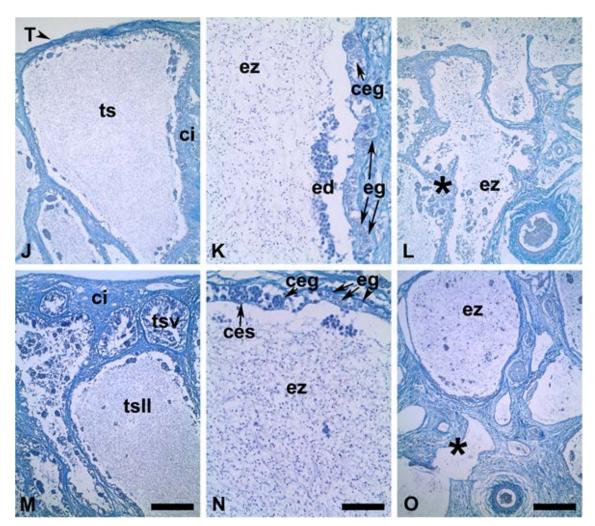


Figura 51 (Continuación). Estados de madurez de los testículos en machos de congrio dorado de los fiordos de la zona austral de Chile. Asterisco: región central o medular; cab: compartimiento adbasal; cal: compartimiento adluminal; ced: cisto de espermátidas; ceg: cisto de espermatogonia; ces/d: cistos de espermatocitos/espermátidas; ci: compartimiento intersticial; eg: espermatogonia; ez: espermatozoides; T: testículo; ts: túbulo seminífero; tsII: túbulo seminífero lleno; tsv: túbulo seminífero vacío; vs: Vaso sanguíneo. (A, D, G, J, M, C, F, I, L, O; barra de escala = 200 μm). (B, E, H, K, N; barra de escala = 50 μm).

A continuación, se describe cada estadio de madurez de la Figura 51:

**Figura 51A-F. Inmaduro (Estadio 1)**. Túbulos seminíferos con una masa de células germinales inmaduras en la región o compartimiento adluminal (lumen). Compartimiento adbasal con espermatogonias solitarias y en cistos pequeños. El compartimiento intersticial con abundante tejido conjuntivo con vasos sanguíneos. Hacia el centro los túbulos se observan más vacíos con escasos espermatozoides.

**Figura 51G-I.** En maduración (Estadio 2). Túbulos seminíferos amplios con espermatogénesis muy activa con cistos adbasales y cistos adluminales abundantes. Espermiohistogénesis adluminal con espermátidas en citodiferenciación y espermatozoides libres Región central con túbulos amplios sin cistos y con espermatozoides acumulándose (**Figura 50G-I**).



**Figura 51J-L. Maduro (Estadio 3).** Túbulos muy amplios en la corteza, llenos de espermatozoides. Compartimiento adbasal solo contiene espermatogonias de reserva y cistos pequeños de espermatogonias más diferenciadas. Región central con túbulos llenos de espermatozoides (**Figura 51L**).

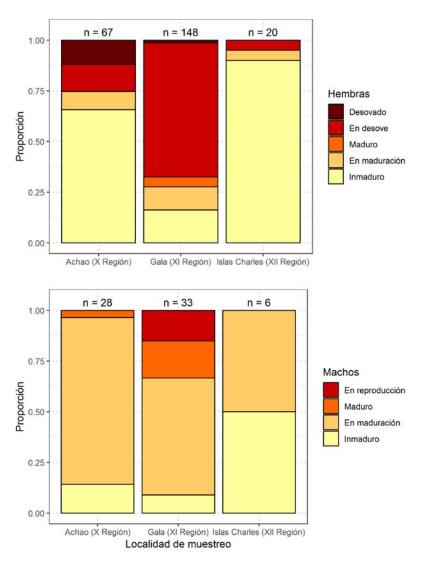
**Figura 51M-O. En reproducción (Estadio 4).** En emisión inicial de espermatozoides. Túbulos corticales vacíos con cistos desorganizados, y túbulos amplios con espermiohistogénesis. Región adbasal asociadas a las células somáticas, hay espermatogonias de reserva solitarias y en cistos pequeños. Región central túbulos con espermatozoides y sin espermatozoides (**Figura 510**).

Los análisis histológicos revelaron que el 63% de las hembras de congrio dorado de aguas interiores fueron maduras, de las cuales el 46% se encontraron en estadio hidratado inicial (desove inminente) o en desove. Por localidad, el 84% de aquellas colectadas en Gala (XI Región) fueron maduras, mientras que más del 66% y 90% de las hembras colectadas en Achao (X Región) e Islas Charles (XII Región) fueron inmaduras, respectivamente (**Figura 52**). Solo un 4% de hembras desovadas (madura inactiva) fueron observada entre Achao y Gala.

En los machos, la técnica histológica reveló que el 85% fueron maduros, de las cuales el 18% se encontraron en estadio maduro o en reproducción (emisión inicial). Por localidad, el 86% y 91% de los machos colectados en Achao y Gala fueron maduros, respectivamente. El 50% de los seis ejemplares colectados en Islas Charles (XII Región) fueron maduros (**Figura 52**). No se observaron ejemplares en estadio emitido y en regresión.

A partir de las características de los estados de desarrollo gonadal evaluado con histología, se puede señalar que la elección del periodo de muestreo (octubre y noviembre) fue apropiado debido que las hembras y machos estuvieron en pleno proceso reproductivo sin señales de disminución de su actividad.





**Figura 52.** Frecuencia relativa de los estadios de madurez sexual asignados con histología por sexo y localidad de muestreo. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46. n sobre cada barra corresponde al número de ejemplares analizados.

En Achao, la mayor incidencia de la condición gonadal de los machos fue en maduración (estadio 2). En Gala, la predominancia de la condición de madurez gonadal también fue en maduración, aunque también se observaron una fracción importante de estadios maduros y en emisión de gametos, con un escaso porcentaje que corresponde al estado inmaduro asociado a talla menor. En la reducida muestra poblacional para machos de Islas Charles corresponde a animales que son inmaduros y en maduración que corresponden a animales de talla menor comparado con el tamaño de las hembras.

#### 4.3.3.4. Análisis de concordancia

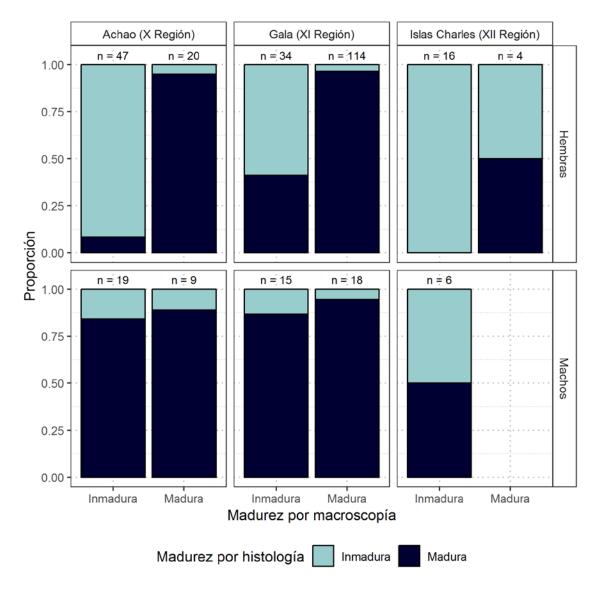
Los estadios de madurez sexual macroscópico asignados por personal en terreno tuvieron un nivel de concordancia con la histología que abarcó entre 88% - 93% en las hembras (**Tabla 44**). Excluyendo aquellas coincidencias producto del azar, los valores de coeficiente de Kappa (κ) superaron el 60%, alcanzando nivel de concordancia considerable con la histología en Gala e Islas Charles, mientras que en Gala el nivel de concordancia fue óptimo (κ=83%). En Gala, la histología reveló que un 59% de las hembras fueron mal asignadas como inmadura macroscópicamente (**Tabla 44**; **Figura 53**). En los machos, el nivel de concordancia en la asignación entre ambas metodologías abarcó entre 39% - 58% (**Tabla 44**), pero este nivel disminuyó notablemente cuando se excluyó el efecto azar (<1%), indicando que el nivel de concordancia fue producto del azar (valor P>0,05). Además, la histología reveló que más del 75% de los individuos fueron erróneamente asignados como inmaduros en Achao y Gala y un 50% en Islas charles (**Figura 53**).

En general, para los datos agrupados de las tres localidades la asignación de madurez en hembras alcanzó un nivel de concordancia considerable (k=78% [95% IC=69%; 86%]), mientras que en machos solo alcanzó un nivel pobre (k=11% [95% IC=-2%; 25%]) demostrando que el uso de la macroscopía en este sexo no es confiable, dado que cambios del desarrollo de los gametos no se expresa claramente en el tamaño, forma y color del testículo.

**Tabla 44.** Nivel de concordancia por sexo en la asignación de madurez sexual entre la macroscopía e histología con el coeficiente de kappa ( $\kappa$ ). Los valores entre paréntesis corresponden el intervalo de confianza al 95%. El valor P de  $\kappa$  prueba la hipótesis nula de que el nivel de concordancia es igual que el aleatorio.

			Histo	logía	Nivel de concordancia					
Sexo	Localidad	Macroscopía	Inmadura Madura		Concordancia (no excluye el azar)	Coeficiente de κ (excluye el azar)	valor P	valor κ según Landis & Koch (1977)		
		Inmadura Madura	43 1	4 19	0,925	0,829 (0,623 ; 0,936)	8,92e-12	Óptimo		
Hembras		Inmadura Madura	20 4	14 110	0,878	0,617 (0,432 ; 0,756)	1,60e-14	Considerable		
	Islas Charles XII Región	Inmadura Madura	16 2	2	0,90	0,615	2,87e-03	Considerable		
		Inmadura Madura	3 1	16 8	0,393	0,033 (-0,186 ; 0,173)	7,41e-01	Pobre		
Machos		Inmadura Madura	2 1	13 17	0,576	0,083 (-0,114 ; 0,315)	4,39e-01	Pobre		
	Islas Charles XII Región	Inmadura Madura	3 0	3	0,50	-	-	Pobre		





**Figura 53.** Comparación de la madurez ovárica agrupada entre macroscopía e histología por sexo y localidad de muestreo. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46. n sobre cada barra corresponde al número de ejemplares analizados.

### 4.3.3.5. Validación del índice gonadosomático

En la relación lineal log-log entre el peso eviscerado y peso gónada, la pendiente fue significativamente distinta de cero para todos los estadios (valor P<0,05), excepto para las hembras viteladas (estadio 3-4), la cual el valor P fue igual a 0,53 con un r² de 5% (**Tabla 45**). El ANCOVA señaló que el intercepto y pendiente fueron homogéneos entre el estadio hidratado y en desove (valor P>0,05). Esto último se explica porque el estadio en desove



(estadio 6) las hembras todavía tienen ovocitos hidratados, pero por la presencia de folículos post-ovulatorios, algunos ya fueron desovados, fase que estaba en proceso en los ejemplares al momento de ser capturado, la cual no generó variación notable de su tamaño gonadal en comparación a las hembras hidratadas (estadio 5).

El crecimiento gonadal de los estadios maduros activos (2-4) fue isométrico, es decir, pendiente igual a uno (P>0,05, **Tabla 45**). Mientras que el estadio desovado no se pudo probar la hipótesis de isometría (*i.e.*,  $H_0$ :  $\beta$ =1), debido que la relación lineal entre peso eviscerado y peso gónada no fue significante (valor P>0,05,  $H_0$ :  $\beta$ =0). La significancia de los coeficientes de cada término del modelo lineal generalizado está resumida en la **Tabla 46**. El estadio de madurez explicó el 87% de la devianza del IGS, mientras que los restantes predictores solo explicaron <1,5%. El factor de condición no fue significante (valor P>0,05). Estos resultados señalaron que el IGS pueda ser usado como un indicador representativo de la condición reproductiva de congrio dorado, cuyo cambio de sus valores no es afectado notoriamente por el tamaño del pez. Finalmente, los valores del IGS para hembras maduras fueron >6%, similar a lo observado para aquellas maduras colectadas en aguas exteriores, cuyos valores sobrepasaron el 4% (Aguayo et al., 2001).

**Tabla 45.** Resumen de la relación lineal en escala log entre el peso eviscerado y peso gonadal agrupadas por estadio de madurez.  $\alpha$  = intercepto;  $\beta$  = pendiente; e.e. = error estándar; g.l. = grado de libertad;  $r^2$  = coeficiente de determinación. El valor P (H<sub>0</sub>:  $\beta$  =0) prueba la hipótesis nula de que  $\beta$  es igual a cero; El valor P (H<sub>0</sub>:  $\beta$  =1) prueba la hipótesis de isometría. Los números entre paréntesis corresponden a los estadios de la escala de madurez.

Estadios	α (e.e.)	β (e.e.)	valor P (H <sub>0</sub> : β=0)	g.l.	r²	valor P (H <sub>0</sub> : β=1)
Inmaduro	-3,45 (0,20)	1,39 (0,06)	3,80e-37	84	0,86	1,20e-08
En maduración	-2,43 (0,68)	1,17 (0,19)	4,1e-06	22	0,63	3,77e-01
Maduro	0,21 (0,70)	0,61 (0,19)	2,59e-02	5	0,66	1,00e-01
En desove	-1,13 (0,33)	0,98 (0,09)	2,20e-18	106	0,52	8,28e-01
Desovado	2,06 (1,97)	-0,03 (0,56)	9,55e-01	8	0,00	1,02e-01

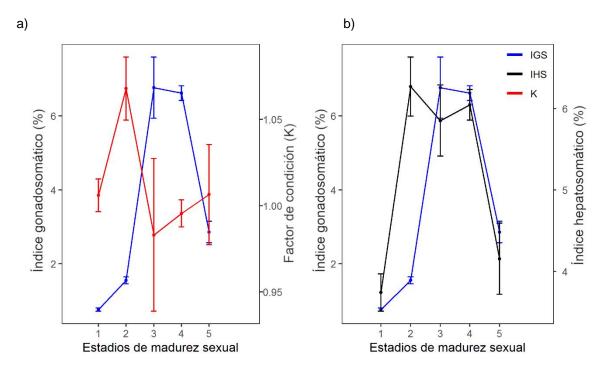


**Tabla 46.** Significancia de los coeficientes de cada predictor del modelo seleccionado, datos 2018, fuente CAPES. S.C.E., suma cuadrado del error; g.l., grado de libertad; F, estadístico de Fisher.

Predictor	S.C.E.	g.l.	Devianza (%)	valor F	Pr(>F)
EMS	102,40	4	86,8	193,99	<2e-16
LT	1,61	1	1,3	12,23	0,00
IHS	0,79	1	0,4	5,99	0,02
K	0,02	1	0,0	0,16	0,69

La Figura 54 revela que el IGS cambia directamente proporcional al desarrollo gonadal. Las hembras con ovarios inmaduros (1 y 2), su valor del IGS fue inferior a 1%, pero cuando entraron en la maduración (3-4), éste incrementó notoriamente hasta alcanzar valores en torno a los 6,5% (Figura 54 a). La variación del IHS entre los estadios de madurez, fue similar al IGS. El IHS incremento entre los estadios 1 y 2 hasta mantenerse en un 6% cuando en estadios de madurez avanzados (estadios 3-4), posteriormente este indicador disminuyó notoriamente cuando la hembra terminó de participar de la reproducción (Figura 54 b). Cambios del K con respecto a la madurez gonadal mostró un patrón diferente a lo observado con IGS e IHS (Ver Figura 54 a). Entre los estadios 1 y 2, el valor de K incrementó levemente, mientras en los estadios 3 hasta 5, éste disminuyó y mostró una variación inversa con respecto del IGS e IHS (Figura 54). Estos patrones entre los indicadores y la madurez gonadal pueden reflejar diferente grado de demanda energética para la producción de ovocitos. De este modo, las hembras adquieren energía principalmente de la alimentación durante la reproducción, pero cuando éstas terminan de participar del desove, recuperan energía de la reserva corporal, principalmente del hígado, dado que el IHS disminuyó en las desovadas.





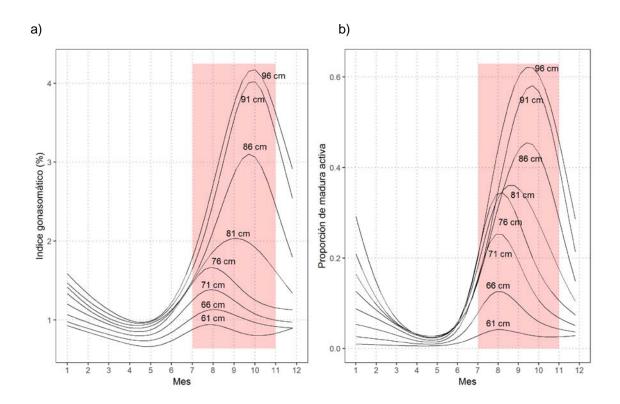
**Figura 54.** Cambios de los valores de indicadores biológicos (IGS, IHS y K) en relación al estadio de desarrollo gonadal de las hembras de congrio dorado. La línea vertical corresponde el error estándar. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46.

# 4.3.4. Ciclo reproductivo

Un modelo GAM del IGS con distribución Gamma y función de enlace log fue seleccionado basado en el valor inferior de la validación cruzada generalizada (GCV). Los coeficientes del modelo GAM resultaron significantes (valor P<0,05), explicando el 35% y 20% de la devianza total del IGS y proporción de hembras maduras activas (PMA), respectivamente. El modelo reveló que la actividad reproductiva se inicia a partir desde junio en sincronía para todas las tallas, pero las hembras pequeñas (<86 cm LT) mostraron una participación más acotada y de menor intensidad, con un peak registrado entre agosto y septiembre, cuyos valores máximos del IGS y PMA fueron inferiores al 2,3% y 40%, respectivamente (Figura 55 a y b), mientras que la participación reproductiva de aquellas >81 cm LT fue de mayor intensidad y duración, alcanzando su participación hasta el periodo estival (Figura 55 a). El peak reproductivo de las hembras adultas se estimó entre septiembre y octubre, desfase de un mes en comparación a las pequeñas, cuyos valores máximos del IGS y PMA fueron mayores que el 3% y 43%, respectivamente (Figura 55 b).



Para una estimación más precisa de la ojiva de madurez con la macroscopía, se aplicaron dos criterios para filtrar información de la serie anual histórica 2005-2017 colectada por observadores científicos de IFOP. Primero, se seleccionó la ventana temporal desde julio hasta noviembre estimada por el GAM (**Figura 55 a**), criterio que ayuda minimizar la presencia de hembras inmaduras y desovadas en la misma muestra, y reducir datos con error en la asignación de madurez sexual, por la similitud de las características externas del ovario entre estos estadios. Segundo, a partir de la información filtrada previamente, mediante un boxplot se seleccionaron aquellos años cuya variación del IGS estuvo en correspondencia con los estadios de madurez.



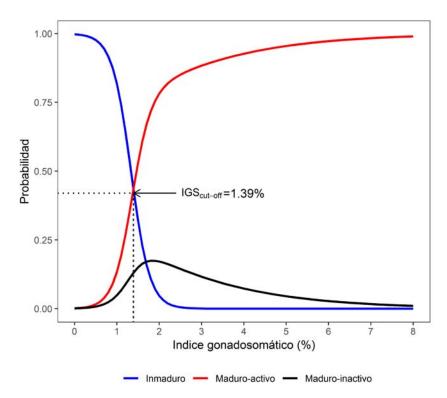
**Figura 55.** Indice gonadosomático (a) y proporción de hembras maduras activa (b) modelada con el GAM. Los números corresponde la longitud total de las hembras de congrio dorado. El área en rojo claro indica el período apropiado para estimar la ojiva de madurez. Datos de IFOP colectados entre 2005-2017.

# 4.3.5. Determinación de la proporción madura basado en el IGS

Los parámetros de la función logística basada en el IGS fueron significativos (valor P<0,05). Las líneas de la **Figura 56** representan la probabilidad de estar en una de las categorías de



madurez a un valor de IGS dado. La hipótesis nula de la bondad de ajuste del modelo logístico fue aceptada (valor P>0,05) y el r² alcanzó los 66% de la devianza. La intersección entre ambas curvas de la **Figura 56** corresponde al valor de corte estimado del IGS (IGS<sub>cut-off</sub>= 1,39%), a partir del cual determinó cuando las hembras pasan de inmaduras a maduras-activas y, por lo tanto, clave para la determinación de la proporción de hembras maduras a la talla.



**Figura 56.** Probabilidad estimada del modelo logístico simple para clasificar la categoría de madurez sexual de una hembra basada en el índice gonadosomático (IGS). La línea discontinúa indica el valor de corte del IGS<sub>cut-off</sub> estimado que corresponde la intersección entre la curva inmadura y madura-activa. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46.

### 4.3.6. Ojiva de madurez sexual

#### 4.3.6.1. Datos colectados durante Octubre - Noviembre de 2018, fuente CAPES

La hipótesis de diferencia de madurez a la talla entre las unidades de pesquería de aguas exteriores planteada por Baker et al., (2014) no pudo ser probada para ejemplares colectados en aguas interiores del presente proyecto, debido a la escasa captura de congrio dorado en Islas Charles de la XII Región. Por este motivo se estimó una sola ojiva de



madurez por sexo para los datos agrupados de las tres localidades durante 2018. No obstante, esta hipótesis si se sometió a prueba con la información histórica 2005-2017 de la pesquería artesanal de aguas interiores colectadas por IFOP, aunque la madurez fue determinada con la macroscopía y gonometría.

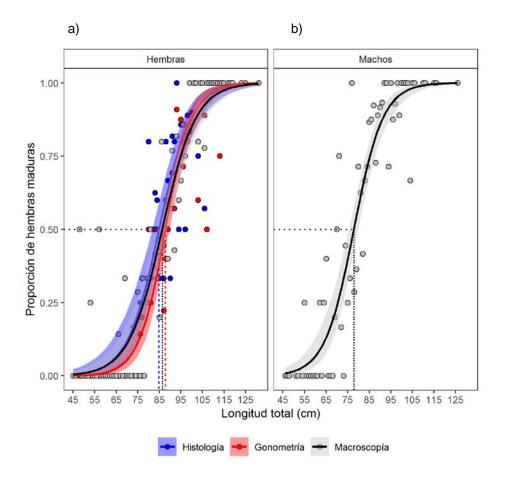
Los parámetros de la ojiva de madurez fueron significantes (valor P<0,05) para los tres métodos aplicados a las hembras colectadas durante 2018 (**Tabla 47**, **Figura 57 a**). En la bondad de ajuste, los valores de HL indicaron un buen ajuste la ojiva de madurez estimada (valor P>0,05), excepto la estimada por la histología. Los valores de  $r^2$  fueron >0,50. El valor de  $LT_{50}$  estimada por la histología fue de 84,8 cm (I.C. 95%: 81,8 – 87,5), mientras que con la macroscopía se estimó en 86,3 cm (I.C. 95%: 83,7 – 88,5). Con la aplicación del método gonométrico,  $LT_{50}$  fue estimada en los 87,8 cm (I.C. 95%: 85,6 – 89,4). Según la prueba de Wald indicó que la ojiva de madurez estimada no varió significativamente entre los tres métodos (valor P>0,05), la cual el intervalo de confianza de  $LT_{50}$  se solaparon (**Tabla 47**).

En los machos, los parámetros de la ojiva de madurez fueron significantes (valor P<0,05). A partir del valor estadístico de HL, la hipótesis nula de la bondad de ajuste fue aceptada (valor P>0,05), con un valor  $r^2$  de 0,51 (**Tabla 47**). La  $LT_{50}$  estimada por la macroscopía fue de 77,9 cm (I.C. 95%: 75,6 – 79,7), tamaño pequeño en comparación a la estimada en las hembras. La prueba de Wald indicó que la ojiva de madurez varió significativamente entre sexo (valor P<0,05, **Figura 57 b**).

**Tabla 47.** Parámetros de la ojiva de madurez estimada por métodos, datos 2018, fuente CAPES.  $\beta_1$ , intercepto;  $\beta_2$ , pendiente; e.e., error estándar; HL,  $r^2$ , coeficiente de determinación; g.l., grado de libertad; HL, estadístico de Hosmer-Lemeshow para la bondad de ajuste;  $LT_{50}$ , longitud total en el 50% de madurez; I.C. 95%, intervalo de confianza al 95%.

Sexo	Método	β <sub>1</sub> (e.e.)	β <sub>2</sub> (e.e.)	valor P $(H_0: \beta=0)$	r²	g.l.	HL	valor P ( <i>HL</i> )	LT <sub>50</sub> (I.C. 95%)
Hembras	Histología	11,4 (1,62)	0,13 (0,02)	1,79e-13	0,51	233	15,97	0,04	84,8 (81,8 - 87,5)
	Gonometría	14,1 (1,55)	0,16 (0,02)	2,37e-20	0,61	337	11,95	0,15	87,8 (85,6 - 89,4)
	Macroscopía	11,0 (1,19)	0,13 (0,01)	2,75e-21	0,54	354	9,05	0,34	86,3 (83,7 - 88,5)
Machos	Macroscopía	11,5 (1,31)	0,15 (0,02)	3,74e-20	0,51	344	7,6	0,51	77,9 (75,6 - 79,7)





**Figura 57.** Ojiva de madurez estimada por sexo y método en congrio dorado. La línea discontinúa indica el valor de  $LT_{50}$  estimado. Datos de octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46.

### 4.3.6.2. Datos histórico colectados entre 2005 – 2017, fuente IFOP.

La ojiva de madurez estimada por ambos métodos y sexos fue significante (valor P<0,05). No obstante, el valor *HL* indicó que la bondad de ajuste de ojiva fue aceptada solo para las hembras de XII Región con el método gonométrico y macroscópico. Además, los valores de r² fueron inferiores a 50% en todos los ajustes, lo cual revela que, con la información histórica validada previamente, todavía resulta difícil obtener una asignación precisa de la madurez (**Tabla 48**).

En las hembras, la prueba de Wald indicó que la ojiva estimada por ambos métodos varió significativamente entre Regiones (valor P<0,05). Aquellas muestras en la X-XI Regiones,



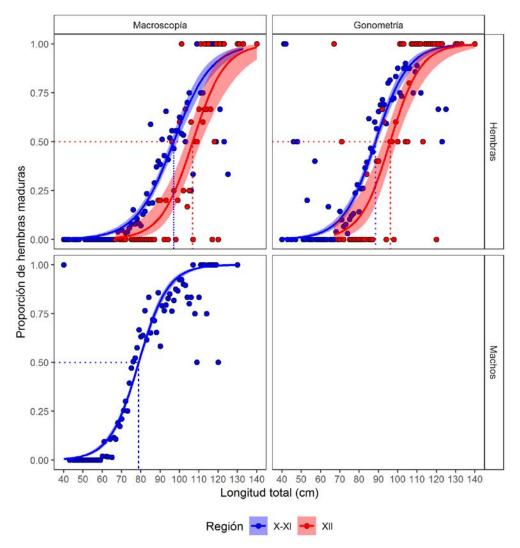
los valores de  $LT_{50}$  fue estimada en los 96,9 cm (I.C. 95%: 95,4 – 98,8) por macroscopía y 88,4 cm (I.C. 95%: 87,1 – 89,7) por gonometría. En la XII Región,  $LT_{50}$  se estimó en 106,8 cm (I.C. 95%: 102,9 – 111,0) y 96,1 cm (I.C. 95%: 92,2 – 100,0) por macroscopía y gonometría, respectivamente (**Tabla 48**, **Figura 58**). Estos resultados señalan que aquellas colectadas en la X-XI regiones maduran a una talla más pequeña en comparación de la estimada para XII Región (**Figura 58**), coincidiendo con lo planteado por Baker et al. (2014) que la tasa de maduración de las hembras de congrio dorado varía latitudinalmente en la zona sur-austral.

En los machos, la ojiva de madurez fue posible ser ajustada solo para las muestras colectadas en la X-XI Regiones. La prueba de Wald indicó que la ojiva varió significativamente entre sexos (valor P<0,05).  $LT_{50}$  fue estimada en los 78,9 cm (I.C. 95%: 78,1 – 79,5) por macroscopía, resultando inferior a lo estimado para las hembras (**Tabla 48**, **Figura 58**), lo cual indicó que los machos maduran prematuramente que las hembras, coincidiendo con lo observado en las muestras colectadas durante 2018 (**Figura 57**).

**Tabla 48.** Parámetros de la ojiva de madurez estimada por métodos, datos 2005-2017 fuente IFOP.  $\beta_1$ , intercepto;  $\beta_2$ , pendiente; e.e., error estándar; HL,  $r^2$ , coeficiente de determinación; g.l., grado de libertad; HL, estadístico de Hosmer-Lemeshow para la bondad de ajuste;  $LT_{50}$ , longitud total en el 50% de madurez; I.C. 95%, intervalo de confianza al 95%.

Sexo	Región	Método	β <sub>1</sub> (e.e.)	β <sub>2</sub> (e.e.)	valor P $(H_0: \beta=0)$	r²	g.l.	HL	valor P ( <i>HL</i> )	LT <sub>50</sub> (I.C. 95%)
Hembras	X-XI	Gonometría	10,4 (0.61)	0,12 (0,01)	4,45e-63	0,39	1322	32,1	8,83e-05	88,4 (87,1 - 89,7)
		Macroscopía	9,9 (0,62)	0,10 (0,01)	3,13e-50	0,32		36,9	1,21e-05	96,9 (95,4 - 98,8)
	XII	Gonometría	12,2 (2,05)	0,13 (0,02)	1,06e-09	0,49	145	11,8	1,58e-01	96,1 (92,2 - 100,0)
		Macroscopía	12,9 (2,24)	0,12 (0,02)	1,72e-08	0,44		8,7	3,64e-01	106,8 (102,9 - 111,0)
Machos	XI	Macroscopía	10,4 (0,40)	0,13 (0,01)	2,04e-143	0,41	3068	91,2	2,22e-16	78,9 (78,1 - 79,5)





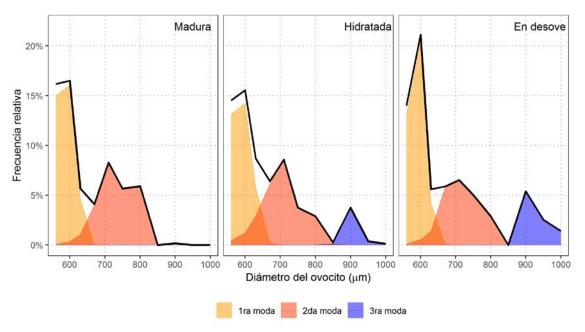
**Figura 58.** Ojiva de madurez estimada para cada método y zona de la pesquería artesanal de congrio dorado en aguas interiores. La línea discontinúa indica el valor de  $LT_{50}$  estimado. Datos acumulados del periodo Julio-Noviembre desde 2006-2017, colectados por observadores científicos de IFOP.

# 4.3.7. Fecundidad parcial

En esta sección, solo hembras maduras e hidratadas fueron seleccionadas para la estimación de fecundidad parcial, cuya composición de tamaños de los ovocitos más avanzados está representada en la **Figura 59**. Las hembras en estadio maduro se caracterizaron por mostrar una moda de ovocitos más desarrollado a partir de los 650 µm (**Figura 59**), la cual se asume que será la próxima tanda a desovar. Aquellas en estadio hidratado mostraron una clara separación entre la moda vitelada e hidratada a partir los 850 µm, indicativo que el desove es inminente. Las hembras en desove también mostraron una composición modal de ovocitos similar a las hembras hidratadas, pero fueron descartadas del análisis posterior, debido la presencia de folículos postovulatorios en el ovario, señal



que ya desovaron algunos ovocitos previo a la captura y por lo tanto, pueden subestimar la fecundidad parcial. Otra característica de la mayoría de las hembras hidratadas fue la escasa frecuencia de sus ovocitos hidratados en comparación a la moda vitelada, lo cual sugiere que su fecundidad es baja.



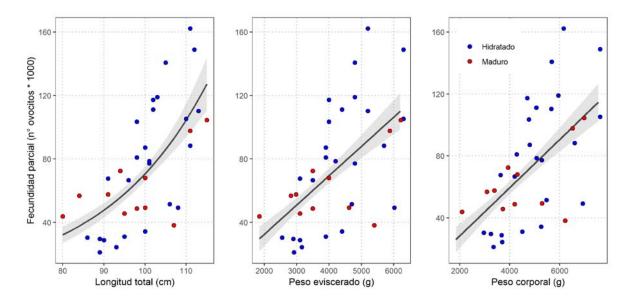
**Figura 59.** Composición de tamaño de los ovocitos de hembras en diferentes estadios de madurez sexual. La 1ra (anaranjado), 2da (rojo) y 3ra (azul) moda corresponde a ovocitos en vitelogénesis, maduros e hidratados, respectivamente. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46.

Los parámetros de la relación entre la fecundidad parcial y tamaño corporal de las hembras fueron significantes (valor P<0,05, **Tabla 49**). El modelo con una familia Gama y función de enlace log fue seleccionado para estimar la fecundidad a partir de la longitud total, obteniendo un ajuste no lineal (**Tabla 49**, **Figura 60**). La fecundidad parcial estimada por la LT abarcó entre los 31.107 y 144.267 ovocitos desovados, con un promedio de 74.238 ovocitos y un coeficiente de variación de 45,6%. Usando el peso eviscerado como predictor, se seleccionó un modelo con la familia Gamma y función de enlace idéntico, la cual se obtuvo un ajuste lineal (**Tabla 49**, **Figura 60**). La fecundidad parcial estimada por PE abarcó entre los 27.202 y 125.816 ovocitos desovados, con un promedio de 76.509 ovocitos y un coeficiente de variación de 39,4%. El PC estimó una fecundidad parcial que abarcó entre los 26.053 y 114.601 ovocitos, cuyo promedio fue de 70.327 (CV=38%).



**Tabla 49.** Parámetros de la relación entre la fecundidad parcial y tamaño corporal, fuente CAPES.  $\alpha$ , intercepto;  $\beta$ , pendiente; e.e., error estándar; g.l., grado de libertad.

Terms	α (e.e.)	valor P (H <sub>o</sub> : α=0)	β (e.e.)	valor P $(H_o: \beta=0)$	g.l.	AIC	Devianza (%)	Familia (func. enlace)
log LT	7,24 (0,74)	2,11e-11	0,04 (0,01)	7,23e-06	34	839,8	41,8	Gamma (log)
PE	-4490,1 (14296,9)	7,55e-01	18,5 (3,91)	3,88e-05	34	843,7	35,3	Gamma (identity)
PC	-2686,5 (13792,4)	8,47e-01	15,5 (3,25)	3,37e-05	34	843,3	36,0	Gamma (identity)

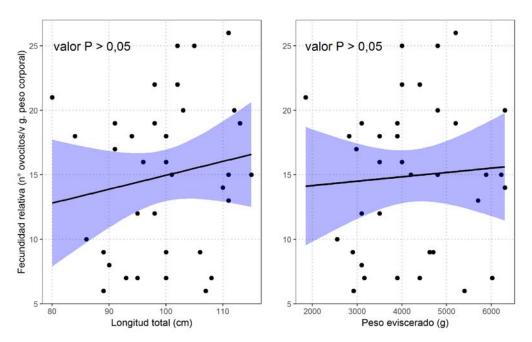


**Figura 60.** Fecundidad parcial estimada por la longitud total y peso (eviscerado y corporal) de la hembra. El área gris corresponde el intervalo de confianza del 95%. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46.

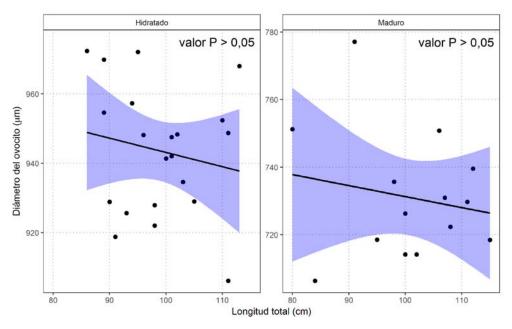
La relación entre la fecundidad relativa y tamaño de las hembras no fue significante (valor P>0,05, **Figura 61**). La fecundidad relativa abarcó entre los 6 y 26 ovocitos/g. peso corporal, con un promedio de 15 ovocitos y un coeficiente de variación de 39,4%. Respecto al tamaño de la moda más avanzada de los ovocitos, el diámetro promedio de los ovocitos de las hembras hidratadas fue 944 µm (CV=2,0%), mientras que aquellas maduras, el tamaño



promedio de los ovocitos vitelados fue de 731  $\mu$ m (CV=2,6%). El tamaño de los ovocitos fue independiente del tamaño de la hembra (valor P>0,05, **Figura 62**).



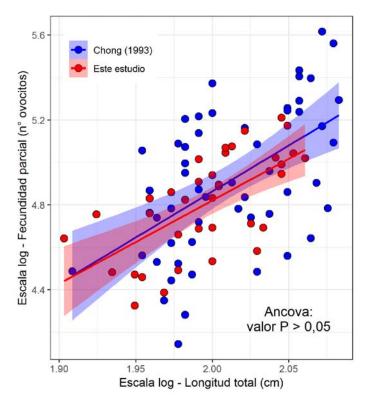
**Figura 61.** Fecundidad relativa estimada por la longitud total y peso eviscerado. El área azul corresponde el intervalo de confianza del 95%. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46.



**Figura 62.** Relación entre el diámetro del ovocito y tamaño de la hembra. El área azul corresponde el intervalo de confianza del 95%. Datos colectados durante octubre-noviembre de 2018, proyecto FIPA 2017-46.



Finalmente, la **Figura 63** muestra una comparación de la fecundidad parcial entre las hembras de congrio dorado de aguas interiores y exteriores. El ANCOVA señaló que el intercepto y la pendiente fueron homogéneos entre ambas zonas (valor P>0,05), lo cual significa que la fecundidad parcial a una talla específica no varió entre la estimada en aguas interiores por este estudio y aguas exteriores reportada por Chong (1993).



**Figura 63.** Comparación de la relación transformada en log entre la fecundidad parcial y longitud total estimada por dos fuentes de estudios. El área azul y roja corresponde el intervalo de confianza del 95%.

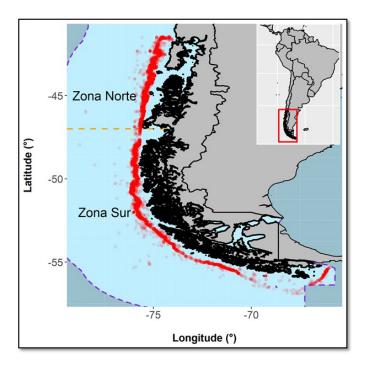


# 4.4- OBJETIVO ESPECIFICO 4

Los resultados de este análisis están divididos en palangre y arrastre de acuerdo al tipo de arte de pesca. Existe un mayor de detalle de análisis en el caso del palangre, debido a que éste es el único índice usado en la evaluación de stock, donde el arrastre no es utilizado desde el año 2016 debido a la recomendación de revisión por pares internacionales (Francis, 2015).

# 4.4.1. Palangre

A continuación, se muestra una figura con los datos utilizados. En total se utilizó la información correspondiente a 23.694 lances (zona norte: 8.158; zona sur: 15.536), procedentes de 55 barcos pesqueros donde se identificó la presencia de 24 especies (**Figura 64**).

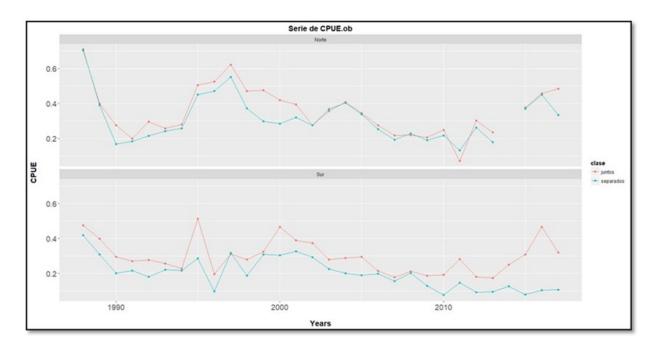


**Figura 64.** Mapa correspondiente a los lances con congrio dorado en las capturas históricas de la pequería de palangre.



#### 4.4.1.1 Análisis de sensibilidad.

El primer análisis de sensibilidad se lleva a cabo al comparar la forma que toman los rendimientos nominales ya sea teniendo una táctica de pesca idéntica para todos los años agrupados (juntos), en comparación con una donde la asignación de tácticas de pesca pueda variar a través de los años.



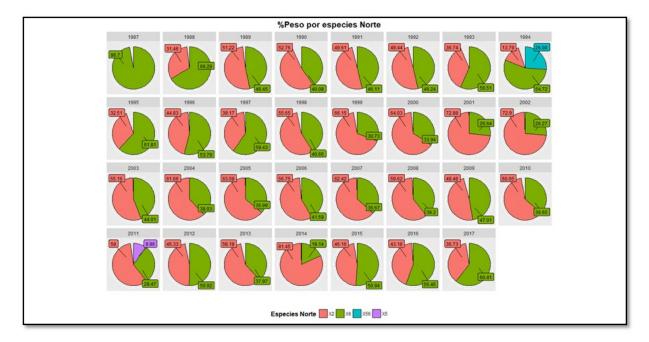
**Figura 65.** Análisis de sensibilidad para las tácticas de pesca considerando los años agrupados (juntos) o variable entre años (separado).

En la **Figura 65** ambas series de CPUE nominal muestran una tendencia general muy similar excepto en la zona norte entre 1999-2001 y para los últimos 4 años de la data en el caso de la zona Sur. Se observan diferencias en la escala de estas dos series de CPUE nominal, siendo la CPUE nominal extraída del análisis aplicado a toda la serie de datos junta mayor que la correspondiente a años separados. Sin embargo, estas diferencias de escala no son importantes desde el punto de vista del uso de la CPUE como indicador de abundancia.

La diferencia en tendencias obtenidas mencionada anteriormente es indicativa de que el modelo por años juntos no capta cambios de intencionalidad de pesca que se hayan podido producir entre diferentes años. En base a esto, decidimos continuar el análisis con el modelo de años por separado.

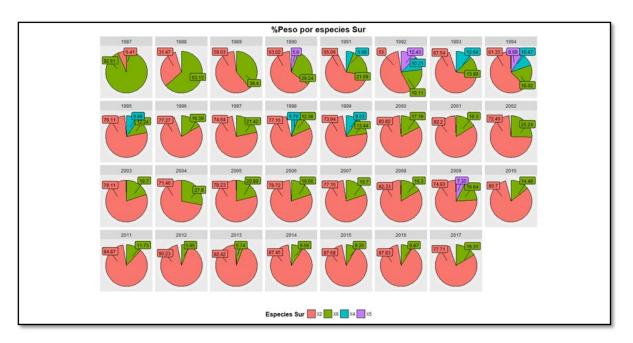


Previo a la comparación de las CPUE nominales al aplicar un número constante de clusters frente a cambiar el número de clusters para cada año, se visualizó el número de especies que aparecen con una proporción mayor al 5% en los lances de la data filtrada. Las Figuras que se muestran a continuación para la zona Norte y Sur de la PDA (**Figura 66** y **Figura 67**), son una buena forma de visualizar las principales especies capturadas en la pesquería palangrera de la PDA.



**Figura 66.** Proporción de especies presentes al 95% de la captura en la pesquería palangrera de congrio dorado zona norte PDA (X2 Merluza austral, X5 Brótula, X6 congrio dorado, X56 rayas)



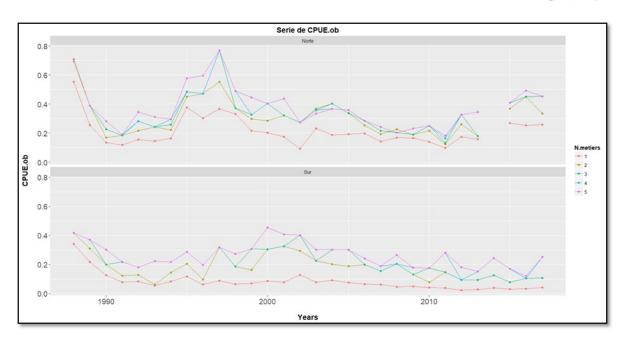


**Figura 67.** Proporción de especies presentes al 95% de la captura en la pesquería palangrera de congrio dorado zona norte PDA (X2 Merluza austral, X5 Brótula, X6 congrio dorado, X4 merluza de cola)

Como se puede observar, en ambas zonas, las especies que aparecen con un mayor porcentaje en peso son la merluza austral (X2) y el congrio dorado (X6) para casi todos los años (**Figura 66 y Figura 67**), con la aparición de otras especies en menor proporción (X4, X5 y X56) y solo en determinados años (sobre todo en la zona sur). En base a estas figuras, se decidió aplicar el análisis variando el número de metiers (los cuales definen en cuantos clusters se corta el dendrograma) para cada año, para considerar las diferentes especies objetivo principales.

En otro análisis de sensibilidad, se modifica el número de tácticas a ser determinadas en cada año (de 1 a 5), como se observa en la **Figura 68.** 





**Figura 68.** Cambio del número de tácticas de pesca a través de los años para la CPUE considerada como objetivo.

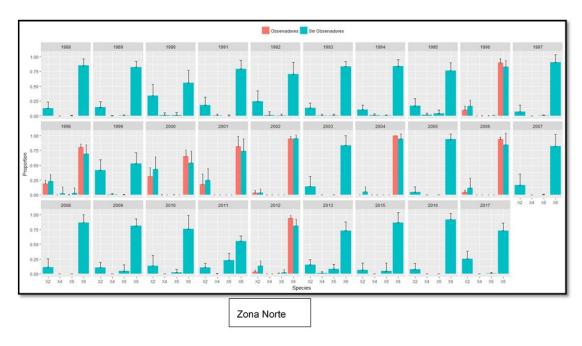
Puede observarse que la CPUE objetivo varía en escala dependiendo del número de metiers que definamos, pero las tendencias entre los diferentes modelos son muy similares, a excepción del modelo con 1 sólo clúster (**Figura 68**).

Dado que las tendencias en el número de metiers son muy similares, se seleccionó el modelo que permite la variación de metiers dependiendo del número de especies capturadas cada año. Dicho modelo permite caracterizar mejor los cambios en especies objetivo y por tanto las diferentes intencionalidades de pesca a lo largo de la serie de datos, en comparación con el establecimiento constante de 3 metiers, que presume una intencionalidad de pesca respecto al número de especies objetivo constante.

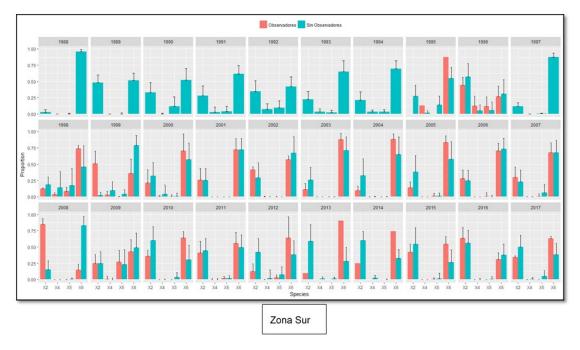
Un tercer análisis de sensibilidad estuvo basado en las posibles diferencias que se podrían encontrar al analizar las tácticas de pesca, ya sea usando la base de datos completa (bitácoras), donde se disponía de observador científico a bordo. Para la identificación de los lances con observadores científicos se procedió a cruzar las bases de datos del muestreo biológico con aquellas de bitácoras de capturas. Se consideraron con observadores a aquellos lances donde se dispone de muestreo biológico.



La **Figura 69** y **Figura 70** muestran la proporción de las principales especies capturadas por zona y años en aquellos lances dirigidos a congrio dorado con y sin observadores a bordo.



**Figura 69.** Proporción de lances con y sin observadores científicos por año. Pesquería de palangre norte PDA, las líneas verticales corresponden a la desviación estándar.



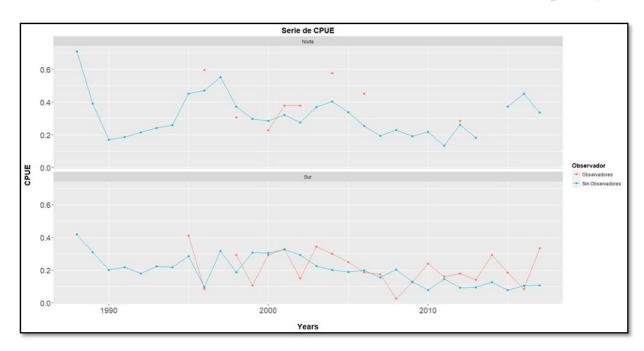
**Figura 70.** Proporción de lances con y sin observadores científicos por año. Pesquería de palangre sur PDA, las líneas verticales corresponden a la desviación estándar.



Cabe destacar la falta de observadores a bordo en la zona norte de la PDA en comparación con la Zona Sur. Antes de la aplicación del modelo, encontramos un total de 398 lances en la zona Norte, frente a 2.484 lances con observadores a bordo en la zona sur. Tras la aplicación del análisis multivariado, tan solo 139 lances fueron identificados como intencionados para congrio dorado en la Zona Norte frente a 357 en la Zona Sur. Al aplicar el análisis por años, no hay data suficiente. En la zona norte, las proporciones de las principales especies son muy similares para los lances con y sin observadores a bordo. En la zona Sur, sin embargo, se observan determinados años (e.g. 1998, 2013, 2014...), donde la proporción de congrio dorado ha sido mayor en aquellos lances con observadores a bordo. Sin embargo, no se ha comprobado estadísticamente si estas diferencias son significativas y, teniendo en cuenta las amplias desviaciones estándar cabría esperar que no fuese así.

Además, si comparamos las CPUE nominales para congrio dorado entre los lances identificados como intencionados para dicha especie con y sin observadores a bordo, podemos observar una tendencia general similar de la CPUE, aunque con algunas variaciones para determinados años. Es importante mencionar en este momento que la base de datos de observadores muestra un menor número de lances que la base de datos total (aprox. entre el 10-40%), por lo que la variabilidad mostrada en la CPUE nominal entre algunos años puede ser debida a la falta de datos (**Figura 71**).

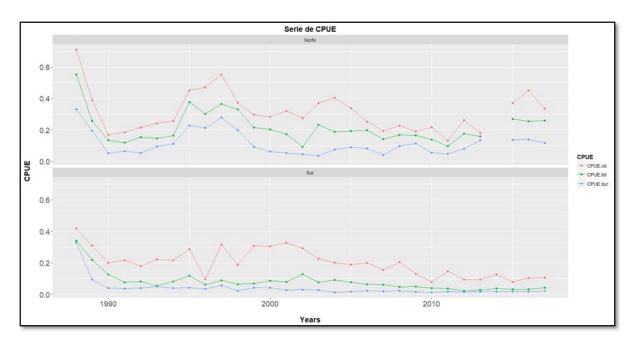




**Figura 71.** Comparación de los rendimientos nominales para congrio dorado cuando existe o no observador científico a bordo.

Como se ha mencionado anteriormente, el modelo escogido fue aquel en el que el análisis multivariado se aplica a cada año por separado y estableciendo el número de clusters en base al número de especies con una representación mayor del 5% en peso para cada año. En la **Figura 72** se pueden observar 3 series de CPUE. CPUE.ob, la cual indica la CPUE nominal del clúster identificado como intencionado a congrio dorado por el modelo, CPUE.tot, que designa la CPUE nominal usando toda la data sin aplicar el modelo multivariado y la CPUE.byc, la cual se obtiene al calcular la CPUE de congrio dorado capturado en el clúster identificado como intencionado a merluza austral.





**Figura 72.** Series temporales de CPUE objetivo (CPUE.ob), bycatch (CPUE.by) y total (CPUE.tot) resultantes del modelo seleccionado (intensión adaptiva entre años)

## 4.4.1.2. Análisis espacio-temporal

Mediante la utilización de la base de datos filtrada que presenta solo lances con capturas positivas de congrio dorado se procedió a analizar los distintos factores que pudiesen estar influyendo en los rendimientos del recurso, a nivel tanto espacial como temporal, con la finalidad de conocer que factores pudiesen influir en los cambios de abundancia del recurso en la operación en aguas exteriores de la PDA. En este sentido, se utilizaron los registros provenientes del análisis de metiers que contienen información asociada a la posición geográfica y de la profundidad del lance. Esta clasificación de pesca (metiers), permite asignar a los distintos lances de pesca la categoria de intencionalidad, identificando sí el lance fue dirigido a la captura del recurso o fue capturado como fauna acompañante. En terminos temporales, la bitacora de pesca contiene información asociada a la fecha de realización del lance, por lo que se pudieron obtener las variables Mes y Año.

Para el estudio de las variables temporales se analizó el comportamiento del número de observaciones contenidas en la bitacora de pesca y que presentaron capturas de congrio dorado asociado al año y al mes. La **Figura 73** presenta la frecuencia de observaciones de lances con captura del recurso, mostrando que han existido años con una importante actividad asociada a la remoción de esta especie, particularmente se aprecia significativa

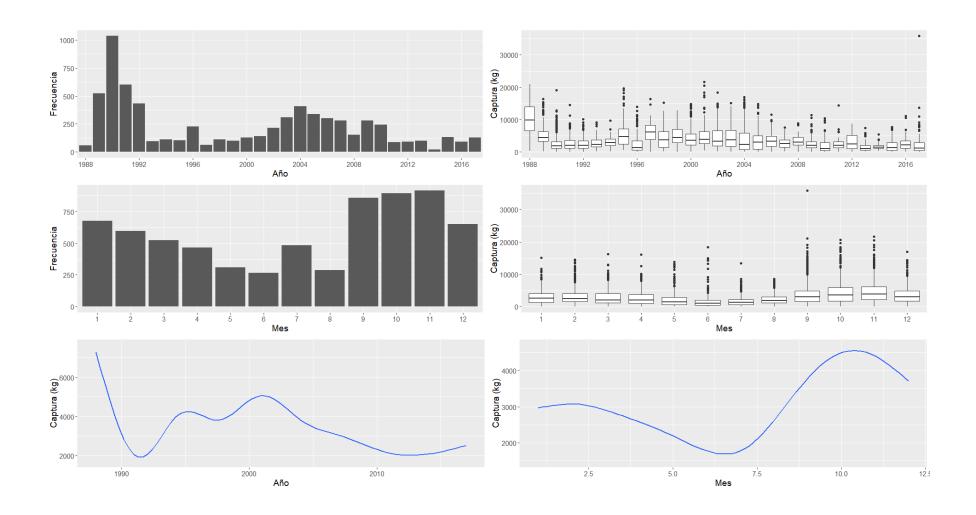


ocurrencia de lances entre los años 1989-1992, y otro periodo de más baja cuantia en terminos de actividad entre los años 2003-2010. Para la variable mes, se aprecia que en este recurso existe una marcada estacionalidad de pesca relacionada con la actividad entre los meses de septiembre a noviembre (donde se registra los niveles máximos de operación). Entre los meses de diciembre y junio, en tanto, si bien se ha observado la existencia de remociones del recurso; esta tiende a reducirse en el tiempo y ser comparativamente menos frecuente.

Los graficos de boxplot, tanto para la variable año como para el mes muestran los niveles de captura asociados a la actividad ejercida en la remoción del recurso, destacando que a nivel anual los mayores niveles de pesca se observaron entre los años 1995 y 2008. En el mismo sentido, se confirma que las mayores capturas se producen entre los meses de septiembre y diciembre.

Para estudiar el comportamiento de estas variables a nivel de tendencia, se incluye un ajuste de curvas suavizadas de las observaciones de pesca y mes/año, lo que permite apreciar los periodos temporales con mayores niveles captura en la serie analizada. Es así como se observa que los mayores niveles de captura presentan máximos en el inicio de la serie y en los años 1995, 2002; y en los meses de octubre y noviembre.



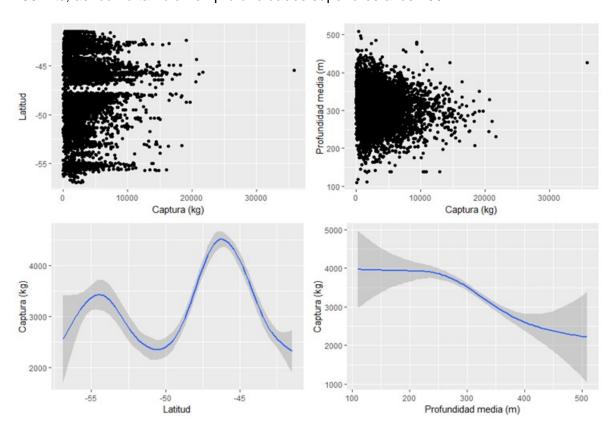


**Figura 73.** Frecuencia temporal de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería demersal austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables año y mes; y ajuste de tendencia para las variables temporales en estudio.



La **Figura 74**, presenta el resultado de las observaciones espaciales analizadas y contrastadas con los niveles de captura. En este sentido se destaca que ha existido en la serie analizada de lances con pesca de congrio dorado, una importante actividad a nivel espacial. En relación a la variable latitud, se aprecia que han existido lances a través de gran parte del área de explotación del recurso (41°-57° L.S.), y en terminos de tendencia se aprecia que exisitirían dos zonas asociadas a altos niveles de captura, llamando la atención que los máximos por zona se encontrarían entre las latitudes -45° y -47° L.S. (zona norte); y entre -52.5° -55° L.S. (zona sur).

En terminos de la profundidad media, se aprecia que existe una mayor cantidad de datos asociada a niveles en torno a los 300 metros, y en terminos de tendencia se observa mayores niveles de captura pero con una alta variabididad en profundidades entre 100 y 250 mts, así como también en profundidades superiores a los 400m.



**Figura 74.** Frecuencia espacial de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería demersal austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables latitud y profundidad; y un ajuste de tendencia para las variables en estudio.



La **Tabla 50**, muestra la frecuencia de lances asociados a las variables año y latitud, donde se observa la varibilidad temporal de las capturas de congrio dorado en la zona de estudio. Se aprecia también que en los primeros años de actividad (1988-1994), se ejerció un importante esfuerzo pesquero en toda la zona de estudio (41°- 57° L.S.), la que posteriomente (y entre lo años 1995-2017), se focaliza en latitudes entre los 43°-53° L.S. Las frecuencias máximas del periodo global, se presentarían en las latitudes 45° y 48° L.S. En relación al promedio anual de capturas (**Tabla 51**), se observa el mismo patrón espacial antes descrito, sin embargo si bien existe una importante variabilidad a través de los años, se puede observar que la media de las capturas presentaría un máximo asociado a lances con capturas de congrio entre 44° y 48° L.S.



Tabla 50. Relación de ocurrencia entre latitud y años con captura de congrio dorado en la pesquería demersal austral.

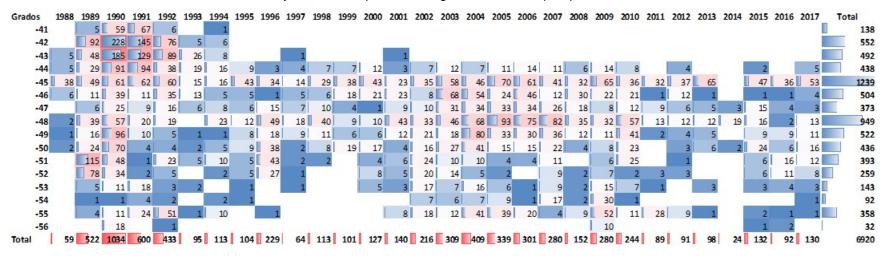
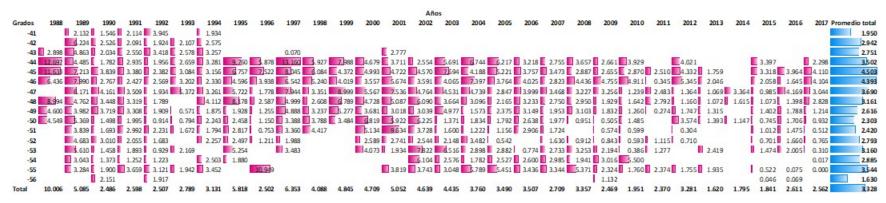


Tabla 51. Promedio de Capturas (en miles de toneladas) entre latitud y años de congrio dorado en la pesquería demersal austral.





La **Figura 75** presenta espacialmente las capturas (t.) de congrio dorado en la zona norte de la pesquería demersal austral para la información global de la serie 1988-2017, mediante el uso del paquete mapplot (Gerritsen, 2018) de R (R Core Team, 2018). Esta función nos permite, generar automaticamente grillas de análisis de captura para los datos espaciales (x=latitud, y=longitud y z=captura), y categorizar las zonas geográficas con mayores niveles de captura de la serie histórica en estudio (1988-2017). En esta Figura además se destaca, que capturas de mayor cuantia se produjeron en torno a la Isla Gumblin y sobre la península de Taitao. Cabe mencionar, que entre estas dos zonas mencionadas, también se han obtenido buenos niveles de captura; con rangos entre 1 y 1,6 mil toneladas.

# Capturas Congrio Dorado Zona Norte PDA 4 toneladas 1508 - 1645 1371 - 1508 4 1234 - 1371 1097 - 1234 960 - 1097 823 - 960 8 686 - 823 548 - 688 411 - 548 4 274 - 411 137 - 274 0 - 1378 4 -70 -80 Longitude

Figura 75. Capturas por latitud en la zona norte de la PDA en la serie histórica.



# Capturas Congrio Dorado Zona Sur PDA

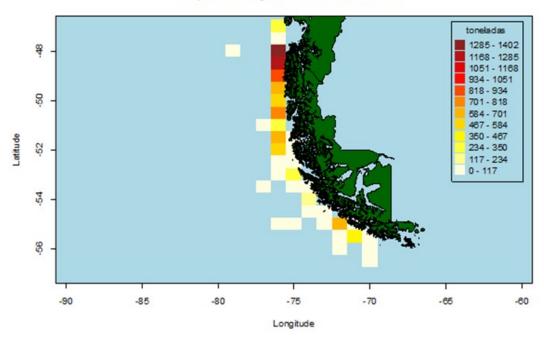


Figura 76. Capturas por latitud en la zona sur de la PDA en la serie histórica

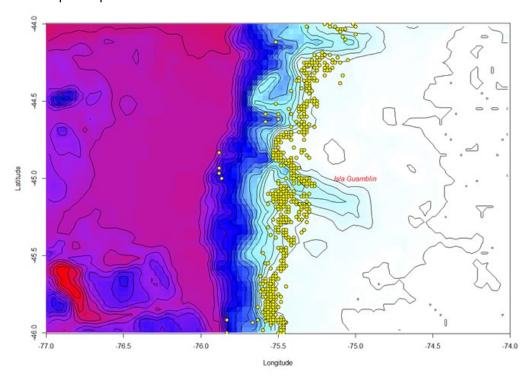


Figura 77. Lances de pesca (círculos amarillos) en la zona alrededor a la Isla Guamblin.



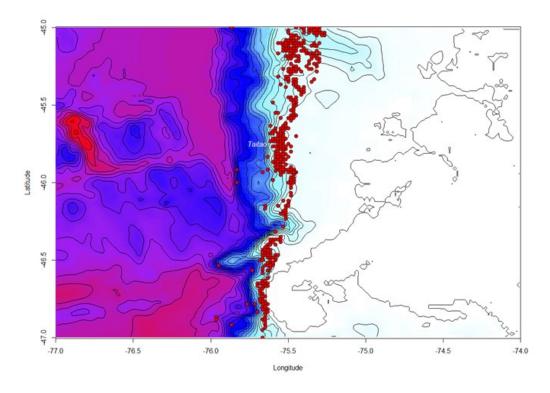


Figura 78. Lances de pesca (círculos rojos) en la zona sobre la Península de Taitao.

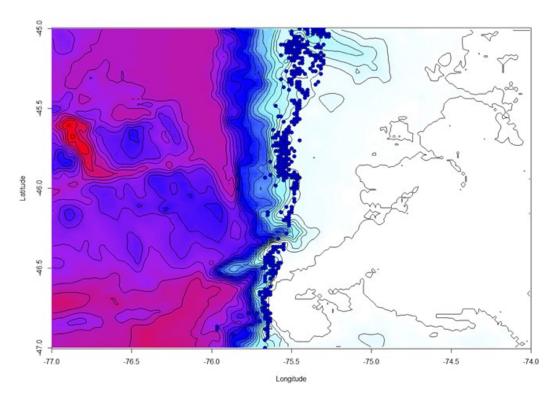


Figura 79. Lances de pesca (círculos azules) en la sur de la PDA, zona Golfo de Penas.



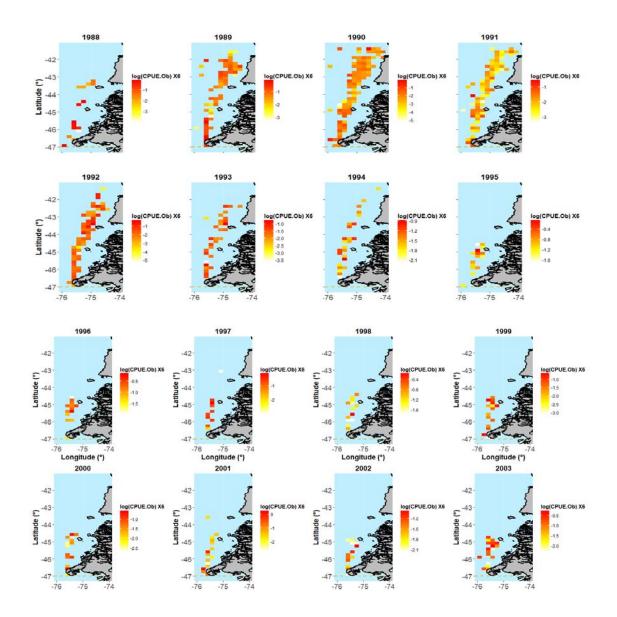
La **Figura 76**, muestra las capturas en la zona sur de la PDA, donde se presenta las grillas de captura de congrio dorado por unidad espacial. Así se destaca, que los mejores niveles de captura global se han observado en torno a las 48° de L.S, en la parte sur del Golfo de Penas. En esta extensa zona geográfica se aprecian niveles de captura máximo entre 1,2 y 1,4 mil toneladas, bajo esta grilla si bien se registra actividad pesquera, los niveles de remoción han sido de menor cuantía, alcanzando niveles totales por debajo de las 1,2 t.

La **Figura 77**, muestra la actividad de pesca (lances en color amarillo) en torno al área donde se registran uno de los niveles máximos de captura de congrio dorado en la zona norte de la PDA, y relacionado con lances en torno a la Isla Guamblin. Se presentan en la figura además las isóbatas que representan los veriles de profundidad donde se realizan las capturas del recurso (100-300 m). La **Figura 78**, presenta la otra zona individualizada con niveles altos de captura en la serie histórica, y que se encuentra en latitudes menores a la Península de Taitao. Finalmente, la **Figura 79**, presenta la zona geográfica donde se registran los mejores niveles de captura de la zona sur de la pesquería demersal austral, la cual se encuentra en latitudes al norte del Golfo de Penas.

La **Figura 80**, muestra los rendimientos de pesca nominales en la zona norte de la PDA entre los años 1988 y 2017. En esta figura se observa los cambios de rendimiento espacialmente explícitos, quedando claramente establecido que en los primeros años de la serie se encontraban buenos rendimientos de pesca (promedio nominal) a través de gran parte de la zona, ocupando casi la totalidad del área de pesca. Lo anteriormente descrito se aprecia con facilidad entre los años 1989 y 1994, con posterioridad a este último año se observa una baja en la actividad de pesca sobre los 44° L.S., que impacta en el estimador medio de rendimientos, lo que podría estar indicando un agotamiento espacial del recurso en estas latitudes. En este mismo sentido, y en años posteriores no se vuelven a tener registros de lances, ni capturas que permitan realizar cálculos de unidades de rendimiento en la unidad de captura realizadas por número de anzuelos. Entre los años posteriores a 1994, y hasta el 2010, tanto la actividad de pesca y por ende los rendimientos, presentan valores entre los 44° y 47° de L.S., apreciándose buenos rendimientos de pesca nominales. Con posterioridad al año 2010, la flota ha centrado su actividad en torno a las zonas de Guamblin y Taitao. Cabe destacar que los peores registros de rendimientos de la serie

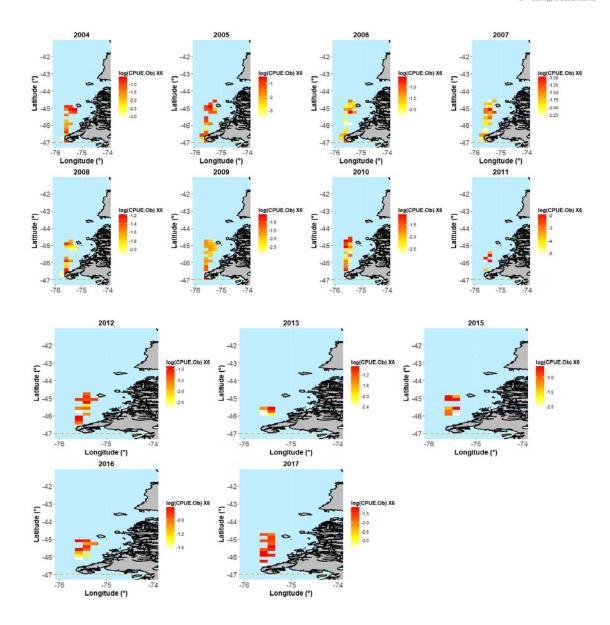


espacio temporal analizada se registran en los años 2011 y 2013, y en los últimos años de la serie se registra una mejor condición a la indicada previamente.



**Figura 80.** Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona norte de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado.



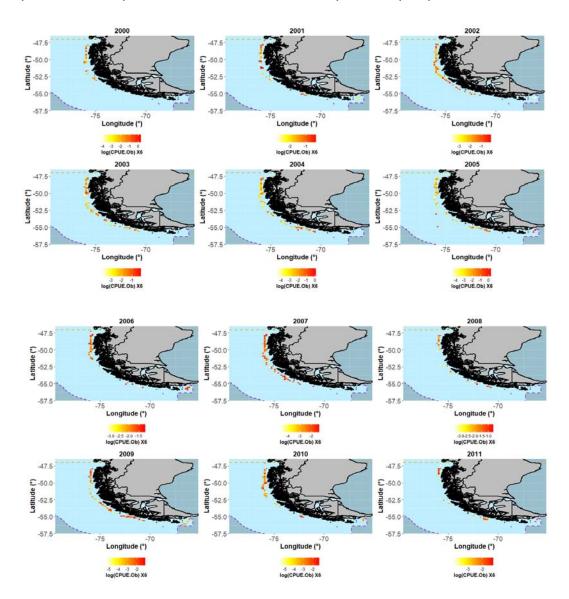


**Figura 80 (***Continuación***)**. Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona norte de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado.

La **Figura 81**, presenta los rendimientos de pesca nominal en la zona Sur de la PDA, la cual se caracteriza por presentar una expansión espacial gradual de la actividad de la flota, que llevó a ocupar gran parte de la zona geográfica entre la latitud 47° y 57° de L.S. (en los primeros tres años de la serie). Esta característica de cobertura espacial, se mantiene hasta el año 1993, año donde se concentra la actividad pesquera en focos específicos con buenos rendimientos nominales; y que desde el año 1997 se ve concentrada la flota palangrera

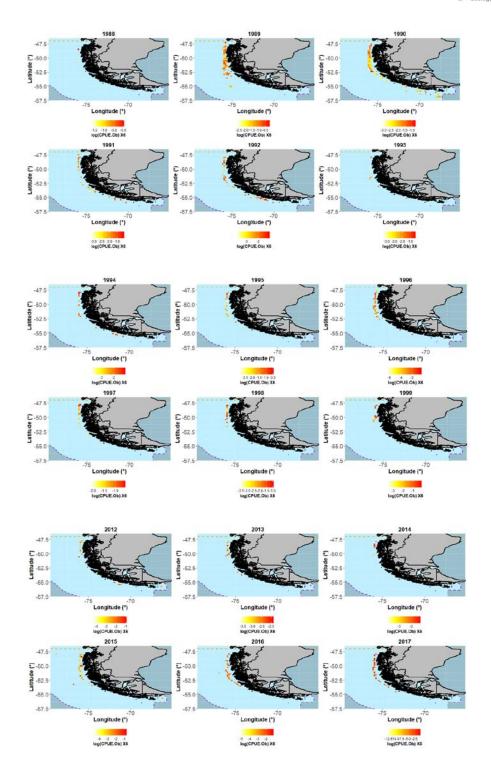


entre las latitudes 47° al 52.5°L.S. Un hecho a destacar, es que en esta zona es más difícil establecer patrones en los rendimientos nominales, aunque en gran parte de los años analizados se aprecia que los mejores resultados de captura por unidad de esfuerzo se han obtenido en la fracción norte de la zona sur de la PDA (47°-50° L.S.). En los últimos tres años de la serie se aprecia una cobertura mayor de rendimientos, por lo que espacialmente se aprecia una recuperación de la cobertura de la explotación pesquera.



**Figura 81.** Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona sur de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado.





**Figura 81 (***Continuación***).** Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona sur de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado.



# **CPUE Palangre**

La Figura 82, muestra los resultados a la modelación mediante la utilización de un modelo aditivo generalizado (GAM, Wood, 2017) a la variable logaritmizada de la captura por unidad de esfuerzo. Para la modelación de esta variable se utilizan la profundidad y la latitud, las cuales son modeladas con la utilización de suavizadores. Esta modelación de la CPUE, utiliza los elementos analizados previamente, por cuanto se reproducen vistas en perspectiva o de contorno de las predicciones del modelo GAM. Estas gráficas ratifican las variaciones espacio temporales observadas en análisis previos realizados sobre las capturas de congrio dorado, por cuanto se aprecia que existe una tendencia en los primeros años de los rendimientos del recurso con una mayor cobertura espacial de la CPUE, la cual se va concentrando a traves de los años. En relación a la variable profundidad para explicar los cambios en la CPUE en el tiempo, se observa que el modelo indica que en la mayor parte de la serie analizada los mejores rendimientos de pesca se predicen en profundidades menores a los 300 metros de profundidad.

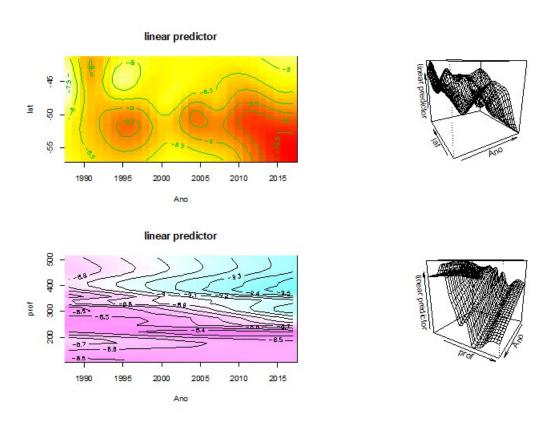


Figura 82. Modelación (GAM) de Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la PDA.



## 4.4.2. Arrastre

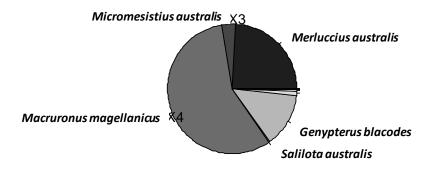
## 4.4.2.1. Determinación de intencionalidad de pesca

### Arrastre norte

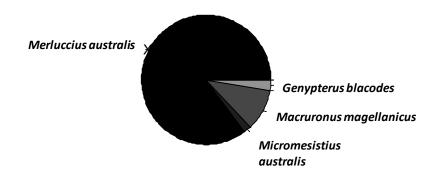
La **Figura 83**, presenta el resultado del proceso de agrupación mediante clusters, asignando en la primera agrupación estadística basada en la composición de especies a 125 registros que presentaron una mayor proporción de merluza de cola y en segunda importancia a merluza austral. Esta agrupación también presentó una importante proporción de congrio dorado. El clúster 2 a su vez, presentó una mayor cantidad de registros (210) con una proporción de especies mayoritariamente compuestas por lances de pesca con capturas de merluza del sur, seguido de merluza de cola, y en menor medida a lances con presencia de capturas de congrio dorado. Este análisis permitió determinar que los lances con una composición de especies como la que caracteriza al clúster 1, presentó la mayor proporción de congrio dorado. Por lo tanto, se consideran aquellos lances que presentan las características de composición de especies del **Cluster 1**, como los lances donde existió la intencionalidad de capturar el recurso congrio dorado.



Cluster 1: 125 registros



Cluster 2: 210 registros



**Figura 83.** Composición de captura (especies) para cada clúster que identifica la táctica de pesca en la flota de arrastre de la zona norte de la pesquería demersal austral.

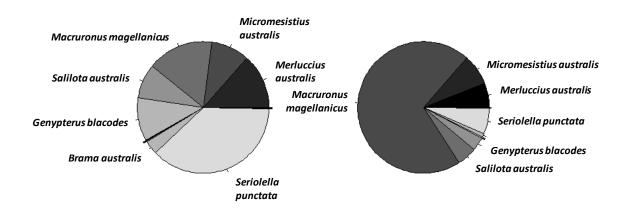
### **Arrastre Sur**

Para la información de bitácora de la zona sur que realizó la flota de arrastre, se obtuvieron dos clasificaciones: clúster 1 con 263 registros y clúster 2 con 162 registros (**Figura 84**). La primera agrupación, se caracterizó por presentar una importante proporción de lances que presentaron registros donde dominaron las capturas de cojinoba moteada (*Seriolella punctata*), además de otras especies. Lo anterior contrasta con lo obtenido en el clúster 2; el que se caracterizó por presentar una importante proporción de merluza de cola en sus



capturas. En relación al clúster que define la intencionalidad de pesca sobre el recurso congrio dorado correspondió al **Clúster 1**, clúster que presentó la mayor proporción de capturas de congrio dorado.

Cluster 1: 263 registros Cluster 2: 162 registros



**Figura 84.** Composición de captura (especies) para cada clúster que identifica la táctica de pesca en la flota de arrastre de la zona sur de la pesquería demersal austral.

4.4.2.2. A nálisis espacio temporal congrio do rado para la flota ar rastera en aguas de la pesquería demersal austral.

## Análisis temporal flota arrastre norte

La **Figura 85**, muestra un histograma con la cantidad de información por año y de los meses de operación sobre el recurso congrio dorado. De igual forma se presenta mediante gráficos (boxplot), la relación entre la captura y las variables temporales año y mes, mostrando las variaciones en las remociones del recurso en la historia de explotación de la pesquería como efecto de la aplicación del arte de pesca, red de arrastre. Así, se puede observar las variaciones temporales de captura mostrando por ejemplo que la operación presenta mejores niveles de captura entre los meses de septiembre y noviembre, en comparación



con los otros meses del año, lo que representa una clara evidencia de una pesquería con mayores niveles de captura asociada a una época o temporada de pesca específica del año. En relación a los niveles de captura en términos anuales se aprecia periodos con mayores niveles de captura que elevaron las remociones del recurso en promedio, por sobre los 1000 kilos. Un ajuste de tendencia reafirma estas observaciones mostrando periodos de captura de mayor cuantía en la remoción de congrio dorado.



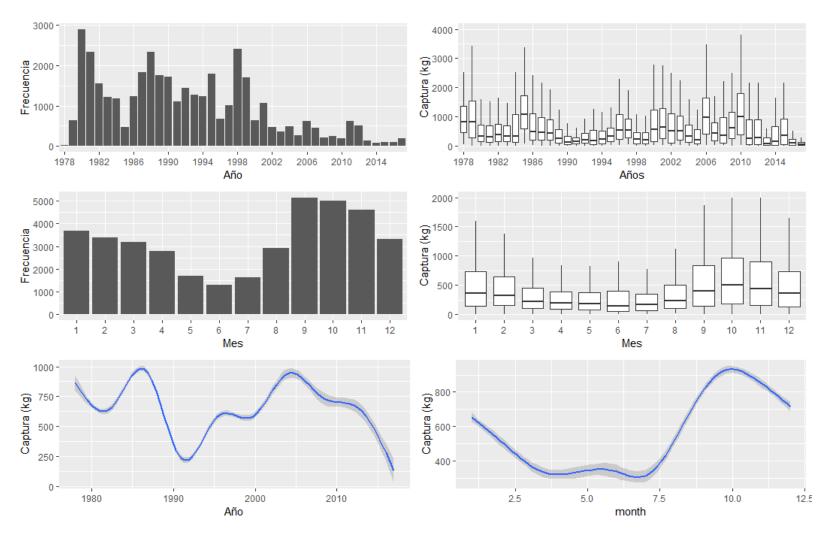
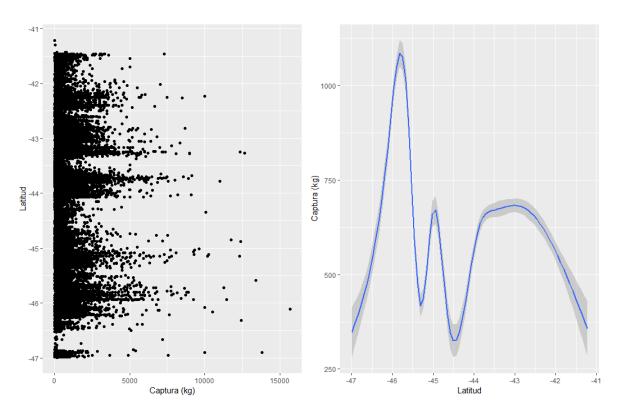


Figura 85. Frecuencia temporal de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería arrastrera demersal austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables año y mes (líneas verticales corresponde a la desviación estándar); y ajuste de tendencia para las variables temporales en estudio.



# Análisis espacial flota arrastre norte

La **Figura 86**, presenta un gráfico de frecuencia para mostrar las observaciones a nivel espacial, además de un ajuste de las observaciones de captura a nivel espacial (latitud). Este gráfico al igual a lo observado en la flota palangrera muestra una importante relación entre los niveles de captura y la posición donde se realizó la extracción del recurso. En este sentido destaca los niveles de captura asociados a la latitud 46° LS, donde se produjeron los mejores niveles de remoción del recurso (>1000 kg). En la misma línea también destacan, aunque de manera secundaria, los registros de captura realizados en torno a la posición geográfica del 45° L.S. y entre 44° y 42,5° LS. (con capturas < a 750 kg).



**Figura 86.** Frecuencia espacial (izquierda) de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería arrastrera demersal austral y un ajuste de tendencia (derecha) para las variables en estudio.

## Análisis temporal flota arrastre sur

La **Figura 87** presenta la cantidad de información por año, en términos de conocer la ocurrencia de la actividad pesquera en la zona sur de la pesquería austral. Además, se destaca que en los primeros años existió una importante actividad relacionada con la



captura del recurso; la cual ha bajado considerablemente desde el año 1996, y que se mantiene hasta los últimos años de la serie. Por otro lado, lo niveles de captura en esta zona, son de menor cuantía que lo observado en la zona norte, por cuanto en promedio las capturas presentan mayoritariamente niveles inferiores a los 1000 kg año-1. Sobre la tendencia general de la serie anual, se aprecia que el ajuste evidencia un decaimiento continuo hasta el año 1992, seguido de dos periodos con mejores niveles de captura, como se aprecia en los años: 1998-1999 y 2011.

En relación a la información a nivel mensual se puede apreciar que ha existido actividad de captura durante todo el año, con una mayor frecuencia en los meses de mayo-junio, y entre los meses de septiembre y noviembre. Por otro lado, y en términos de la captura observada de congrio dorado, se aprecia que ésta presentaría mejoras en las remociones entre los meses de junio-septiembre. Lo anterior, se ve confirmado con el análisis de tendencia, donde se aprecia la temporalidad de las capturas de congrio dorado.



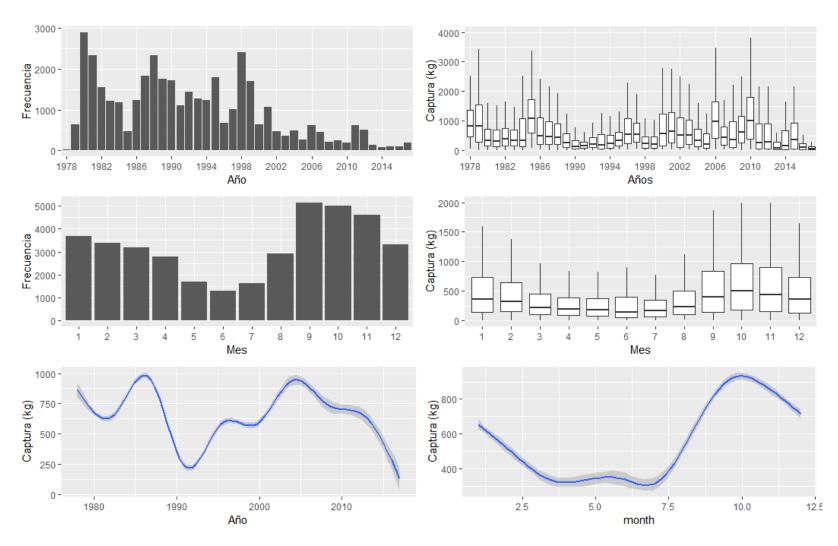
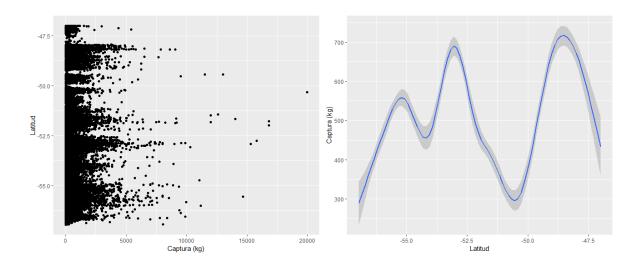


Figura 87. Frecuencia temporal de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería arrastrera demersal austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables año y mes (líneas verticales corresponde a la desviación estándar); y ajuste de tendencia para las variables temporales en estudio.



#### Análisis espacial flota arrastre sur

Al analizar tanto la frecuencia de datos con captura del recurso, como la tendencia de la captura en relación a la latitud, se aprecia que no existiría regularidad en las capturas del recurso a nivel espacial en la zona sur. Ambos gráficos nos presentan que existirían zonas más visitadas, y con mayores niveles de remoción de congrio dorado, las cuales corresponden a las obtenidas en torno a la posición 1) 48°; 2) 53° y 55° de Latitud Sur (**Figura 88**).



**Figura 88.** Frecuencia espacial (izquierda) de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería arrastrera demersal austral y un ajuste de tendencia (derecha) para las variables en estudio.

4.4.2.3. Análisis espacio temporal congrio dorado para la flota palangrera en aguas de la pesqueria demersal austral

#### Análisis temporal

La **Figura 89** presenta la frecuencia de observaciones de lances con captura del recurso, mostrando que han existido años con una importante actividad asociada a la remoción de esta especie, particularmente se aprecia significativa ocurrencia de lances entre los años 1989-1992, y otro periodo de más baja cuantía en términos de actividad entre los años



2003-2010. Para la variable mes, se aprecia que en este recurso existe una marcada estacionalidad de pesca relacionada con la actividad entre los meses de septiembre a noviembre (donde se registra los niveles máximos de operación). Entre los meses de diciembre y junio, en tanto, si bien se ha observado la existencia de remociones del recurso, esta tiende a reducirse en el tiempo y ser comparativamente menos frecuente.

Los mayores niveles de capturas se producen entre los meses de septiembre y diciembre. Es así como se observa que los mayores niveles de captura presentan máximos en el inicio de la serie y en los años 1995, 2002, y en los meses de octubre y noviembre.



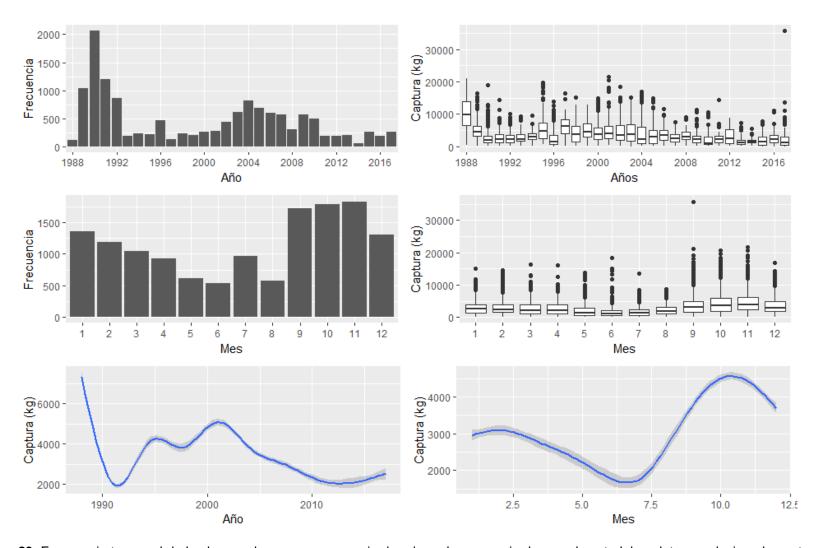


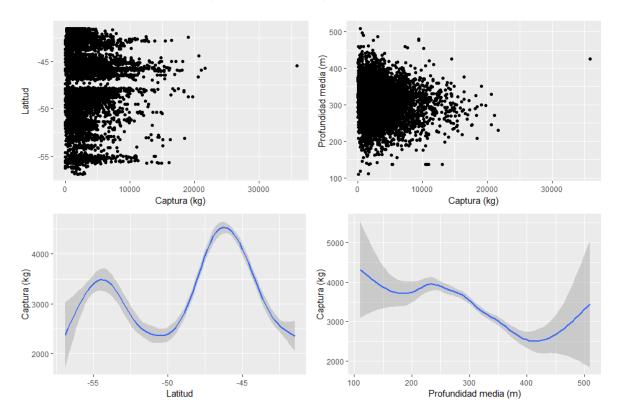
Figura 89. Frecuencia temporal de los lances de pesca con congrio dorado en la pesqueria demersal austral, boxplot que relaciona la captura de congrio dorado con las variables año y mes; y ajuste de tendencia para las variables temporales en estudio.



## **Analisis Espacial**

La **Figura 90**, presenta el resultado de las observaciones espaciales analizadas y contrastadas con los niveles de captura. En este sentido se destaca que ha existido en la serie analizada de lances de pesca con pesca de congrio dorado, una importante actividad a nivel espacial. En relación a la variable latitud, se aprecia que han existido lances a través de gran parte del área de explotación del recurso (41°-57° L.S.), y en términos de tendencia se aprecia que exisitirían dos zonas asociadas a altos niveles de captura, llamando la atención que los máximos por zona se encontrarían entre las latitudes -45° y -47° L.S. (zona norte); y entre -52.5° -55° L.S. (zona sur).

En términos de la profundidad media, se aprecia que existe una mayor cantidad de datos asociada a niveles en torno a los 300 metros, y en términos de tendencia se observa mayores niveles de captura, pero con una alta variabididad en profundidades entre 100 y 250 m., así como también en profundidades superiores a los 400m.

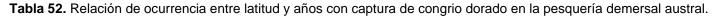


**Figura 90.** Frecuencia espacial (izquierda) de los lances de pesca con congrio dorado en la pesquería demersal austral y un ajuste de tendencia (derecha) para las variables en estudio.



La **Tabla 52**, muestra la frecuencia de lances asociado a las variables año y latitud, donde se observa la varibilidad temporal de las capturas de congrio dorado en la zona de estudio. Se aprecia también que en los primeros años de actividad (1988-1994), se ejerció un importante esfuerzo pesquero en toda la zona de estudio (41°- 57° L.S.), el que posteriomente (y entre lo años 1995-2017), se focaliza en latitudes entre los 43°-53° L.S. Las frecuencias máximas del período global, se presentarían en las latitudes 45° y 48° L.S. En relación al promedio anual de capturas (**Tabla 53**), se observa el mismo patrón espacial antes descrito, sin embargo, si bien existe una importante variabilidad a través de los años, se puede observar que la media de las capturas presentaría un máximo asociado a lances con captuas de congrio entre 44° y 48° L.S.





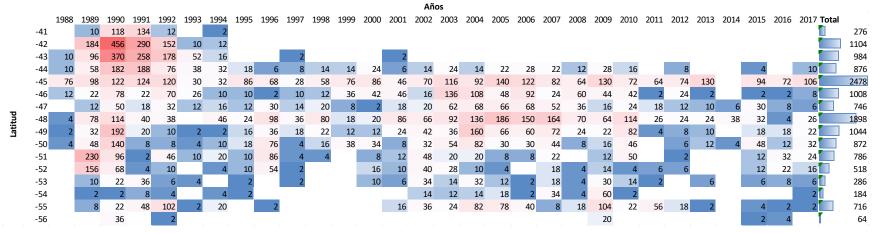
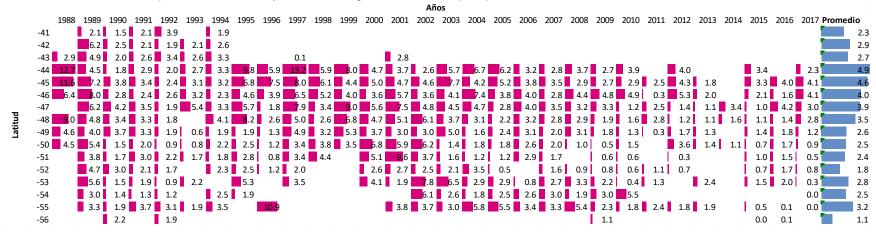


Tabla 53. Promedio de capturas entre latitud y años de congrio dorado en la pesquería demersal austral.





La **Figura 91** presenta espacialmente las capturas (t.) de congrio dorado en la zona norte de la pesquería demersal austral de la información global de la serie 1988-2017. En esta figura además se destaca, que capturas de mayor cuantía se produjeron en torno a la Isla Guamblin y sobre la península de Taitao. Cabe mencionar, que entre estas dos zonas mencionadas, también se han obtenido buenos niveles de captura; con rangos entre 2 y 2,8 toneladas.

#### Capturas Congrio Dorado Zona Norte PDA 4 toneladas 3017 - 3291 2742 - 3017 42 2468 - 2742 2194 - 2468 1920 - 2194 1645 - 1920 43 1371 - 1645 1097 - 1371 823 - 1097 Latitude 4 548 - 823 274 - 548 0 - 274 45 46 4 -80 -75 -70 Longitude

Figura 91. Capturas por latitud en la zona norte de la PDA en la serie histórica 1988-2017.

La **Figura 92**, muestra las capturas en la zona sur de la PDA, donde se presenta las grillas de captura de congrio dorado por unidad espacial. Así se destaca, que los mejores niveles de captura global se han observado en torno a las 48° de L.S, en la parte sur del Golfo de Penas. En esta extensa zona geográfica se aprecian niveles de captura máximo entre 2,5 y 2,8 mil toneladas, bajo esta grilla si bien se registra actividad pesquera, los niveles de remoción han sido de menor cuantía, alcanzando niveles totales por debajo de las 2,5 t.



#### Capturas Congrio Dorado Zona Sur PDA

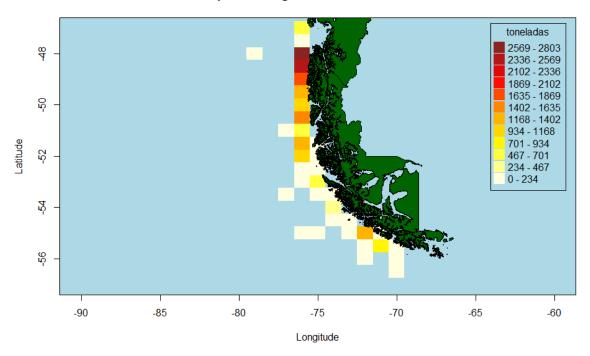


Figura 92. Capturas por latitud en la zona sur de la PDA en la serie histórica 1988-2017.

La **Figura 93**, muestra la actividad de pesca (lances) en torno al área donde se registran uno de los niveles máximos de captura de congrio dorado en la zona norte de la PDA, y relacionado con lances en torno a la Isla Guamblin. Se presentan en la figura además las isóbatas que representan los veriles de profundidad donde se realizan las capturas del recurso (100-300 m). La **Figura 94**, presenta la otra zona individualizada con altos niveles de captura en la serie histórica, y que se encuentra en latitudes menores a la Península de Taitao. Finalmente, la **Figura 95**, presenta la zona geográfica donde se registran los mejores niveles de captura de la zona sur de la pesquería demersal austral, la cual se encuentra al oeste del Golfo de Penas.



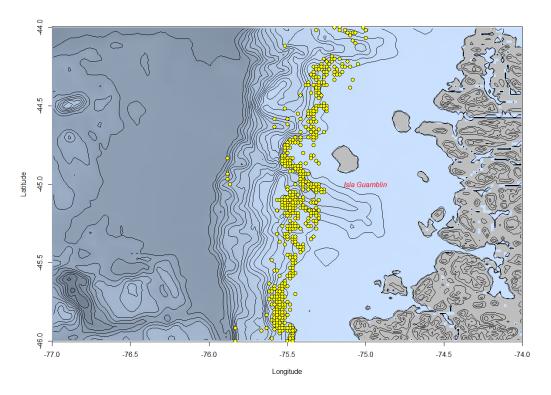


Figura 93. Lances de pesca (círculos amarillos) en la zona alrededor a la Isla Guamblin.

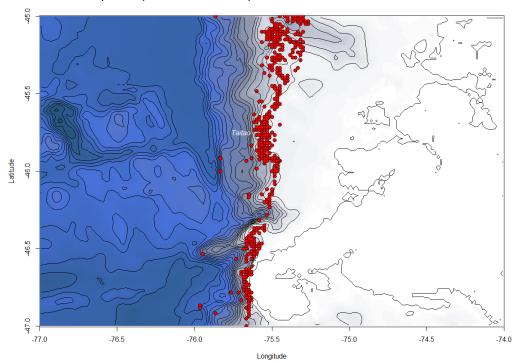


Figura 94. Lances de pesca (círculos rojos) en la zona sobre la Península de Taitao.



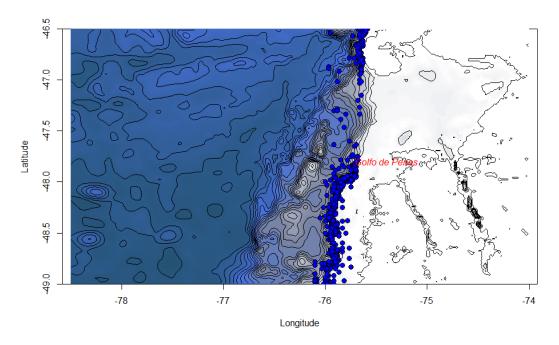
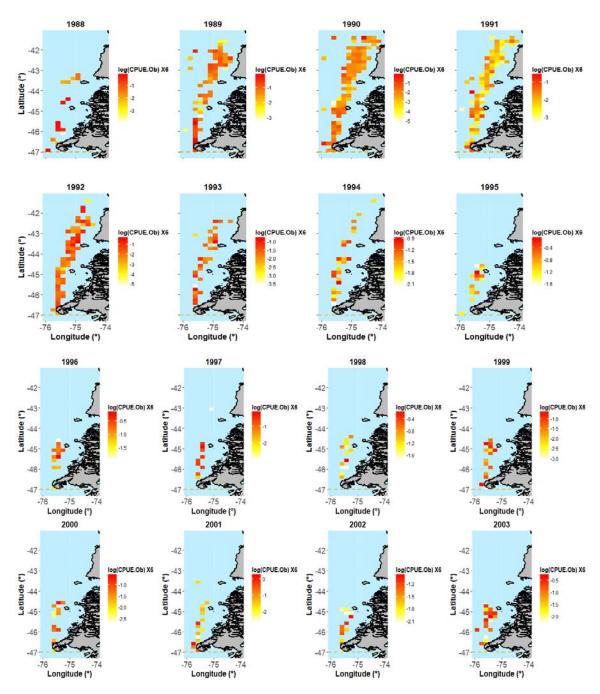


Figura 95. Lances de pesca (círculos azules) en la sur de la PDA, zona Golfo de penas.

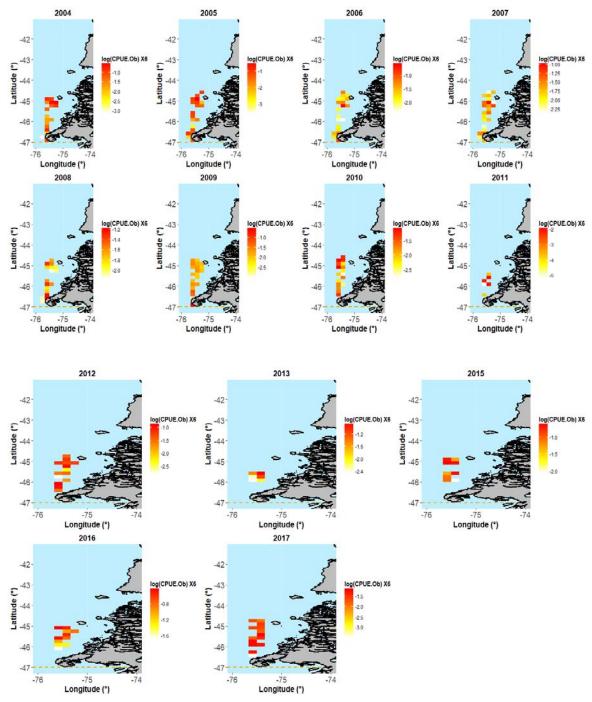
La Figura 96, muestra los rendimientos de pesca nominales en la zona norte de la PDA entre los años 1988 y 2017. En esta figura se observa los cambios de rendimiento espacialmente explícitos, quedando claramente establecido que en los primeros años de la serie se observaban buenos rendimientos de pesca (promedio nominal) a través de gran parte de la zona, ocupando casi la totalidad del área de pesca. Lo anteriormente descrito se aprecia con facilidad entre los años 1989 y 1994, con posterioridad a este último año se aprecia una baja en la actividad de pesca sobre los 44° L.S. que impacta en el estimador medio de rendimientos, lo que podría estar indicando un agotamiento espacial del recurso en estas latitudes. En este mismo sentido, y en años posteriores no se vuelven a tener registros de lances, ni capturas que permitan realizar cálculos de unidades de rendimiento en la unidad de captura realizadas por número de anzuelos. Entre los años posteriores a 1994, y hasta el 2010, tanto la actividad de pesca y por ende los rendimientos, presentan valores entre los 44° y 47° de L.S., apreciándose buenos rendimientos de pesca nominales. Con posterioridad al año 2010, la flota ha centrado su actividad en torno a las zonas de Guamblin y Taitao. Cabe destacar que los peores registros de rendimientos de la serie espacio temporal analizada se registran en los años 2011 y 2013, y en los últimos años de la serie se registra una mejor condición a la indicada previamente.





**Figura 96.** Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona norte de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado.





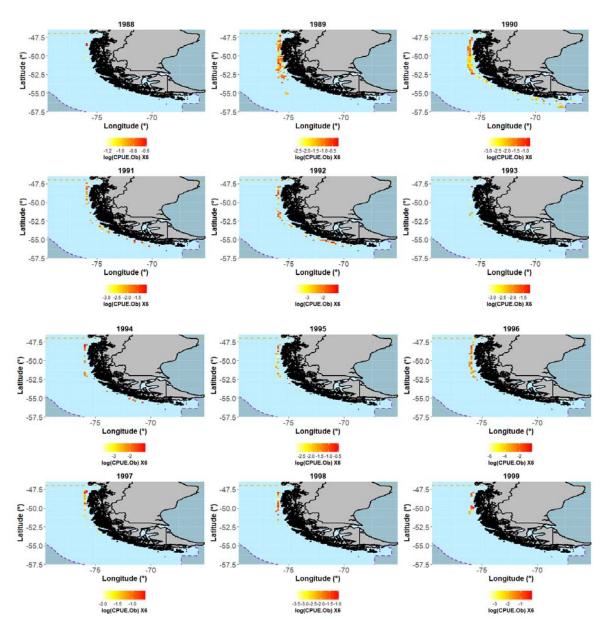
**Figura 96** *(Continuación)*. Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona norte de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado.

La **Figura 97**, presenta los rendimientos de pesca nominal en la zona Sur de la PDA, la cual se caracteriza por presentar una expansión espacial gradual de la actividad de la flota, que llevó a ocupar gran parte de la zona geográfica entre la latitud 47° y 57° de L.S.



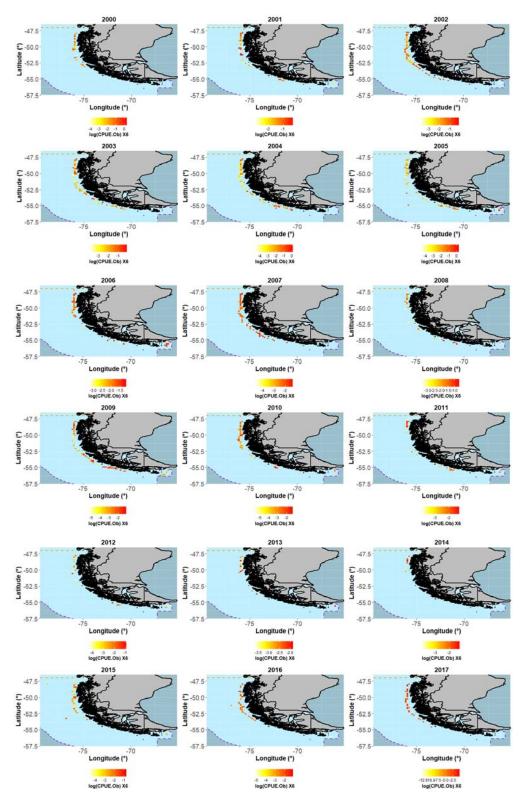
pesquera (en los primeros tres años de la serie). Esta característica de cobertura espacial, se mantiene hasta el año 1993, año donde se concentra la actividad pesquera en focos específicos con buenos rendimientos nominales; y que desde el año 1997 se ve concentrada la flota palangrera entre las latitudes 47° al 52.5°L.S. Un hecho a destacar, es que en esta zona es más difícil establecer patrones en los rendimientos nominales, aunque en gran parte de los años analizados se aprecia que los mejores resultados de captura por unidad de esfuerzo se han obtenido en la fracción norte de la zona sur de la PDA (47°-50° L.S.). En los últimos tres años de la serie se aprecia una cobertura mayor de rendimientos, por lo que espacialmente se observa una recuperación de la cobertura de la explotación pesquera.





**Figura 97.** Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona sur de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado.





**Figura 97** *(Continuación)*. Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la zona sur de la PDA por año, para lances con capturas de congrio dorado.



#### 4.4.2.4. Modelación de la captura por unidad de esfuezo para congrio dorado

La **Figura 98**, ratifica las variaciones espacio temporales observadas en análisis previos realizados sobre las capturas de congrio dorado, por cuanto se aprecia que existe una tendencia en los primeros años de los rendimientos del recurso con una mayor cobertura espacial de la CPUE, la cual se va concentrando a través de los años. Respecto de la variable profunidad en relación a explicar los cambios en CPUE en el tiempo, se observa que el modelo indica que en la mayor parte de la serie analizada los mejores rendimientos de pesca se producen en profundidades menores a los 300 metros de profundidad.

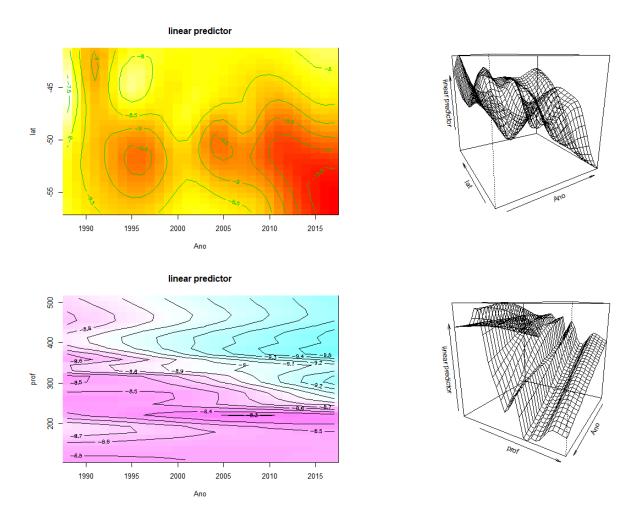


Figura 98. Modelación (GAM) de Rendimientos de pesca nominal (log(CPUE)) en la PDA.



## Estandarización Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) flota arrastrera

Relacionado con este último punto, la **Figura 99** presentó desempeño de los dos modelos GAM evaluados que consideran distintas distribuciones en la modelación de la variable respuesta CPUE. A continuación, se presenta la salida de la Anova que determina el aporte de cada variable en la predicción de la CPUE, presentando una explicación de devianza del 25.2%. Se destaca además que todos los factores predictivos alcanzan la significancia estadística.

```
> anova(model_satn)
Family: gaussian
Link function: identity
Formula:
log(cpueCongrio) ~ as.factor(year) + as.factor(month) + as.factor(vessel) +
s(latitud) + s(longitud)
Parametric Terms:
                  df F
                             p-val ue
as. factor(year)
                  39 120. 82 <2e-16
                  11 188. 91 <2e-16
as. factor(month)
as. factor(vessel) 48 29.41 <2e-16
Approximate significance of smooth terms:
              edf Ref. df
                           F
                                 p-value
s(latitud) 8.745 8.978 34.78 <2e-16
s(longitud) 8.862 8.993 28.94 <2e-16
```



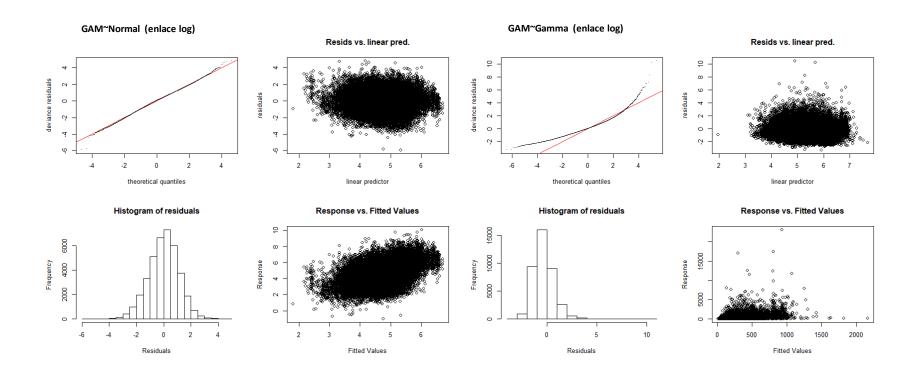


Figura 99. Diferencias en la estimación bajo dos distribuciones que permiten modelar el error de la variable CPUE, para información de la flota de arrastre de la zona norte.



La **Figura 100** presenta el índice de abundancia estimada para zona norte derivado de información de la flota arrastrera.

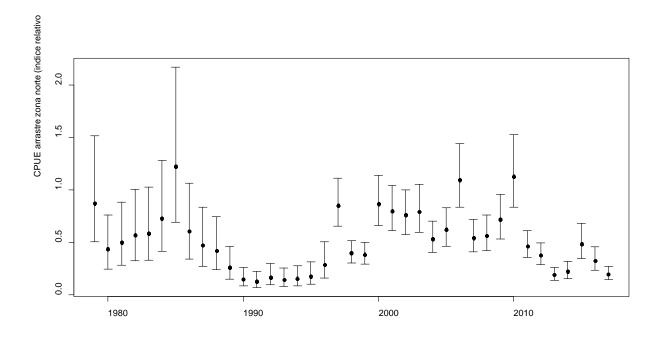


Figura 100. Índice de abundancia (relativo) flota arrastrera zona norte, periodo 1978-2017.

Para la zona sur de la pesquería austral, se utilizó el mismo procedimiento para la estimación del índice de abundancia, lo que permitió contrastar modelos con distribución normal y gama (**Figura 101**). Apreciando además que el mejor ajuste de la variable respuesta se logra considerando un error modelado con una distribución normal.



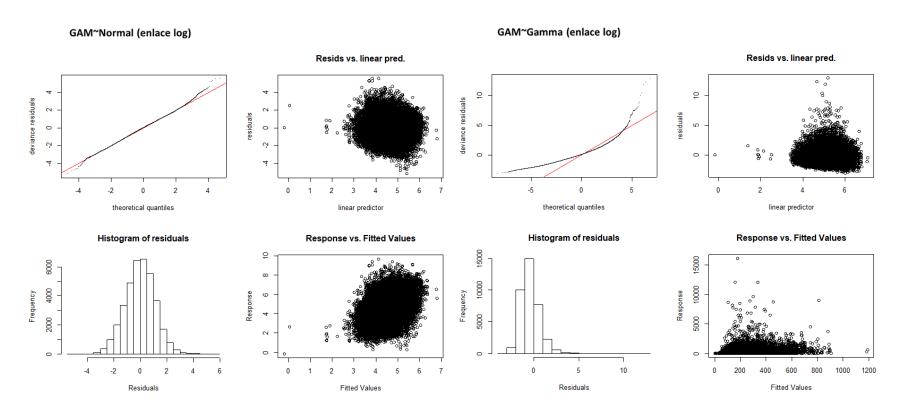


Figura 101. Diferencias en la estimación bajo dos distribuciones que permiten modelar el error de la variable CPUE, para información de la flota de arrastre de la zona sur.



A continuación, se presenta la salida de la Anova que determina el aporte de cada variable en la predicción de la CPUE, mostrando de manera similar a lo estimado en la zona norte, que todos los factores incorporados en la modelación de la variable CPUE son estadísticamente significativos.

```
> anova(model_satn)
Family: gaussian
Link function: identity
Formula:
log(cpueCongrio) ~ as. factor(year) + as. factor(month) + as. factor(vessel) +
    s(latitud) + s(longitud)
Parametric Terms:
                  df
                         F p-value
as. factor(year)
                  39 61.64 <2e-16
as. factor(month)
                 11 91. 30 <2e-16
as. factor(vessel) 34 32.11 <2e-16
Approximate significance of smooth terms:
              edf Ref. df
                              F p-value
s(latitud) 8.696 8.955 103.92 <2e-16
s(longitud) 8.543 8.930 15.32 <2e-16
```

La **Figura 102** presenta el índice de abundancia estimada para zona sur derivado de información de la flota arrastrera.



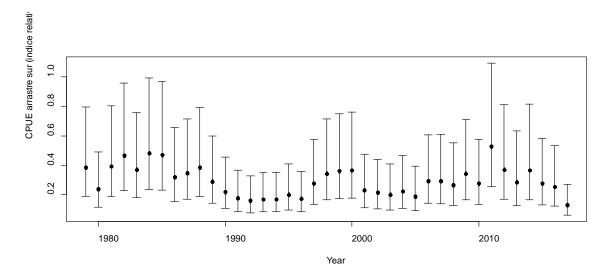


Figura 102. Índice de abundancia (relativo) flota arrastrera zona sur, periodo 1979-2017.

La **Figura 103**, resume los índices de abundancia estimados para la flota arrastrera tanto en la zona norte como en la zona sur de la PDA. Si bien se destaca que las magnitudes son diferentes en ambas áreas de pesca, también es posible apreciar cierta sincronía en los cambios de tendencia que permiten inferir qué procesos tanto de reducción, como de crecimiento poblacional estarían ocurriendo en toda la distribución del recurso en las aguas demersales australes.

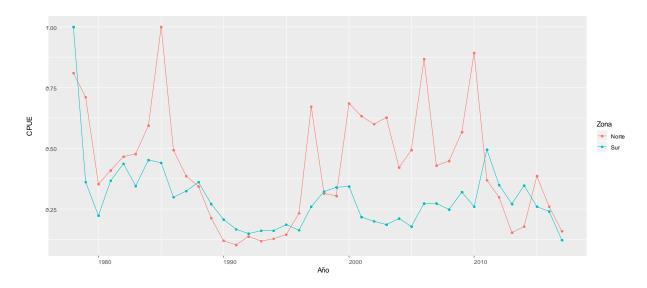


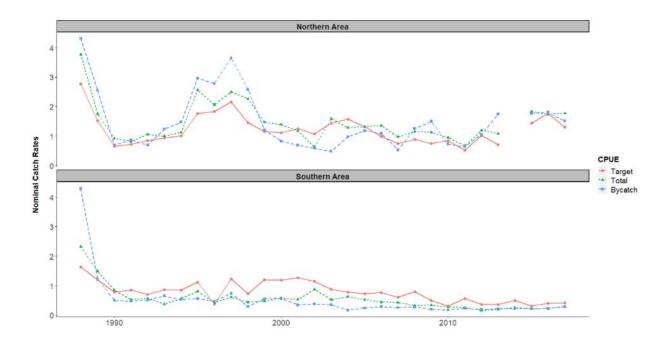
Figura 103. Índice estandarizado abundancia (relativo) por zona flota arrastrera, periodo 1978-2017.



## Estandarización Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) flota Palangrera

#### 1. Rendimientos nominales

La **Figura 104**, muestra los rendimientos nominales obtenidos para los tres tipos evaluados de fuentes de información. Se destaca en esta figura que los rendimientos promedio por zona de pesca presentan distintas tendencias, así mientras en la zona norte los rendimientos presentan mayores fluctuaciones a través de la serie 1988-2017, en la zona sur los rendimientos se mantienen mucho más homogéneos y regulares.



**Figura 104.** Rendimientos nominales por zona de pesca de congrio dorado, donde se incluyen si el lance es considerado como Objetivo, como fauna acompañante (Bycatch) o sin información de intencionalidad (Total).

#### 2. Estandarización Zona norte

Para la realización del procedimiento estadístico que permite generar un índice de abundancia desde datos de bitácora se utiliza, de manera inicial una estimación que permite evaluar el modelo de error que mejor predice la variable respuesta (CPUE). En los mismos términos se aprecia que el mejor ajuste se logra con el error del modelo que utiliza la distribución gama (model\_satg), error que será utilizado en los sucesivos modelos.



> AIC(model\_satn,model\_satg)

df AIC

model\_satn 80.30107 8461.420

model\_satg 74.74602 7116.291

La **Figura 105**, muestra las diferencias en la estimación bajo dos distribuciones que permiten modelar el error de la variable CPUE, en este sentido se utilizaron distribuciones Gama y Gaussiana (normal), y se determinó que, el que reproduce de mejor forma, tanto la variable respuesta como los residuos de este ajuste al modelo, corresponde a distribución Gama.



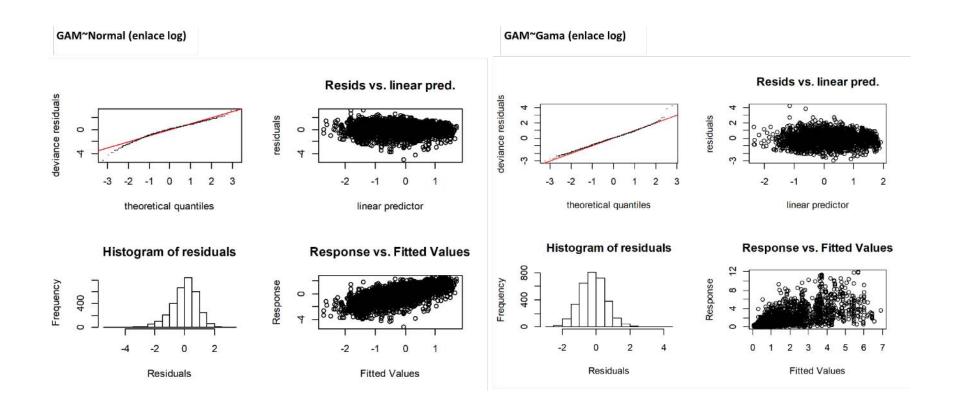


Figura 105. Diferencias en la estimación bajo dos distribuciones que permiten modelar el error de la variable CPUE, para información de la flota de palangre de la zona norte.



## Selección de modelos palangre norte

La **Tabla 54**, presenta los resultados obtenidos para los modelos que intentan predecir la abundancia de congrio dorado en la zona norte de la pesquería demersal austral. Para la realización de este contraste se evaluó el desempeño de tres modelos de distintas familias como son GLM, GAM y GLMM. En términos generales se utilizaron los mismos factores predictivos, como son: el Año, Mes, Barco, Latitud y Longitud. De igual forma se puede comentar que todos los modelos evaluados presentaron un buen desempeño en la predicción de la CPUE, y el que presentó el mejor desempeño estadístico correspondió al modelo GAM que utiliza suavizadores para las variables espaciales (AIC= 7116). Este modelo además presentó una devianza explicada del 46,7%, y un coeficiente de determinación (ajustado) de 40%.

**Tabla 54.** Desempeño en la predicción de la CPUE flota palangrera en la zona norte, se incluye grados de libertad (df) y criterio de información de Akaike (AIC).

Familia	Modelo	df	AIC
GLM	Cpue~Año+Mes+Barco+Latitud+longitud	70	7189
GAM	Cpue~Año+Mes+Barco+s(Latitud)+s(longitud)	75	7116
GLMM	Cpue~Año+Mes+Latitud+Longitud, efecto aleatorio=Barco	44	8705

A continuación, se presenta la salida de la Anova que determina el aporte de cada variable en la predicción de la CPUE, donde se presenta el grado de significancia estadística de cada uno de los factores utilizados en la predicción del modelo, que utiliza la información donde el lance tuvo como objetivo capturar congrio dorado por medio de la determinación de la intencionalidad de pesca.

Family: Gamma

Link function: log

Formula:

CPUEt ~ as.factor(year) + as.factor(month) + as.factor(vessel) + s(latitud) + s(longitud)

Parametric Terms:



df F p-value

as.factor(year) 28 31.41 <2e-16

as.factor(month) 11 75.75 <2e-16

as.factor(vessel) 27 12.73 <2e-16

Approximate significance of smooth terms:

edf Ref.df F p-value

s(latitud) 5.743 6.890 9.727 8.66e-12

s(longitud) 1.003 1.006 0.138 0.712

La **Figura 106**, presenta los efectos parciales de cada uno los factores empleados en la modelación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), señal estandarizada para producir un índice de abundancia en la zona norte de la unidad de pesquería.



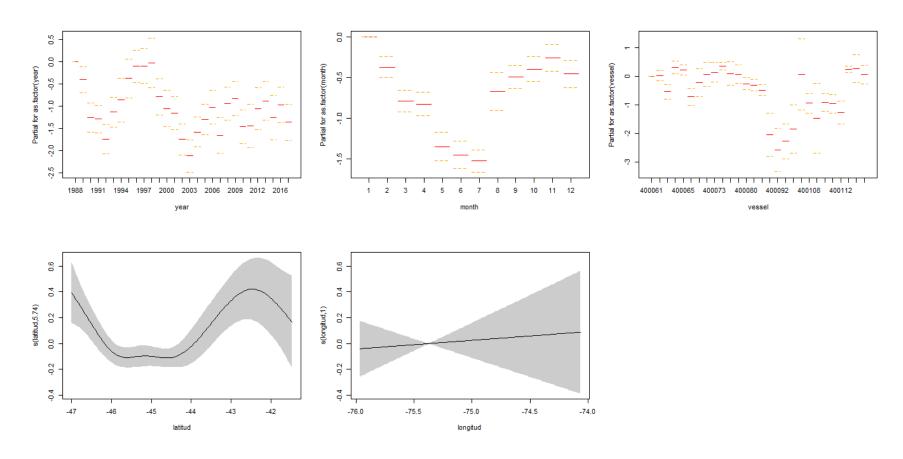


Figura 106. Efectos parciales del ajuste de la CPUE mediante la utilización de un modelo aditivo generalizado.



La **Figura 107** presenta el índice de abundancia estimada para zona norte derivado de la información de la flota palangrera, considerando además el tipo de lance o estrategia de pesca en la estandarización (Tipos).

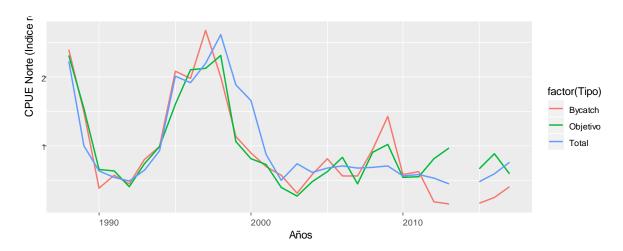


Figura 107. Índice de abundancia (relativo) flota palangrera zona norte, periodo 1988-2017.

# Estandarización palangre sur

Al Igual a lo realizado en la zona norte, se realizó para la zona sur la selección de modelos de estructuras de error que presentaran el mejor desempeño en la predicción de los errores (residual) y de la variable respuesta, siendo para el caso de la zona sur el modelo que utiliza una distribución normal el que presentó mejor ajuste.

La **Figura 108**, muestra las diferencias en la estimación bajo dos distribuciones que permiten modelar el error de la variable CPUE, en este sentido se utilizaron distribuciones Gama y Gausiana (normal), y se determinó que, el que reproduce de mejor forma, tanto la variable respuesta como los residuos de este ajuste al modelo, correspondió al modelo con distribución normal.



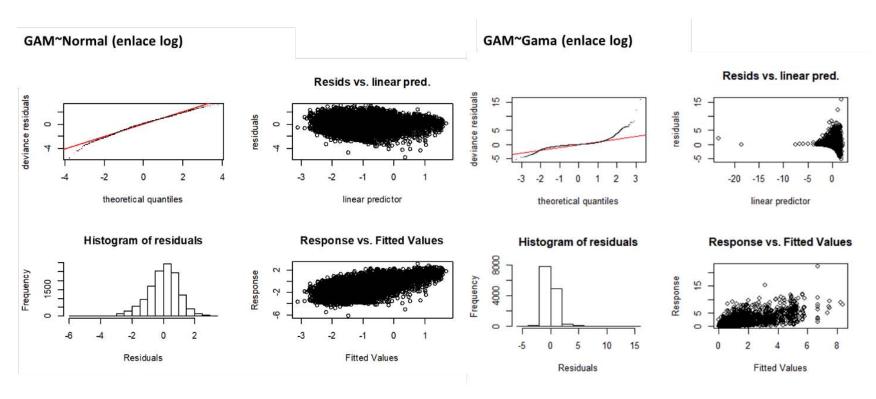


Figura 108. Diferencias en la estimación bajo dos distribuciones que permiten modelar el error de la variable CPUE, para información de la flota de palangre de la zona sur.



## Selección de modelos palangre sur

La **Tabla 55**, presenta los resultados obtenidos para los modelos que intentan predecir la abundancia de congrio dorado en la zona sur de la pesquería demersal austral. Para la realización de este contraste se evaluó el desempeño de cuatro modelos de distintas familias como son GLM, GAM (2) y GLMM. En términos generales se utilizaron los mismos factores predictivos, como son: el Año, Mes, Barco, Latitud y Longitud. De igual forma, y al igual a lo realizado en la zona norte se incluyó un modelo con variables Barco con efecto aleatorio. En relación al modelo que presentó el mejor desempeño correspondió al modelo GAM que utiliza suavizadores para las variables espaciales (AIC= 9011), y que fue levemente mejor al modelo que incluyó una interacción entre las variables temporales. Este modelo además presentó una devianza explicada del 50,1%, y un coeficiente de determinación (ajustado) de 49,8%. En este modelo además, se destaca que ambas variables espaciales como son la latitud y la longitud presentan un ajuste significativo.

**Tabla 55.** Desempeño en la predicción de la CPUE flota palangrera en la zona sur, se incluye grados de libertad (df) y criterio de información de Akaike (AIC).

Familia	Modelo	df	AIC
GLM	Cpue~Año+Mes+Barco+Latitud+longitud	70	10480
GAM	Cpue~Año+Mes+Barco+s(Latitud)+s(longitud)	105	9011
GAM	Cpue~Año*Mes+Barco+s(Latitud)+s(longitud)	349	9020
GLMM	Cpue~Año+Mes+Latitud+Longitud, random=Barco	45	37833

> anova(model\_chose)

Family: gaussian

Link function: log

Formula:

CPUEt ~ as.factor(year) + as.factor(month) + as.factor(vessel) + s(latitud) + s(longitud)

Parametric Terms:

df F p-value

as.factor(year) 29 114.62 <2e-16

as.factor(month) 11 112.35 <2e-16



as.factor(vessel) 46 19.57 <2e-16

Approximate significance of smooth terms:

edf Ref.df F p-value s(latitud) 8.762 8.974 72.60 <2e-16 s(longitud) 8.877 8.990 13.74 <2e-16

La **Figura 109**, presenta los efectos parciales de cada uno los factores empleados en la modelación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), obtenidas con el modelo GAM, y que permite para producir un índice de abundancia en la zona sur de la unidad de pesquería.



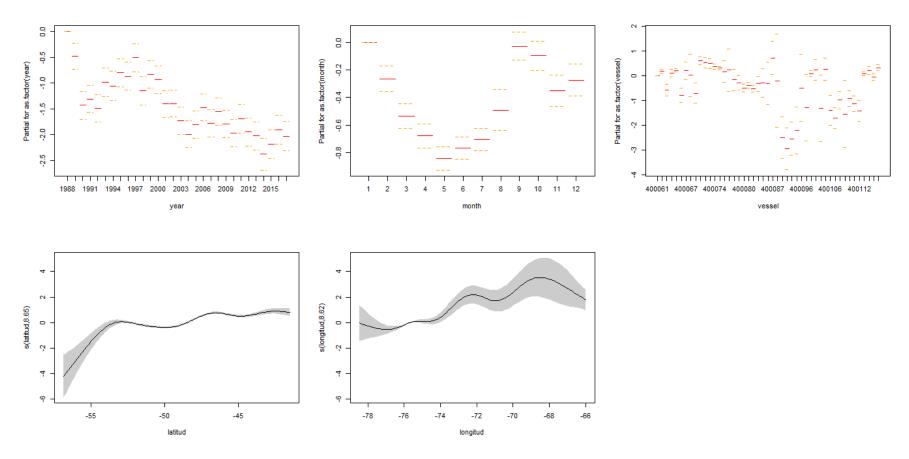


Figura 109. Efectos parciales del ajuste de la CPUE mediante la utilización de un modelo aditivo generalizado.



La **Figura 110** presenta el índice de abundancia estimada para la zona sur derivado de la información de la flota palangrera, considerando además el tipo de lance o estrategia de pesca en la estandarización de la CPUE (Tipos).

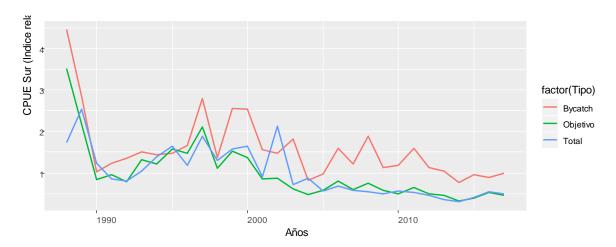


Figura 110. Índice de abundancia (relativo) flota palangrera zona sur, periodo 1988-2017.



## 4.5- SOBRE OFERTA

Una vez que todos los contornos se han capturado con alta calidad, se pueden extraer los datos numéricos que caracterizan la forma de los contornos y que fueron analizados mediante métodos estadísticos, que describiremos más adelante.

- Se aplicaron los respectivos análisis de Fourier y Wavelets. Cabe mencionar que antes del uso de Wavelets, todos los otolitos son rotados a lo largo del eje más largo y se considera el área igual para todos.
- Se aplicó análisis multivariado para determinar si hay diferencias significativas entre regiones/zonas.

Para su obtención, se utilizó ShapeR (Libungan & Pálsson, 2015), el cual es un paquete de software de código abierto que corre bajo la plataforma de R y que está específicamente diseñado para estudiar la variación de la forma de otolitos entre las poblaciones de peces. Este paquete informático extiende los softwares previamente usados para el análisis de la forma de los otolítos, permitiendo al usuario extraer automáticamente líneas de contorno de un gran número de imágenes, realizar el suavizado para eliminar píxeles de ruido, elegir entre realizar una transformada de Fourier o una Wavelet a los contornos y visualizar la forma media. Las salidas del paquete son independientes de los coeficientes de Fourier o de Wavelet, los cuales pueden ser importado directamente a una amplia gama de edades en el paquete estadístico R, de hecho, el paquete podría resultar útil en estudios de cualquier objeto dimensional.

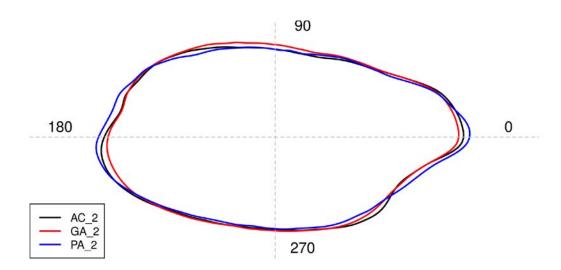
Finalmente, como se describió anteriormente, existen tres grupos muestrales tomadas en dos pedriódos de tiempo distintos, por lo que que aquí en adelante usaremos la siguiente nomenclatura: AC\_1 para referirnos a las muestras de congrio dorado tomadas en Achao (X región) entre Mayo y Junio, AC\_2 para las muestras tomadas entre Octubre y Noviembre; GA\_1 para referirnos a las muestras de congrio dorado tomadas en Gala (XI región) entre Junio y Julio, GA\_2 para las muestras tomadas en Noviembre; PA\_1 para referirnos a las muestras de congrio dorado tomadas en Islas Charles (XII región) entre Junio y Julio, PA\_2 para las muestras tomadas en Octubre.

## 4.5.1. Promedio de los contornos



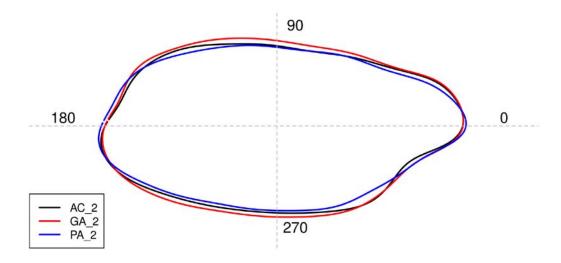
Como se venía indicando anteriormente, los resultados del análisis morfométrico a los otolitos fueron más ajustados, claros y precisos utilizando Wavelets en vez de Fourier. Esto se produjo trabajando en las muestras por separado como en conjunto. A modo de ejemplificar lo realizado y con el ánimo de no saturar con demasiados gráficos se presentará lo realizado preferentemente a la segunda muestra poblacional, y cuando se estime conveniente se realizará para todos los casos.

A continuación, en la Figura 111, se presenta el promedio de los contornos de los otolitos de las poblaciones de congrio dorado (AC 2, GA 2, PA 2). Para ello se reconstruyeron las formas mediante Wavelets. Los números representan los ángulos de orientación de las figuras en grados, basados en coordenadas polares. Antes de la transformación Wavelet, la rotación de todos los otolitos se colocan horizontalmente a lo largo del eje más largo de los otolitos y el área se establece igual en todos (área = 1). Las coordenadas polares se recogen dibujando un eje polar (radial) horizontalmente desde el centroide del otolito (es decir, la media de las coordenadas x e y del contorno) hacia la derecha, que corresponde al ángulo de 0 ° del contorno del otolito (Figura 111). Desde el Ángulo de 0°, los radiales se recogen en sentido contrario a las aquias del reloj hacia el ángulo de 360° con ángulos equidistantes entre radiales sucesivas. Los coeficientes de Wavelet se obtienen usando las funciones wd y wr en el paquete wavetresh (Nason, 2012). Para Fourier, la técnica de Fourier elíptica normalizada es realizado usando las funciones iefourier y efourier (Claude, J. 2008) los cuales normalizan los otolitos, teniendo en cuenta tamaño y rotación, y además, reúnen los coeficientes. Diez niveles de wavelet dan un total de 64 coeficientes de wavelet con el wavelet menos asimétrico de Daubechies (Gencay et al., 2001) y 12 armónicos dé 45 coeficientes de Fourier elípticos normalizados (48-3 = 45, los primeros tres coeficientes se omiten, debido a la estandarización en relación con el tamaño, rotación y punto de partida).



**Figura 111.** Forma media de los otolitos basada en la reconstrucción Wavelet para las poblaciones de Achao (AC\_2, n = 72), Gala (GA\_2, n = 104) e Islas Charles (PA\_2, n = 23). Los números representan ángulos en grados (°) según las coordenadas polares (ver Figura 6). El centroide del otolito (centro de la cruz) es el centro de las coordenadas polares.

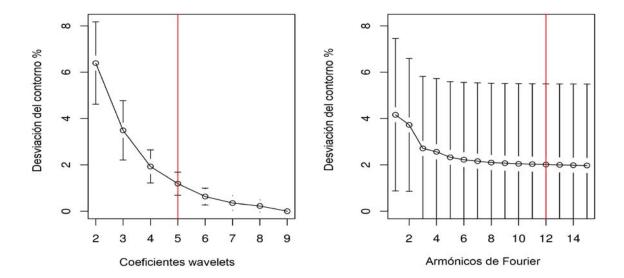
De la figura anterior, se logra apreciar cierta semejanza entre el promedio de problaciones AC\_2 y GA\_2. Los correspondientes a XII región (PA\_2) se aprecian claramente distintos. Algo similar ocurre al usar Fourier normalizado (**Figura 112**).



**Figura 112.** Forma media de los otolitos basada en Fourier elíptico normalizado para las poblaciones de Achao (AC\_2, n = 72), Gala (GA\_2, n = 104) e Islas Charles (PA\_2, n = 23). Los números representan ángulos en grados (°) según las coordenadas polares (ver Fig. 8). El centroide del otolito (centro de la cruz) es el centro de las coordenadas polares.

Al observar ambas figuras (Figuras 111 y Figura 112, respectivamente), las diferencias de desempeño entre ambos métodos son claras. Mientras la transformada de Fourier proporciona funciones en forma de senos y cosenos, que no son locales, lo que da como resultado aproximaciones pobres en bordes filosos. En cambio, la transformada Wavelet al usar funciones aproximadas que están contenidas en dominios finitos, las hace más adecuadas para aproximar bordes agudos. Esto se puede apreciar en el comportamiento de los coeficientes de ambas aproximaciones, en donde los coeficientes de las Wavelets (wavelets levels) obtenidos decrecen mucho más rápido a cero, lo que muestra la mayor precisión de estos para la descripción detallada del contorno de los otolitos. No es el caso de los coeficientes de Fourier (Fourier harmonics), en donde estos paracen tener un comportamiento asintótico, muy lejos del cero, lo que hace que sean más caros e impresisos en la aproximación, como se puede apreciar en la Figura 113 a continuación.

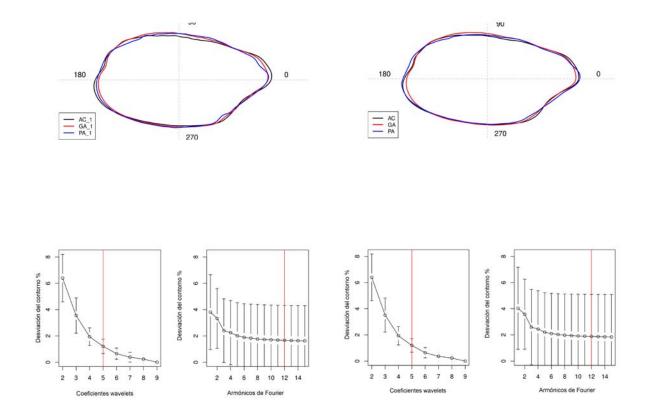




**Figura 113.** Calidad de los niveles de Wavelets y coeficientes o armónicos de Fourier, respectivamente. Las líneas verticales rojas muestran el nivel de Wavelet y el número de armónicos de Fourier necesario para una precisión del 98,5% de la reconstrucción.

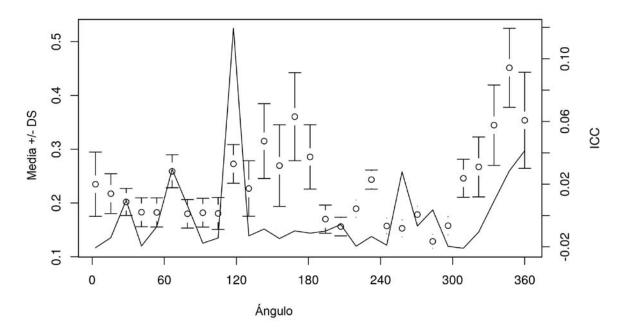
Un comportamiento similar ocurre con las otras poblaciones muestrales como se muestra de forma resumida a continuación:





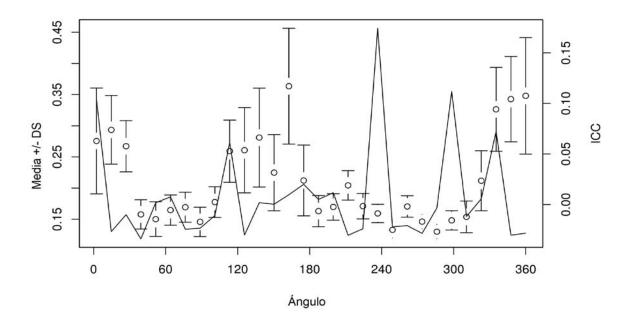
**Figura 114.** Promedios de los contornos usando Wavelets y gráficos de los coeficientes de Wavelets y armónicos de Fourier para las poblaciones AC\_1, GA\_1, PA\_1, AC, GA y PA, en la primera y segunda columna, respectivamente.

Continuando con el análisis de estas tres muestras de congrios en el sur de Chile y con la idea de corroborar con mayor precisión lo inferido de los resultados previos es que se obtuvo la media y desviación estándar (SD) de los coeficientes de Wavelet para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación intraclase (ICC, línea negra continua en **Figura 113**). El eje horizontal muestra el ángulo en grados (°) en función de las coordenadas polares (ver también la **Figura 111**) donde el Centroide del otolito es el punto central de las coordenadas polares. Para inspeccionar cómo la variación en los coeficientes de Wavelet depende de la posición a lo largo del contorno, la media y la desviación estándar de los coeficientes se pueden graficar versus el ángulo. (**Figura 115**) utilizando plotCl del paquete gplots (Warnes et al., 2014).

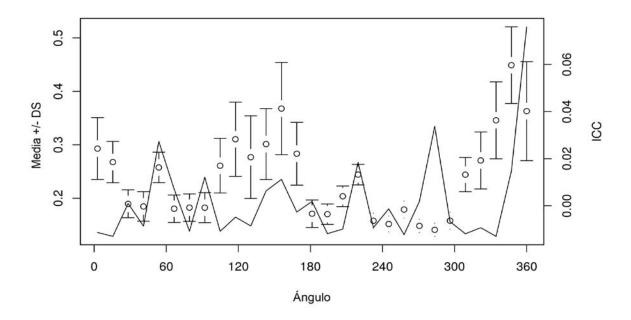


**Figura 115.** Media y desviación estándar (SD) de los coeficientes de Wavelet para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC\_2, GA\_2 y PA\_2.

Basándose en los patrones de la **Figura 115**, está claro que la mayoría de las variaciones entre los grupos se encuentran en dos áreas del otolito, los ángulos 130–180 ° y 320–360 ° (ver también **Figura 111**). Lo mismo puede apreciarse al realizar el mismo procedimiento con el primer grupo de muestreo y todas las muestras, como se puede observar en la **Figura 116** y **Figura 117**, respectivamente. Estas evidentes variaciones entre los grupos no se logran apreciar a cabalidad si uno realiza el mismo procedimiento, pero con los armónicos de Fourier, en donde la gran mayoría se ve igual, salvo en los primeros coeficientes, como se pueden apreciar en la **Figura 118**, en donde son contrastados con la media y desviación estándar de los coeficientes de Wavelets para AC\_2, GA\_2 y PA\_2, lo que viene a ratificar la mejor descripción del método de Wavelets. Esto también se ve reflejado cuando se consideran todas las muestras AC, GA y PA, como se muestra en la **Figura 119**.

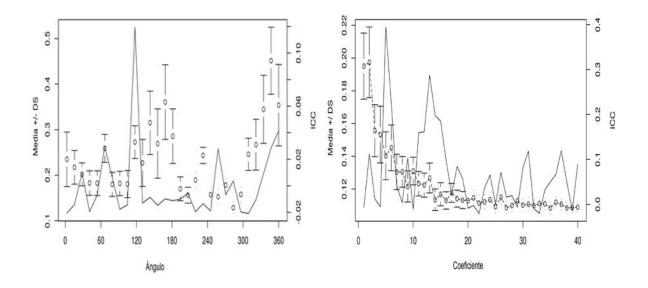


**Figura 116.** Media y desviación estándar (SD) de los coeficientes de Wavelet para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC\_1, GA\_1 y PA\_1.

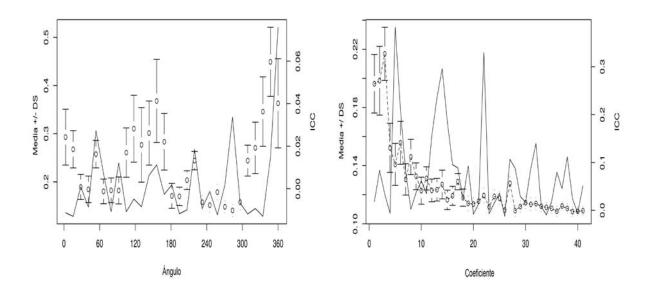


**Figura 117.** Media y desviación estándar (DS) de los coeficientes de Wavelet para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC, GA y PA.





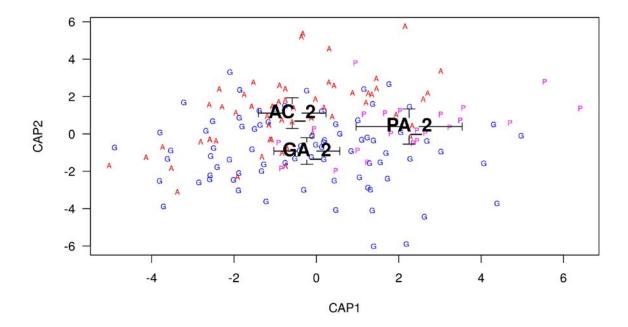
**Figura 118.** Comparación de la media y desviación estándar (SD) de los coeficientes de Wavelet y armónicos de Fourier para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC\_2, GA\_2 y PA\_2.



**Figura 119.** Comparación de la media y desviación estándar (DS) de los coeficientes de Wavelet y armónicos de Fourier para todos los otolitos combinados y la proporción de varianza entre los grupos o Correlación interclase (ICC, línea sólida negra), para AC, GA y PA.

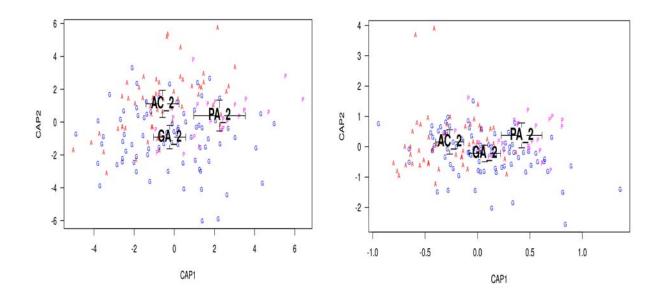


Además, para analizar la variación o diferencias en la forma de otolitos de las muestras de las tres muestras de congrio dorado (X, XI y XII regiones), se utilizó análisis canónico de coordenadas principales (Canonical Analysis of Principal Coordinates - CAP, ver Anderson & Willis, 2003) con los coeficientes de Wavelet/Fourier. En la Figura 120 se muestran las puntuaciones canónicas en los dos primeros ejes discriminatorios CAP1 y CAP2 usando coeficientes Wavelets. Las letras negras representan el valor canónico medio. Para cada población, Achao (AC\_2), Gala (GA\_2) e Islas Charles (PA\_2) y las letras más pequeñas representan peces individuales que muestran la primera letra de cada muestra. El intervalo que rodea los valores canónicos medios presenta un error estándar (media +/- 1SE). En la Figura 121 se compara con la distribución usando coeficientes de Fourier. La misma comparación se muestran para los grupos de muestreo (AC\_1, GA\_1, PA\_1) y (AC, GA y PA) en las Figuras 122 y 123, respectivamente.

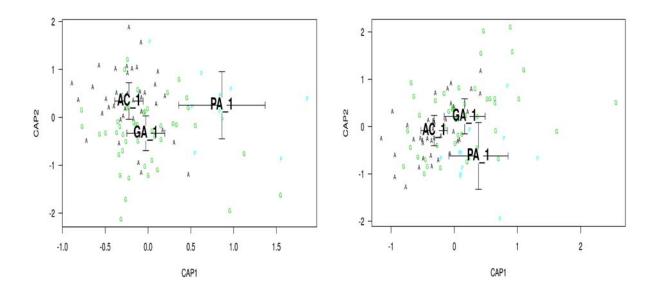


**Figura 120.** Variación o diferencias en la forma de otolitos de las muestras de las tres poblaciones de congrio dorado usando CAP con los coeficientes de Wavelets para AC\_2, GA\_2 y PA\_2.



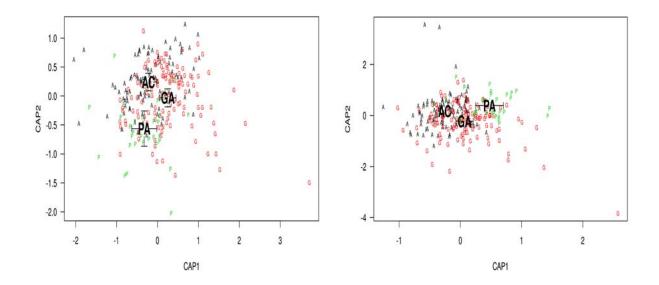


**Figura 121.** Comparación de la variación o diferencias en la forma de otolitos de las muestras de las tres poblaciones de congrio dorado usando CAP con los coeficientes de Wavelets y Fourier, respectivamente, para AC\_2, GA\_2 y PA\_2.



**Figura 122.** Comparación de la variación o diferencias en la forma de otolitos de las muestras de las tres poblaciones de congrio dorado usando CAP con los coeficientes de Wavelets y Fourier, respectivamente, para AC\_1, GA\_1 y PA\_1.





**Figura 123.** Comparación de la variación o diferencias en la forma de otolitos de las muestras de las tres poblaciones de congrio dorado usando CAP con los coeficientes de Wavelets y Fourier, respectivamente, para AC, GA y PA.

En los tres casos, ambas figuras (muestras de congrio dorado) se logra apreciar una clara superposición o en este caso, similitud en la forma de los otolitos entre los peces de las zonas de Achao y Gala como ya lo hemos notado anteriormente (ver **Figura 111**). Además, como se mencionó anteriormente, Fourier no presenta un buen desempeño, como se puede ver en las **Figuras 121** a **123**, en donde se comparan los gráficos usando CAP tanto para coeficientes de Wavelets como de Fourier.

## 4.5.2. Análisis Estadístico

Dado los resultados previos, se procedió a realizar una prueba de permutación similar a ANOVA para alisados y contornos suavizados, con el objeto de comparar la forma de los otolitos entre las tres muestras de congrio dorado. La principal razón para ello es a causa de que ANOVA se utiliza para comparar diferencias de medias entre más de 2 grupos. Lo hace observando la variación en los datos y dónde se encuentra esa variación (de ahí su nombre). Específicamente, ANOVA compara la cantidad de variación entre grupos con la cantidad de variación dentro de los grupos. En nuestro caso, los valores obtenidos para los coeficientes de Fourier y Wavelets



mediante shape R, se ingresaron en el paquete vegan (Oksanen et al., 2014). Las diferencias entre las muestras fueron testeadas usando 1000 permutaciones. Los resultados de dicho análisis se muestran en la **Tabla 56**, en donde se define como, Df: grados de libertad, SumOfSqs: suma de los cuadrados, F: pseudo valor F, Pr: proporción de permutaciones que dieron como tan grande o mayor al valor F observado, para cada prueba basada en los datos suavizados.



**Tabla 56.** Comparación de la forma de los otolitos entre las tres poblaciones de congrio dorado en el sur de Chile.

Muestras	Método	Df	SumOfSqs	F	Pr(>F)
AC_1, GA_1, PA_1	Fourier				
	Modelo	1	0.01405	2.8509	0.012
	Residual	81	0.39924		
	Wavelet				
	Modelo	2	0.05014	2.1917	0.014
	Residual	91	1.04084		
AC_2, GA_2, PA_2	Fourier				
	Modelo	2	0.02557	4.61	0.001
	Residual	156	0.43259		
	Wavelet				
	Modelo	2	6.761	4.4615	0.001
	Residual	156	118.206		
AC, GA, PA	Wavelet				
	Modelo	2	0.05998	7.7583	0.001
	Residual	249	0.96246		

Viendo las tablas, aparentemente, comparando las tres muestras analizadas, habría diferencias entre ellas. Dado estos resultados y todos los gráficos previamente obtenidos es que procedemos a realizar el estudio de ANOVA solamente a las poblacios de Achao (AC) y Gala (GA). Además, la estimación de la tasa de éxito de las clasificaciones de las poblaciones muestrales basada en el análisis discriminante lineal (Lineal Discriminant Analysis) puede ser hecho con validación cruzada (cross-validation) usando la función errorest en el paquete ipred (Peters & Hothom, 2013).



Tabla 57. Comparación de la forma de los otolitos entre las muestras de congrio dorado en Achao y Gala.

Muestras	Método	Df	SumOfSqs	F	Pr(>F)	Error de Clasificación
AC_1, GA_1						0.494
	Fourier					
	Modelo	1	0.01110	2.1903	0.045	
	Residual	81	0.41064			
	Wavelet					
	Modelo	1	0.01556	1.2991	0.218	
	Residual	81	0.97006			
AC_2, GA_2						0.4044
	Fourier					
	Modelo	1	0.01071	3.6682	0.003	
	Residual	134	0.39117			
	Wavelet					
	Modelo	1	1.488	2.0054	0.05	
	Residual	134	99.410			

A continuación, se muestra una tabla donde se calculó el error de estar considerando por separado las poblaciones de Achao, Gala e Islas Charles, considerando todas las muestras.

Tabla 58. Se muestra error de clasificación respecto a las poblaciones considerando todas las muestras.

MUETRAS	Error de Clasificación
AC comparada con GA	0.3242
AC comparada con PA	0.1811
GA comparada con PA	0.2278

Al observar la **Tabla 57**, se ve que las diferencias en las poblaciones de Achao y Gala ya no son tan claras, pues Pr(>F) nos entrega valores de 0,218 y 0,05, para cada muestra, respectivamente. En la segunda muestra se observa una mayor similitud de ambas poblaciones de peces. Esto se ve ratificado, por el hecho de que el error de haberlos clasificado como poblaciones distintas es del 49,4% en la primera población muestral y de un 40,44% en la segunda población muestral.



Pero al considerarlas todas juntas, como se observa en la **Tabla 58**, esta baja a un 32,42%. Así, se puede concluir que, si existe similitud entre ambas poblaciones, esta es muy baja, no así con la tercera población de congrio dorado proveniente de la XII región, que se aprecia claramente distinta.



## 5.- TALLERES

## 1) Taller Técnico Metodológico (Valparaíso)

Se desarrolló un taller técnico metodológico en la ciudad de Valparaíso, específicamente en la Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, el día 28 de marzo de 2018. El cual contó con la participación de 3 expertos internacionales. El Dr. Carl Donovan (U. St. Andrews), el Dr. Bruno Caneco (DMP Statistical Solutions) y el Dr. Andrés Mllessi (CIC, INIDEP), con quienes se discutió sobre diferentes aspectos que serían abordados durante la realización del presente Proyecto.

El desarrollo de la jornada se encuentra resumido en una minuta de las intervenciones de los diferentes asistentes al taller en el **Anexo III. 1.**, y la revisión de la pesquería de congrio dorado en el Atlántico que se adjunta en el **Anexo X**.

# 2) Reuniones de difusión de aspectos operativos con pescadores artesanales y comité de manejo (X, XI y XII).

Se llevaron a cabo tres reuniones de difusión de aspectos operativos de los cruceros desarrollados en las regiones X, XI y XII. Se realizaron presentaciones abarcando todos los objetivos del proyecto, pero centrándose con más detalles en los aspectos operativos. Las reuniones se desarrollaron en las direcciones zonales de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura en la X, XI, XII regiones, en las cuales se convocó a los pescadores artesanales de congrio dorado de las respectivas zonas. El foco principal de estas reuniones de difusión fue mostrarle a los pescadores en las regiones de los resultados del proyecto, así como también, recabar opiniones y sugerencias de los participantes.

La primera reunión se desarrolló el 10 de abril de 2019 en la ciudad de Punta Arenas, en la cual participaron pescadores artesanales y profesionales tanto de IFOP como de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura a nivel local. La segunda reunión tuvo lugar en Puerto Aysén el día 22 de abril de 2019, también con la participación de pescadores artesanales y profesionales de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura a nivel local. La última reunión se realizó en la ciudad de



Puerto Montt el día 24 de abril de 2019. Cabe señalar que la reunión desarrollada en la ciudad de Puerto Montt se realizó bajo una sesión del Comité de Manejo, por lo tanto, esta instancia también cumplió con la tarea de informar y discutir los resultados del proyecto con el resto de los actores involucrados en la pesquería de congrio dorado en el seno del Comité de Manejo.

El detalle de los asistentes, desarrollo y principales conclusiones de cada uno de estos talleres se encuentra en el **Anexo III. 2.** 

## 3) Taller difusión de Resultados (Valparaíso)

Como último hito comunicacional del proyecto, el día 10 de septiembre de 2019 se realiza un Taller de Difusión de Resultados en dependencias de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), en la ciudad de Valparaíso. Este taller tuvo como objetivo exponer los resultados del proyecto, primero desde una mirada holística, para después pasar a describir detalles técnicos de cada uno de los objetivos realizados. Se fueron recogiendo preguntas técnicas al termino de cada presentación, para luego finalizar con un plenario de discusión abierto.

Participaron en este taller de difusión de resultados los investigadores de CAPES-UC, TECPES-PUCV, IFOP, así como también profesionales de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura y CEPES. Todos los detalles de este taller pueden ser encontrados en el **Anexo III.3.** 

## 5. DISCUSION DE RESULTADOS

## 6.1. Delimitación de caladeros y operación

La primera parte de este proyecto estuvo centrada en la delimitación de zonas donde fuese posible llevar a cabo los experimentos de pesca. Esta delimitación de zonas estuvo basada en tres etapas secuenciales. La primera, fue una recopilación de la información georreferencia existente para congrio dorado como pesca objetivo en aguas interiores de la PDA. La mayor riqueza para este tipo de información se encontró en el programa de seguimiento del Instituto de Fomento Pesquero. Con esta base de datos, se logró construir una encuesta dirigida para recabar información respecto de las operaciones de pesca artesanales. Esta encuesta fue depurada a través de un esquema piloto realizado en la región de Aysén y posteriormente fue tomada en las 3 regiones por personal de CAPES-UC. Un tercer paso consistió en delimitar caladeros específicos con capitanes de pesca y posteriormente el macado de caladeros in situ (X y XI regiones). Este es un buen ejemplo de cómo la información histórica georreferenciada disponible desde IFOP, la encuesta como una herramienta sociológica y el trabajo con capitanes de pesca se mezclan para obtener un resultado satisfactorio. Las zonas de pesca elegidas cumplen con tres principios: (i) son zonas con historia de pesca en congrio dorado (ii) se espera seguir operando en ellas en el futuro (iii) permitan la operativa de un crucero de investigación a través de los años. Esta operativa está relacionada con aspectos climáticos, obtención de carnada, acceso de muestreadores y habitabilidad (e.g lanchas vs botes).

#### 6.2. Diseño de muestreo y geostadística

En este estudio se estimaba muestrear entre el 22 y 25% de las cuadrículas totales que se establecieron por zona, los cuales se alcanzaron en conformidad a lo comprometido, llegando al 31% de cobertura en el sector de Achao (región de los Lagos), y entre un 24% y 26% de cobertura en el sector de Gala (región de Aysén). Sin embargo, debido a la pérdida de líneas y enredos de las mismas durante el primer crucero, en la región de Magallanes se alcanzó una cobertura menor (18% de cobertura). En el segundo crucero, para hacer más eficiente las actividades de terreno debido a las dificultades meteorológicas del sector, se caló una menor cantidad de líneas, pero con mayor número de anzuelos, buscando de este modo acortar los tiempos de calado y virado y así evitar los enredos de material producidos durante el primer crucero. Así, la cobertura espacial real fue de un 19%. Lo anterior hace notar que, debido a las dificultades propias de operación en la zona de Magallanes, es necesario considerar en el diseño de muestreo la mejor



época conforme a la climatología. Al mismo tiempo, el uso de líneas más largas facilita la operación de calado y virado en términos de tiempo de operación más cortos, pero se debe tener precaución en mantener la representativididad de la zona.

En cuanto a la aplicación de geostadística instrínsica, se llevó a cabo el análisis en los sectores de Achao y Gala, sin embargo, no fue posible obtener resultados positivos en el sector de Islas Charles, donde los datos no evidenciaron estructura espacial para generar y ajustar los variogramas. Al mismo tiempo, los resultados obtenidos por geostadística y métodos tradicionales como estimadores de razón para el cálculo de la CPUE, muestran resultados muy similares tanto en la región de Los Lagos como en la región de Aysén. Por lo anterior, se considera relevante que, junto con la definición de un polígono y el cumplimiento de una cobertura espacial en el muestreo, se mantengan las mismas ubicaciones de muestreo en el tiempo de tal manera de posibilitar la comparación interanual de los rendimientos en el caso de desestimarse el uso de herramientas de geostadística para el análisis. Además, la imposibilidad de ajustar un variograma a los datos en el sector de Islas Charles, debido a los bajos rendimientos y a la ausencia de correlación espacial, deja al estimador de razón como la única herramienta en el caso de no poder realizar el ajuste de los variogramas.

El diseño de muestreo planteado consideraba como unidad de muestreo al paño de espinel, constituido por alrededor de 600 anzuelos, los cuales estaban asociados a cuadriculas de 1x1 mn. Así, a partir de cada calado/virado del espinel se obtendrían estimadores de CPUE, asociados a cada uno de los paños que conforman el espinel. Sin embargo, debido a la alta variabilidad interna que presentaron las líneas, y al análisis exploratorio realizado por medios geoestadísticos, se concluyó que la modalidad de análisis por cuadrícula enmascara esta variabilidad, generando estimaciones menos precisas para la CPUE.

Otras modalidades de análisis utilizadas fueron secciones de 300 y 100 anzuelos, las cuales evidenciaron menores errores en el análisis de correlación cruzada al trabajar con secciones pequeñas que con valores asociados por cuadrícula. Lo anterior busca minimizar la varianza del error de estimación, aumentando la cantidad de puntos analizados, caracterizando de mejor forma la distribución espacial de nuestra variable. Esto a su vez simplifica la operación en terreno debido a la dificultad de establecer de manera previa la ubicación de líneas de 600 anzuelos para maximizar la cobertura de cuadrículas.



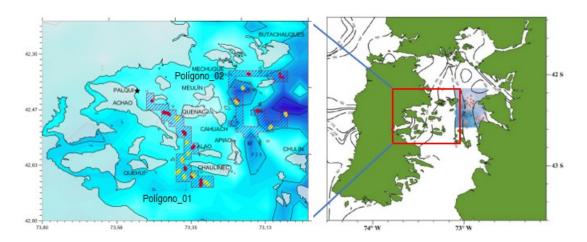
Por otro parte, la alta participación de otras especies como brótula, tiburón pintarroja y merluza del sur, podría dar pie a construir índices de abundancia para estas especies, además de la especie objetivo, cuestión que ya fue propuesta por Quiroz et al. (2012) para la evaluación piloto realizada en la X y XI regiones.

## 6.3. Capturas y rendimientos por región

# Región de Los Lagos

Las capturas de congrio dorado por línea, registradas en ambos cruceros oscilaron entre 3 y 49 ejemplares, y entre 3 y 86 ejemplares para el primer y segundo crucero, respectivamente. Las principales especies de fauna acompañante fueron el tiburón pintarroja y la brótula, en ambos cruceros. Es destacable que el congrio dorado fue la especie principal en la captura solo en algunas ocasiones, específicamente solo en dos líneas de las 12 caladas en el primer crucero y en 4 del segundo crucero, alcanzando el 17% y 34% de la captura total para la zona, en términos de número de ejemplares, lo que podría estar asociado a bajos niveles de abundancia, o bien, a problemas de efectividad del método de captura para la especie objetivo.

Bajas proporciones de congrio dorado en líneas horizontales para el sector de Achao ya habían sido registradas anteriormente por Quiroz et al. (2012), justo al este de la actual zona de estudio (**Figura 124**). En dicha evaluación los porcentajes de captura del congrio dorado oscilaron entre 0% y un máximo de 18%, con altos porcentajes de elasmobranquios como fauna acompañante (pintarroja, tollo de cachos, tollo común y raya volantín (Quiroz et al., 2012).



**Figura 124.** Ubicación de los lances de monitoreo a la izquierda proyecto actual y a la derecha el desarrollado por Quiroz et al., 2012.



En términos de rendimiento, se evidenció que las zonas visitadas presentaron rendimientos diferenciados por sector, siendo las líneas ubicados hacia el oeste (Poligono\_01) las que en términos generales presentaron mayores rendimientos. El rendimiento medio por línea para el polígono\_01 fue de 4,3 y 5,6 kg\*100anz para el crucero I y II respectivamente, mientras que para el polígono\_02 fue de 3,4 y 3,9 kg\*100anz, respectivamente. Dichos valores son mayores a los registrados por Quiroz et al. (2012), en cuyo caso el valor promedio fue de 2,4 kg\*100anz.

#### Región de Aysén

Las capturas registradas para el sector de GALA fueron de 66 y 236 ejemplares en total, para el primer y segundo crucero, respectivamente. Las principales especies de fauna acompañante fueron, brotula y cabrilla española en el primer crucero y raya volantín y tollo negro en el segundo. Anteriormente, Quiroz et al. (2012) destacan la importante captura de elasmobranquios que, en términos de captura en número, fueron superiores a las especies objetivo (congrio dorado y raya volantín). Destacaron en dicha evaluación piloto, el tollo de cachos, tollo común y tiburón pintarroja (Quiroz et al., 2012).

A diferencia de lo observado en el sector de Achao, el congrio dorado fue la especie principal en la captura, en gran parte de las líneas caladas durante el segundo crucero, mientras que durante el primer crucero el número de ejemplares capturados fue más bajo, lo que indica que durante el segundo crucero la especie objetivo estuvo más vulnerable al aparejo de pesca. Es importante exponer que, durante el segundo crucero, las labores de monitoreo se realizaron con una embarcación diferente, sin embargo, se mantiene similtud en cuanto a la cobertura, número y ubicación de los lances respecto al primer crucero.

En términos de rendimiento, el promedio por línea fue de 1,9 y 6,6 ind\*100anz para el crucero I y II, respectivamente, equivalentes a 6,4 y 22,7 kg\*100anz, evidenciando un importante incremento en las capturas entre el primer y segundo crucero. Los valores del primer crucero son similares a los registrados por Quiroz et al. (2012) en el canal Aysén, donde en promedio se alcanzaron 2,3 ind\*100anz. Al mismo tiempo, estos valores son consistentes con el promedio regional informado por IFOP para el periodo 2007-2015 que se ubica en rangos entre 6 y 11 kg\*100anz (Contreras et al., 2017), sin embargo, los rendimientos obtenidos en el segundo crucero escapan de la media y del registro histórico regional.



## Región de Magallanes

En esta región fue compleja la operación ya que se sucedieron problemas con las condiciones meteorológicas, enredos y pérdida de material, lo que interfirió con el normal desarrollo de las actividades que fueron planificadas de manera previa a cada crucero.

Las capturas registradas para el sector de ISLAS CHARLES fueron bajas, 12 y 24 ejemplares en total, para el primer y segundo crucero, respectivamente. Las principales especies de fauna acompañante fueron, en ambos cruceros brótula y merluza austral, superando en número en ambos cruceros a la especie objetivo, observándose una baja eficiencia de captura de la especie objetivo.

En términos de rendimiento, el promedio por línea fue de 0,03 y 0,6 ind\*100anz para el crucero I y II respectivamente, equivalentes a 2,8 y 2,2 kg\*100anz. Comparativamente, los rendimientos son los más bajos entre las tres zonas consideradas en este estudio. Estos rendimientos, se encuentran muy por debajo del promedio regional descrito por Contreras et al. (2017) con 7 kg\*100anz y aún más alejado del promedio obtenido por Daza et al. (2005) de 16,6 kg\*100anz. Relativamente más cercano es el rendimiento estimado por Gálvez et al. (2015), sin embargo, dicho valor se obtuvo con relativamente escasa información. Todo lo anterior, indicaría que los valores obtenidos en el presente estudio deben ser tomados con cautela.

#### 6.4. Distribución de tallas

Las tallas registradas durante ambos cruceros evidencian un gradiente latitudinal, siendo los ejemplares más grandes capturados los de CHARLES (región de Magallanes) con una talla media para el sector de 95,6 cm, mientras que en GALA y ACHAO la talla media por zona fue de 90,4 y 65,9 cm, respectivamente. Es preocupante la alta presencia (>93%) de ejemplares bajo la talla media de primera madurez sexual (90 cm; Chong (1993)) en el sector de Achao, región de los Lagos.

Lo anterior es coincidente con el registro histórico de la flota espinelera por región que expone IFOP en el seguimiento de las pesquerías demersales y aguas profundas (Gálvez et al., 2016). En dicho reporte, las tallas medias para la X región se encuentran entre 60,96 m y 77,69 cm,



similar a lo reportado en el presente estudio, destacando en casi todos los años una proporción elevada (>90%) de ejemplares bajo talla de primera madurez (Gálvez et al., 2016).

Una situación similar se registra para las regiones de Aysén y Magallanes, donde las tallas medias del crucero se encuentran dentro de los rangos registrados para cada región en el periodo 2004-2015 (Gálvez et al., 2016). La región con la menor proporción de ejemplares bajo la talla de primera madurez sexual es la de Magallanes (37%), mientras que la GALA presentó entre un 40 y 55% de ejemplaes bajo la TMS.

#### 6.5. Aspectos reproductivos

El uso de la técnica macroscópica para la asignación de estadios de madurez sexual tiene la ventaja de ser rápida y de bajo costo, permitiendo evaluar un alto número de ejemplares con mayor cobertura espacio-temporal. No obstante, su precisión depende del grado de experiencia del observador, lo cual tiende a ser subjetiva. En congrio dorado no está exenta de errores con el uso de la macroscopía, a pesar que la escala de madurez se adaptó a la especie en cuestión (Aguayo et al., 2001), todavía persiste fuentes potenciales de error, tal como el número elevado de fases o estadios (cinco estadios) y descripciones que involucra cambios de colores graduales que también conducen a la subjetividad. Brown-Peterson et al. (2011) sugirieron presentar una escala de madurez la cual no involucra cambios de colores del ovario. En merluza de cola, el mayor nivel error se cometió habitualmente entre estadios de madurez macroscópicos pertenecientes a una misma categoría inmadura o madura, demostrando lo difícil de asignar la madurez con exactitud a nivel de estadio específico (Céspedes et al., 2013). Por este motivo, el presente estudio optó reducir la escala macroscópica de seis a tres estadios en ambos sexos, inmaduro (1), maduro-activo (2-4) y maduro-inactivo (5), dado que su uso fue exclusivamente para estimar la ojiva de madurez. El trabajo realizado por el personal en terreno con la nueva escala, donde algunos de ellos asignaron estadios de madurez por primera vez, alcanzó un nivel de concordancia considerable con la histología en las hembras (k=78% [95% IC=69%; 86%]) y un nivel pobre en los machos (k=11% [95% IC=-2%; 25%]) para datos agrupados de las tres localidades. Estos demostraron que el uso de una escala simple reduce el error en la asignación de madurez, aunque la eficiencia de la macroscopía varió entre sexos, resultando menos confiable su uso en los machos, dado que cambios del desarrollo de los gametos no se expresa claramente en el tamaño, forma y color del testículo. La aplicación de la escala modificada en las hembras de congrio dorado demostró ser apropiada en el campo de estudio, pero todavía no son concluyentes, ya que su uso en este recurso o en otras especies demersales necesita ser



validada con histología para evaluar su precisión en determinar la madurez gonadal para un ciclo reproductivo anual.

La condición reproductiva de las hembras en Gala (XI Región) mostró una condición reproductiva activa, con un predominio de ovarios hidratados y en desove, mientras que la mayoría de los machos estuvieron activos reproductivamente, con señales de emisión inicial de gametos (estadio 4). En las restantes zonas, la mayoría de las hembras fueron inmaduras (inactivos y previtelogénicos) y los machos recién entrando a la maduración. Por lo tanto, el muestreo del presente estudio se ejecutó cuando los ejemplares de congrio dorado estuvieron en pleno proceso de desove por la presencia de hembras hidratadas con folículos post-ovulatorios y machos con emisión inicial de espermatozoides, sin señal de disminución de la actividad. En términos latitudinal, la incidencia de ejemplares maduros identificados en las localidas de la X y XI Regiones fue similar a la reportadas por otras fuentes de investigaciones ejecutados. En caladeros de pesca en aguas interiores, se observó una predominancia de individuos maduros en el Golfo de Ancud (X Región) durante en primavera y desde Norte de Estero Pangal hasta Seno Gala (XI Región) durante en invierno (Rubilar et al., 2000). En aguas exteriores, basado en el IGS se identificó un área de desove principal entre las latitudes 14°30'S y 47°00' (Aguayo et al., 2001).

En congrio dorado, los cambios de los valores de los tres indicadores (IGS, IHS y K) con la maduración revelaron indirectamente un patrón de adquisición de la energía para la producción de ovocitos. Las reservas del hígado no son consumidas completamente dado que el IHS se mantuvo estable en las hembras maduras activas (Estadios 2-4), mientras que las reservas corporales pueden proveer su energía hacia el ovario, pero en menor fracción dado que el factor de condición no fue significante con el IGS (valor P>0,05). Por lo tanto, todo indica que la mayor demanda energética proviene directamente del alimento durante la producción de ovocitos. No obstante, cuando las hembras finalizan su actividad reproductiva (estadio desovado), mostraron una disminución del IHS, no así el K, lo que puede indicar que después de la reproducción ellas estarían recuperando energía directamente del hígado. Tales patrones entre estos indicadores y la madurez has sido observados en Merluccius merluccius (Domínguez-Petit et al., 2010) y Trachurus trachurus (Ndjaula et al., 2009). Un aspecto común entre estas dos especies y congrio dorado, es que las hembras poseen un desarrollo gonadal del tipo asincrónico con fecundidad indeterminada. Esta estrategia reproductiva ha sido asociada con el tipo de adquisición energética "income breeders", la cual las hembras continúan alimentándose durante la reproducción (McBride et al., 2015).



La ojiva de madurez estimada con la macroscopía y gonometría tuvieron el mismo nivel de precisión con la obtenida por la histología, no obstante, es necesario señalar las ventajas y desventajas de cada método para sus aplicaciones en futuras investigaciones. La ventaja de la técnica histológica es que es la herramienta más precisa en determinar el grado de madurez, dado que evalua a nivel celular, pero su aplicación es lenta, costosa y necesita equipos especializados, limitando el tamaño de la muestra. La aplicación de la macroscopía es rápida y de bajo costo, pero implica altos niveles de error de observación debido las dificultades de distinguir a los individuos inmaduros de aquellos en maduración reciente y/o desovada por sus características externas similares de las gónadas. El uso del método gonométrico es rápido y barato, porque solamente necesita el peso gonadal y corporal del individuo sin necesidad de conocer su estadio de madurez, tal como su aplicación a los datos de IGS históricos 2005-2017 colectados en aguas interiores por IFOP, permitiendo analizar un número elevado de muestras en estudio de campos. Estos resultados revelaron que el método gonométrico pueda ser usado como una herramienta alternativa de la histología para estimar la ojiva de madurez. La limitante de la gonometría es que puede generar sesgo en la estimación de IGS<sub>cut-off</sub> cuando en la misma muestra hay presencia importante de inmaduras y desovadas, dado que ambos estadios poseen valores similares de IGS. Además, este método no puede ser aplicado para un ciclo reproductivo anual, sino en un periodo acotado de la estación de desove ya que el objetivo es solo estimar la ojiva de madurez (Flores et al., 2019). Finalmente, este método no distingue hembras adultas con ovarios en regeneración clasificadas como "skipping spawning" (Rideout y Tomkiewicz, 2011), ya que la atresia folicular es usada como señal de la presencia de estos tipos de hembras durante la estación reproductiva y solo puede ser evaluada con histología.

En este estudio, la  $TL_{50}$  de 84,8 cm estimada por histología en aguas interiores fue inferior a la obtenida por Chong (1993) y Baker et al. (2014) para aguas exteriores. Chong (1993) estimó  $TL_{50}$  de 90,2 cm por el método histológico aplicado a muestras de la X-XII regiones, mientras que Baker et al. (2014) usando el método macroscópico estimó un  $TL_{50}$  de 87,5 cm para aquellas colectadas al norte de los 47°00'S. Además, la ojiva de madurez estimada por Aguayo et al. (2001) aplicando histología resultó significativamente distinta entre las muestras colectadas en 1999 ( $TL_{50}$ =82,2 cm) y 2000 ( $TL_{50}$ =93,5 cm) en aguas exteriores de la X-XII Regiones. Los rasgos de historia de vida de congrio dorado, tales como el crecimiento y madurez varían latitudinalmente (Wiff et al., 2007; Baker et al., 2014), y no tomarlo en cuenta en el diseño de muestreo puede afectar las estimaciones de la ojiva de madurez y consecuentemente el valor de  $TL_{50}$ . Además, a pesar que la histología evalúa el desarrollo gonadal a nivel celular no asegura



una estimación precisa de la ojiva de madurez sino se considera la cobertura espacio-temporal del muestreo. Por lo tanto, se recomienda tomar con cautela estas estimaciones para fines comparativos.

Las características biológicas de las hembras capturadas en Gala estuvieron representadas por un 63% maduras (mayoría hidratadas y en desove), y un 63% de aquellas estuvieron por sobre la  $TL_{50}$  de 89,3 cm, tomando como referencia la estimada por histología. Mientras que las restantes áreas, una fracción importante fue inmadura, representadas por ejemplares bajo la talla de referencia. En términos latitudinal, la ubicación del área de Gala coincide con la zona principal de reproducción del recurso identificado entre la Bahía de San Pedro y la Península de Taitao, por la presencia masiva de desove entre noviembre y diciembre (Aguayo et al., 2001). Estudios ictioplanctónicos realizados en aguas interiores durante noviembre reportaron una mayor ocurrencia de huevos y larvas del género *Genypterus* al norte de los 47°S (Bustos et al., 2008, 2011), lo cual coinciden con la mayor incidencia de hembras maduras de congrio dorado observado por el presente estudio. Estos resultados pueden indicar que esta localidad de Gala sea un área de desove importante para congrio dorado en aguas interiores.

La hipótesis de diferencia de la tasa de maduración de congrio dorado entre las unidades de pesquería de aguas exteriores planteada por Baker et al. (2014) pudo ser probada con ejemplares de aguas interiores a partir de la información histórica 2005-2017 colectadas por IFOP, cuya madurez fue determinada con macroscopía y gonometría. Ambos métodos indicaron que las hembras de la X-XI Regiones maduran a una talla menor en comparación de aquellas de la XII Región, lo cual es una evidencia que el aporte reproductivo del recurso puede variar latitudinalmente. Baker et al., (2014) señalaron que la persistencia de la variación espacial de rasgos de historia de vida del recurso es evidencia que está conformado por dos stocks en aguas exteriores, como consecuencia de una respuesta adaptativa a la diferente tasa de explotación y condiciones ambientales. Las características fenotípicas distintivas de congrio dorado en aguas interiores también sugieren que estaría conformada por más de un stock y, por lo tanto, tendría implicancias para el manejo. Por este motivo, se recomienda monitorear el proceso de madurez del recurso con histología para un ciclo reproductivo anual por región, tal que permita validar los resultados documento por el presente estudio.

En este estudio, la fecundidad parcial de las hembras de congrio dorado de aguas interiores fue similar respecto aquella de aguas exteriores estimada por Chong (1993). No obstante, ambas estimaciones difirieron de los altos valores de la fecundidad parcial reportada por Paredes &



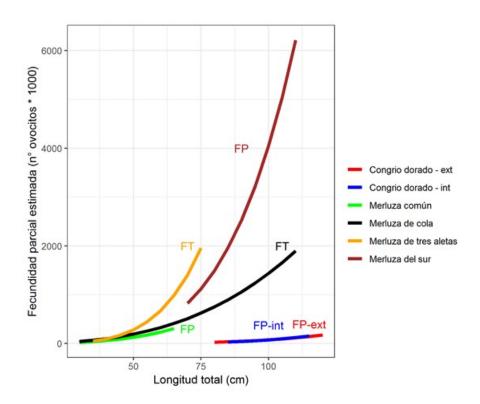
Bravo (2005). Aspecto metodológico para el conteo de ovocitos puede explicar tales cambios. Chong (1993) utilizaron seis tamices con tamaño de abertura entre los 80 y 1000  $\mu$ m, con un rango o intervalo promedio de 184  $\mu$ m entre tamices, mientras que este estudio usó onces tamices con rangos de tamaños 560 y 1000  $\mu$ m y con un intervalo promedio de 44  $\mu$ m. Por lo tanto, los rangos de tamaño de los tamices usados por ambos estudios fueron de mayor resolución en comparación a lo reportado por Paredes & Bravo (2005), quienes usaron solo tres tamices para separar los ovocitos, uno <150  $\mu$ m, 250  $\mu$ m y >900  $\mu$ m.

Este estudio no pudo aplicar análisis de imagen automatizado a las hembras de congrio dorado, herramienta que mide partículas y cuenta con precisión el número de ovocitos que componen cada moda. El ovario de congrio dorado posee lamelas ovígeras, cada una compuestas por ovocitos en diferente estadio de desarrollo (Figura 50H, K). Además, la abundante presencia de mucus transparente en las hembras hidratadas complicó una separación manual de los ovocitos del tejido ovárico y, por lo tanto, una evaluación con análisis de imagen. La solución de Gilson fue usada para separar los ovocitos del tejido en congrio dorado (Chong, 1993; Paredes & Bravo, 2005), pero actualmente no es sugerido por alterar la forma y tamaño de los ovocitos (Kjesbu et al., 1990), consumir tiempo para que tenga efecto en la disgregación de los ovocitos (≥1 mes) y por ser muy tóxico (Hunter & Macewicz, 2003). El método estereométrico desarrollado por Emerson et al. (1990) permitió estimar la fecundidad a partir de cortes histológicos en especies que poseen tipo de desarrollo gonadal del tipo sincrónicos por grupo o total, como el caso del arenque Clupea harengus (Bucholtz et al., 2013). En congrio dorado, esta herramienta podría ser útil para estimar la fecundidad parcial solo en hembras maduras (estadio 3). Esto porque durante el proceso histológico, los ovocitos vitelados avanzados no se deforman notoriamente por los reactivos (Figura 50H), pero si las hidratadas (Figura 50K). Además, la fecundidad parcial estimada con hembras maduras estuvo dentro de los rangos de las hidratadas (Figura **60**), lo cual sugiere que el número de ovocitos de la moda no varía entre ambos estadios.

La **Figura 125** muestra una comparación de la fecundidad parcial entre especies demersales de la zona centro-sur y sur-austral. Considerando sólo especies con desarrollo gonadal asincrónica, las hembras de congrio dorado producen menos huevos por desove que la merluza común y merluza austral. Además, si asumimos que esta especie desova cuatro veces durante la estación de reproductiva (Aguayo et al., 2001), la fecundidad anual estimada por hembra también resulta inferior respecto a la merluza de tres aletas y merluza de cola. Estas comparaciones revelan que el potencial reproductivo de congrio dorado es la más baja, coincidiendo que es una de las especies con menor capacidad de resiliencia entre los recursos principales de la pesquería sur-



austral (Wiff et al., 2018). Por lo tanto, cuando se mide la abundancia de congrio dorado en su área de distribución sea en aguas interiores o exteriores, se debe tomar en cuenta que esta progenie proviene de una fracción parental con una biología reproductiva sensible, es decir, una producción anual de huevos muy bajo. Además, en aguas exteriores el estatus de ambos stocks se encuentra sobreexplotados (CCT-RDZSA, 2018), lo cual refuerza la importancia de determinar la biomasa del stock desovante y potencial reproductivo del recurso en aguas interiores, para un manejo adecuado frente a la flota artesanal.



**Figura 125.** Comparación de la relación entre la fecundidad parcial y longitud total estimada para distintas especies demersales. FT, fecundidad total; FP, fecundidad parcial. Congrio dorado-ext, aguas exteriores (Chong, 1993); congrio dorado-int, aguas interiores (Este estudio); merluza común (Lillo et al., 2014); merluza de cola (Saavedra et al., 2015); merluza de tres aletas (Saavedra et al., 2016); merluza del sur (Saavedra et al., 2015).

## 6.6. CPUE

El manejo sustentable de pesquerías multi-específicas es un desafió a nivel mundial, entendiéndose como aquella donde la captura es el producto de varias especies. En este sentido surgen conflictos entre objetivo económicos y ecológicos (Pope, 2000). Uno de los problemas se refiere a la evaluación de estado de la población, tanto nivel de la propia evaluación de stock



como en la utilización de Puntos Biológicos de Referencia (PBR). En el caso de la PDA, las evaluaciones son de tipo mono-específicas y los PBR para la clasificación de estado provienen de este enfoque. Por estos motivos, y en el marco de la evaluación de stock, se hace necesario disponer de índices de abundancia relativa robustos, cuya generación considera la característica de pesquería multi-especifica y donde se analice y estandarize la serie aplicando métodos apropiados como el propuesto en este trabajo.

Una característica deseable para la utilidad de un índice de abundancia es que este cumpla con los requisitos de; i) la capturabilidad sea homogénea en la serie analizada, ii) el esfuerzo de pesca sea uniformente distribuido. Estos atributos, son aún más complejos en pesquerías de tipo multi-específicas, donde las tasas de captura pueden variar en relación al hábitat (Thorson et al., 2012). En diversas pesquerías de arrastre, se observan patrones distintivos en la composición de la captura, relacionados con factores del hábitat como tipo de fondo o estrato de profundidad (Fall et al., 2006; Palmer et al., 2009). Un indicador simple de variaciones temporales en las tendencias del esfuerzo objetivo puede ser inferido evaluando la composición de la captura sobre la serie de tiempo (Winker et al., 2013).

Los antecedentes surgidos del programa de observadores a bordo en la PDA, evidencian diferencias en la componente y proporción en peso de especies entre lances orientados a diferentes especies objetivo de la pesquería, siendo aquellos orientados a la captura de congrio dorado los que presentaron mayor diversidad y menor proporción de la especie objetivo. Si bien es cierto existen diferencias operativas y de selectividad entre los artes de pesca de palangre y arrastre, la mayor diversidad de especies encontrada en los lances orientados a congrio dorado permitiría identificar agrupación con caraterísticas independientes, siendo la componente faunística un atributo para la identificación.

Este estudio en particular aportó a sentar las bases metodológicas para la determinación de índices de abudancia en congrio dorado con datos provenientes de la flota industrial. Se propone un método para la asignación de tácticas de pesca que es robusto a diferentes cambios entreaños que ha sufrido esta pesquería a lo largo de su historia. Dado que el arrastre ya no se utiliza con fines de estandarización de esfuerzo en esta pesqueria, la mayoría de nuestros análisis de sensibilidad tomaron como objeto de estudio a la pesquería de palangre. El análisis de sensibilidad estuvo basado en tres puntos. Primero, en cómo la variación de la táctica de pesca



entre años afecta a la serie de CPUE, esto es, si la táctica se mantiene constante a través de los años, fija en el numero de tácticas elegidas cada año o, si ésta puede ser adaptativa entre años y proveniente de la cantidad de especies en la captura. Segundo, se determina si la información de composición de captura presenta cambios cuando existe o no un observador científico a bordo. Tercero, se realiza un análisis espacial tendiente a determinar sí los cambios en zonas de pesca tienen o no un efecto sobre la serie de CPUE. Se determina que en la serie de CPUE de palangre es bastante robusta a estos análisis de sensibilidad, lo que lo hace un buen indicador de abundancia en esta pesquería.

#### 6.7. Morfometría de Otolitos

Una gran cantidad de datos e imágenes de otolitos de congrio dorado fueron analizados de forma automática, sin la necesidad de seleccionar puntos de datos como en el análisis de puntos de referencia o procrustes, que pueden ser propensos a errores, donde la variación en un solo punto de referencia podría ser distribuida incorrectamente relativa a otros puntos de referencia (llamado Efecto Pinocho, ver Rohlf & Slice, 1990). Se realizó un estudio comparativo de tres poblaciones de congrio dorado (Achao, Gala e Islas Charles) en dos períodos de tiempo, como fue descrito anteriormente, con el fin de constatar evidencias de diferencias en dichas poblaciones de peces. La posibilidad de realizar análisis de Fourier y Wavelet en un sólo paquete (shapeR) y comparar los resultados de los dos métodos fue muy útil debido a la supuesta variabilidad en la forma de los otolitos entre poblaciones de peces. Para las tres poblaciones el método de Fourier produjo resultados no tan claramente diferenciadores en términos de comparación general en su forma, sin embargo, el método Wavelet fue útil para detectar diferencias específicas entre las de Islas Charles y las otras dos poblaciones de peces. Esto se debe principalmente a que un estudio de la variabilidad de los coeficientes en un ángulo dado del contorno no es posible con el método de Fourier, porque solo proporciona información acerca de diferencias en la forma de otolitos, no diferencias localizadas. Por lo tanto, la forma de los otolitos de congrio dorado es descrito de mejor forma por medio de Wavelets.

A continuación, se realizó un estudio estadístico de los datos. Se utilizaron dos métodos multivariados: ANOVA y Análisis de Discriminante Lineal. El primero no resultó ser muy clarificador en cuanto a la semejanza entre las poblaciones de Achao y Gala, pero el segundo método resultó ser bastante decidor al entregar porcentajes muy altos respecto al error de estar clasificando como distintas a las poblaciones de Achao y Gala.



Como consecuencia del estudio, se puede concluir que existe una fuerte similitud entre las poblaciones de congrio dorado en las zonas de la X y XI región (muestras todas en Achao y Gala), no así con las muestras tomadas en la XII región (Islas Charles), en donde se logra apreciar, desde el comienzo del estudio, una clara diferencia. Las razones de esto pueden ser geográficas, pues el congrio dorado que vive en regiones más australes se encontraría más aislado que las poblaciones de peces que viven más al norte, con mayores opciones de interrelacionarse.



## 7.- CONCLUSIONES

## 7.1. Objetivo Específico 1:

Identificar las principales áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la X, XI, y XII Región.

- 1. La combinación de la información histórica georeferenciada disponible desde IFOP, encuestas dirigidas, y trabajo con capitanes de pesca hizo posible la delimitación de zonas de prospección que cumplen con ciertas características históricas y de operatividad que permiten la generación de un indicador de abundancia en esta pesquería.
- 2. La generación de mapas con áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la PDA contiene diferentes escalas que dependen del origen de la información. Con datos provenientes de las encuestas se pudieron definir macro-zonas de pesca de congrio dorado en cada región con una asignación de importancia relativa en términos de rendimientos esperados. Por otra parte, el trabajo con capitanes de pesca permitió un refinamiento de la información al nivel de caladeros de pesca.

## 7.2. Objetivo Específico 2:

Determinar indicadores de abundancia de congrio dorado en aguas interiores de la Pesquería Demersal Austral.

- 3. Se llevaron a cabo dos cruceros de prospección de congrio dorado acorde a la propuesta técnica en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes. Para la ejecución de los cruceros fue necesario implementar un protocolo estandarizado y adaptativo de trabajo. Este protocolo es robusto y permite la toma de datos con miras a la generación de una serie temporal de rendimientos que se pueda interpretar como índice de abundancia en aguas interiores de la PDA.
- 4. Uno de los factores que parece ser más importante para la ejecución de los cruceros de prospección dice relación con la estandarización de la carnada. Se reconoce la dificultad para



reservar o mantener carnada debido a lo impredecible de las ventanas de tiempo en las que se puede operar.

- 5. En cuanto a las capturas, se identificó y cuantificó la captura por línea de pesca y se calcularon los rendimientos de pesca en número y peso, estandarizados por anzuelos y por tiempo de reposo. Los resultados son comparables con estudios hechos anteriormente.
- 6. En términos de la composición específica, es destacable la alta cantidad de elasmobranqueos que aparece como fauna acompañante, un aspecto de preocupación debido a la inexistencia de estudios acerca del estado de explotación o vulnerabilidad.
- 7. Se aplicaron tres métodos para la estimación de tasas de capturas provenientes de cruceros de investigación. Sin embargo, debido a la baja correlación espacial que presentan los rendimientos de congrio dorado, el estimador de razón es el más robusto y eficiente como estimador de tasas de captura.
- 8. En la X región, en ambos cruceros se obtuvieron resultados de rendimientos comparables a otros estudios. En la XI región, el primer crucero presento una serie de problemas operacionales debido principalmente a las condiciones climáticas. El segundo crucero en esta zona fue muy eficiente y con rendimientos esperables. En la XII región, si bien se pudieron recuperar muestras para los estudios biológicos, los rendimientos fueron más bajos que lo esperado en ambos cruceros. Se recomienda en estudios futuros realizar el crucero en primavera, debido a que es una época habitual de operación de la pesquería y las ventanas de buen clima son mucho más amplia lo que permite una mejor operatividad del muestreo.

## 7.3. Objetivo Específico 3:

Caracterizar en términos biológico-pesqueros las áreas de pesca identificadas en referencia a estructura de tallas, madurez, composición de captura y evaluar las potenciales diferencias entre ellas.

9. Para las muestras colectadas entre octubre y noviembre de 2018, el análisis histológico reveló que el 63% de las hembras de congrio dorado tuvieron gónadas maduras, de las cuales el 46% se encontraron en estadio hidratado (desove inminente) o en desove.



- 10. El 84% de las hembras colectadas en Gala (XI Región) fueron maduras, mientras que más del 60% de aquellas colectadas en Achao (X Región) e Islas Charles (XII Región) fueron inmaduras.
- 11. La  $LT_{50}$  estimada para las hembras por histología fue de 84,8 cm (I.C. 95%: 81,8 87,5 cm). Mientras que, para los machos, el valor de  $LT_{50}$  estimada por la macroscopía fue de 77,9 cm (I.C. 95%: 75,6 79,7 cm).
- 12. La ojiva de madurez estimada para las hembras por macroscopía y gonometría varió latitudinalmente en aguas interiores.
- 13. La fecundidad parcial estimada por la LT abarcó entre los 31.107 y 144.267 ovocitos desovados, con un promedio de 74.238 ovocitos y un coeficiente de variación de 45,6%.

# 7.4. Objetivo Específico 4:

Estimar indicadores de abundancia de congrio dorado para la flota industrial que opera en aguas exteriores de la PDA.

- 14. El método multivariado para la asignación de intencionalidad por pesca resultó ser robusto al análisis de sensibilidad para la generación de índice de abundancia en palangre, y menos exitoso en el caso del arrastre. La asignación de tácticas de pesca variable acorde a la composición de captura entre años resultó como el mejor estimador de CPUE en palangre.
- 15. Se entregan los mapas históricos de operación de la pesquería de industrial de arrastre y palangre. Se observa que históricamente la operación de pesca industrial se ha concentrado mayoritariamente, ya sea al norte o al sur de la península de Taitao.
- 16. La estandarización de esfuerzo por métodos aditivos resulto ser exitosa en palangre y arrastre. Sin embargo, el arrastre es mucho más difícil de modelar, principalmente porque las covariables tienen menos influencia en la CPUE, en comparación con el palangre.



## 7.5. Sobre oferta

Análisis morfométrico de otolitos como discriminante poblacional.

17. La modelación del contorno del otolito indica que las tres zonas de pesca muestran diferencias significativas en la forma del otolito, lo que estaría indicando que pertenecen a diferentes unidades poblacionales. Las diferencias, aunque significativas, son mínimas entre las localidades de Achao y Gala (valor de F), pero muy diferentes en comparación con Islas Charles.

#### 8.- REFERENCIAS

- Aguayo, M., I. Paya, R. Céspedes, H. Miranda, V. Catasti, S. Lillo, P. Galvez, L. Adasme, F. Balbontín & R. Bravo. 2001. Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. Informe Final FIP 99-15, IFOP. 104 p. + Anexo.
- **Anderson MJ, TJ. Willis. 2003.** Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. Ecology, 84: 511–525.
- Baker LL., R. Wiff, JC. Quiroz, A. Flores, R. Cepedes, MA. Barrientos, V. Ojeda & C. Gatica. 2014. Reproductive ecology of female pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*): Evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone. Environ Biol Fish. 97: 1083-1093.
- **Benaglia, T., Chauveau, D., Hunter, D.R., Young, D., 2009.** Mixtools: An R package for analyzing finite mixture models. J. Stat. Softw. 32, 1–29.
- **Besag, J. 1974.** Spatial interaction and the statistical analysis of lattice systems (with discussion). Journal of Royal Statistical Society, Series B, 36, 192–236.
- **Bird, J.L., D.T. Eppler & D.M. Checkley**. **1986.** Comparisons of herring otoliths using Fourier-series shape- analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 43: 1228- 1234.
- **Bookstein, F.L. 1991.** Morphometric Tools for Landmark Data. Geometry and Biology. Cambridge University Press.
- Boyd, C., M. Woillez, S. Bertrand, R. Castillo, A. Bertrand & A.E. Punt. 2015. Bayesian posterior prediction of the patchy spatial distributions of small pelagic fish in regions of suitable habitat. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 72: 290-303
- **Burnham, K.P. & D.R. Anderson. 2002.** Model Selection and Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. 2nd Edition, Springer-Verlag, New York.
- Bucholtz, R. H., J. Tomkiewicz, J.R. Nyengaard & J.B. Andersen. 2013. Oogenesis, fecun-dity and condition of Baltic herring (Clupea harengus L.), a stereological study. Fish. Res. 145: 100–113
- **Bustos, C.A., M.F. Landaeta & F. Balbontín. 2008.** Efectos ambientales sobre la variabilidad espacial del ictioplancton de Chile austral durante noviembre de 2005. Rev. Chil. Hist. Nat. 81, 205–219.
- **Bustos, C.A., M.F. Landaeta & F. Balbontín. 2011.** Ichthyoplankton spatial distribution and its relation with water column stratification in fjords of southern Chile (46°48'-50°09'S) in austral spring 1996 and 2008. Continental Shelf Research, **31**, 293–303.
- Brito C.G., V. Ojeda & L. Rodriguez. 2008. Análisis morfométrico de otolitos de congrio dorado (Genypterus blacodes) como mecanismo de discriminación de unidades poblacionales y aplicación de redes neuronales artificiales en estimación de edad. págs. 73-88. Nuevas aproximaciones metodológicas para el análisis de pesquerías / coord. por Juan Carlos Gutiérrez Estrada, Eleuterio Yáñez Rodríguez.
- Brown-Peterson, N., D.M. Wyanski, F. Saborido-Rey, B.J. Macewicz & S.K. Lowerre-Barbieri. 2011.

  A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Marine and Coastal Fisheries, vol. 3, no. 1, pp. 52-70.
- **Campana S.E. & J.M. Casselman. 1993.** Stock discrimination using otolith shape analysis. . Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50.
- Cardinale, M., P. Doering-Arjes, M. Kastowsky & H. Mosegaard. 2004. Effects of sex, stock, and environment on the shape of known-age Atlantic cod (*Gadus morhua*) otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 158-167.



- Carruthers, T.R., M.K. McAllister & R. Ahrens. 2010. Simulating spatial dynamics to evaluate methods of deriving abundance indices for tropical tunas. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 67, 1409-1427.
- Castonguay, M., P. Simard & P. Gagnon. 1991. Usefulness of Fourier analysis of otolith shape for Atlantic Mackerel (Scomber scombrus) stock discrimination. Can. J. Fish Aquat. Sci. 48: 296-302.
- Céspedes, R., V. Ojeda, L. Adasme, H. Hidalgo & L. Muñoz. 2013. Pesquerías Demersales y Aguas Profundas, 2012. Sección V: Merluza de cola, 2012. (Documento Técnico: Sección pesquerías demersales. Convenio de Desempeño 2012, Subsecretaría de Economía y EMT). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- Céspedes R., R. Licandeo, C. Toledo, F. Cerna, M. Donoso & L. Adasme. 2005. Estudio biológico pesquero y estado de situación del recurso raya volantín, en aguas interiores de la X a XII regiones. Informe final. FIP 2003-12.
- Chong L., L. Adasme, V. Ojeda, E. Garcés, L. Muñoz, A. Villalón, K. Hunt & L. Cid. 2017. Asesoría Integral para la Toma de Decisiones en Pesca y Acuicultura, 2016. Actividad 1: Seguimiento General de Pesquerías de Peces y Crustáceos: Pesquerías Demersales y Aguas Profundas 2016, Sección III: Demersal Sur Austral Artesanal, 2016. SUBPESCA. Informe Final. IFOP, 187 p más anexos.
- **Chong, J & P. González. 2009.** Ciclo reproductivo y talla media de madurez del congrio colorado, *Genypterus chilensis* (Guichenot, 1881) en el litoral de Talcahuano, Chile. Revista de biología marina y oceanografía, 44(1), 257-262.
- **Chong, J. 1993.** Estimación de fecundidad y talla de primera madurez sexual del congrio dorado (Genypterus blacodes) en la pesquería sur-austral. Informe final. IFOP: 1-24.
- **Christopher**, **RA. & JA. Waters. 1974.** Fourier series as a quantitative descriptor of mio- spore shape. J. Paleontol. 48:697-709.
- Claude, J. 2008. Morphometrics with R. New York, USA: Springer. pp. 316
- Cohen, J. 1960. A coefficient of agreement for nominal scales. Educ. Psychol. Meas. 20, 37-46.
- Consandey-Godin A., E.T. Krainski, B. Worn & J.M. Flemming. 2015. Applying Bayesian spatiotemporal models to fisheries bycatch in the Canadian Arctic. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 72: 290-303.
- Contreras FJ & JC. Quiroz. 2017. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables en los principales recursos pesqueros nacionales 2017: Congrio Dorado. Subsecretaria de Economía y EMT/ Marzo 2017.
- **Cressie, N. & D. Hawkins. 1980**. Robust estimation of the variogram: I. Journal of the International Association for Mathematical Geology, 12 (2), 115- 125.
- Cressie, N. 1993. Geostatistics, in Statistics for Spatial Data, Revised Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA
- Daza E., R. Céspedes, R. Galleguillos, L. Gonzalez, C. Vargas, H. Miranda & J. Saavedra. 2005. Diagnostico merluza del sur y congrio dorado, aguas interiores XII Región. Informe final. IFOP, 232 más anexos.
- **DeVlaming, V., G. Grossman & F. Chapman. 1982.** On the use of the gonosomatic index. Comp. Biochem. Physiol. A Physiol. 73, 31–39.
- Diggle, P., & P.J. Ribeiro. 2007. Model-based geostatistics. Springer.
- **Domínguez-Petit, R. & F. Saborido-Rey. 2010.** New bioenergetic perspective of European hake (*Merluccius merluccius* L.) reproductive ecology. Fish. Res.
- Efron, B. & R.J. Tibshirani. 1993. An Introduction to the Bootstrap. Chapman and Hall, New York.
- Erickson, D. L., J.E. Hightower & G.D. Grossman. 1985. The relative gonadal index: an alternative index for quantification of reproductive condition. Comp. Biochem. Physiol. A Physiol. 81, 117–120.



- **Emerson, L.S., M. Greer-Walker & P.R. Witthames. 1990.** A stereological method for estimating fish fecundity. J. Fish Biol. 36:721–730.
- **Fall, M., A., A. Samba, & F. Lalo. 2006.** Fishing tactics and strategies in coastal demersal trawling fisheries in Senegal. Aquat. Living Resour. 19, 307-316.
- Flores, A., R. Wiff, K. Ganias & C.T. Marshall. 2019. Accuracy of gonadosomatic index in maturity classification and estimation of maturity ogive. Fish. Res. 210: 50-62.
- Flores, A., R. Wiff, & E. Diaz. 2015. Using the gonadosomatic index to estimate the maturity ogive: application to Chilean hake (*Merluccius gayi gayi*). ICES J. Mar. Sci. 72(2), 508-514.
- **Francis, R.I.C.C. 2015.** Report on the 2014 Stock Assessment of Chilean Kingclip. Department of Oceanography, University of Concepción
- **Frost. K.J. & L.F. Lowry. 1981.** Trophic importance of some marine gadids in northern Alaska and their body-otolith size relationships. Fish. Bull. U.S. 79:187-192.
- Gabe, M. 1968. Techniques histologiques. Masson et Cie Editeurs, París, 1113 pp.
- **Gaemers**, **P.A.M. 1984.** Taxonomic position of Cichlidae (Pisces, Perciformes) as demonstrated by the morphology of their otoliths. Netherlands Journal of Zoology, 34:566-595
- Gálvez P, L. Chong, L. Adasme, V. Ojeda, E. Garcés, L. Muñoz, A. Villalon, K. Hunt & L. Cid. 2016.

  Seguimiento de las pesquerías demersales y de aguas profundas, 2015. Sección III:

  Pesquería Demersal Sur Austral Artesanal. Convenio de Desempeño 2015, Subsecretaría de
  Economía y EMT. Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.
- **Garcia-Rodriguez, M. 2003.** Characterisation and standardisation of a red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), fishery off the Alicante gulf (SE Spain). Sci. Mar., 67(1): 63-74.
- **Gauldie, R.W. 1988.** Function, form and time-keeping properties of fish otoliths. Comparative Biochemistry and Physiology Part A, 91: 395-402.
- Gelcich S., P. Buckley, JK. Pinnegar, J. Chilvers, I. Lorenzoni, G. Terry, M. Guerrero, J.C. Castilla, A. Valdebenito & CM Duarte. 2014. Public awareness, concerns, and priorities about anthropogenic impacts on marine environments. Proc. Natl Acad. Sci. USA 111, 15 042–15 047.
- **Gençay R, F. Selçuk & B. Whitcher. 2001.** Differentiating intraday seasonalities through wavelet multiscaling. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 289: 543–556.
- **Gerritsen, H. & M.H. Gerritsen. 2013.** Package 'mapplots.' Website: http://CRAN.R-project.org/package=mapplots
- **Gerritsen, H.D. & D. McGrath. 2006.** Variability in the assignment of maturity stages of plaice (*Pleuronectes platessa* L.) and whiting (*Merlangius merlangus* L.) using macroscopic maturity criteria. Fish. Res. 77(1): 72-77.
- **Hosmer, D.W. & S. Lemeshow. 1989.** Applied logistic regression. Wiley Series in Probability and Statistics, USA, 373 pp.
- **Hunter, J. R., N. Lo & R. Leong. 1985.** Batch fecundity in multiple spawning fishes. In R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Aplication to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report NMFS 36, 67-77.
- **Hunter, J.R. & B.J. Macewicz. 2003**. Improving the accuracy and precision of reproductive information used in fisheries, in: Kjesbu, O.S., Hunter, J.R., Witthames, P. (Eds.), Report of the Working Group on Modern Approaches to Assess Maturity and Fecundity of Warm and Coldwater Fish and Squids. Fisken og havet, 12, Institute for Marine Research, Bergen, pp. 57-68.
- **IsaaksE. H. & SrivastavaR. M.1990.** An Introduction to Applied Geostatistics. xix + 561 pp. New York, Oxford: Oxford University Press. Price £19.50 (paperback). ISBN 0 19 505013 4. Volume 129 Issue 1 R. F. Cheeney



- **Iwata, H. & Y. Ukai. 2002.** SHAPE: a computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors. J. Hered., 93: 384-385.
- **Kjesbu, O.S., J. Klungsoir, H. Kryvi, P.R. Witthames & M. Greer Walker. 1991**. Fecundity, atresia, and egg size, of captive Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to proximate body composition. *Canadian Journal of Fish Aquaculture Science*. 48: 2333-2343.
- **Kuhl, F.P. & C.R. Giardina. 1982.** Elliptic Fourier features of a closed contour. Computer Graphics and Image Processing 18(3): 236-258.
- **Landis, J. & G. Koch. 1997.** The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, 33:159-74.
- **Le Cren, ED. 1951.** The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight. I and condition in the perch (Percafluviatilis). I. Anion. Ecol. 20:201-19.
- **Libungan L & S. Pálsson. 2015.** ShapeR: An R Package to Study Otolith Shape Variation among Fish Populations. PLOS ONE. DOI:10.1371/journal.pone.0121102.
- Likert, R. 1932. A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology, 22 140, 55 pp.
- Lillo, S., J.L. Delgado, J. Olivares, J.C. Saavedra, E. Molina, E. Díaz, M. rojas, J. Angulo, V. Valenzuela, S. Núñez, S. Vásquez, A. Sepúlveda & S. Soto. 2014. Evaluación directa de merluza común, año 2013. Informe final FIP 2013-12, IFOP. 376 pp.
- Lillo S., C. Lang, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Adasme, R. Meléndez, E. Molina, M. Rojas & A. Saavedra. 2009. Evaluación hidroacústica merluza del sur y merluza de cola en aguas interiores X y XI regiones, año 2007. Informe final. FIP 2007-14.
- Lillo S., E. Molina, C. Lang, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Adasme, R. Meléndez, M. Rojas & A. Saavedra. 2008. Programa temporal evaluación hidroacústica merluza del sur en aguas interiores X y XI regiones, año 2006. Informe final. FIP 2006-10.
- **Lombarte, A. & A. Castellón. 1991.** Interspecific and intraspecific otolith variability in the genus *Merluccius* as determined by image analysis. Canadian Journal of Zoology, 69(9):2442-2449.
- **López M, C. Leyton & M. Graf. 1982.** Técnicas de histología y citología. 2a ed. Santiago de Chile: Departamento de Bio- logía Celular y Genética, Facultad de Me- dicina, Universidad de Chile. 242 p.
- Machinandiarena, L., M.F. Villarino & G.J. Macchi. 1998. Descripción del estadio de desove del abadejo manchado *Genypterus blacodes* (Schneider, 1801) (Pisces, Ophidiidae) en el mar Argentino. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 14 (1 y 2): 49-55.
- **Maunder, M. & A. Punt. 2004.** Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. Fish. Res. 70: 141–159.
- McBride, R. S., S. Somarakis, G.R. Fitzhugh, A. Albert, N.A. Yaragina, M.J. Wuenschel, A. Alonso-Fernández, & G. Bailone. 2015. Energy acquisition and allocation to egg production in relation to fish reproductive strategies. Fish and Fish. 16(1):23-57.
- **McCullagh, P. & J.A. Nelder, 1989.** Generalized Linear Models, 2nd edition. Chapman and Hall, London, 1989.
- **McFadden, D. 1974.** Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In Frontiers in Econometrics, pp. 105–142. Ed. by P. Zarembka. Academic Press, USA.
- **Nason GP. 2012.** "wavethresh: Wavelets, Statistics and Transforms." R package version 4.6.1. URL http://CRAN.R-project.org/package=wavethresh.
- Ndjaula HON, T. Hansen, M. Krüger-Johnsen & OS. Kjesbu. 2009. Oocyte development in captive Atlantic horse mackerel *Trachurus trachurus*. ICES J. Mar. Sci. 66: 623–630.
- Oksanen J, FG. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre & Others. 2013. vegan: community ecology package. Available at http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html

- Palmer, M., A. Quetglas, B. Guijarro, J. Moranta, F. Ordines & E. Massutí. 2009. Performance of artificial neural networks and discriminant analysis in predicting fishing tactics from multispecific fisheries. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 66, 224-237.
- **Paredes, F. & R. Bravo. 2005.** Reproductive cycle, size at first maturation and fecundity in the goleen ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 39: 1085-1096.
- Parisi-Baradad, V., A. Lombarte, E. García-Ladona, J. Cabestany, J. Piera, & O. Chic. 2005. Otolith shape contour analysis using affine transformation invariante wavelet transforms and curvature scale representation. Mar. Fresh. Res., 56: 795-804.
- Parisi-Baradad V., A. Manjabacas, A. Lombarte, R. Olivella, Ò. Chic, J. Piera & E. García-Ladona. **2010.** Automated Taxon Identification of Teleost fishes using an otolith online database—AFORO. Fish. Res.105:13–20.
- **Pelletier, D. & J. Ferraris. 2000.** A Multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57:51-65.
- **Peters, A., & T. Hothorn. 2013.** ipred: Improved Predictors, version 0.9–3. R package. Available: http://CRAN.R-project.org/package = ipred.
- Piera, J., V. Parisi-Baradad, E. García-Ladona, A. Lombarte, L. Recasens & J. Cabestany. 2005.
  Otolith shape feature extraction oriented to automatic classification with open distributed data.
  Marine and Freshwater Research, 56: 805-814.
- **Pope J.G., D.S. MacDonald, N. Daan, J.D. Reynolts & S. Jennings. 2000.** Gauging the impact of fishing mortality on non-target species, ICES J. Mar. Sci. 57, 689–696.
- Punt, A.E., T.I. Walker, B.L. Taylor & F. Pribac. 2000. Standardization of catch and effort data in a spatially-structured shark fishery. Fish. Res., 45: 129-145.
- Queirolo, D., R. Molina, J.R.M. Faccin & P.R. Pezzuto. 2016. Industrial double rig trawl fisheries in the southeastern and southern Brazil: characterization of the fleet, nets and trawl simulation. Lat. Am. J. Aquat. Res., 44(5): 898-907.
- Queirolo, D., M. Ahumada, R. Wiff, J. Paramo, P. Apablaza, M. Lima, J. Montero, A. Flores & M. Canales. 2016. Evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones, año 2015. Informe Técnico. Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. 268 pp.
- Quiroz JC., M. Pedraza, R. Tascheri, D. Bucarey, C. Alarcón, F. Contreras & E. Leal. 2012. Bases metodológicas para la estimación directa de abundancia de los recursos raya y congrio dorado entre la X y XII Región. Informe Final FIP 2008-46. 205 pp+Anexos.
- **Rideout**, **R.M.**, **& J. Tomkiewicz. 2011.** Skipped Spawning in Fishes: More Common than You Might Think. Mar. Coast. Fish. 3(1), 176-189.
- R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <a href="https://www.R-project.org/">https://www.R-project.org/</a>.
- **Richards, FJ. 1959.** A flexible growth function for empirical use. Journal of Experimental Botany 10, 290–300.
- **Rohlf FJ. & D. Slice. 1990.** Extensions of the Procrustes Method for the Optimal Superimposition of Landmarks. Systematic Zoology 39: 40–59.
- **Rohlf, FJ. & J. Archie. 1984.** A comparison of Fourier methods for the description of wing shape in mosquitoes (Diptera: Culicidae). Syst. Zool., 33: 302-317.
- **Rohlf, FJ. & S. Ferson. 1983.** Image analysis. Pages 583-599 in Numerical taxonomy (J. Felsen- stein, ed.). NATO ASI Series G, Ecological Sci- ences, No. 1. Springer-Verlag, New York.

- **Royle, J.A. & Dorazio, R.M. 2008.** Hierarchical Modeling and Inference in Ecology: The Analysis of Data from Populations, Metapopulations and Communities. Academic, London, UK.
- Rubilar P., R. Céspedes, V. Ojeda, F. Cerna, G. Ojeda, L. Adasme & A. Cuevas. 2000. Análisis de la estructura y condición biológica de los recursos merluza del sur y congrio dorado en aguas interiores de la X; XI y XII Regiones. FIP 98-02. Informe Final. IFOP, 73 pp.
- Sadighzadeh Z., VM. Tuset, T. Valinassab & G. Vosugi. 2014. Use of otolith shape for stock identification of John's snapper, Lutjanus johnii (Pisces: Lutjanidae), from the Persian Gulf and the Oman SeaFisheries Research 155:59–63
- Saavedra, A., R. Vargas, V. Ojeda, E. Díaz, R. Céspedes, S. López, C, Lang & J.C. Saavedra. 2016. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones: Sección III: Merluza de tres aletas. Informe final Convenio de desempeño 2015, IFOP. 227 pp.
- Saavedra, A., S. Lillo, E. molina, J.L. Delgado, V. Ojeda, R. Céspedes, L. Muñoz, H. Hidalgo, K. Hunt, A. Villalón, F. Balbontín, R. Bravo, G. Herrera & S. López. 2015. Evaluación del stock desovante de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas en las aguas exteriores entre la X y XII Regiones: Sección II: Merluza de cola. Informe final Convenio de desempeño 2014, IFOP. 287 pp.
- Somarakis, S., K. Ganias, G. Tsepes & C. Koutsikopoulos. 2004. Ovarian allometry and the use of gonadosomatic index: a case of study in the Mediterranean sardine, *Sardina pi Ichardus*. Marine Biology 146, 181–189.
- **Stransky, C., A.G. Murta, J. Schlickeisen & C. Zimmermann. 2008.** Otolith shape analysis as a tool for stock separation of horse mackerel (*Trachurus t rachurus*) in the northeast Atlantic and Mediterranean. Fish. Res., 89: 159-166.
- **Stransky, C. & S.E. MacLellan. 2005.** Species separation and zoogeography of redfish and rockfish (genus *Sebastes*) by otolith shape analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 62: 2265-2276.
- **Thompson, A.G. 1992.** Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research: In D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning (pp. 127-146). New York: Macmillan.
- **Thorson, J.T., I.J. Stewart & A.E. Punt. 2012.** Development and application of an agent-based model to evaluate methods for estimating relative abundance indices for shoaling fish such as Pacific rockfish (*Sebastes* spp.). ICES J. Mar. Sci. 69, 635-647.
- Tuset, V.M., R. Imondi, G. Aguado, J.L. Otero-Ferrer, L. Santschi, A. Lombarte & M. Love. 2015. Otolith patterns of rockfishes from the northeastern Pacific. *J. Morphol.*, 276(4):458-69.
- **Von Bertalanffy, L. 1938.** A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). Human Biology 10, 181–213.
- Ward R.D., S.A. Appleyard, R.K. Daley & A. Reilly. 2001. Population structure of pink ling (*Genypterus blacodes*) from south-eastern Australian water, inferred from allozyme and microsatellite analyses. Mar. Fresh. Res., 52(7) 965-973.
- Warnes, G.R. 2014. gplots: Various R programming tools for plotting data, R package version 2.6.0.
- **Welch, D.W. & R.P. Foucher. 1988.** A maximum likelihood methodology for estimating length at maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45, 333-343.
- **Winker, H., S. Kerwath & C. Attwood. 2013.** Proof of concept for a novel procedure to standardize multispecies catch and effort data. MARAM, IWS, 40 pp.
- Winker, H., S.E. Kerwath & C.G. Attwood. 2013. Comparison of two approaches to standardize catchper-unit-effort for targeting behaviour in a multispecies hand-line fishery. Fish. Res. 139, 118-131.



- Wiff, R., M. Montecinos, V. Ojeda & J. Farías. 2005. Congrio dorado en la pesquería demersal sur austral; ¿Es plausible la hipótesis de una sola unidad poblacional?. XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR), 16-20 de Mayo, Viña del Mar, Chile.
- Wiff, R., J.C. Quiroz & V. Ojeda. 2006. Investigación Evaluación de Stock y CTP de Congrio Dorado Sur Austral 2006. Subsecretaria de Pesca, SUBPESCA. 74 pp.
- Wiff, R., V. Ojeda & J.C. Quiroz. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: Evaluating differences between management fishing zones. J. Appl. Ichthyol., 23(3), 270-272.
- Wiff, R., J.C. Quiroz, R. Tascheri & F. Contreras. 2008. Effect of fishing tactics on the standardization of cardinalfish (*Epigonus crassicaudus*) catch rates in the demersal multiespecies fishery off central Chile. Ciencias Marinas. 34(2): 143-154.
- Wiff, R., J.C. Quiroz, V. Ojeda & M.A. Barrientos. 2011. Estimation of natural mortality and uncertainty in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes* Schneider, 1801) in southern Chile. Lat. Amer. J. Aquat. Res., 39(2).
- Wiff, R., J.C. Quiroz, R. Céspedes & L. Chong. 2012. Estatus y posibilidades de explotación biológicamente sustentables de los principales recursos pesqueros nacionales, año 2012. Congrio Dorado. Technical Report IFOP-SUBPESCA.
- Wiff, R., A. Flores, S. Neira, & B. Caneco. 2018. Estimating steepness of the stock-recruitment relationship in Chilean fish stocks using meta-analysis. Fish. Res. 200: 61-67.
- Wood, S.N. 2006. The Generalized Additive Models: An Introduction with R. Boca Raton, FL: CRC.
- **Wood, S.N. 2017.** Generalized Additive Models: An Introduction with R (2nd edition). Chapman and Hall/CRC.



#### 9. ANEXOS



#### Anexo I. Organización de la Literatura.

Según la oferta técnica, se generó una base de datos correspondiente a los estudios de congrio dorado en Chile. Esta base de datos tiene como finalidad la consulta por parte del equipo de trabajo, de aquella literatura que no se encuentra contenida en los seguimientos de la pesquería ya usados y descritos en el Objetivo Específico 1. Esta recopilación constituye una forma de lectura base o madre que todos los investigadores del proyecto tienen acceso para su consulta.

Para esta base de datos, se recolectaron 29 documentos de los cuales 19 corresponden a publicaciones científicas, nueve a reportes técnicos y una tesis de pregrado.

Los artículos y reportes se organizaron en EndNote Web, siguiendo la misma estructura descrita por Wiff et al. (2015), Wiff et al. (2016) (Ver referencias de este Anexo). Esta estructura consiste en una búsqueda bibliográfica por tópicos específicos en variadas fuentes de información, desde revistas científicas hasta literatura gris, como por ejemplo, reportes técnicos, la que se ordena y almacena a traves de diferentes herramientas online. Luego esta información se analiza mediante técnicas modernas de análisis como es el CiteSpace (Chen, 2015). Esta herramienta permite, mediante un algoritmo de análisis de redes, la exploración rápida y eficaz de miles de artículos científicos por tópico relevante. CiteSpace es capaz de tomar una base de datos bibliográfica de un tópico en particular y buscar las tendencias generales en la literatura, los autores más relevantes e identificar artículos claves.

La base de datos puede ser accedida directamente a través de la plataforma EndNote Web y los documentos por medio del software multiplataforma DropBox. La ventaja de organizar la literatura de esta manera es que puede ser citada con facilidad a través de EndNote web.

La carpeta de DropBox contiene los documentos ordenados alfabéticamente por autor. Además, los documentos se organizaron en sub carpetas de artículos, reportes técnicos y tesis. La carpeta de DropBox contiene además dos archivos: 1. "cuentas\_congrio\_2018.rtf", que contiene información sobre las cuentas asociadas al proyecto: a) Gmail, b) Dropbox y c) EndNote Web, y 2. El archivo "Congrio\_2018.ris" que contiene la base de datos de artículos y reportes que fue organizada y creada en Mendeley Desktop y exportada a EndNote web.

Cuentas Asociadas al almacenamiento y organización de los documentos

a) Gmail congrio 2018



usuario : congrio2018@gmail.com

contraseña : Congrio.\_2018

b) EndNote web

usuario : congrio2018@gmail.com

contraseña : Congrio.\_2018

c) DropBox

usuario : congrio2018@gmail.com

contraseña : Congrio.\_2018

#### Referencias

Chen C. 2015. How to Use Cite Space. Leanpub.

Wiff R, Queirolo D, Lima M, Canales M, Montero J, Gelcich S & Serra R. 2015. Medidas de Mitigación Aplicadas Sobre el Descarte y Captura Incidental en Pesquerías Demersales en Chile. Reporte técnico para IFOP.

Wiff R, Queirolo D, Canales M, Gacitúa S, Montero J & Lima M. 2016. Medidas de Mitigación aplicables para disminuir los descartes y la captura incidental en pesquerías demersales en Chile. Reporte técnico para IFOP.

#### Literatura recopilada

- Aguayo, M., Paya, I., Céspedes, R., Miranda, H., Catasti, V., Lillo, S., Gálvez, P., Adasme, L., Balbontín, F., Bravo, R., Montenegro, C., Bravo, C., Bernal, R., Herrera, G., Rodríguez, L. & Ossa, L. 2001. Dinámica Reproductiva de Merluza Del Sur y Congrio Dorado. Instituto de Fomento Pesquero FIP 99-15.
- Allen, G.-R. .1985. An Annotated and Illustrated Catalogue of Pearlfishes, Cusk-Eels, Brotulas and Other Ophidiiform Fishes Known to Date. FAO Fisheries.
- Arancibia, H., Alarcón, R., Aedo, G. & Barros, M. 2008. Parámetros biológico pesqueros de congrio dorado al norte de la unidad de pesquería sur austral. Universidad de Concepción FIP 2013-28.
- Baker, L.L., Wiff, R., Quiroz, J.C., Flores, A., Céspedes, R., Barrientos, M.A., Ojeda, V. & Gatica, C. 2014. Reproductive ecology of the female pink cusk-eel (*Genypterus bl acodes*): Evaluating differences between fishery management zones in the Chilean austral zone. Environmental Biology of Fishes, **97**, 1083–1093.
- Beentjes, M.P., Bull, B., Hurst, R.J. & Bagley, N.W. 2002. Demersal fish assemblages along the continental shelf and upper slope of the east coast of the South Island, New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, **36**, 197–223.
- Canales-Aguirre, C.B., Ferrada, S., Hernández, C.E. & Galleguillos, R. 2010. Population structure and demographic history of *Genypterus blacodes* using microsatellite loci. Fisheries Research, **106**, 102–106
- Hoenig, J.M. (1983) Empirical use of longevity data to estimate mortality-rates. Fishery Bulletin, **82**, 898–903.
- Horn, P.L. .2005. A Review of the Stock Structure of Ling (*Genypterus Blacodes*) in New Zealand Waters. Ministry of Fisheries, New Zeland, 42pp.
- Horn, P.L. 1993. Growth, age structure, and productivity of ling, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae), in New Zealand waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, **27**, 385–397.
- L. Machinandiarena, G.J. Macchi, M.F.V. 1998. Descripción del estadio de desove del abadejo manchado Genypterus bl acodes (Schneider, 1801) (Pisces, Ophidiidae) en el mar Argentino. Bol. Inst. Esp. Oceanogr, 14, 49–55.
- McGregor, V. 2015. Stock Assessment of Ling (*Genypterus Blacodes*) on the Chatham Rise (LIN 3 & 4) for the 2014 15 Fishing Year. Ministry for Primary Industries New Zeland.
- Mitchell, S.J. 1984. Feeding of ling *Genypterus blacodes* (Bloch & Schneider) from 4 New Zealand offshore fishing grounds. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, **18**, 265–274.
- Nyegaard, M., Arkhipkin, A. & Brickle, P. 2004. Variation in the diet of *Genypterus blacodes* (Ophidiidae) around the Falkland Islands. Journal of Fish Biology J.Fish Biol., **65**, 666–682.
- O'Grady, D.F., Howell, H., Watson Iii, W.H., Jordan, A.R. & Jury, S.H. (2001) Population structure of pink ling (*Genypterus blacodes*) from south-eastern Australian waters, inferred from allozyme and microsatellite analyses. Marine And Freshwater Research, **52**, 1125–1132.



- Paredes, F. & Bravo, R. (2005) Reproductive cycle, size at first maturation and fecundity in the golden ling, *Genypterus blacodes*, in Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, **39**, 1085–1096.
- Paya, I., Pool, H., Aguayo, M., Ojeda, V., Céspedes, R., Adasme, L., Montenegro, C., Bravo, C. & Olivares, J. (2000) Estrategias de Explotación En Merluza Del Sur y Congrio Dorado En La Zona Sur Austral Bajo Incertidumbre Del Tamaño y Rendimiento Sustentable Del Stock. Instituto de Fomento Pesquero FIP 97-14.
- Quiroz, J.C., Pedraza, M., Tascheri, R., Bucarey, D., Alarcón, C., Contreras, F., Leal, E., Zúniga, M.J., Espíndola, F., Castillo, C., Céspedes, R., Wiff, R., Cubillos, L., Canales-Aguirre, C.B., Bahamondes, R., Chong, L., Uribe, J., Muñoz, G., Alarcón, J. & Vargas, C. 2008. Bases Metodológicas Para La Estimación Directa de Abundancia de Los Recursos Raya y Congrio Dorado Entre La X y XII Región. Instituto de Fomento Pesquero FIP 2008-46.
- Renzi, M.A. (1986) Aspectos biológico-pesqueros del abadejo. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, **6**, 5–19.
- Rubilar, P., Céspedes, R., Ojeda, V., Adasme, L., Cuevas, A., Cerna, F. & Ojeda, G. 2000. Análisis de La Estructura y Condición Biológica de Los Recursos Merluza Del Sur y Congrio Dorado En Aguas Interiores de La X, XI, XII Regiones. Instituto de Fomento Pesquero FIP 98-02.
- Sandoval-Ramírez, J. 2015. Estudio Biológico-Pesquero Del Congrio Dorado En La Región de Los Ríos. Universidad Austral de Chile.
- Smith, P.J. & Paulin, C.D. 2003. Genetic and morphological evidence for a single species of pink ling (*Genypterus b lacodes*) in New Zealand waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, **37**, 183–194.
- Tascheri, R., Sateler, J., Merino, J., Diaz, E., Ojeda, V. & Montecinos, M. 2003. Estudio Biológico-Pesquero Congrio Colorado, Congrio Negro y Congrio Dorado En La Zona Centro-Sur. Instituto de Fomento Pesquero FIP 2001-15.
- Ward, R.D. & Reilly, A. 2001. Development of microsatellite loci for population studies of the pink ling, *Genypterus blacodes* (Teleostei: Ophidiidae). Molecular Ecology Notes, **1**, 173–175.
- Wiff, R., Barrientos, M.A., Segura, A.M. & Milessi, A.C. 2017. The invariance of production per unit of food consumed in fish populations. Theory in Biosciences, **136**, 179–185.
- Wiff, R., Ojeda, V. & Quiroz, J.C. 2007. Age and growth in pink cusk-eel (*Genypterus blacodes*) off the Chilean austral zone: Evaluating differences between management fishing zones. Journal of Applied Ichthyology, **23**, 270–272.
- Wiff, R., Flores, A., Neira, S. & Caneco, B. 2018 Estimating steepness of the stock-recruitment relationship in Chilean fish stocks using meta-analysis. Fisheries Research, **200**, 61–67.
- Wiff, R., Quiroz, J.C., Ojeda, V. & Barrientos, M.A. 2011. Estimación de mortalidad natural e incertidumbre para congrio dorado (*Genypterus blacodes* Schneider, 1801) en la zona sur austral de Chile. Latin American Journal of Aquatic Research, **39**, 316–326.
- Wiff, R., Roa-Ureta, R.H., Borchers, D.L., Milessi, A.C. & Barrientos, M.A. 2015. Estimating consumption to biomass ratio in non-stationary harvested fish populations. PLoS ONE, **10**, 1–13.



#### Anexo II. Acta Reunión de Coordinación.



Proyecto "Construcción de Indicadores de abundancia de congrio

dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)". Proyecto

FIPA N° 2017-46.

Requirente Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) - Fondo de

Investigación Pesquera y de Acuicultura (F.I.P.A.)

Actividad Reunión de Coordinación Equipo de trabajo CAPES-PUCV /

FIPA y Contraparte Técnica SUBPESCA

Fecha 19 de diciembre de 2017

Jefe de Proyecto Dr. Rodrigo Wiff Onetto

CAPES-UC / Pontificia Universidad Católica de Chile

Fono: 56-2-23542638

E-mail: <a href="mailto:capespesquero@bio.puc.cl">capespesquero@bio.puc.cl</a>



#### ACTA

#### Reunión de Coordinación: CAPES - PUCV / FIPA-SUBPESCA

"Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)". Proyecto FIPA N° 2017-46

Valparaíso, 19 de diciembre de 2017

#### Participantes:

FIPA:

Malú Zavando B.

SUBPESCA:

Aurora Guerrero C.

Equipo Técnico del Proyecto (CAPES-UC):

- Rodrigo Wiff O. (Jefe de Proyecto) (Vía Skype)
- Dante Queirolo P.
- Santiago Gacitúa G.
- Felipe Torres C.

#### Desarrollo de la Reunión:

La reunión comienza con la intervención de la Sra. Malú Zavando por parte del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA), para informar al equipo técnico de CAPES-UC algunos aspectos administrativos de: la adjudicación del proyecto, los plazos del mismo y procedimientos para solicitudes de información al FIPA y/o SUBPESCA, modificaciones a la Carta Gantt y/o peticiones de cambios de plazos, pagos de facturas, entrega de informes entre otros. Además, informa que se debe levantar un acta resumen de la presente reunión y ser enviada al FIPA dentro de los 5 días hábiles siguientes.

Posteriormente, se realiza una breve presentación por parte del Equipo Profesional de CAPES-UC, presente en la reunión, de los hitos más importantes del proyecto (fechas de informes, plazos por objetivo específico, talleres, etc.) y de los objetivos específicos del mismo, por parte del Jefe de Proyecto. Durante el desarrollo de la presentación surgieron una serie de inquietudes por parte del equipo de la Subsecretaría y del equipo profesional del proyecto, que fueron respondidas y/o registradas por parte del equipo técnico para ser consideradas posteriormente.

Las intervenciones que se hicieron se pueden resumir de la siguiente forma:

Objetivo Específico N°1: "Identificar las principales áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la X, XI, y XII Región"

#### A. Guerrero:

Durante la presentación de las actividades relacionadas con este Objetivo Específico, plantea que sería bueno intentar agendar por parte del equipo Técnico del Proyecto una reunión con el Comité de Manejo



de la pesquería, a fin de informarle a los representantes de dicho Comité los alcances del proyecto, los requerimientos respecto de las encuestas que se realizarán y recoger inquietudes de los actores de la pesquería que pudieran surgir de dicha reunión y que pudieran ayudar a mejorar el desarrollo del proyecto y los resultados que se obtendrán del mismo.

A lo anterior, el equipo del proyecto responde que es una de las situaciones ya previstas por el equipo técnico del proyecto y que se le iba a solicitar la ayuda a la SUBPESCA para poder coordinar ser recibidos por el Comité de Manejo mencionado en una futura reunión para presentar el proyecto. Se acuerda intentar durante el mes de marzo la posibilidad de ser recibidos por el Comité de Manejo y que dicha reunión se realizaría en Puerto Montt por lo que el equipo del proyecto tendría que desplazarse a la X región.

Posteriormente, la Sra. Guerrero hace mención a un proyecto que está siendo ejecutado por la Universidad de Concepción con fondos regionales en la XI Región, y que contempla el levantamiento de información de varias pesquerías en la zona, entre ellas la de congrio dorado, y que quizás es posible generar una interacción con el equipo técnico de dicho proyecto, respecto de la información de las áreas de pesca o caladeros de congrio. Menciona que hay un documento técnico entregado de dicho proyecto y que indagará la posibilidad de poder tener acceso a él, además, menciona que la persona que ha estado trabajando en dicho proyecto con quien se podría intercambiar información es Gustavo Aedo de la Universidad de Concepción.

Luego hace mención al borrador de encuesta que se aplicará y que se debiera modificar en el sentido de preguntar respecto de "áreas de pesca" o "zonas de pesca" y no de "caladeros de pesca" para que no se genere la confusión en los encuestados respecto al reglamento de caladeros de pesca en virtud de lo establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura y el artículo 6º de la ley 20.825, amplía plazo de cierre para la relocalización de concesiones de acuicultura.

Lo cual es recogido por equipo técnico del proyecto y se compromete realizar las modificaciones necesarias en la encuesta a fin de no mezclar ambas cosas.

Además, se incorporarán preguntas relacionadas con la percepción de los pescadores respecto a la composición de la captura, haciendo énfasis en la aparición de raya y otras especies de fauna acompañante.

Luego la Srta. Guerrero hace mención a que sería bueno realizar en la encuesta un levantamiento de las brechas socioeconómicas de los pescadores artesanales que operan en la pesquería de congrio dorado en las 3 regiones de estudio. Lo cual también es recogido por el equipo técnico del proyecto y será incorporado en el nuevo borrador que se construirá.

Objetivo Específico N°2: "Determinar indicadores de abundancia de congrio dorado en aguas interiores de la Pesquería Demersal Austral."

#### A. Guerrero:

Durante la presentación de este Objetivo Específico, plantea que existe la controversia respecto del el tiempo de reposo del espinel utilizado para la captura de solo congrio dorado y otras especies de fauna acompañante. De acuerdo a lo que le plantean algunos pescadores artesanales, el tiempo de reposo tiene una fuerte incidencia en obtener como captura solamente congrio dorado o, en otros casos raya, cuando el tiempo de reposo del espinel es más prolongado. Al respecto se mencionó que durante la ejecución del



proyecto se buscará establecer un tiempo de reposo estándar de calado de los espineles, esperando que se mantenga en todas experiencias, no obstante, se reconoce que dada la dificultad de llevarlo a cabo se empleará un índice de CPUE estandarizado que considere el tiempo de reposo.

Posteriormente, hace la consulta si está contemplado el arriendo de embarcaciones artesanales para realizar las 2 campañas de muestreo en terreno propuestas. A lo cual, el equipo técnico del proyecto responde que está considerado y que se están realizando ya las gestiones para identificar aquellas embarcaciones que cumplan con los requerimientos de infraestructura, logística y habitabilidad para contratarlas en cada una de las 3 regiones a visitar.

Luego se hace mención a la cuota de pesca investigación de congrio dorado que se debiera solicitar a la Subsecretaría, lo cual se explica que basándose en las cuotas de investigación reservadas en años anteriores y los requerimientos del presente proyecto, dicha cuota debiera acercarse a las 13.3 toneladas de congrio dorado, lo cual es concordante con la reserva realizada por la SUBPESCA para posibilitar la ejecución del presente proyecto.

Además, se plantea por parte de Aurora Guerrero, que se deben incluir las cuotas para las especies acompañantes

Objetivo Específico N°3: "Caracterizar en términos biológico-pesqueros las áreas de pesca identificadas en referencia a estructura de tallas, madurez, composición de captura y evaluar las potenciales diferencias entre ellas."

Durante la presentación del presente Objetivo Específico no hay mayores dudas respecto a las actividades que se realizarán ni respecto a la metodología a utilizar.

Se indica que se tiene presupuestada una pasantía de investigación para el Sr. Andrés Flores (encargado del presente objetivo) con el Prof. Olav Kjesbu del Institute of Marine Research, Bergen, Noruega. El Objetivo será el análisis del efecto maternal de las hembras de congrio dorado sobre los componentes reproductivos, tales como el tamaño de ovocitos, fecundidad y ojiva de madurez.

Lo anterior, le parece relevante y muy bueno a la contraparte técnica de la SUBPESCA Srta. Guerrero, ya que puede permitir responder muchas dudas respecto de los aspectos reproductivos del congrio dorado.

Posteriormente, Dante Queirolo hace la consulta al jefe de proyecto respecto de la posibilidad de comparar la escala macroscópica utilizada por los observadores científicos de IFOP (Instituto de Fomento Pesquero) en terreno para la identificación de los estados de madurez macroscópica de congrio dorado, ya que plantea que quizás podría existir un problema tanto de observación como de la escala de madurez macroscópica utilizada.

El jefe de proyecto responde que la idea principal de este objetivo es determinar si los estadios de madurez indicados en la escala macroscópica son coherentes con aquellos indicados por la histología, como también corroborar las hipótesis acerca del efecto maternal indicadas en Baker et al (2014, Env. Biol. Fish). Se indica además, que la idea en un futuro próximo es dejar de lado la macroscopía debido a los problemas que subjetividad que esta técnica presenta, para dedicarse a la construcción de ojivas de madurez completamente basadas en el Indice gonadosomático (IGS), usando el método de Flores el at 2015 (ICES Journal of Marine Science). La histología entonces es pieza clave para proponer métodos basados en IGS en esta especie.



#### A. Guerrero:

Consulta si no se evalúa como parte del muestreo de terreno del proyecto la posibilidad de considerar caladeros o áreas de pesca de aguas exteriores, y hace mención en particular al área del Golfo Corcovado que en la actualidad es una zona de captura de pescadores artesanales, pero no existe mayor información ya que no se ha podido enviar observadores científicos a la zona en las embarcaciones que allí operan.

D. Queirolo responde por parte del equipo técnico del proyecto que quizás se podría tener en cuenta y muestrear dicho caladero, pero que se debe tener en mente que se requiere una estabilidad de dicho área o caladero en el tiempo como para poder considerarlo, ya que no sirve de nada si la información recopilada en el presente proyecto no puede ser replicable en el tiempo, ya que la idea es que se incorporen al programa de seguimiento de la pesquería.

Objetivo Específico N°4: "Estimar indicadores de abundancia de congrio dorado para la flota industrial que opera en aguas exteriores de la PDA."

#### A. Guerrero:

Durante la presentación de este Objetivo Específico plantea la duda si se ha considerado la posibilidad de tener feedback del evaluador de stock de IFOP que lleva la CBA (Cuota Biológicamente Aceptable) de congrio dorado.

A lo anterior, el jefe de proyecto responde que eso está dentro de las actividades a realizar en el proyecto y recuerda la Carta de Apoyo Institucional de IFOP adjuntada en la Propuesta Técnica, lo que considera la interacción del equipo técnico del proyecto con los diferentes investigadores del IFOP que realizan actividades con la pesquería de congrio dorado, y que de hecho ya se han realizado varias reuniones bilaterales con profesionales de IFOP a fin de incorporar sus sugerencias y/o comentarios para mejorar los resultados del presente proyecto.

Además, el jefe de proyecto recuerda que se contempla entre las actividades del proyecto la realización de un Taller Metodológico (que corresponde a una sobreoferta), durante el mes de marzo del 2018, y que aparte de los expertos internacionales invitados considera la participación de los profesionales de IFOP, SUBPESCA y universidades nacionales, para discutir aspectos que pudieran mejorar la metodología propuesta para cada uno de los objetivos específicos y los posteriores resultados del proyecto.

Luego, menciona que como parte de una solicitud de la empresa Deris S.A. que captura congrio dorado, se desarrollará un crucero de investigación con una embarcación de dicha empresa en dos caladeros de la pesquería (en área norte y en área sur) donde participarán investigadores del IFOP y que se podría ver la posibilidad de interactuar con ellos, para obtener información y/o muestras de dicho crucero.

A lo anterior, el equipo técnico del proyecto le responde que conoce de la realización de dicha investigación y que ya se había tenido una primera reunión de acercamiento con Renato Céspedes (IFOP), quién participará del crucero, a fin de ver la posibilidad de utilizar información recopilada en dicho crucero.

#### Varios:

- Se acuerda con la contraparte técnica de la SUBPESCA realizar las gestiones pertinentes para viajar en marzo del 2018 a realizar una presentación del proyecto al Comité de Manejo de la Pesquería a la ciudad de Puerto Montt.



- Se le solicita a la contraparte técnica de la SUBPESCA la información referente a los actores de la pesquería, Comité de Manejo, dirigentes, RAE (Régimen Artesanal de Extracción), a fin de generar una base de datos de contacto de los pescadores artesanales para la realización del Obj. Específico N° 1.

A su vez, se le solicita generar el contacto con las Direcciones Zonales de la SUBPESCA, para revisar con ellos la base de datos de los actores, poder coordinar reuniones y/o convocar a los diferentes dirigentes y pescadores artesanales que operan en la pesquería de congrio dorado en cada una de las regiones de estudio.

Siendo cerca de las 13 horas se da por finalizada la reunión.



Anexo	III.	Tall	eres:



#### Anexo IV. 1. Taller Metodológico:

#### Acta Taller Metodológico.



Proyecto "Construcción de Indicadores de abundancia de congrio

dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)". Proyecto

FIPA 2017-46.

Requirente Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)

Actividad Taller Internacional de Discusión Metodológica

Fecha 28 de marzo de 2018

Jefe de Proyecto Dr. Rodrigo Wiff Onetto

CAPES-UC / Pontificia Universidad Católica de Chile

Fono: 56-2-23542638

E-mail: capespesquero@bio.puc.cl



#### INVITACION TALLER





Valparaíso, 12 de marzo de 2018.

El Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES-UC) con el patrocinio de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y el Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA), en el marco del Proyecto FIPA Nº 2017-46 "Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)", tiene el agrado de invitarle a un Taller Metodológico donde se presentarán y discutirán los alcances de la investigación en ejecución. Dicho Taller se desarrollará el próximo día martes 20 de marzo a partir de las 09:00 hrs., en el "Auditorio Ximena Reyes" de la Escuela de Ciencias del Mar en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), calle Avenida Altamirano 1424, Valparaíso.

Esperando contar con su valiosa presencia y participación, le saluda cordialmente,

Enrique Aguilar W. Coordinador Confirmar al +56 9 52216603;

mail: capespesquero@bio.puc.cl; eaguilar.wiff@gmail.com





#### Agenda Taller Proyecto FIPA 2017-46:

"Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)".

Escuela de ciencias del mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 28 de marzo de 2018.

#### MAÑANA:

MANANA:				
Hora	Actividad			
09:00-09:10	Bienvenida, agenda del día. (Rodrigo Wiff)			
09:10-09:30	Marco General (Rodrigo Wiff)  • Aspectos generales de taller.  • Agenda.  • Presentación general del proyecto.			
09:30-10:00	Presentación Bruno Caneco. Presentación experto invitado.			
10:00-10:30	Objetivo Específico 1 (Stefan Gelcich (presentado por F. Torres)).  • Áreas de pesca de Congrio Dorado en aguas interiores de la X a XII regiones.			
10:30-11:00	Revisión Bibliográfica (Andrés Milessi)  • Congrio Dorado en su distribución Atlántica.			
11:00-11:30	Pausa para Café			
11:30-12:00	Objetivo Específico 2 (Dante Queirolo)			
12:00-12:30	Objetivo Específico 3 (Andrés Flores)  • Aspectos reproductivos de Congrio Dorado.			
12:30-13:00	Objetivo Específico 4 (Rodrigo Wiff)  • Estandarización de esfuerzo industrial.			
13:00-13:30	Sobre Oferta (Rodrigo Wiff)  • Morfometría de otolitos.			
13:30-14:00	Plenario de discusión y preguntas			
14:00-	Cóctel cierre de Taller.			



# TALLER INTERNACIONAL DE DISCUSIÓN METODOLÓGICA, PROYECTO FIPA 2017-46

"Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)".

Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 28 de marzo de 2018.

#### Participantes:

#### SUBPESCA:

- Aurora Guerrero.
- Lorenzo Flores.

#### IFOP:

- Patricio Gálvez
- María Cristina Pérez
- Renato Céspedes
- Liu Chong
- Francisco Contreras
- Karen Walker
- Juan Carlos Quiroz
- Antonio Aranis
- Javier Contreras

#### PUCV:

- Dante Queirolo P.
- Andrés Flores
- Cristian Canales
- Mauricio Ahumada
- José Merino
- Pedro Apablaza
- Andrés Flores

#### UNAB:

Christian Ibáñez

#### CEPES:

- Andrés Franco
- Sarah Hopf

#### Expertos Internacionales:

- Karl Donovan (U. St. Andrews)
- Bruno Caneco (DMP Statistical Solutions)
- Andrés MIlessi (CIC, INIDEP)

#### Equipo Técnico del Proyecto (CAPES-UC):

- Rodrigo Wiff (Jefe de Proyecto)
- Mariella Canales
- Felipe Torres
- Nairy Wiff
- Santiago Gacitúa
- Enrique Aguilar



#### Desarrollo del Taller:

Se realizó una presentación de la metodología del proyecto para cada uno de los Objetivos Específicos (1 a 4) y la sobreoferta comprometida, por parte del equipo de trabajo del Centro CAPES-UC. Se describió la metodología, resultados esperados, entre otros aspectos analizados, para la de construcción de indicadores de abundancia para el congrio dorado entre la décima y décimo segunda regiones. Las presentaciones fueron ya sea completamente en idioma Ingles, o en su defecto, las láminas escritas en Ingles con el relato en español.

Se indica además que este taller internacional cuenta de dos partes. Una de trabajo privado con los expertos internaciones donde se espera recabar aspectos generales del proyecto, y particulares en aspectos de (1) de biología de la especie en aguas Atlánticas y (2) métodos intensivos computacionalmente para bases de datos (estandarización de esfuerzo industrial). Los resultados de este trabajo se encuentran en el Anexo IV (Borrador de un artículo en estandarización de esfuerzo de congrio dorado) y Anexo V (revisión de aspectos biológico-pesquero de congrio dorado en el atlántico).

De las diferentes presentaciones surgieron una serie de comentarios y/o preguntas a los distintos expositores y que fueron registradas por parte del equipo técnico de CAPES-UC, las que pueden resumirse como sigue:

#### P. Gálvez (IFOP):

Consulta a respecto a cómo se seleccionaron los entrevistados para el Objetivo Específico N° 1, ya que por el número de entrevistas realizadas en la X región, aproximadamente 16, le preocupa la representatividad de dichas encuestas debido a que los pescadores artesanales en general son muy tradicionales y las respuestas estarán influenciadas por la separación que existe entre botes y lanchas en la zona, y las áreas de operación de las mismas. Se consulta también, si se realizó un contraste del número muestral o comparación entre botes y lancheros. A esto se agrega la duda si solo se seleccionaron botes o lanchas para el análisis. Por último, indica que existe una diferencia importante de información entre lanchas mayores que operan en aguas exteriores en comparación con aquellas que lo hacen en aguas interiores.

Le responde F. Torres por parte del equipo técnico, aclarando que se entrevistó a pescadores de Hualaihue que corresponden principalmente a boteros y en Dalcahue donde la mayoría de los entrevistados son pescadores que poseen botes. Se agrega, además que en la encuesta realizada se trató da aplicar al mayor número de personas disponibles de entrevistar para cada región, sin segregar a priori a quienes se iba a encuestar.

Respecto a la consulta del contraste del número muestral se aclara que, para el presente proyecto, no se busca tener una muestra representativa ni mucho menos realizar un censo respecto a las zonas de pesca. La metodología muestra que llegado cierto número de encuestados cuando las zonas de pesca comienzan a repetirse continuamente, se satura la curva de respuestas, por lo que no es necesario seguir aplicando esfuerzo de encuestas. Por otro lado, la situación de la XII región donde solo hay tres encuestas, se debe a que actualmente no existen más pescadores con acceso a la pesquería de forma artesanal, por lo que no se puede recoger más información puesto que no la hay.

#### A Franco (CEPES):

Emite una opinión respecto de la credibilidad que tienen los relatos de los pescadores, especialmente aquellos referidos a eventos temporales y con respecto a operaciones industriales en aguas interiores de la PDA.



Le responde F. Torres por parte del equipo técnico de CAPES, aclarando que lo que busca la línea de tiempo respecto a incidentes e historia de la pesquería no es cotejar quien dice la verdad. Se basa en que la importancia de los instrumentos sociales radica en recoger la opinión de los pescadores y en una reconstrucción desde la perspectiva de ese actor.

#### P. Gálvez (IFOP)

Consulta si se realizó algún análisis contrastando tallas respecto a las zonas de pesca, es decir podría darse el caso de que zonas con mayores abundancias tengan individuos de menores tallas y zonas con menor abundancia pudiesen tener individuos de mayores tallas.

El equipo de CAPES responde que no se cotejó esta información, pero si se realizó eso en las zonas de reproducción donde los pescadores indicaron que en esas zonas había una alta abundancia, pero con ejemplares de tallas muy inferiores a las que ellos estaban acostumbrados a observar regularmente en sus faenas.

P. Gálvez agrega que se podría realizar un estudio de batimetría para cotejar si los fondos son todos rocosos o algunas zonas son más bien mixtas o arenosas.

#### R. Wiff:

Le llama la atención de lo presentado por A. Milessi, en su revisión de la información recopilada para congrio dorado en el atlántico (ver Anexo V), las edades de los ejemplares de hasta 20 años, ya que para el lado chileno las edades mayores no pasan de 14-16 años. Se pregunta si esto puede ser diferencias en las técnicas de asignación de edad entre ambos países, o en realidad a poblaciones de biologías diferentes.

A Milessi responde que al parecer esto no se trata de un problema de asignación de edades, ya que si uno analiza las poblaciones de congrio dorado en diferentes partes del mundo (e.g Chile, Argentina, Australia y Nueva Zelanda), tienen diferencias importantes en las edades máximas observadas.

#### P. Gálvez (IFOP):

Pregunta para la presentación del Objetivo Específico N° 2, respecto de la embarcación a ser utilizada para desarrollar los muestreos de congrio dorado, si está basado en lo desarrollado por Quiroz et al (2012). Agrega que sería interesante considerar la separación entre reinales por el tema de atracción de la carnada.

Le responde M. Ahumada que eso es efectivo, y que todo el diseño inicial se basa en lo reportado por Quiroz en el año 2012.

Luego consulta si la construcción del índice sería por región a lo que se le responde que sí, es decir, se intentará desarrollar el índice de abundancia particular para cada región de estudio.

#### D. Rivas (SSPA):

Debido a que las zonas se trataran de manera independiente, se consulta respecto de si esto tendría un efecto en la estandarización de esfuerzo y la posterior comparación entre regiones.



M. Ahumada responde que en realidad el objetivo principal de este proyecto dice relación con la generación de una metodología que permita obtener índices de abundancia proveniente desde aguas interiores y de uso en la evaluación de stocks. Por lo tanto, lo que realmente interesa es que homogeneidad dentro de cada una de las zonas, no aquella entre zonas.

#### A. Milessi (INIDEP):

Consulta si se pretende utilizar tamaños diferentes de anzuelos y/o luces guímicas.

Le responde M. Ahumada que luces químicas no están consideradas porque no son utilizadas comúnmente en esta pesquería. En el caso de los anzuelos, le responde que más que nada se tratará de estandarizar el tipo de carnada (sardina, robalo, congelado, salado, etc.) y el tamaño de la misma.

#### A Franco (CEPES)

Consulta si el protocolo de muestreo, además de la información biológica, considera recopilar otra información que pudiera estar disponible.

Le responde M. Ahumada que hasta el momento se está tratando de incorporar la profundidad y velocidad del viento.

#### Francisco Contreras (IFOP):

En una acotación similar, se indica que el tipo de fondo también al parecer es importante en la determinación de abundancias de congrio dorado.

Le responde R. Wiff que lo que se obtiene del trabajo de Quiroz et al, es que el tipo de fondo es un factor importante y que se debiera considerar al momento de realizar las experiencias en terreno.

#### P. Gálvez (IFOP):

Consulta si se registrar intensidad del viento y mareas

Se le responde que intensidad del viento si y tratará de registrar de alguna forma la diferencia de mareas.

#### Sarah Hopf (CEPES):

Plantea el ejemplo de la pesquería de bacalao de profundidad industrial donde se registran temperatura, oxigeno, entre otras variables mediante sensores que se colocan en el espinel.

#### A. Franco (CEPES):

Plantea que es vital tener claridad de la estandarización. Respecto de:

- Estandarización de la carnada.
- Cómo se va a expandir después.
- Cómo se va a reproducir la experiencia los otros años.



Opina que es necesario tener mayor claridad respecto a los costos y respecto a los tipos de embarcaciones, ecosonda, cómo se va a expandir esos datos a toda el área.

M. Ahumada vuelve a insistir que la idea detrás de este proyecto es proveer indicadores de abundancia que puedan ser comparables dentro de una misma zona a través del tiempo.

#### A. Guerrero (SSPA):

Aclara que, desde el punto de vista de la administración, existían 2 opciones respecto a la investigación que se requería para el congrio dorado, una era respecto a áreas de crianza y, la otra respecto a indicadores de abundancia. Plantea que la percepción de la evaluación del recurso que no se condecía con lo que se observaba en terreno, por lo que esta investigación busca precisamente intentar establecer un procedimiento, una metodología, que permita levantar un indicador de abundancia independiente de la pesquería y que sea repetible en el tiempo.

#### C. Ibáñez (UNAB):

Consulta respecto a la sobreoferta del análisis morfométrico de otolitos como discriminante poblacional, ya que, si se asume que los datos de captura no están correlacionados, cómo se pretende realizar análisis de componentes principales si ese es uno de los supuestos de análisis.

R. Wiff responde que en realidad lo que se compara en el análisis multivariado, son las componentes de Fourier que modelan el borde del otolito entre zonas de pesca. El supuesto, por lo tanto, es que las zonas de pesca son independientes, no los individuos capturados en un mismo muestreo.

#### A. Franco (CEPES):

A modo de comentario general indica que para él es difícil entender el proceso de estandarización de esfuerzo debido a los múltiples factores que pueden afectar los rendimientos de pesca. Por ejemplo, he ha notado en la pesquería industrial que existen incentivos para moverse de caladeros o que las mismas bajas en cuotas de capturas pueden distorsionar la forma en como relacionamos el esfuerzo con las capturas. Estos comportamientos incorporan ruidos, entonces la pregunta es cómo estos se pueden corregir.

R. Wiff responde que este proceso de corrección, es conocido en pesquerías como "estandarización de esfuerzo" es un tema en sí de los más complicados que existe, básicamente porque la única forma que se tiene es inferirlo a través de alguno de los datos, de la composición de captura, de las zonas donde se está pescando o desde la forma como se está pescando, etc. Muchas veces son a través de juicio de experto o a través de modelación, que es solamente para tratar de inferir o tratar de tomar esa señal más gruesa que todas esas particularidades que puedan existir espacial y temporalmente.

#### Plenario de discusión:

El plenario de discusión se centra básicamente en tres tópicos a saber. (1) zonas de pesca a elegir, (2) aspectos relacionados a la estandarización de los cruceros (3) Métodos de estandarización de esfuerzo industrial. En la discusión se deja en claro la relevancia que toma un proyecto como este para la pesquería de congrio dorado, las dificultados a la que se ve enfrentado, especialmente debido a extensión de las



zonas geográficas, problemas climáticos de operatividad, diferencias en la operación de pesca (e.g horas de reposo), uso de carnadas entre zonas.

Se hace hincapié en señalar que lo más importante es mantener las condiciones homogéneas dentro de una región, la comparación entre regiones no aporta al índice de abundancia. Tratar de mantener condiciones de pesca homogéneas entre regiones y a través del tiempo es logísticamente imposible para aguas interiores de la PDA, ni tampoco es relevante para los resultados de este proyecto.

Las zonas de muestreo serán elegidas en base a un análisis de tres niveles. Primero, se analizará la información georreferenciada de la que se cuente, luego se definirán macro-zonas definidas a través de encuestas a los pescadores, y por último trabajo con los capines de pesca específicos que nos permitan delimitar caladeros de pesca. Estas zonas deben contar con ciertos atributos referentes a estabilidad temporal de las faenas de pesca, operatividad. Por ejemplo, hay zonas donde solo operan botes lo que hace difícil un muestreo de este tipo a lo largo del tiempo. Por último, entendemos que el tema de estandarización de pesca industrial es complejo, sobre todo referente a la separación de intencionalidad de pesca. En este proyecto se propone una metodología ad-hoc para este objetivo.

**Rodrigo Wiff**, como Jefe de Proyecto, entrega palabras finales de cierre del taller metodológico, agradeciendo a todos los presentes por su participación.



#### **LISTA DE PARTICIPANTES:**





### TALLER METODOLOGICO INTERNACIONAL FIPA 2017-46

## "Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)"

#### Listado de Participantes

NOMBRE	INSTITUCION	MAIL O FONO DE CONTACTO
AUROM 6, UEMENO	उपकरिक प	aguerrero a susperca.cl
PATRILIO GALVEZ	1707	potició. gal rez @ i fop.d.
JONENSO TORS	Subjescof	Aphonos @ fel jogo . I
MARIA CRISTINA PERET	IFOP	MACHISTINA. PEREZ @ IFOP. CL
of SAMILA CAUTUR D.	CAPES	SPACITUABE GRAIL. COM.
lenge to Caspledes, W.	1FOY	remoto. cospeder @ iTop.cl
and ander	RUCY	ustra conder reticed
Dante Edujado	PUCV.	dante queindo @ pucy el
Marriag Alumada =.	PUCU	maurias, alumada Q poco d
Bruno CAMECO	DMB	brung dimpstats-com
CACL DONOVAN	UNI OF ST ANDREWS	crol 2@ st-andrews. qc.uk
Rodrigo HIFF	CARES	Robeigo, WIFE Dempil. GM.
ANDRES Milessi	cic-swaper	Acmin @ inidep. edu dr
francisco Contreras	(FOP	francisco, contrevus @ 1 fop . cl
Waren Walker V	1 FOP	Karen. Walker @1 Fop. U.
live Cheux F	1FOP	liu. CHONG P. IFOP. Cl.
hristian Ybanez	UNAB	ibanez. Christian el gmail. com
we carly amiron	IPOP	JUANCARIOS. PU: 100 C CLED. C
Mariella Canales	CAPES	mariello canales @gmail. o
705E MERINO	PUCY	70SE. MERINOR PUEV. CL
WORFS FRANCO	CEPES	afranco a ceres d.
Sarah Hord	CEPBS	
Pedro Aubablo ZA Bootias	PUCV	shopf o capes. cl
WHORS FLOVES I	4020	Robo probleca agetino @ g mail
Intonio Aranis 1	(FOD	flores 606 @pmzil.com
	-11	antimo aranz di top.cl
Third Concreas R. WHIRY WICE	IPOP	javier. contreres 9 ifop.c/
	25940	WIFFNAIRY@SHAIL.COM.
life tomes connecte	CAPES-PUC	Letorres Quc. cl.



## Anexo V. 2. Reuniones con pescadores artesanales de las regiones de estudio y Comité de Manejo:

#### **REUNION PESCADORES ARTESANALES XII REGION**

Lugar: Dirección Zonal de Pesca, Punta Arenas.

Fecha: 10 de abril de 2019.

Motivo de la reunión: Reunión de difusión aspectos operacionales FIPA 2017-46, XII Región.

Presentador: Dr. Rodrigo Wiff (CAPES-UC)

**Participantes:** Funcionarios Subsecretaria de Pesca, Dirección Zonal Punta Arenas, Investigadores y Observadores Científicos de IFOP y pescadores artesanales de la XII Región.

#### INVITACION REUNION







Valparaíso, 08 de abril de 2019.

El Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES-UC) con el patrocinio del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), en el marco del Proyecto FIPA Nº 2017-46 "Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)", tiene el agrado de invitarle a una reunión donde se presentarán los resultados operacionales para la construcción de índices de abundancia en aguas interiores de la PDA. Dicha reunión se desarrollará el próximo día miércoles 10 de abril a partir de las 10:00 hrs., en la Dirección Zonal de Pesca, ubicada en calle Lautaro Navarro 471, Punta Arenas.

Esperando contar con su valiosa presencia y participación, le saluda cordialmente,

Enrique Aguilar W. Coordinador Confirmar al +56 9 52216603; mail: <u>capespesquero@bio.puc.cl</u>



#### Desarrollo de la Reunión:

Se realizó una presentación de la metodología del proyecto para cada uno de los Objetivos Específicos (1 a 4) y la Sobreoferta comprometida. Se destacan también las motivaciones que tuvo este estudio, particularmente asociadas a aspectos operacionales del crucero en la XII región. Se presentan los resultados de los objetivos transversales al proyecto, pero siempre con énfasis en la XII región. Se pone especial atención a las zonas de pesca seleccionadas, tipo de arte, carnada y operación de pesca. Se muestran también, los resultados de tasas de capturas de congrio dorado, estructuras de tallas y fauna acompañante.

La presentación tiene una buena acogido por parte de los asistentes, especialmente debido a la poca información que se tiene de la pesca de congrio dorado por parte de la flota artesanal que opera en aguas interiores de la XII región.

La consulta abierta y duda generalizada entre los pescadores asistentes tiene relación en cómo estos resultados afectan las decisiones de cuota y manejo de esta pesquería en la XII regiones. Se hace hincapié, por parte del expositor, en señalar que estos resultados no son vinculantes a las decisiones de cuota en el corto plazo. Se explica que este es un proyecto metodológico que tiene como objetivo sentar las bases técnicas, para construir un indicador de abundancia en la zona que permita luego, ser incorporado en la evaluación de stock y posteriores decisiones de manejo.

Llama la atención y se discuten las razones de los bajos rendimientos de congrio dorado reportados para la XII región en los experimentos acá realizados. La principal duda radica en las zonas elegidas para realizar los experimentos. Los pescadores están de acuerdo en que se pesca congrio dorado en muchas zonas de aguas interiores de la XII región, pero los mayores rendimientos se encuentran en zonas alejadas y a varias horas/días de navegación desde Punta Arenas. Se discuten los aspectos técnicos de cómo poder llegar a proponer un indicador de abundancia en tales condiciones y que pueda este ser replicable en el tiempo. Se discuten, además, los costos que un indicador de abundancia en tales condiciones y si existen los fondos para poder realizarlo continuamente en el tiempo.

Se discute un hecho clave respecto de la operación artesanal de congrio dorado en la XII región indicando que no existe una actividad plenamente desarrollada en esta zona del país para esta especie. Lo anterior, tiene relación principalmente, a que no existe un mercado establecido para esta especie en la zona. Por la misma razón, tampoco existe un seguimiento por parte de IFOP establecido para esta especie en la pesquería artesanal que opera en la XII regiones. Funcionarios de IFOP presentes en la reunión indican que ellos están disponibles para poder cooperar en hacer el seguimiento de esta flota, pero necesitan de la voluntad de los pescadores para poner a disposición observadores científicos a bordo, como también recepcionar muestras en puerto de la captura efectuada.

El punto anterior genera una conclusión compartida con los pescadores artesanales en cuanto a que, si no se tiene un sistema de seguimiento para esta especie en aguas interiores de la XII región, difícilmente se podrá levantar un índice de abundancia que tenga las características de robustez que permitan su incorporación en la evaluación de stock y posterior manejo de la pesquería.













#### **REUNION PESCADORES ARTESANALES XI REGION**

Lugar: Dirección Zonal de Pesca, Puerto Aysén.

Fecha: 22 de abril de 2019.

Motivo de la reunión: Reunión de difusión aspectos operacionales FIPA 2017-46, XI región.

Presentador: Sr. José Montero S. (CAPES-UC)

**Participantes:** Funcionarios Subsecretaria de Pesca, Dirección Zonal Aysén, pescadores artesanales de la XI región.

#### INVITACION REUNION







Valparaíso, 09 de abril de 2019.

El Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES-UC) con el patrocinio del Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) y la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA), en el marco del Proyecto FIPA N° 2017-46 "Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)", tiene el agrado de invitarle a una reunión donde se presentarán los resultados operacionales para la construcción de índices de abundancia en aguas interiores de la PDA. Dicha reunión se desarrollará el próximo día lunes 22 de abril a partir de las 15:00 hrs., en la Dirección Zonal de Pesca, ubicada en Avenida Municipal 458 A, Aysén.

Esperando contar con su valiosa presencia y participación, le saluda cordialmente,

Enrique Aguilar W. Coordinador Confirmar al +56 9 52216603; mail: <u>capespesquero@bio.puc.cl</u>



#### Desarrollo de la Reunión:

La reunión comienza con la presentación del expositor y agradecimientos a la participación de los presentes. Luego, se introducen los objetivos y motivación de la investigación y se presentan los resultados de la metodología para desarrollar los estimadores de abundancia y se muestran detalles técnicos de los resultados, en particular para la XI Región.

Durante el desarrollo de la presentación la principal inquietud por parte de los pescadores y miembros del Comité de Manejo presentes fue que se les indicara una abundancia estimada para el congrio dorado en la región. Esta inquietud no fue posible esclarecer, ya que los objetivos del proyecto no es estimar abundancia, si no que desarrollar una metodología de estimadores de abundancia. Luego de una larga discusión la intervención de los miembros presentes de la Armada de Chile facilitó el entendimiento de los objetivos del estudio para los presentes.

Al igual que lo ocurrido durante la presentación de los resultados en la XII región, una inquietud generalizada fue cómo esto resultados pueden influir en la evaluación de stock y en la determinación de la cuota. Se responde de la misma forma y como se mencionó anteriormente, los resultados son de carácter metodológico para poder en el futuro estimar la abundancia. Esta claro que el estudio requiere de una continuidad para que se logre estimar de forma adecuada y, año a año, la abundancia del recurso.

En general la reunión no tuvo preguntas sobre aspectos particulares de la metodología. Sin embargo, la discusión se centro en el futuro de la investigación y de cómo se utilizarán estos resultados a futuro. Muchos de los presentes mencionaron la carencia de estudios sobre el recurso en la zona y el desconocimiento de cuan abundante y disponible se encuentra el congrio dorado actualmente.

También se concluye entre los participantes sobre promover este tipo de estudios y se recomienda su continuo desarrollo en años venideros. También se indica que, en este tipo de proyecto, la cooperación ente pescadores y científicos es crucial y se ha hecho un buen trabajo en ese sentido. Se felicita a los ejecutores del proyecto y se da fin a la presentación de resultados.



#### PRESENTACION DE RESULTADOS AL COMITÉ DE MANEJO

Lugar: Dirección Zonal de Pesca, Puerto Montt.

Fecha: 24 de abril de 2019.

Motivo de la reunión: Presentación de resultados del proyecto FIPA 2017-46 al Comité de Manejo.

Presentador: Dr. Rodrigo Wiff (CAPES-UC, vía remota)

Participantes: Comité de Manejo e Investigadores de IFOP.

#### Desarrollo de la Reunión:

La reunión comienza con el jefe de proyecto agradeciendo la invitación a comité de manejo (CM) para presentar los resultados preliminares del proyecto en curso. Se hace una presentación general de los objetivos del proyecto y motivaciones. Se realiza luego una presentación detallada de los resultados para cada objetivo (incluyendo la Sobreoferta), y para cada una de las regiones de ejecución del proyecto (X, XI, XII).

Una opinión general y transversal a los asistentes, es señalar que se ven gratamente sorprendidos por el grado de trabajo y seriedad con el que se han desarrollado cada uno de los objetivos. Se concuerda además, que este tipo de proyectos son necesarios en la zona y flota artesanal, debido al escaso conocimiento que se tiene en este respecto.

Una consulta general tiene relación con cómo estos resultados pueden influir en la evaluación de stock y cuántos son los años necesarios para la repetición de este experimento que permita influenciar los estimados de abundancia en esta pesquería. Se responde que los resultados acá propuestos son de carácter metodológicos que permitan en el futuro levantar un índice de abundancia. Desde este punto de vista, se debiese hacer una repetición del estudio de forma anual (o cada dos años) que permita obtener un índice de abundancia. Se estima que el número mínimo de repeticiones (puntos en el tiempo) debiese ser de al menos cinco cruceros para que la señal comience a influenciar la evaluación de stock de congrio dorado.

Las consultas y comentarios operacionales del crucero tuvieron relación principalmente a los resultados en la X y XI regiones. Dirigentes de pescadores artesanales de ambas zonas corroboraron que las áreas elegidas para prospección son las que se ha pescado congrio dorado históricamente y que tanto las embarcaciones como capitanes de pesca son los que corresponde al recurso en cada zona. Se hacen consultas/recomendaciones a tener en cuenta los aspectos operaciones de los cruceros, particularmente a la profundidad de calado. Se indica además los detalles operacionales del crucero, y como esos aspectos, entre otros, fueron tomados en cuenta en los protocolos de muestreos propuestos y ejecutados.

Se hacen consultas respecto de la Sobreoferta en cuanto a utilizar morfometría de otolitos como discriminación poblacional y que tan certero eran los resultados en esta etapa de análisis. Se señala que los resultados de morfometría de otolitos confirman la idea de que, al menos, la XII región presenta una zona aislada en términos de ecológicos respecto de las zonas X y XI.



Existe consenso entre los participantes en promover que este tipo de estudios se recomienden para que puedan ser desarrollados continuamente en años venideros. También se indica que, en este tipo de proyecto, la cooperación ente pescadores y científicos es crucial y se ha hecho un buen trabajo en ese sentido. Se felicita a los ejecutores del proyecto y se da fin a la presentación de resultados.



## Anexo VI. 3. Taller de difusión de resultados:



Proyecto "Construcción de Indicadores de abundancia de congrio

dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)". Proyecto

FIPA 2017-46.

Requirente Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA)

Actividad Taller Difusión de Resultados

Fecha 10 de septiembre de 2019

Jefe de Proyecto Dr. Rodrigo Wiff Onetto

CAPES-UC / Pontificia Universidad Católica de Chile

Fono: 56-2-23542638

E-mail: <a href="mailto:capespesquero@bio.puc.cl">capespesquero@bio.puc.cl</a>



# INVITACION TALLER





Valparaíso, 28 de agosto de 2019.

El Centro de Ecología Aplicada y Sustentabilidad (CAPES-UC) con el patrocinio de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y el Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA), tiene el agrado de invitarle al Taller de Difusión de Resultados del Proyecto FIPA N° 2017-46 "Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)", donde se presentarán y discutirán los principales resultados y conclusiones de la investigación desarrollada. Dicho Taller se desarrollará el próximo día martes 10 de septiembre a partir de las 09:00 hrs., en el "Auditorio Ximena Reyes" de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), ubicado en Avenida Altamirano 1424, Valparaíso.

Esperando contar con su valiosa presencia y participación, le saluda cordialmente,

Enrique Aguilar W. Coordinador Confirmar al +56 9 52216603 mail: <u>capespesquero@bio.puc.cl</u>





# Agenda Taller Proyecto FIPA 2017-46:

"Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)".

Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 10 de septiembre de 2018.

# MAÑANA:

Hora	Actividad
09:00-09:10	Bienvenida, registro de participantes.
09:15-09:30	Marco General
09:30-10:00	<b>Objetivo Específico 1</b> . Identificar las principales áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la X, XI, y XII Región.
	<ul> <li>Áreas de pesca de Congrio Dorado en aguas interiores de la X a XII regiones.</li> <li>Resultados de encuestas</li> </ul>
10:00-10:30	<b>Objetivo E specífico 2</b> . Determinar indicadores de abundancia d e c ongrio do rado e n a guas interiores de la Pesquería Demersal Austral.
	<ul><li>Diseño y protocolo de muestreo.</li><li>Resultados aspectos operacionales.</li></ul>
10:30-10:45	Pausa para Café
10:45-11:15	<b>Objetivo Específico 3</b> . Caracterizar e n t érminos bi ológico-pesqueros l as ár eas de pesca identificadas en referencia a estructura de tallas, madurez, composición de captura y evaluar las potenciales diferencias entre ellas.
	Aspectos reproductivos de Congrio Dorado.
11:15-11:45	Objetivo E specífico 4. Estimar indicadores de ab undancia de c ongrio dor ado p ara la f lota industrial que opera en aguas exteriores de la PDA.
	Estandarización de esfuerzo industrial.
11:45-12:15	Sobre Oferta. Análisis morfométrico de otolitos como discriminante poblacional.
	Morfometría de otolitos.
12:15-13:00	Plenario de discusión y preguntas
13:00-	Cóctel cierre de Taller.



# TALLER DIFUSIÓN DE RESULTADOS, PROYECTO FIPA 2017-46

"Construcción de Indicadores de abundancia de congrio dorado en la Pesquería Demersal Austral (PDA)".

Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 10 de septiembre de 2018.

# Participantes:

## SUBPESCA:

Lorenzo Flores.Danilo de la RosaFernanda Mercado

# IFOP:

Renato Céspedes

- Liu Chong

Francisco Contreras

### PUCV:

Dante Queirolo P.
Andrés Flores
Mauricio Ahumada
Pedro Apablaza
Exequiel González
Mauricio A. Barrientos

## CEPES:

Valeria Carvajal

# Equipo Técnico del Proyecto (CAPES-UC):

- Rodrigo Wiff (Jefe de Proyecto)
- Santiago Gacitúa
- Enrique Aguilar
- Manuel Vargas
- Michael Rojas



#### Desarrollo del Taller:

Se realizó una presentación de la metodología del proyecto para cada uno de los Objetivos Específicos (1 a 4) y la sobreoferta comprometida por parte del equipo de trabajo del Centro CAPES-UC. Se describió la metodología, resultados esperados, entre otros aspectos analizados para la de construcción de indicadores de abundancia para el congrio dorado entre la décima y décimo segunda regiones. Las presentaciones realizadas son anexadas al presente documento para mayor detalle.

De las diferentes presentaciones surgieron una serie de comentarios y/o preguntas a los distintos expositores y que fueron registradas por parte del equipo técnico de CAPES-UC, las que pueden resumirse como sigue:

#### PRESENTACIONES POR OBJETIVO ESPECIFICO

**1.- Presentación Resultados Objetivo Específico 1**: *Identificar las principales áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la X, XI, y XII Región.* 

# **PREGUNTAS Y RESPUESTAS:**

**Lorenzo Flores**, consulta cómo se define el nivel de incertidumbre respecto a la respuesta que entrega el pescador durante la encuesta.

**Rodrigo Wiff** responde que el nivel de incertidumbre en las encuestas se mide de dos formas. Primero, de una manera clásica en estadística, donde la incertidumbre proviene de la varianza en las respuestas registradas entre los encuestados. Segundo, de una forma más bien desde el área de la sociología, donde el encuestador es capacitado para determinar el grado de confianza (en una escala de 1 a 7) en la que cree responde las preguntas el encuestado. Cabe señalar que los encuestadores son capacitados para determinar este grado de incertidumbre, además de depurar los criterios mediante una encuesta piloto.

**Exequiel González,** consulta respecto a ¿qué característica es la que define la toma de decisión del pescador?

**Rodrigo Wiff** indica que son múltiples las características que definen una decisión de pesca, pero entre las mas recurrentes encontradas en las encuestas se encuentran los argumentos económicos.

Valeria Carvajal, consulta respecto al número de pescadores encuestados por región

**Rodrigo Wiff** vuelve a mostrar las láminas con el número de pescadores muestreados por región (mayor detalle ver resultados Objetivo Específico 1)

Lorenzo Flores, consulta si se encuestó a lancheros y boteros indistintamente.



**Rodrigo Wiff** responde que la idea de la encuesta fue realizar un censo de los pescadores disponibles en cada región. Se consideró personal de CAPES-UC por alrededor de 1 semana en cada región, donde se entrevistaron a pescadores previamente identificados, como también a quién se encontrasé en la caleta con R.P.A para pescar congrio dorado. De esta forma se entrevista indistintamente a lancheros y boteros.

Lorenzo Flores, consulta si los pescadores indicaron ¿cuánto pescan en las zonas identificadas?

**Rodrigo Wiff** responde que las encuestas tenían múltiples consultas, entre las más importantes referidas a la seguridad de capturar el recurso. Por lo tanto, los niveles de pesca están en términos relativos.

**2.- Presentación Resultados Objetivo Específico 2:** Determinar indicadores de abundancia de congrio dorado en aguas interiores de la Pesquería Demersal Austral.

**Lorenzo Flores**, pregunta ¿si para elegir los puntos de muestreo se basaron en la encuesta del Objetivo Específico 1?

**Mauricio Ahumada**, responde que sí y en el trabajo con los patrones de las embarcaciones que se identificaron posteriormente operaban en el congrio dorado y con los que se desarrollaron los muestreos.

Valeria Carvajal consulta por las fechas de los cruceros.

**Mauricio Ahumada**, responde que se realizaron 2 cruceros, uno de otoño (mayo-junio) y otro en primavera (septiembre-octubre), como estaba establecido en los TTR del proyecto

Lorenzo Flores, plantea la duda si los pescadores de Gala y Achao su pesca está dirigida a congrio dorado.

Mauricio Ahumada responde que sí, que se trabajó con aquellos pescadores que iban al congrio dorado.

Lorenzo Flores, consulta ¿por qué se eligió las fechas de Mayo y Octubre?

**Mauricio Ahumada** responde que eso estaba establecido en el TTR del proyecto. 2 cruceros, 1 en otoño y el otro en primavera.

**3.- Presentación Resultados Objetivo Específico 3**. Caracterizar en términos biológico-pesqueros las áreas de pes ca i dentificadas en r eferencia a es tructura de t allas, m adurez, c omposición d e c aptura y evaluar las potenciales diferencias entre ellas.

Valeria Carvajal pregunta si la hipótesis o idea de "Skipped spawning" (peces de tallas grandes inmaduros) está relacionada a alguna área en particular



**Andrés Flores** responde que no se relaciona con un área en particular, sino que más bien con condiciones biológicas o ecológicas que gatillan el "saltarse" la madurez. Estas condiciones han sido relacionadas usualmente con factores tales como nutrición, disponibilidad de alimentos y presencia de machos disponibles para realizar la fertilización.

**Renato Céspedes** comenta que en el estudio de congrio dorado que está desarrollando IFOP en aguas exteriores con la flota industrial también han reportado una baja fecundidad y mayor proporción de machos.

**Lorenzo Flores** aporta que la mayor presencia de machos y tallas más grandes es por un tema fisiológico y que eso está reportado para congrio dorado.

**Lorenzo Flores** consulta si los resultados de talla de primera madurez y fecundidad son consistentes a los reportados por Chong anteriormente.

**Andrés Flores** responde que la fecundidad es estadísticamente igual en aguas interiores (este estudio) y aguas exteriores (Estudio desarrollado por el Profesor J. Chong). En términos de talla primera madurez, los resultados son consistentes entre aguas interiores y exteriores, en cuanto a presentar un gradiente latitudinal.

**Danilo de la Rosa** hace referencia a la acuicultura de la especie y menciona las experiencias desarrolladas en el congrio colorado

**Lorenzo Flores** pregunta por cuáles serían las consideraciones para desarrollar una segunda parte del estudio de los aspectos reproductivos. ¿Si habría que considerar los aspectos reproductivos de la especie en toda la PDA?

**Andrés Flores** responde que la biología reproductiva de congrios en general es compleja, ya que son peces de fecundación asistida, esto es que las hembras liberan los huevos en presencia de machos para ser fecundados. Existen muchos aspectos de biología reproductiva que deberían ser entendidos, particularmente referentes a las condiciones ambientales/biológicas que gatillan las diferencias latitudinales en rasgos reproductivos en esta especie.

**4.- Presentación Resultados Objetivo Específico 4:** Estimar i ndicadores de abun dancia de congrio dorado para la flota industrial que opera en aguas exteriores de la PDA.

Valeria Carvajal pregunta ¿cuál es la unidad de esfuerzo?

**Rodrigo Wiff** responde que en general las unidades de esfuerzo son relativas con motivo de índices de abundancia. Esto dado que luego el modelo de evaluación escala los índices de abundancia mediante el parámetro de capturabilidad.

Lorenzo Flores pregunta ¿cómo se definen las agrupaciones por año de la Figura de la presentación?



**Rodrigo Wiff** responde que esto obedece al procedimiento estadístico de clasificación de tácticas de pesca usando la composición de captura de cada lance.

Lorenzo Flores plantea que el congrio dorado siempre ha sido considerado como fauna acompañante más que especie objetivo.

Danilo de la Rosa consulta si las diferencias en la información de los lances de pesca con observador científico no eran mayores a la data sin la presencia de observador

**Rodrigo Wiff** responde que los datos de composición de capturas registrados con o sin observador científicos, no causa diferencia en la tendencia de las series de tiempo de las tasas de captura.

Lorenzo Flores consulta ¿si en la evaluación de stock se consideran los resultados presentados de Metiers variables?

**Rodrigo Wiff** responde que desde el año 2012 que se ocupa la teoría de Metiers para estandarizar esfuerzo en esta pesquería. Lo que se hace este proyecto es sensibilizar los aspectos más importantes en la generación de los índices de abundancia. La principal conclusión de este trabajo de sensibilización, es que los índices de abundancia son robustos a muchos supuestos relacionados con la teoría de Metiers.

**Francisco Contreras** de IFOP confirma este comentario, indicando que hoy en día se sigue con la teoría de Metiers para estandarizar esfuerzo.

5.- Sobre Oferta. Análisis morfométrico de otolitos como discriminante poblacional.

**Exequiel González** señala que las 2 poblaciones de Achao y Gala serían similares y que los ejemplares de Gala y Punta Arenas habría diferencias de acuerdo a la forma del otolito.



#### Plenario de discusión:

Plenario de discusión y preguntas

**Mauricio Ahumada**, pregunta si se atribuye básicamente que la diferencia morfológicamente mayor entre los otolitos que están en la X y XI con respecto a punta arenas. Si Punta arenas sería distinta a las otras dos en el fondo.

Esto se atribuye básicamente a la barrera geográfica y se podría explicar de esa forma

Pregunta si es por desconocimiento del medio o por un tema de los otolitos realmente se ven que las tallas que se sacan en Punta Arenas son bastante más grandes con respecto al norte

No será simplemente una diferencia de tamaño, porque descartar eso. Que al ser bichos más grandes las formas de los otolitos pueden variar

**Mauricio Barrientos**, responde. Lo que pasa es que están las dimensiones de los otolitos, pero hay todo un proceso que básicamente se estandariza (escala) el problema, otra cosa es lo que uno visualiza cuando reconstruye la forma de los otolitos.

Se trabaja en el fondo con datos de esta forma "con el coeficiente de wavelets" además para todos los otros datos estadísticos están estandarizados se hace todo un proceso estadístico y uno sigue trabajando básicamente con los datos.

Valeria Carvajal, pregunta que le queda una duda general que es lo que se sugiere que se debería seguir haciendo para poder realmente considerar estos índices de abundancia como repetidamente robustos para considerarlos en la evaluación de stock. Una serie de cuántos años para ser adecuado que se incorpore en la evaluación de stock.

**Rodrigo Wiff,** responde que es esta parte la teoría de metiers indica que es bastantemente robusta y lo que queda es posiblemente saltarse a otra teoría.

Valeria Carvajal, pregunta cuantos años de vida debería tener una serie de tiempo aproximadamente para ser considerada.

Rodrigo Wiff, responde regularmente 5 años, entre 5 a 10 puntos.

**Exequiel González,** pregunta qué importancia tienen la posibilidad de estimación de los índices de abundancia en aguas interiores.

**Rodrigo Wiff**, responde que es bastante importante y el modelo hoy en día tiene un índice de abundancia en aguas interiores, pero ese índice no es estandarizado si bien recuerdo y es malísimo y no indica nada y lo que se logró en este proyecto son las bases metodológicas de cómo hacerlo.



Dante Queirolo, comenta que en rayas se está haciendo algo dado que baja cuota y por problema que han habido unas vedas entremedio se abre la pesquería pero por ventanas temporales muy acotadas, esas ventanas más acotadas de la pesquería permite que se estandarice de cierto modo la operación de la flota, lo que permite considerar el esfuerzo en monitoreo por parte del seguimiento y cree que no debería dejarse de lado la posibilidad de que se discuta con el comité de manejo de la pesquería tener unas temporadas de operación que permitan ir construyendo un índice a partir de la poca actividad de la flota porque es muy difícil realizar un crucero con estas características, al menos pensando en artes de pesca pasivos. Claramente donde se hace evaluación independiente de la flota son con acústica o arrastre y obviamente con arrastre no se puede en agua interiores y con acústica no hay nada que hacer en congrio.

La única posibilidad es que se explore por la vía del seguimiento de la pesquería, lo que se contamina tanto por la estacionalidad, que claramente no te está dando ninguna señal.

Si logramos que la propia flota sea informativa del estado del recurso sería lo más conveniente.

**Renato Céspedes,** coincide lo que dice Dante Queirolo y que en caso de aguas interiores sería bueno asociar los índices más a la actividad misma de los operadores que hay periodos que efectivamente van al congrio y no a la merluza ahí se lograrían encontrar índices más regulares.

Aparte las bitácoras son poco claras y confiables no hay información necesaria para hacer un índice de abundancia.

**Lorenzo Flores**, consulta cómo ve IFOP este proyecto en el caso del seguimiento artesanal en el corto plazo, que se podría rescatar porque al final son los aspectos metodológicos los que se están evaluando acá y se debería incluir el seguimiento.

Por otro lado, el Comité de Manejo debería comprometerse un poco más a través de las instancias de participación de sus miembros a subir gente a bordo y generar indicadores de abundancia en aguas interiores porque básicamente lo que es evaluación está sustentada en aguas exteriores.

**Liu Chong** responde por el seguimiento de IFOP que el presente proyecto es independiente de la operación de la flota y el seguimiento o IFOP no puede condicionar a los pescadores donde pescar, lo cual podría ser el mayor problema.

Comenta que el problema con el Comité de Manejo es que se comprometen a apoyar las labores de IFOP para el seguimiento y luego no embarcan los observadores científicos.

Renato Céspedes, responde hay que recordar que este proyecto es independiente nosotros no podemos decir vallan a pescar aquí o haga esto, desgraciadamente las conversaciones con el comité de manejo no han llegado al mejor puerto a pesar de que ellos se comprometen a subir personas, pero en la práctica no ha resultado.

**Francisco Contreras**, pregunta que había diferencias en términos latitudinales entre los individuos que se analizaron en el presente proyecto, tanto en la parte reproductiva como de morfometría de otolitos, consulta si es suficiente este tipo de análisis para poder decir que hay dos poblaciones



Agrega que cuando ellos revisaron esta información con expertos en una oportunidad anterior, nos decía que en ambientes extenso e importantes en términos latitudinales, era conocido en otros lugares del mundo que se producían distintos morfos y que adecuaran su biología.

Por otro lado, en la actualidad la separación de la pesquería es de tipo administrativa en una zona ficticia denominada unidad norte y unidad sur, pero realmente no son dos unidades poblacionales separadas, son administrativas. En las conclusiones que se comenta que había dos poblaciones ustedes podrían ahondar más en ese tema porque es un tema para el manejo.

**Andrés Flores,** responde que hay un estudio genético que se hizo en congrio dorado y que no existen diferencias. Sin embargo, la genética no es decidora debido a que no toma en cuenta el grado panmixia que existe, es decir que tan solapada se encuentran las poblaciones.

**Rodrigo Wiff,** complementa que es administrativa, pero todas las diferencias en oceanográficas y en biogeografía están en el 47,5°S.

**Francisco Contreras** a **Rodrigo Wiff**, entendiendo que se encontraron diferencias particularmente con la parte más sur ósea Achao y Gala son muy similares.

**Rodrigo Wiff,** responde que no son tan similares, pero tienen más grados de mezcla y que isla Charles es diferente cuando uno separa la data a "groso modo" el crecimiento es distinto, la madurez es diferente, la fecundidad es diferente.

**Francisco Contreras,** cree que falta un estudio dirigido a implementar otras metodologías para salir de una vez por todas de la duda que tenemos con este recurso.

**Rodrigo Wiff,** responde que cree que lo más sencillo es analizar históricamente los otolitos y de seguir este proyecto es necesario implementar un monitoreo y que se construyan índices de abundancias.

**Rodrigo Wiff**, como Jefe de Proyecto, entrega palabras finales de cierre del taller metodológico, agradeciendo a todos los presentes por su participación.



# **LISTA DE PARTICIPANTES:**

FIPA N° 2017-46 "Construcción de Indica Valp	Taller Proyecto: dores de abundancia de congrio dorado araíso, 10 de Septiembre 2019	en la Pesquería Demersal Austral (PDA)"
	Listado de participantes	
NOMBRE	INSTITUCION	MAIL CONTACTO
Redro Apablaza	PUCY (teepes)	podro. Apableza Dice.
HAUMIND AHUMADA	PUCU (TEOPES)	maurio alumada Cogmuit con
( anoto Cospuder	IFOP ,	enato, cospedes @ ifup.
Dante Querolo	7000	dante guipoba pico
Danilo De la Rosa	SUBPESCA	ddelatoral supposer
Fermando Mercodo	SUBPESCA	mmercado @ subpesca ul
SANTAGO GREATUA	ANATESCH A.G.	SCACITUABLEMAN. COM.
lin Chang J	IFOP	lu. Charge I FOP. CL
Exegued bounder P.	POOL	execute sonzalization of
Marinzo 4 4000	SUBVEECA	H000 tun 00 El
ANDREP FLOUR	FUCU	Tylores 19187 Wartlast
Meuricio Barrierto	PUCU (JMA)	maurini Sarrientose
Robuso WIFF	CAR#5-UC	Rodrigo WIFFOgmil
amous peuber	Wiles - UC	CAPUINE CON DO GARAGE
MicHoul (Regs)	CAPES VC	NOSASACRAO 730 OMAIL. COM
Valenta Carvagie	TIPES F.G.	valeria.coma interiors i
Finneisco Contrera	VTOP .	francisco. contreras@ifop
YLANUX UNDERS A	CAPPES UC	MANUVARGESTZZCEMANI. C

















Anexo VII. POSICION DE LA CUADRICULA. Posición media de las cuadrículas (centroide) para ambos polígonos de interpolación, captura, anzuelos operativos y estimador de razón (CPUE\_RAZ) del Crucero I, expresada como (ind/anz). Nan: cuadriculas no visitadas, ACHAO.

Polígono	LONG (W)	LAT (S)	ID Cuadrícula	Nº Anzuelos	Captura (Nº ejemp.)	Anzuelos operativos	CPUE_RAZ (ind/anz)
Polígono_01	-73,47528	-42,42425	1	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,47528	-42,44095	2	300	4	270	0,0148
Polígono_01	-73,47528	-42,45765	3	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,45288	-42,45765	4	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,43048	-42,45765	5	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,43048	-42,47435	6	761	40	748	0,0535
Polígono_01	-73,40808	-42,47435	7	103	7	101	0,0693
Polígono_01	-73,43048	-42,49105	8	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,40808	-42,49105	9	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,49105	10	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,40808	-42,50775	11	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,50775	12	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,52445	13	155	3	155	0,0194
Polígono_01	-73,36328	-42,52445	14	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,54115	15	37	2	36	0,0556
Polígono_01	-73,36328	-42,54115	16	649	21	630	0,0333
Polígono_01	-73,36328	-42,55785	17	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,57455	18	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,34088	-42,57455	19	884	28	824	0,0340
Polígono_01	-73,36328	-42,59125	20	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,34088	-42,59125	21	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,60795	22	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,60795	23	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,62465	24	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,64135	25	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,64135	26	535	7	485	0,0144
Polígono_01	-73,38568	-42,65805	27	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,65805	28	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,34088	-42,65805	29	195	33	189	0,1746
Polígono_01	-73,38568	-42,67475	30	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,67475	31	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,34088	-42,67475	32	105	16	103	0,1553
Polígono_01	-73,31848	-42,67475	33	167	4	160	0,0250
Polígono_01	-73,29608	-42,67475	34	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,34088	-42,69145	35	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,31848	-42,69145	36	708	38	686	0,0554
Polígono_01	-73,29608	-42,69145	37	0	0	0	Nan
Promedio Poli	gono						0,0587



Continuació	n Anexo IV						
Polígono	LONG (W)	LAT (S)	ID Cuadrícula	Nº Anzuelos	Captura (№ ejemp.)	Anzuelos operativos	CPUE_RAZ (ind/anz)
Polígono_02	-73,22888	-42,35745	38	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,35745	39	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,18408	-42,35745	40	312	3	297	0,0101
Polígono_02	-73,16168	-42,35745	41	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,13928	-42,35745	42	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,11688	-42,35745	43	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,09448	-42,35745	44	288	1	285	0,0035
Polígono_02	-73,07208	-42,35745	45	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,22888	-42,37415	46	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,09448	-42,37415	47	112	1	104	0,0096
Polígono_02	-73,07208	-42,37415	48	266	2	266	0,0075
Polígono_02	-73,22888	-42,39085	49	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,39085	50	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,18408	-42,39085	51	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,40755	52	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,18408	-42,40755	53	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,42425	54	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,22888	-42,44095	55	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,44095	56	391	5	359	0,0139
Polígono_02	-73,20648	-42,45765	57	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,47435	58	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,16168	-42,47435	59	602	16	588	0,0272
Polígono_02	-73,13928	-42,47435	60	264	0	259	0,0000
Polígono_02	-73,07208	-42,47435	61	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,49105	62	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,13928	-42,49105	63	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,07208	-42,49105	64	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,22888	-42,50775	65	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,50775	66	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,13928	-42,50775	67	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,11688	-42,50775	68	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,09448	-42,50775	69	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,07208	-42,50775	70	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,52445	71	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,18408	-42,52445	72	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,16168	-42,52445	73	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,13928	-42,52445	74	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,11688	-42,52445	75	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,18408	-42,54115	76	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,16168	-42,54115	77	0	0	0	Nan
Promedio Poli	igono						0,0102



Anexo VIII. Posición media de las cuadrículas (centroide) para ambos polígonos, captura, anzuelos operativos y estimador de razón (CPUE\_RAZ) del Crucero II. Nan: cuadrículas no visitadas. ACHAO

Polígono	LONG (W)	LAT (S)	ID	Nº	Captura	Anzuelos	CPUE_RAZ
			Cuadrícula	Anzuelos	(Nº ejemp.)	operativos	(ind/anz)
Polígono_01	-73,47528	-42,42425	1	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,47528	-42,44095	2	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,47528	-42,45765	3	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,45288	-42,45765	4	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,43048	-42,45765	5	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,43048	-42,47435	6	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,40808	-42,47435	7	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,43048	-42,49105	8	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,40808	-42,49105	9	17	1	17	0,059
Polígono_01	-73,38568	-42,49105	10	283	15	283	0,053
Polígono_01	-73,40808	-42,50775	11	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,50775	12	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,52445	13	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,52445	14	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,54115	15	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,54115	16	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,55785	17	205	5	205	0,024
Polígono_01	-73,36328	-42,57455	18	95	2	89	0,022
Polígono_01	-73,34088	-42,57455	19	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,59125	20	225	3	212	0,014
Polígono_01	-73,34088	-42,59125	21	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,60795	22	318	11	317	0,035
Polígono_01	-73,36328	-42,60795	23	75	0	74	0,000
Polígono_01	-73,38568	-42,62465	24	231	9	230	0,039
Polígono_01	-73,38568	-42,64135	25	98	1	98	0,010
Polígono_01	-73,36328	-42,64135	26	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,38568	-42,65805	27	502	21	491	0,043
Polígono_01	-73,36328	-42,65805	28	174	6	172	0,035
Polígono_01	-73,34088	-42,65805	29	461	19	461	0,041
Polígono_01	-73,38568	-42,67475	30	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,36328	-42,67475	31	426	28	413	0,068
Polígono_01	-73,34088	-42,67475	32	79	2	77	0,026
Polígono_01	-73,31848	-42,67475	33	199	26	196	0,133
Polígono_01	-73,29608	-42,67475	34	3	0	3	0,000
Polígono_01	-73,34088	-42,69145	35	0	0	0	Nan
Polígono_01	-73,31848	-42,69145	36	14	4	13	0,308
Polígono_01	-73,29608	-42,69145	37	684	56	679	0,082
Promedio Po	lígono						0,0551



Polígono	LONG (W)	LAT (S)	ID	Nº .	Captura	Anzuelos	CPUE_RA
Toligono	20110 (11)	LAT (0)	Cuadrícula	Anzuelos	(Nº ejemp.)	operativos	(ind/anz)
Polígono_02	-73,22888	-42,35745	38	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,35745	39	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,18408	-42,35745	40	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,16168	-42,35745	41	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,13928	-42,35745	42	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,11688	-42,35745	43	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,09448	-42,35745	44	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,07208	-42,35745	45	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,22888	-42,37415	46	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,09448	-42,37415	47	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,07208	-42,37415	48	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,22888	-42,39085	49	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,39085	50	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,18408	-42,39085	51	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,40755	52	300	3	296	0,010
Polígono_02	-73,18408	-42,40755	53	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,42425	54	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,22888	-42,44095	55	34	1	32	0,031
Polígono_02	-73,20648	-42,44095	56	556	11	553	0,020
Polígono_02	-73,20648	-42,45765	57	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,47435	58	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,16168	-42,47435	59	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,13928	-42,47435	60	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,07208	-42,47435	61	600	8	600	0,013
Polígono_02	-73,20648	-42,49105	62	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,13928	-42,49105	63	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,07208	-42,49105	64	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,22888	-42,50775	65	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,50775	66	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,13928	-42,50775	67	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,11688	-42,50775	68	33	1	33	0,030
Polígono_02	-73,09448	-42,50775	69	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,07208	-42,50775	70	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,20648	-42,52445	71	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,18408	-42,52445	72	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,16168	-42,52445	73	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,13928	-42,52445	74	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,11688	-42,52445	75	267	5	267	0,019
Polígono_02	-73,18408	-42,54115	76	0	0	0	Nan
Polígono_02	-73,16168	-42,54115	77	0	0	0	Nan



Anexo IX. Posición del centroide de las cuadrículas definidas al interior del polígono de interpolación, captura, anzuelos operativos, y estimador de razón (CPUE\_RAZ) del Crucero I. Nan: cuadrículas no visitadas, GALA.

LONG (M)	LAT (S)	ID	Nº	Captura	Anzuelos	CPUE_RAZ
LONG (W)	LAT (S)	Cuadrícula	Anzuelos	(Nº ejemp.)	operativos	(ind/anz)
-73,34722	-44,14158	1	374	11	374	0.029
-73,36998	-44,15825	2	300	3	300	0,010
-73,34722	-44,15825	3	315	3	315	0,010
-73,32446	-44,15825	4	211	7	211	0,033
-73,3017	-44,15825	5	0	0	0	nan
-73,36998	-44,17492	6	0	0	0	nan
-73,34722	-44,17492	7	0	0	0	nan
-73,3017	-44,17492	8	0	0	0	nan
-73,36998	-44,19159	9	0	0	0	nan
-73,3017	-44,19159	10	0	0	0	nan
-73,27894	-44,19159	11	0	0	0	nan
-73,36998	-44,20826	12	0	0	0	nan
-73,27894	-44,20826	13	0	0	0	nan
-73,25618	-44,20826	14	0	0	0	nan
-73,36998	-44,22493	15	0	0	0	nan
-73,36998	-44,2416	16	0	0	0	nan
-73,36998	-44,25827	17	0	0	0	nan
-73,39274	-44,27494	18	0	0	0	nan
-73,36998	-44,27494	19	119	0	119	0,000
-73,36998	-44,29161	20	181	2	181	0,011
-73,39274	-44,30828	21	600	13	599	0,022
-73,36998	-44,30828	22	0	0	0	nan
-73,39274	-44,32495	23	300	7	300	0,023
-73,39274	-44,34162	24	0	0	0	nan
-73,39274	-44,35829	25	0	0	0	nan
-73,39274	-44,37496	26	0	0	0	nan
-73,39274	-44,39163	27	0	0	0	nan
-73,36998	-44,39163	28	0	0	0	nan
-73,21066	-44,39163	29	0	0	0	nan
-73,1879	-44,39163	30	300	5	300	0,017
-73,16514	-44,39163	31	300	6	245	0,024
-73,36998	-44,4083	32	0	0	0	nan
-73,34722	-44,4083	33	0	0	0	nan
-73,23342	-44,4083	34	0	0	0	nan
-73,21066	-44,4083	35	300	2	299	0,007
-73,1879	-44,4083	36	0	0	0	nan
-73,34722	-44,42497	37	0	0	0	nan
-73,32446	-44,42497	38	0	0	0	nan
-73,25618	-44,42497	39	300	7	300	0,023
-73,23342	-44,42497	40	0	0	0	nan
-73,34722	-44,44164	41	0	0	0	nan



Continuació	n Anexo VI					
LONG (W)	LAT (S)	ID Cuadrícula	Nº Anzuelos	Captura (№ ejemp.)	Anzuelos operativos	CPUE_RAZ (ind/anz)
-73.32446	-44.44164	42	0	0	0	nan
-73,3017	-44,44164	43	0	0	0	nan
-73,27894	-44,44164	44	0	0	0	nan
-73,25618	-44,44164	45	0	0	0	nan
Promedio Po	olígono					0.017



Anexo X. Posición media de las cuadrículas (centroide) definidas al interior del polígono de interpolación, captura, anzuelos operativos y estimador de razón (CPUE\_RAZ) del Crucero II. Nan: cuadrículas no visitadas. GALA.

LONG (W)	LAT (S)	ID	Nº	Captura	Anzuelos	CPUE_RAZ
LONG (W)	LA1 (3)	Cuadrícula	Anzuelos	(Nº ejemp.)	operativos	(ind/anz)
-73,34722	-44,14158	1	0	0	0	Nan
-73,36998	-44,15825	2	300	42	300	0,1400
-73,34722	-44,15825	3	416	8	415	0,0193
-73,32446	-44,15825	4	0	0	0	Nan
-73,30170	-44,15825	5	0	0	0	Nan
-73,36998	-44,17492	6	300	1	294	0,0034
-73,34722	-44,17492	7	184	7	184	0,0380
-73,3017	-44,17492	8	0	0	0	Nan
-73,36998	-44,19159	9	0	0	0	Nan
-73,30170	-44,19159	10	0	0	0	Nan
-73,27894	-44,19159	11	0	0	0	Nan
-73,36998	-44,20826	12	0	0	0	Nan
-73,27894	-44,20826	13	0	0	0	Nan
-73,25618	-44,20826	14	0	0	0	Nan
-73,36998	-44,22493	15	0	0	0	Nan
-73,36998	-44,2416	16	0	0	0	Nan
-73,36998	-44,25827	17	0	0	0	Nan
-73,39274	-44,27494	18	152	4	152	0,0263
-73,36998	-44,27494	19	148	2	148	0,0135
-73,36998	-44,29161	20	0	0	0	Nan
-73,39274	-44,30828	21	300	38	299	0,1271
-73,36998	-44,30828	22	300	19	297	0,0640
-73,39274	-44,32495	23	300	21	300	0,0700
-73,39274	-44,34162	24	0	0	0	Nan
-73,39274	-44,35829	25	0	0	0	Nan
-73,39274	-44,37496	26	0	0	0	Nan
-73,39274	-44,39163	27	0	0	0	Nan
-73,36998	-44,39163	28	0	0	0	Nan
-73,21066	-44,39163	29	0	0	0	Nan
-73,1879	-44,39163	30	0	0	0	Nan
-73,16514	-44,39163	31	600	48	577	0,0832
-73,36998	-44,4083	32	0	0	0	Nan
-73,34722	-44,4083	33	0	0	0	Nan
-73,23342	-44,4083	34	0	0	0	Nan
-73,21066	-44,4083	35	0	0	0	Nan
-73,1879	-44,4083	36	300	46	597	0,0771
-73,34722	-44,42497	37	0	0	0	Nan



Continuació	n Anexo VII					
LONG (W)	LAT (S)	ID Cuadrícula	Nº Anzuelos	Captura (Nº ejemp.)	Anzuelos operativos	CPUE_RAZ (ind/anz)
-73,32446	-44,42497	38	0	0	0	Nan
-73,25618	-44,42497	39	0	0	0	Nan
-73,23342	-44,42497	40	0	0	0	Nan
-73,34722	-44,44164	41	0	0	0	Nan
-73,32446	-44,44164	42	0	0	0	Nan
-73,3017	-44,44164	43	0	0	0	Nan
-73,27894	-44,44164	44	0	0	0	Nan
-73,25618	-44,44164	45	0	0	0	Nan
Promedio po	olígono					0,0602



Anexo XI. Posición media de las cuadrículas para ambos polígonos, captura, anzuelos operativos, y estimador de razón (CPUE\_RAZ) del Crucero I. Nan: cuadrículas no visitadas. CHARLES.

LONG (W)	LAT (S)	ID	Nº Anzuelos	Captura	Anzuelos operativos	CPUE
		Cuadrícula		(Nº ejemp.)	•	(ind/anz)
-73,47528	-42,42425	1	0	0	0	Nan
-73,47528	-42,44095	2	300	7	273	0,03
-73,47528	-42,45765	3	0	0	0	Nan
-73,45288	-42,45765	4	279	6	154	0,04
-73,43048	-42,45765	5	0	0	0	Nan
-73,43048	-42,47435	6	0	0	0	Nan
-73,40808	-42,47435	7	0	0	0	Nan
-73,43048	-42,49105	8	0	0	0	Nan
-73,40808	-42,49105	9	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,49105	10	0	0	0	Nan
-73,40808	-42,50775	11	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,50775	12	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,52445	13	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,52445	14	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,54115	15	600	0	432	0,00
-73,36328	-42,54115	16	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,55785	17	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,57455	18	300	0	156	0,00
-73,34088	-42,57455	19	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,59125	20	0	0	0	Nan
-73,34088	-42,59125	21	0	0	0	0,00
-73,38568	-42,60795	22	299	3	210	0,01
-73,36328	-42,60795	23	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,62465	24	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,64135	25	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,64135	26	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,65805	27	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,65805	28	0	0	0	Nan
-73,34088	-42,65805	29	600	0	122	0,00
-73,38568	-42,67475	30	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,67475	31	0	0	0	Nan
-73,34088	-42,67475	32	0	0	0	Nan
-73,31848	-42,67475	33	300	0	271	0,00
-73,29608	-42,67475	34	0	0	0	Nan
-73,34088	-42,69145	35	0	0	0	Nan
-73,31848	-42,69145	36	0	0	0	Nan
-73,29608	-42,69145	37	0	0	0	Nan
-73,22888	-42,35745	38	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,35745	39	0	0	0	Nan



Continuació		ID				COLLE DAT
LONG (W)	LAT (S)		Nº Anzuelos	Captura (Nº ejemp.)	Anzuelos operativos	CPUE_RAZ
		Cuadrícula		. , . ,		(ind/anz)
-73,18408	-42,35745	40	0	0	0	Nan
-73,16168	-42,35745	41	0	0	0	Nan
-73,13928	-42,35745	42	0	0	0	Nan
-73,11688	-42,35745	43	0	0	0	Nan
-73,09448	-42,35745	44	0	0	0	Nan
-73,07208	-42,35745	45	0	0	0	Nan
-73,22888	-42,37415	46	0	0	0	Nan
-73,09448	-42,37415	47	300	0	259	0,00
-73,07208	-42,37415	48	0	0	0	Nan
-73,22888	-42,39085	49	300	0	263	0,00
-73,20648	-42,39085	50	0	0	0	Nan
-73,18408	-42,39085	51	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,40755	52	0	0	0	Nan
-73,18408	-42,40755	53	300	0	300	0,00
-73,20648	-42,42425	54	0	0	0	Nan
-73,22888	-42,44095	55	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,44095	56	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,45765	57	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,47435	58	0	0	0	Nan
-73,16168	-42,47435	59	0	0	0	Nan
-73,13928	-42,47435	60	0	0	0	Nan
-73,07208	-42,47435	61	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,49105	62	0	0	0	Nan
Promedio P						0,0079



Anexo XII. Posición media de las cuadrículas definidas al interior del polígono de interpolación, captura, anzuelos operativos y Estimador de razón (CPUE\_RAZ) del Crucero I. Nan: cuadrículas no visitadas. CHARLES.

LONG (W)	LAT (S)	ID	Nº	Captura	Anzuelos	CPUE_RAZ
	LAT (0)	Cuadrícula	Anzuelos	(Nº ejemp.)	operativos	(ind/anz)
-73,47528	-42,42425	1	0	0	0	Nan
-73,47528	-42,44095	2	518	3	518	0,006
-73,47528	-42,45765	3	221	1	221	0,005
-73,45288	-42,45765	4	161	0	161	0,000
-73,43048	-42,45765	5	0	0	0	Nan
-73,43048	-42,47435	6	0	0	0	Nan
-73,40808	-42,47435	7	0	0	0	Nan
-73,43048	-42,49105	8	0	0	0	Nan
-73,40808	-42,49105	9	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,49105	10	0	0	0	Nan
-73,40808	-42,50775	11	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,50775	12	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,52445	13	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,52445	14	600	3	567	0,005
-73,38568	-42,54115	15	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,54115	16	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,55785	17	438	2	438	0,005
-73,36328	-42,57455	18	230	0	230	0,000
-73,34088	-42,57455	19	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,59125	20	0	0	0	Nan
-73,34088	-42,59125	21	232	2	213	0,009
-73,38568	-42,60795	22	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,60795	23	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,62465	24	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,64135	25	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,64135	26	0	0	0	Nan
-73,38568	-42,65805	27	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,65805	28	326	1	326	0,003
-73,34088	-42,65805	29	274	1	274	0,004
-73,38568	-42,67475	30	0	0	0	Nan
-73,36328	-42,67475	31	0	0	0	Nan
-73,34088	-42,67475	32	0	0	0	Nan
-73,31848	-42,67475	33	0	0	0	Nan
-73,29608	-42,67475	34	0	0	0	Nan
-73,34088	-42,69145	35	17	0	0	0,000
-73,31848	-42,69145	36	678	8	517	0,015
-73,29608	-42,69145	37	205	1	59	0,017
-73,22888	-42,35745	38	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,35745	39	0	0	0	Nan



Continuació		ID		_		CPUE_RA
LONG (W)	LAT (S)	Cuadrícula	Nº Anzuelos	Captura (№ ejemp.)	Anzuelos operativos	(ind/anz)
-73,18408	-42,35745	40	0	0	0	Nan
-73,16168	-42,35745	40	0	0	0	Nan
•	-42,35745	41	0	0	0	Nan
-73,13928 -73,11699	-42,35745 -42,35745	42	0	0	0	Nan
-73,11688	•	43		0	0	Nan
-73,09448	-42,35745		0	-	•	
-73,07208	-42,35745	45	0	0	0	Nan
-73,22888	-42,37415	46	0	0	0	Nan
-73,09448	-42,37415	47	0	0	0	Nan
-73,07208	-42,37415	48	0	0	0	Nan
-73,22888	-42,39085	49	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,39085	50	0	0	0	Nan
-73,18408	-42,39085	51	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,40755	52	0	0	0	Nan
-73,18408	-42,40755	53	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,42425	54	0	0	0	Nan
-73,22888	-42,44095	55	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,44095	56	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,45765	57	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,47435	58	0	0	0	Nan
-73,16168	-42,47435	59	0	0	0	Nan
-73,13928	-42,47435	60	0	0	0	Nan
-73,07208	-42,47435	61	0	0	0	Nan
-73,20648	-42,49105	62	0	0	0	Nan
Promedio po	olígono					0,0057



# Anexo XIII. Revisión Pesquería Atlántica.

Una revisión de la pesquería de congrio dorado *Genypterus blacodes* (Forster, 1801) en el Sur-Oeste del Oceano Atlántico.

#### Dr. Andres C. Milessi

## Distribución geográfica y comportamiento

El género *Genypterus* habita, además del Atlántico sudoccidental (Argentina, Brasil y Uruguay), también en el Pacífico sudoriental (Chile, *G. blacodes*, *G. maculatus*, *G. chilensis*) y sudoccidental (Nueva Zelanda y Tasmania, *G. blacodes*), así como en el Atlántico sudoriental (Sudáfrica, *G. capensis*). En aguas argentinas cohabita con otra especie (*G. brasiliensis*), más costera y de menor tamaño corporal. Particularmente, esta última habita las aguas del Golfo San Matías (Ruiz, 2017) y hasta hace relativamente poco tiempo era confundida tanto en campañas de investigación (Roa & Virasoro, 1976; Roa et al., 1976) como en el desembarque

(https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/pesca maritima/desembarques/).

El abadejo manchado *Genypterus blacodes* se distribuye en aguas de la plataforma continental sudamericana entre los 17° y 57° S en profundidades de 50 a 550 m (www.fishbase.org). La mayor concentración del recurso se registra en verano, observándose luego una dispersión en el invierno (Renzi, 1986; Ivanovic, 1990; Villarino, 1998; Cordo, 2004) entre las latitudes 45° y 47° S. Dentro del área de distribución mencionada se destaca la presencia de abadejo en los cañones submarinos o "pozos de abadejo" del borde de la plataforma. Mientras que, los juveniles permanecen en aguas costeras y son frecuentes en el Golfo San Jorge y toda la plataforma continental Argentina (Figura 1). Los adultos realizan desplazamientos horizontales, tanto en sentido latitudinal como batimétrico, en primavera y verano, se mueven hacia menores profundidades en aguas patagónicas, con fines reproductivos.

#### Caracteres externos distintivos

El cuerpo es grueso anteriormente, adelgazándose hacia el extremo caudal. Posee escamas muy pequeñas en el cuerpo y la cabeza, con gran cantidad de mucus que protege la piel. La cabeza es robusta, con hocico romo y ojos grandes. La boca presenta un ligero prognatismo de la mandíbula superior, los extremos sobrepasan la altura de los bordes posteriores de los ojos. Los dientes son pequeños, biseriados, cónicos los de la fila externa y viliformes los de la interna. Presenta además, dientes vomerinos y palatinos, con las dos formas mencionadas. Posee una única aleta impar, formada por la fusión de dorsal, caudal y anal. Las aletas pectorales son pequeñas y ventrales en posición yugular, reducidas a una barba dividida



en dos ramas, la interna mayor que la externa. La coloración es rosado intenso en dorso y flancos, aclarándose hacia la región abdominal, hasta llegar al blanco en el vientre. En el dorso y los flancos, posee manchas marrones que dan al conjunto aspecto marmolado. La aleta impar es de color oscuro, aclarándose hacia la región anal. Las pectorales de color rosado y las ventrales blancas (Cordo, 2004).

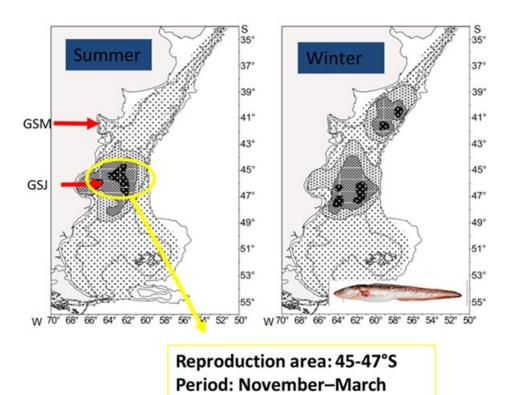


Figura 1. Distribución espacio-temporal del abadejo (*G. blacodes*) en el Atlántico Sudoccidental, con detalle de su área de reproducción frente al GSJ (Golfo San Jorge). (GSM: Golfo San Matías).

Distinción de especies similares en el área

Se distingue de la otra especie de abadejo presente en el área (*G. brasiliensis*) por las siguientes características: coloración rosado pálida uniforme, razón por la que se lo denomina "abadejo liso";

- origen de la aleta impar con respecto a las pectorales: en el abadejo manchado se inicia a nivel de las pectorales, en el liso más atrás;
- línea lateral, ondulada en el abadejo liso y recta en el manchado; talla máxima: el abadejo manchado
   1,50 m LT, en tanto que el mayor ejemplar de abadejo liso observado midió 78 cm de LT.



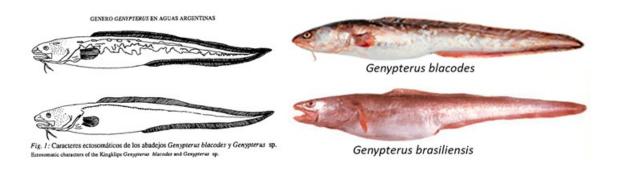


Figura 2. Identificación de las dos especies de abadejos presentes en el Atlántico Sudoccidental.

### CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS MÁS RELEVANTES

### Reproducción

En un primer estudio sobre la estructura de los ovarios del abadejo se demostró que en el mes de septiembre comienza el período de maduración ovocitaria, finalizando en marzo a juzgar por el estado de reversión observado en las gónadas (Louge et al., 1992). Machinandiarena et al. (1998) detectaron el desove en plataforma durante el mes de enero entre las latitudes 45° y 47° S en profundidades no mayores a 150 m, coincidiendo con el área de principal concentración estival (Figura 1). Los mismos autores, por medio del análisis histológico de las gónadas muestreadas determinaron que el abadejo es un desovante parcial asincrónico de baja fecundidad. La puesta tiene lugar al sur de los 42º S, desde diciembre hasta mediados de marzo, fuera de los cañones. Por medio del análisis de la distribución espacio-temporal de sus larvas, se estima que el desove ocurre en la plataforma nor-patagónica, en dos áreas de crianza: 42° a 47° S, desde diciembre a marzo, y al norte de los 42° S, en abril y mayo, entre los 42° y 47° S, y se extiende desde mediados de diciembre hasta comienzos de marzo (Machinandiarena, 1996). El mismo autor observa que el área del Golfo San Jorge (GSJ) es una zona de cría debido a la presencia de larvas, especialmente en marzo. Además, se han detectado larvas y juveniles de la especie en otoño, en plataforma, entre los 37° y 41° S, sugiriendo la existencia de otra área de desove. En larvas de aproximadamente 19 mm de longitud estándar ya se observa el número definitivo de radios en las aletas. La presencia de juveniles con tallas medias inferiores a los 53 cm durante todo el año en el Golfo San Jorge (Villarino, 1997) refuerza la observación de que esta zona es la principal área de cría del abadejo. Según Machinandiarena et al. (2003), las hembras liberan sus ovocitos en una masa de mucus que, unido a que nunca se han observado machos fluyentes, podría indicar que la fecundación es dirigida. La observación directa de abadejos enterrándose parcialmente para acechar a sus presas (Mitchell, 1984), podría sugerir un mecanismo similar para la reproducción. Además, la muy baja o nula frecuencia de canibalismo, así como la frecuente captura de hembras aisladas de gran tamaño acompañadas por uno o varios juveniles (menores de 50 cm LT) indicarían un comportamiento de cuidado parental (Cordo, 1998).



## Longitud y edad de primera madurez sexual

A partir de los diagnósticos histológicos de gónadas obtenidas en campañas realizadas en 1996, 1997 y 1998 se estimó la talla de primera madurez en 70,8 cm, 72 cm y 75,8 cm, respectivamente (Cordo et al., 1999; Wöhler et al., 1999; Figura 3). Esa talla de maduración corresponde a una edad de 4,5 años, estimada por medio de una conversión que utiliza los parámetros de crecimiento (Sparre & Venema, 1995). Asimismo, a partir de los diagnósticos histológicos de ovarios obtenidos en campañas realizadas en 1997 y 1998, se obtuvo para las hembras un valor de 70,8 cm, correspondiente a una edad de 4,7 años (Cordo et al., 1999). En la Figura 3 puede verse la proporción de ejemplares maduros o adultos por clases de talla de 5 cm y el modelo logístico ajustado.

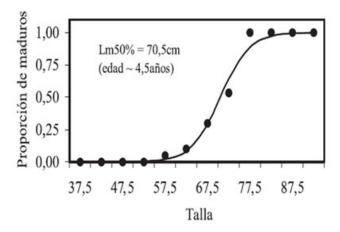


Figura 3. Ojiva de madurez del abadejo (*G. blacodes*) estimada para hembras de entre 39-130 cm LT en los años 1997 y 1998 (obtenida de Cordo *et al.*, 2002).

# Edad y crecimiento

El abadejo es una especie de crecimiento lento y longeva. En muestras locales se han observado individuos de hasta 36 años de edad correspondiente a una talla de 127 cm de LT (D'Atri, 2006). Edades similares fueron observadas en otolitos de *Genypterus blacodes* de Nueva Zelanda (Horn, 1993). La talla máxima observada (135 cm) corresponde a una hembra, los machos no exceden los 125 cm de LT, aunque se han reportado aun sin confirmar tallas de 1,50 m (D'Atri, 2008).

El crecimiento en peso del abadejo ha sido estimado según su relación longitud total - peso total (PT=a\*LTb) con registros obtenidos durante campañas de investigación se ha estimado un coeficiente b=3,19, lo cual hace referencia a un crecimiento alométrico positivo (Cordo, 2006).

Los parámetros de crecimiento en longitud de la ecuación de von Bertalanffy fueron estimados con los datos de lectura de edades de los otolitos *sagittae* provenientes del área cercana al GSJ. A partir de 410 pares de otolitos se observó un crecimiento en longitud diferencial entre machos y hembras a partir de la edad 5. Es decir, las hembras crecen más que los machos, con una L∞ mayor en hembras (Fig. 4).

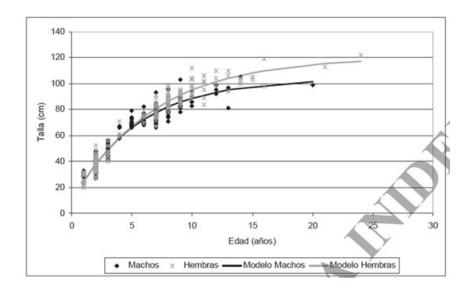


Figura 4. Curvas de crecimiento del abadejo (*Genypterus blacodes*) para el año 2008 machos y hembras (modificado de D'Atri, 2008).

Los machos presentaron un L $^{\infty}$  de 103,7 cm, K=0,19 y t $_0$  -0,47, mientras que las hembras L $^{\infty}$ =120,57, K=0,15 y t $_0$ = -0,56. En este estudio (D'Atri, 2008) la estructura de tallas fue bi-modal, con una moda de juveniles (32-40 cm LT) y otra de adultos (70-90 cm LT; D'Atri, 2008; Figura 5). Esto se evidenció en la estructura de edades, donde la moda de los juveniles estuvo representada por edades de 1 a 3 años, y la otra moda entre 7 a 9 años. Los ejemplares más representados fueron los de edad 2 con el 30% del total; Fig. 5). En este estudio, también se evidenció un mayor porcentaje de machos que hembras (57 vs 53%). Las curvas observadas para el crecimiento en longitud fueron:

$$L_t(machos) = 103,70*(1 - \exp(-0.19(t+0.47))$$
  
 $L_t(hembras) = 120,57*(1 - \exp(-0.15(t+0.56))$ 



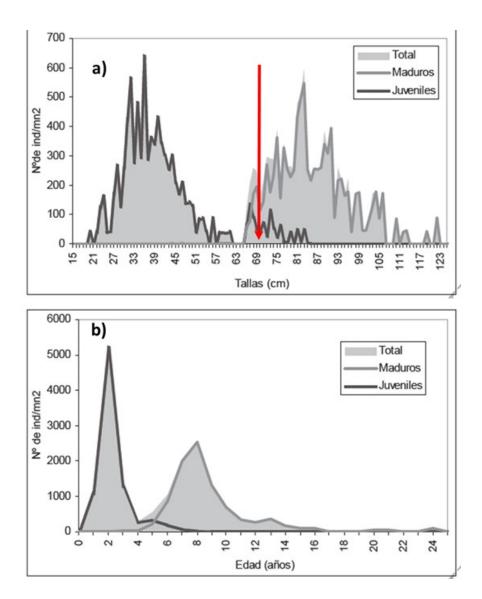


Figura 5. Abadejo (*G. blacodes*): a) estructura de tallas y b) estructura de edades en la campaña 2008 (Modificado de D'Atri, 2008; línea roja denota la LT<sub>50%</sub>).

#### Mortalidad natural

No existen estimaciones directas de la tasa instantánea de mortalidad natural (M) del abadejo. Se aplicaron distintos modelos, que relacionan M con uno o más parámetros vitales de la especie. Considerando los métodos indirectos, llamados bioanalógicos, que relacionan M con la longevidad o con los parámetros de crecimiento (Hoenig, 1983; Algaraja, 1984; Pauly, 1980; Jensen, 1996), las estimaciones de M fluctuaron entre 0,15 y 0,24 (Cordo, 1999). Con el fin de utilizar este parámetro en modelos de evaluación se ha propuesto para el abadejo un valor medio de M = 0,2 con extremos probables de 0,15 y 0,25 (Cordo, 1999).

Dieta



El abadejo es un predador de segundo (juveniles) o tercer orden (adultos NT=4,47; Sánchez et al., 2008), que se alimenta de especies demersales y bentónicas, siendo principalmente ictiófago y secundariamente carcinófago. No existen diferencias en la dieta entre sexos, aunque se han observado variaciones en función de la talla y de la disponibilidad del alimento en el área (Renzi, 1986; Sánchez & Prenski, 1991). En el Golfo San Jorge la dieta de los individuos menores de 80 cm LT estuvo basada fundamentalmente en munidos (Munida subrugosa) y estomatópodos (Pterigosquilla armata armata), mientras que los peces (fundamentalmente Merluccius hubbsi) fueron predominantes en los ejemplares mayores (Sánchez & Prenski, 1996; Figura 6). Estos autores también encontraron, en forma ocasional, poliquetos y bivalvos en casi todas las tallas, eufáusidos y anfípodos hipéridos en abadejos menores de 50 cm LT. Sobre la plataforma, tanto en la región austral entre 47° y 55° S, como en Patagonia norte entre 40° y 42° S (Sánchez & Prenski, 1991; Wöhler et al., 1999), el alimento preferencial fueron los peces, principalmente la nototenia (Patagonotothem ramsayi). Secundariamente, se encontraron otros peces típicos del área como congrio (Conger orbignanus), merluza (Merluccius hubbsi), bacalao criollo (Salilota australis), polaca (Micromesistius australis), Cottoperca gobio, Austrophysis marginatus y merluza de cola (Macruronus magellanicus). Ocasionalmente, anchoíta (Engraulis anchoita) en primavera y verano, en el límite norte de la región (39° S). Los casos de canibalismo en esta especie parecen ser poco frecuentes. Renzi (1986) ha mencionado la presencia de ejemplares menores en los contenidos de abadejos, pero sin especificar áreas ni épocas. Sánchez & Prenski (1996) no registraron casos de canibalismo en el GSJ aunque si observaron un 15% de ocurrencia de abadejo en estómagos de abadejo liso (G. brasiliensis) durante la primavera únicamente.

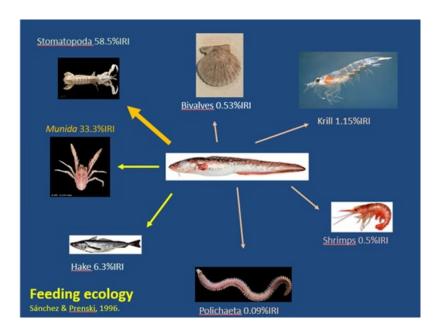


Figura 6. Diagrama conceptual de la dieta de abadejo (*G. blacodes*) en el Golfo San Jorge (dibujado a partir de los datos de Sánchez & Prenski, 1996).

Pesquerías y flotas

En el Atlántico Sudoccidental la especie es capturada principalmente por Argentina, y en escasos volúmenes por el Uruguay, como fauna acompañante de la merluza común. La flota extranjera que opera en la Zona Económica Adyacente Argentina (ZEAA) identifica a la especie también como captura incidental. La evolución histórica de los desembarques de abadejo muestra un incremento a partir de sus comienzos estable, hasta alcanzar su máximo histórico en el año 1990 con ca. 35.000 t. A partir de 2001, las capturas totales promediaron valores cercanos a las 20.000 t, pero durante 2012 se registró un marcado descenso, hasta 13.688 t. Posterior a este máximo se observó una tendencia decreciente con fluctuaciones en torno a las TAC's anuales, llegándose a un mínimo en el 2017 con 3000 ton (Figura 7). Del total, más del 80% correspondieron a la flota argentina, y fueron obtenidas principalmente por bugues fresqueros (59%) y congeladores (33%) y, en menor medida, por buques factorías (4%). Los palangreros (especializados en merluza negra) también lo capturan como by-catch, un pequeño porcentaje también es declarado por los buques surimeros. Las mayores capturas se registran en los meses de febrero, septiembre y noviembre, mientras que en años anteriores era habitual que se incrementaran las descargas durante los meses de febrero a mayo. Este cambio se debió principalmente a una medida de manejo establecida por el Consejo Federal Pesquero (Resolución CFP Nº 25/2012), que limita las capturas de abadejo por viaje de pesca durante el primer semestre del año, cuando la especie se concentra sobre la plataforma con fines reproductivos (Cordo, 2000). El principal puerto de descarga es Mar del Plata, donde se desembarca más del 60% del total.

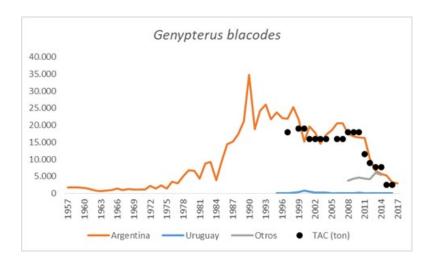


Figura 7. Evolución histórica de los desembarques de abadejo en el Atlántico Sudoccidental. Se denotan los TAC's.

Las capturas son estacionales, con picos en el verano, cuando el recurso se concentra en su reproducción, en la zona de los cañones submarinos o "pozos de abadejo". En el verano se llega al 50% de la captura anual, particularmente en la zona entre los 44° y 47° LS (Figura 8), el resto del año las capturas son esporádicas y en el resto de la plataforma continental (Waessle & Martinez, 2017).

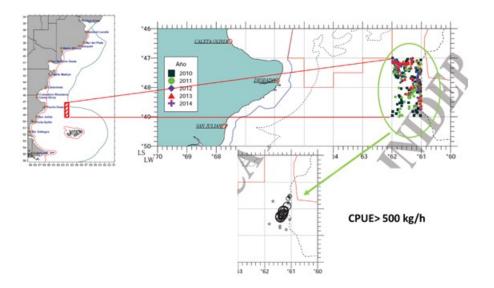


Figura 8. Zonas de pesca de abadejo de barcos fresqueros arrastreros localizados en los "pozos de abadejo" en el periodo 2010-2014 (modificado de Waessle & Martinez, 2017).

#### Rendimientos

Para construir los índices de CPUE se utilizan los datos de la flota comercial de fresqueros y congeladores, además se utilizan las campañas no dirigidas que se llevan adelante cada enero (evaluación de merluza) y febrero (evaluación de calamar). En principio, se obtienen datos de la CPUE de las embarcaciones comerciales a partir de análisis de modelos lineales generales (GLM) como índices de abundancia del abadejo. La evolución temporal muestra una tendencia decreciente a partir del inicio de la serie (1986) con un valor máximo de 175,8 kg/h (Cordo, 2012: Figura 9).

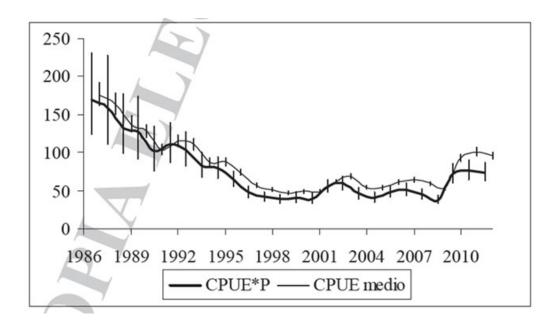


Figura 9. Rendimientos promedios anuales (CPUE=kg/h) de abadejo en el largo plazo (modificado de Cordo, 2012).



Cordo (2014) realizó la evaluación del abadejo mencionando que la población se encuentra muy por debajo del Punto Biológico de Referencia Limite (20%) de la relación entre la biomasa reproductiva actual (BRa) respecto de la Biomasa Virginal (BRo). Este autor encontró un valor de la BRa=13%. Esto se traduce en un estado preocupante con riesgo de colapso, donde el abadejo posee además características biológicas particulares (*i.e.* crecimiento lento, alta longevidad, escasa fecundidad) esto aunado a un gran sub-reporte, disminución de tallas en las capturas y desembarcos y una disminución de la BT y BR respecto de 1980 en un 79% y 87%, respectivamente. A pesar de las restricciones y recomendaciones realizadas no se observa una recuperación del estado del recurso. Las actividades del INIDEP están centradas en realizar un modelo de evaluación todos los años para ver el estado actual del efectivo.

#### Estimaciones de Biomasa

Las estimaciones de biomasa directas históricas en campañas de investigación denotan una biomasa total en el orden de las 300 mil ton (Tabla 1). Las correspondientes a 1978 y 1981 resultaron de promediar las biomasas estimadas principalmente en verano e invierno (Otero et al., 1982). Salvo estas campañas de prospección, sin una especie objetivo definida, las evaluaciones posteriores fueron obtenidas a partir de un diseño de muestreo dirigido a otras especies, en particular a la merluza de cola (verano) y a la merluza común, ninguna de las cuales cubrió totalmente el área de distribución de la especie.

Tabla 1. Estimaciones históricas de biomasas (toneladas) por área barrida de abadejo en el Mar argentino (obtenida de Cordo, 2004).

Año	Área	Biomasa estimada	Observaciones		
1978	34°S-55°S	300.000	Biomasa media anual		
1981	66	225.100	Biomasa media anual		
1987	46°S-55°S	117.243	Verano (área: 87.098 mn <sup>2</sup> )		
1992	45°S-55°S	140.345	Verano (área: 101.508 mn2)		
1993	66	170.763	Verano (área: 94.056 mn <sup>2</sup> )		
1993	44	52.038	Invierno		
1993	34°S-48°S	106.502	Invierno. Evaluación de merluza		
1994	45°S-55°S	172.259	Verano (área: 101.508 mn <sup>2</sup> )		
1995	66	174.986	Verano (área: 101.508 mn <sup>2</sup> )		
1996	34°S-48°S	78.091	Invierno. Evaluación de merluza		
1997	45°S-55°S	232.565	Verano (área: 101.508 mn <sup>2</sup> )		
1997	34°S-48°S	176.679	Invierno. Evaluación de merluza		
1998	45°S-55°S	110.491	Verano (área: 101.508 mn2)		
1998	34°S-48°S	169.420	Invierno. Evaluación de merluza		
1999	45°S-55°S	161.833	Verano (área: 101.508 mn <sup>2</sup> )		

#### Evaluación de Stocks

La última evaluación realizada (año 2016, publicada en 2017; Di Marco, 2017) da cuenta de un estado crítico de la población de abadejo. La evaluación del abadejo en el periodo 1980-2015 se realizó



empleando un Modelo estadístico de captura a la edad (SCAA), el cual es una extensión del Modelo de Producción Estructurado por Edades (ASPM), pero con la incorporación de una incertidumbre (error) en las capturas por edad y en los reclutamientos. La calibración del modelo se lleva a cabo mediante la comparación con índices de abundancia relativa (CPUE), por medio de campañas de investigación (1995-2015) y de la flota comercial. Se consideraron tres patrones de selección divididos en periodos diferentes, el primero (1980-1989) y estimando una ojiva de selección considerada como logística en cada uno de los dos periodos restantes (1990-1999 y 2000-2015). La tendencia general de la abundancia del recurso fue decreciente, las biomasas total y reproductiva en el último año del periodo de diagnóstico (2015) se estimaron en unas 51.000 y 25.000 ton, respectivamente. El cual es un 7,5% del valor estimado en el estado virgen. Las estimaciones de los patrones de selección mostraron una reducción en la edad de primera captura en los periodos considerados, evidenciando un efecto de juvenilización del efectivo a lo largo de los años. Dicho efecto, también se observó en la estructura de longitudes de la captura desembarcada en Mar del Plata, las cuales mostraron una altísima proporción de juveniles en el año 2015 (81%), mayor a la registrada en 2014 (71%) y similar a la del 2013 (80%). Según la relación S-R, se hace evidente que la capacidad reproductiva de la especie se encuentra muy comprometida, con una alta probabilidad de no retorno o de no recuperación. El efecto de juvenilización del efectivo, sumado a una caída significativa en los niveles de BR y reclutamiento en los últimos años, indicaría que el estado del recurso es sumamente crítico y que se encontraría en un estado de sobrepesca en el reclutamiento (Di Marco, 2017). El análisis de todos estos datos ha revelado la frágil situación de la especie. En los últimos años, se ha observado un deterioro sostenido del recurso y diferentes antecedentes y estudios indican la necesidad de reducir la presión pesquera para garantizar su sustentabilidad (Di Marco, 2017).

#### Manejo pesquero

Cuando la pesca es dirigida al abadejo, su captura es realizada por buques con red de arrastre y en menor medida por buques palangreros en zonas específicas de la plataforma en época estival. Sin embargo, el abadejo es parte de la fauna acompañante de merluza, gran parte de su captura se obtiene cuando se realiza la pesca de aquella. Esta captura incidental, que implica un elevado esfuerzo sobre el recurso, se lleva adelante a través de la flota constituida por buques arrastreros tradicionales, que emplean redes de arrastre de fondo para pescar merluza. Así, esta explotación intensa combinada con las características biológicas propias del abadejo ha generado una delicada situación. Como se ha mencionado, el abadejo es una especie longeva, de crecimiento lento y baja fecundidad, por lo que las altas capturas han impactado de manera profunda en la biomasa de reproductores. De hecho, del total de los desembarques comerciales registrados en 2015 y 2016, el 80% corresponde a ejemplares juveniles. Estos números reflejan la necesidad de tomar medidas tendientes a asegurar la sustentabilidad del abadejo, ya que su deterioro es muy marcado y comprometido. Es decir, a mayor longevidad y menor fecundidad, la especie es muy susceptible al impacto de la pesca. El recurso abadejo se encuentra en un estado crítico "de posible no recuperación", según el Programa Merluza y fauna acompañante del INIDEP



(Irusta et al., 2016, Di Marco, 2017). La biomasa cayó desde el inicio de la pesquería en la década del 80 hasta 2015 casi un 80% y la biomasa reproductiva se encuentra por debajo del 20%, considerado límite para el sostenimiento de la pesquería. A pesar de las recomendaciones dispuestas a partir de 2012 no se observan señales de recuperación, aun cuando las capturas han sobrepasado las TAC'S asignadas. Los esquemas de manejo propuestos refuerzan aquellos que se han venido tomando, es decir:

Entre las más destacadas se encontraba la de reducir el número de toneladas por viaje, dado que las 10 toneladas de límite aplicadas desde 2012 no resultaron suficientes; controlar la subdeclaración, aumentar el muestreo y prohibir la pesca en los llamados "pozos", espacios rocosos donde el abadejo se encuentra concentrado.

-restricciones en los cupos de captura por marea y mes;

-evitar la pesca dirigida con redes de arrastre y otros artes, en las zonas de concentración o "pozos de abadejo";

-ejercer estricto control de las TAC's considerando además las capturas por fuera de la ZEEA;

-controlar el sub-reporte de la especie;

-y que estas medidas se mantengan en el tiempo, debido a la biología de la especie, que no se observaran cambios en el corto plazo (recuperación).

-Asimismo, se propone reforzar el muestreo y sub-muestreo de abadejo en la flota fresquera y congeladora por parte de Observadores a bordo y en puerto.

Determinar el tiempo que demandará recuperar la población de abadejo es difícil y es necesario llevar adelante un seguimiento muy cuidadoso. "Los modelos de evaluación estiman la situación actual, la población actual y su estructura determinada, entre otras variables; y éstas se proyectan en base a diferentes supuestos", en ese sentido, las simulaciones y proyecciones de riesgo realizadas por Di Marco, (2017) muestran capturas aún más bajas que las anteriores propuestas por Cordo (2014). Tanto en el mediano (8 años) como el largo plazo (15 años) no se deberían capturar más allá de las 2500 y 4500 ton anuales, respectivamente (Figura 10).

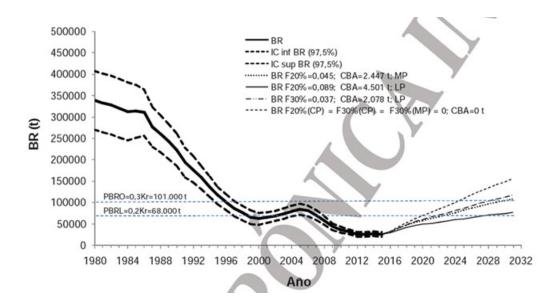


Figura 10. Proyecciones de la BR en función del nivel de mortalidad por pesca y sus correspondientes puntos biológicos de referencia objetivo y limites, en el mediano y largo plazo (tomado de Di Marco, 2017).

Cabe señalar que para lo que va del 2018, se han capturado 2873 ton, lo cual deja a las claras la imposibilidad de controlar o regular las capturas. Aunado a lo anterior, se ha observado un aumento de las tallas de juveniles (juvenilización) y consecuente deterioro de la población. Las trayectorias de las simulaciones poseen una tendencia creciente en el tiempo, lo cual es un artefacto del modelo, el cual se basa en supuestos (e.g. modelo de reclutamiento de Beverton & Holt) muy fuertes y que condicionan aún más la sustentabilidad y sostenibilidad del abadejo. Por si fuese poco, en los últimos meses se han infraccionado a diversos barcos pesqueros que han dirigido su esfuerzo directamente a abadejo, con capturas superiores al 10% de la captura total de la marea. Irrisoriamente, las multas son estimulantes para ser abonadas con las mínimas ganancias de las capturas de abadejo (ver selección de recortes periodísticos, Figura 11). Para finalizar, la situación se agrava aún más con la pesca ilegal no declarada que se lleva a cabo en la Zona Adyacente a la ZEE de Argentina, por parte de barcos extranjeros entre los que destacan españoles y chinos.



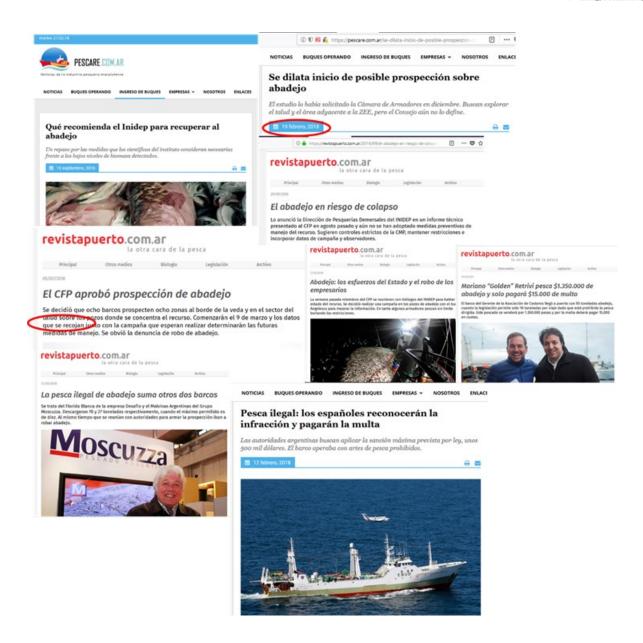


Figura 11. Selección de recortes periodísticos que cuentan la situación actual del abadejo argentino.



## Bibliografía

- Chavarria L. & Pisani, E. 2016. Conocimientos generales de la pesquería de abadejo (*Genypterus blacodes*) y metodología de trabajo orientado a Observadores Científicos a bordo de buques pesqueros Informe de Asesoramiento y Transferencia INIDEP, 115: 16 pp.
- Cordo, 2013. Evaluación del estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) y estimación de la captura biológicamente aceptable en el año 2013 y en el largo plazo. Informe Técnico Oficial 16: 35 pp.
- Cordo, H. 2007. Recomendaciones sobre la explotación del recurso abadejo. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP No 052: 07 pp.
- Cordo, H. 2008. Operatoria de buques palangreros que registraron capturas de abadejo (*Genypterus blacodes*) entre los años 2005 y 2008. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP No 50: 08 pp.
- Cordo, H. 2008. Estimación de índices de abundancia de abadejo (*Genypterus blacodes*) a partir de datos de captura y esfuerzo de la flota comercial (1986-2007). Informe Investigación INIDEP No. 42: 08 pp.
- Cordo, H. 2008. Un nuevo enfoque en la evaluación del estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) Informe Investigación INIDEP 41: 08 pp.
- Cordo, H. 2009 Estimación de índices de abundancia de abadejo (*Genypterus blacodes*) a partir de datos de captura y esfuerzo de la flota comercial (1986-2008). Informe Investigación INIDEP No. 27: 9 pp.
- Cordo, H. 2009 Evaluación del estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) y estimación de la captura biológicamente aceptable en el año 2009 y en el largo plazo Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP No. 42: 17 pp.
- Cordo, H. 2010. Comparación de tres métodos para estimar la abundancia media de abadejo (*Genypterus blacodes*) con datos de campañas de investigación realizadas entre 1995 y 2009. Informe Investigación INIDEP No. 59: 10 pp.
- Cordo, H. 2010. Estimación de Índices de abundancia de abadejo (*Genypterus blacodes*). A partir de datos de captura y esfuerzo de la flota comercial (1986 2009). Informe Investigación INIDEP 60: 18 pp.
- Cordo, H. 2011. Estructura de tallas del desembarque comercial de abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Puerto de Mar del Plata. Año 2010. Informe Investigación INIDEP 21: 11 pp.
- Cordo, H. 2012 Evaluación del estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) y estimación de la captura biológicamente aceptable en el año 2012 y en el largo plazo Informe Técnico Oficial 24: 12 pp.
- Cordo, H. 2012 Evaluación del impacto de limitar la captura de abadejo por viaje de pesca al arrastre durante todo el año (Basado en datos del 2010 y 2011) Informe Técnico Oficial 28: 12 pp.
- Cordo, H. 2012. Estimación de índices de abundancia de abadejo (*Genypterus blacodes*) a partir de datos de captura y esfuerzo de la flota comercial (1986-2011). Informe Investigación INIDEP 29: 9 pp.
- Cordo, H. 2012. Estructura de tallas del desembarque comercial de abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Puerto de Mar del Plata. Año 2011. Informe Investigación INIDEP 27: 11 pp.
- Cordo, H. D. 1997. Modelo dinámico (no-equilibrio) de la biomasa del abadejo, aplicado para la estimación de la captura máxima. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP Nº5/97, 6 pp.
- Cordo, H. D. 2000. Abadejo (*Genypterus blacodes*). En: Bezzi, S., Akselman, R. & Boschi, E. (Eds.). Síntesis del estado de las pesquerías marítimas argentinas y de la Cuenca del Plata. Años 1997-1998, con una actualización del año 1999. Publicaciones especiales. INIDEP, Mar del Plata: 117-128.
- Cordo, H. D. 2001. Estandarización del esfuerzo de pesca ejercido sobre el abadejo (*Genypterus blacodes*), período 1986-1996. Rev.Invest. Desarr. Pesq. 14: 73-94.



- Cordo, H. D., Machinandiarena, L., Macchi, G. & Villarino, M. F. 1999. Talla de primera madurez del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Atlántico sudoccidental. Inf. Téc. Int.DNI-INIDEP Nº82/99, 5 pp.
- Cordo, H.D. & M.F. Villarino 1996. Área de pesca de los buques palangreros que capturaron abadejo durante el período 1990-1994. Inf. Téc. Int. DNI INIDEP, N°109/96, 2 pp.
- Cordo, H.D. 1998. Estandarización del esfuerzo de pesca ejercido sobre el abadejo (*Genypterus blacodes*), período 1986-1996. INIDEP, DNI Inf. Int. N° 6/98: 18 pp.
- Cordo, H.D. 1999. Estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) y perspectivas de mediano y largo plazo. INIDEP, DNI Inf. Int. N° 4/99: 10 pp.
- Cordo, H.D. 2000. Recomendación de la captura máxima permisible del abadejo (*Genypterus blacodes*) de aguas argentinas. INIDEP, DNI Inf. Int. N°19/2000, 8 pp.
- Cordo, H.D. 2011. Evaluación del estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) y estimación de la captura biológicamente aceptable en el año 2011 y en el largo plazo. Informe Tecnico Oficial 29: 19 pp.
- Cordo, H.D. 2014. Evaluación del estado actual del recurso abadejo (*Genypterus blacodes*) y estimación de la captura biológicamente aceptable en el año 2014 y en el largo plazo. Informe Técnico Oficial INIDEP, Nº 13: 36 p.
- Cordo, Héctor D.; Machinandiarena, L.; Macchi, G.J. & Villarino, M.F. 2002. Talla de primera madurez del abadejo *Genypterus blacodes* en el Atlantico Sudocciental. INIDEP, Informe Técnico 47: 8 pp.
- Cousseau, M.B. & R.G. Perrotta. 1998. Peces marinos de Argentina: Biología, distribución y pesca. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina, 163 pp.
- D'Atri, L. 2006. "Crecimiento en longitud, talla y edad de primera madurez del abadejo (*Genypterus blacodes*) de aguas argentinas" Informe de Investigación INIDEP N°98: 21 pp.
- D'Atri, L. 2006. "Estructura de tallas y abundancia por grupo de edad del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el área reproductiva". Informe de Investigación INIDEP N°102: 19 pp.
- D'Atri, L. 2007 Parámetros de crecimiento en longitud del abadejo (*Genypterus blacodes*). Período 2005-2007. Inf Asesor y Transf INIDEP 032: 8 pp.
- D'Atri, L. 2008 Parámetros de crecimiento, estructura de talla y edad del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el área reproductiva. Año 2008. Informe de Investigación INIDEP 43: 08 pp.
- D'Atri, L. 2008. Estructura de tallas y abundancia por grupo de edad del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el área reproductiva en el período 2005-2007 Inf. Téc. INIDEP, N°1: 8 pp.
- Datri, L. 2009. Parámetros de crecimiento del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el área reproductiva. Año 2009. Informe de Investigación INIDEP 70: 9 pp.
- Di Marco, E. 2016. Evaluación del estado de explotación del abadejo (*Genypterus blacodes*) del Atlántico Sudoccidental. Período 1980-2015. Recomendación de captura biológicamente aceptable para el año 2017. Informe Técnico Oficial INIDEP 43: 16 pp.
- Garciarena, D. 1989. Caracteres distintivos de las especies del genero *Genypterus* (Pisces, Ophidiidae) presentes en aguas Argentinas. Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Mar del Plata.
- Irusta, C. G.; Martinez, P.A. & Wöhler, O. 2016. Análisis de la pesquería comercial de abadejo y del estado de explotación del recurso. Sugerencias de medidas de manejo. Informe Técnico Oficial INIDEP 33: 16 pp.
- Ivanovic, M.L. 1990. Análisis de la distribución del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el período 1973-1983. Frente Marítimo, Vol. 7, Sec. A: 7-17.
- Izzo A. & R.R. Roth. 2006. Utilización de trampas plegables para la captura de la especie abadejo (*Genypterus blacodes*). Informe Campaña Nº 25: 10 pp.

- Louge, E.; Villarino, M.F.; Martínez, Patricia A.; Christiansen, H.E. (1992). Estructura macro y microscópica del ovario del abadejo (*Genypterus blacodes*) en estados de reversión y crecimiento ovocitario. Boletín Instituto Español de Oceanografía, 8(2), 239-245.
- Machinandiarena, L. 1996. Estado actual del conocimiento de la reproducción y las áreas de cría del abadejo *Genypterus blacodes*. Inf. Téc. int. DNI INIDEP N° 114, 5 pp.
- Machinandiarena, L.; Villarino, M.F.; Cordo, Héctor D.; Macchi, G.J. & Pájaro, M. 2003. Descripción macroscópica de los ovarios del abadejo manchado. Escalas de maduración. INIDEP, Informe Técnico 56: 8 pp.
- Mitchell, S.J. 1984. Feeding of ling *Genypterus blacodes* (Bloch & Schneider) form New Zealand offshore fishing grounds. N. Z. J. Mar. Freshwat. Res., 18: 265-274.
- Morioka, S.; Machinandiarena, L. & Villarino, M.F. (2001). Preliminary information on internal structures of otoliths and growth of ling, *Genypterus blacodes* (Ophidiidae), larvae and juveniles collected off Argentine. Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography, 65(2), 59-66.
- Morioka, S.; Machinandiarena, L. (2001). Comparison of daily increment formation pattern between sagitta and lapilli of ling (*Genypterus blacodes*) larvae and juveniles collected off Argentina. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 35, 111-119.
- Otero, H.O., S.I. Bezzi, M.A. Renzi & G.A. Verazay. 1982. Atlas de los recursos pesqueros demersales del Mar Argentino. INIDEP, Cont. 423:248 pp.
- Otero, H.O.; Bezzi, S.I.; Verazay, G.A.; Pérez Comas, J.A.; Perrotta, Ricardo G.; Simonazzi, M.A. & Renzi, M.A. 1983. Distribución, áreas de concentración, biomasa y rendimiento potencial de diferentes especies comerciales del Mar Argentino. EN: Evaluación de los recursos pesqueros del Mar Argentino durante los años 1978-1979. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Contribuciones INIDEP, 433: 39-87.
- Pisani E. & Dimarco, E. 2017 Estructura de longitudes del desembarque comercial de abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Puerto de Mar del Plata. Año 2016. Informe de Investigación INIDEP No. 78: 17 pp.
- Pisani, E & Simonazzi, M.A. 2017. Estudio de la flota comercial argentina que capturó abadejo (*Genypterus blacodes*) durante el período 2009-2015. Informe de Investigación INIDEP 24: 17 pp.
- Pisani, E. 2017 Análisis de la captura, esfuerzo y rendimiento de abadejo (*Genypterus blacodes*) a partir de la información de Observadores a bordo de la flota congeladora austral al sur de 48º S. Período 2010-2015. Informe Investigación INIDEP: 61: 16 pp.
- Prensky, B. & F. Sánchez. 1988. Estudio preliminar sobre asociaciones ícticas en la Zona Común de Pesca Argentino Uruguaya. Publ. Com. Téc. Mix. Fren. Mar., 4: 75 88.
- Renzi, M. 1986. Aspectos biológico-pesqueros del abadejo (*Genypterus blacodes*). Rev. Invest. Des. Pesq. N°6: 5-19.
- Roa, B.H.; Virasoro, C.A. 1976. Los recursos demersales del Golfo San Matías (Prov. Rio Negro y Chubut) y Golfo San Jorge (Prov. Chubut y Santa Cruz); estudio comparativo sobre la biología pesquera del abadejo (*Genypterus blacodes*, Schn.). San Antonio Oeste. Instituto de Biología marina y pesquera. Informe 10 p. vol.3.
- Roa, B.H.; Virasoro, C.A.; Bezzi, S.I. 1976. Los recursos demersales del Golfo San Matías (Prov. Rio Negro y Chubut); estudio sobre la biología pesquera del abadejo (*Genypterus blacodes* Schn.). San Antonio Oeste. Instituto de Biología Marina y Pesquera. Informe. 10 p. vol.2.
- Ruiz, N.S. 2017. Estudio morfométrico del otolito *sagitta* de cuatro especies demersales del Golfo San Matías. Licenciatura en Biología Marina. Universidad Nacional del Comahue. Escuela Superior de Ciencias Marinas. 46 pp.
- Sánchez, F. & Prenski, L. 1996. Ecología trófica de peces demersales en el Golfo San Jorge. Rev. Invest. Des. Pesq. N° 10: 57-71 p.
- Sánchez, F.; Milessi, A.C.; Roux, A.; Viñas, M.D.; Gorini, F. & Marí, N. (2009). Desarrollo de un modelo ecotrófico para el Golfo San Jorge mediante la aproximación multiespecífica ECOPATH para el año 1985. Informe de Investigación INIDEP 1: 30 pp.



- Vilela Pérez R. 2013. Análisis y modelización de la actividad pesquera. La flota española en las aguas internacionales de la plataforma patagónica. PhD Thesis Instituto Español de Oceanografía. Centro Oceanográfico de Vigo, Departamento de pesquerías lejanas. Centro Oceanográfico de Murcia, Grupo de biogeografía y modelización pesquera. Universidad de Alicante. 361 pp.
- Villarino M.F. & A. Aubone. 2000. Reconstrucción de la distribución de tallas de abadejo (*Genypterus blacodes*) a partir de una distribución de longitudes de cabeza. INIDEP Informe Técnico 29. 15 p.
- Villarino, M.F. 1997. Evolución de las capturas de abadejo (*Genypterus blacodes*) versus merluza común (*Merluccius hubbsi*) por mes y área de pesca durante los años 1987-1990. INIDEP, Informe Técnico N° 12, 16 pp.
- Villarino, M.F. 1998. Distribución estacional y estructura de tallas del abadejo (*Genypterus blacodes*) en el Mar Argentino. INIDEP, Informe Técnico N° 18: 25 pp.
- Waessle JA & Martinez, PA. 2017. Análisis de las capturas de abadejo (*Genypterus blacodes*) registradas por los observadores en buques arrastreros en las cuadrículas 4761 Y 4861 entre los años 2010 y 2014 Informe de Investigación INIDEP N°8: 17 pp.
- Wrzesinski, O. 1984. Some features of the *Genypterus* sp. populations off the coasts of Southwest Africa and Argentina. Prace Morskiego, Vol 19: 43-60.



# Anexo XIV. Asignación de Horas Hombre por Objetivo.

**Objetivo Específico 1:** Identificar las principales áreas de pesca de congrio dorado en aguas interiores de la X, XI, y XII Región.

		Coordinación	Muestreo	Procesamiento	Análisis	Informes	Talleres	Total
CAPES-UC	Rodrigo Wiff	30			10	10		50
	Mauricio Lima			30	20	20		70
	Andrés Flores							0
	Stefan Gelcich			60	70	35		165
	Mariella Canales							0
	Santiago Gacitúa	20	30	10	20	20		100
	Enrique Aguilar	10	50	40	10			110
	Coord muest XII Reg	10	10					20
	Téc embar 1 - X Reg							0
	Téc embar 2 - X Reg							0
	Téc embar 1 - XI Reg							0
	Téc embar 2 - XI Reg							0
	Téc embar 1 - XII Reg							0
	Téc embar 1 - XII Reg							0
PUCV	Dante Queirolo							0
	Mauricio Ahumada							0
	Pedro Apablaza	10	10					20
	José Merino	10	10					20
Independientes	Freddy López							0
	Mauricio Barrientos							0
	Nairy Wiff		90	100	50	40		280
	Total	90	200	240	180	125		835

**Objetivo Específico 2:** Determinar indicadores de abundancia de congrio dorado en aguas interiores de la Pesquería Demersal Austral.

		Coordinación	Muestreo	Procesamiento	Análisis	Informes	Talleres	Total
CAPES-UC	Rodrigo Wiff	40		40	30	20	10	140
	Mauricio Lima			40	50	10		100
	Andrés Flores							0
	Stefan Gelcich			10	40	10		60
	Mariella Canales							0
	Santiago Gacitúa	30	20	60	60	20		190
	Enrique Aguilar	20	80	60	20			180
	Coord muest XII Reg	20	70	80	20	10		200
	Téc embar 1 - X Reg		450	200				650
	Téc embar 2 - X Reg		450	200				650
	Téc embar 1 - XI Reg		350	200				550
	Téc embar 2 - XI Reg		350	200				550
	Téc embar 1 - XII Reg		450	200				650
	Téc embar 1 - XII Reg		450	200				650
PUCV	Dante Queirolo	30	20	80	100	30	10	270
	Mauricio Ahumada	30	20	80	100	30	10	270
	Pedro Apablaza	20	50	70	50	20		210
	José Merino	20	50	70	50	20		210
Independientes	Freddy López				15	15		30
	Mauricio Barrientos							0
	Nairy Wiff							0
	Total	210	2810	1790	535	185		5560



**Objetivo Específico 3:** Caracterizar en términos biológico-pesqueros las áreas de pesca identificadas en referencia a estructura de tallas, madurez, composición de captura y evaluar las potenciales diferencias entre ellas.

		Coordinación	Muestreo	Procesamiento	Análisis	Informes	Talleres	Total
CAPES-UC	Rodrigo Wiff	40		10	30	10	10	100
	Mauricio Lima			40	20	10		70
	Andrés Flores	20	70	120	100	30	10	350
	Stefan Gelcich							0
	Mariella Canales			20	40	15		75
	Santiago Gacitúa	35	20	30	30	5		120
	Enrique Aguilar	30	20	30				80
	Coord muest XII Reg	20	40	80				140
	Téc embar 1 - X Reg		200	150				350
	Téc embar 2 - X Reg		200	150				350
	Téc embar 1 - XI Reg		160	90				250
	Téc embar 2 - XI Reg		160	90				250
	Téc embar 1 - XII Reg		200	150				350
	Téc embar 1 - XII Reg		200	150				350
PUCV	Dante Queirolo			60	30	20		110
	Mauricio Ahumada			60	30	20		110
	Pedro Apablaza	20	40	40	20	10		130
	José Merino	20	40	40	20	10		130
Independientes	Freddy López				20	20		40
	Mauricio Barrientos							0
	Nairy Wiff							0
	Total	185	1350	1310	340	150		3355

**Objetivo Específico 4:** Estimar indicadores de abundancia de congrio dorado para la flota industrial que opera en aguas exteriores de la PDA.

		Coordinación	Muestreo	Procesamiento	Análisis	Informes	Talleres	Total
CAPES-UC	Rodrigo Wiff	30		50	40		5	125
	Mauricio Lima							0
	Andrés Flores							0
	Stefan Gelcich							0
	Mariella Canales			20	30	20		70
	Santiago Gacitúa							0
	Enrique Aguilar							0
	Coord muest XII Reg							0
	Téc embar 1 - X Reg							0
	Téc embar 2 - X Reg							0
	Téc embar 1 - XI Reg							0
	Téc embar 2 - XI Reg							0
	Téc embar 1 - XII Reg							0
	Téc embar 1 - XII Reg							0
PUCV	Dante Queirolo							0
	Mauricio Ahumada							0
	Pedro Apablaza							0
	José Merino							0
Independientes	Freddy López			20	40	20		80
	Mauricio Barrientos							0
	Nairy Wiff							0
	Total	30	0	90	110	40		275



# Sobre Oferta: Análisis morfométrico de otolitos como discriminante poblacional.

		Coordinación	Muestreo	Procesamiento	Análisis	Informes	Talleres	Total
CAPES-UC	Rodrigo Wiff	20			10		5	35
	Mauricio Lima							0
	Andrés Flores	10	20	10	20			60
	Stefan Gelcich							0
	Mariella Canales							0
	Santiago Gacitúa							0
	Enrique Aguilar	10						10
	Coord muest XII Reg							0
	Téc embar 1 - X Reg							0
	Téc embar 2 - X Reg							0
	Téc embar 1 - XI Reg							0
	Téc embar 2 - XI Reg							0
	Téc embar 1 - XII Reg							0
	Téc embar 1 - XII Reg							0
PUCV	Dante Queirolo							0
	Mauricio Ahumada							0
	Pedro Apablaza							0
	José Merino							0
Independientes	Freddy López			50	60			110
	Mauricio Barrientos			50	70	25		145
	Nairy Wiff							0
	Total	40	20	110	160	25		360