

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Recursos Naturales

Escuela de Ciencias del Mar

Valparaíso – Chile

INFORME FINAL

**SELECTIVIDAD DE APAREJOS DE PESCA UTILIZADOS POR LA
FLOTA ARTESANAL EN LA PESQUERÍA DE MERLUZA DEL SUR**

(Proyecto FIP N° 2002-08)

ESTUDIOS Y DOCUMENTOS 07/2004

Valparaíso, mayo de 2004



Título: “Selectividad de aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la pesquería de merluza del sur”
Proyecto FIP N° 2002-08

Requirente: Fondo de Investigación Pesquera

Contraparte: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Facultad de Recursos Naturales

Unidad Ejecutora: Escuela de Ciencias del Mar
Avda. Altamirano 1480
Casilla 1020
Valparaíso

Investigador Responsable: Teófilo Melo Fuentes
Escuela de Ciencias del Mar
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Fono : 56-32-274264
Fax : 56-32-274206
E-mail: tmelo@ucv.cl

EQUIPO DE TRABAJO

Investigadores:

Teófilo Melo Fuentes
Patricio Pavez Carrera
Carlos Hurtado Ferreira
Dante Queirolo Palma

Co-investigadores:

Patricia Rojas Zúñiga
Erick Gaete Alfaro
Ivonne Montenegro Urbina
Daniel Cerda Miranda

Colaboradores:

Roberto Escobar Henríquez
Alejandro Stack Wilke
Guillermo Stack Wilke
Godfrey Hidalgo Olivares

Distribución de ejemplares:

10	Fondo de Investigación Pesquera
1	Dirección Escuela de Ciencias del Mar – UCV
1	Investigador responsable

DOCUMENTOS GENERADOS A LA FECHA

Escuela de Ciencias del Mar. 2003. Selectividad de aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la pesquería de merluza del sur. Informe de Avance Proyecto FIP N° 2002-08. Estud. Doc. N° 19/2003.75 pp.

Escuela de Ciencias del Mar. 2003. Selectividad de aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la pesquería de merluza del sur. Informe de Avance Corregido Proyecto FIP N° 2002-08. Estud. Doc. N° 22/2003.83 pp.

Escuela de Ciencias del Mar. 2004. Selectividad de aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la pesquería de merluza del sur. Pre-Informe Final Proyecto FIP N° 2002-08. Estud. Doc. N° 01/2004.157 pp.

Escuela de Ciencias del Mar. 2004. Selectividad de aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la pesquería de merluza del sur. Pre-Informe Final Corregido Proyecto FIP N° 2002-08. Estud. Doc. N° 04/2004.157 pp.

Escuela de Ciencias del Mar. 2004. Selectividad de aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la pesquería de merluza del sur. Informe Final Proyecto FIP N° 2002-08. Estud. Doc. N° 07/2004.157 pp.

RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de determinar la selectividad de los aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la pesquería de merluza del sur, se realizó en primer lugar la caracterización de la flota, de los aparejos y del régimen operacional empleados en la captura del recurso. En base a ello, se determinó que la flota de la X Región esta compuesta preferentemente por embarcaciones con motor interior (preferentemente centrado), mientras que en la XI Región corresponden en su mayoría a embarcaciones con motor fuera de borda.

En términos del aparejo de pesca, se identifican tres tipos de espineles; “con retenida”, “con línea de mano” y “de deriva”, este último utilizado exclusivamente en la XI Región. Si bien existen diferencias estructurales entre estos aparejos, la unidad básica es la misma, y corresponde al “vertical”, el que corresponde a una línea de monofilamento sobre la cual se dispone una cantidad variable de reinales y anzuelos. Por lo tanto, se determinó que la diferencia entre espineles radica en mayor grado en la disposición de los verticales en los distintos aparejos.

La flota artesanal esta compuesta por embarcaciones con motor interno y fuera de borda, éstas últimas predominan en la XI Región. Su eslora es variable entre zonas, sin embargo se observó que ésta fluctúa en lo general entre 4 y 12 m. El régimen operacional en tanto, se encuentra determinado principalmente por la estacionalidad y distribución de las capturas, incidiendo además las condiciones climáticas de cada período y el aparejo de pesca utilizado.

A partir de una revisión bibliográfica exhaustiva y de las filmaciones submarinas realizadas, se determinó que el proceso de captura de este recurso se inicia por el acercamiento del pez a la carnada, continuando por un comportamiento de ataque y manejo, que se refleja principalmente en pruebas de la carnada, mordidas incompleta y completa del anzuelo encarnado, sacudidas de cabeza, natación y tiro suave de éste, etapas que luego definen su retención o escape.

Se determinaron los rendimientos de pesca, estructuras de talla por sexo y la condición reproductiva del recurso en función a un monitoreo de la operación comercial realizada por la flota artesanal en la X y XI Regiones. El número total de lances durante el monitoreo

correspondió a 119, de los cuales 76 se llevaron a cabo por embarcaciones de la X Región (Puerto Montt, Calbuco y Hualaihue) y 43 por embarcaciones de la XI Región (Norte I, Norte II, Sur I y Sur II). En ellos se capturó un total de 29.480 ejemplares de merluza del sur, equivalentes a 57.140 kg.

Dentro de los principales resultados obtenidos se encuentra los rendimientos de pesca decrecientes en la X Región, desde valores de 30,8 ind/100 anz en febrero-marzo a valores de 14,7 ind/100 anz en agosto-septiembre. En la XI Región en tanto, los rendimientos se mantienen estables entorno a 11,5 ind/100 anz.

En las actividades de pesca experimental, tendientes a determinar el efecto selectivo de diferentes configuraciones de tamaño de anzuelo y tamaño de carnada, se realizaron 61 lances entre marzo y septiembre, empleando para ello embarcaciones de Hualaihue, Puerto Montt y Calbuco. En estos lances se capturó un total de 16.528 ejemplares, correspondientes a 30.430 kg, los cuales fueron la base de información para el análisis selectivo del aparejo.

En dichos lances se utilizaron espineles experimentales los que estuvieron conformados por cuatro numeraciones distintas de anzuelos (modelo Kirby N° 5, 6, 8 y 10), evaluándose un total de 300 anzuelos de cada numeración. Con el fin de evaluar el efecto del tamaño de la carnada, se realizaron lances alternados con tres tamaños distintos de pejerrey (un cuarto de pejerrey, medio pejerrey y pejerrey entero). Luego de una primera etapa de evaluación, se descartó la utilización del anzuelo N°6, incorporándose un anzuelo de mayor tamaño (N°3) para verificar posibles efectos en la selectividad del aparejo.

Se determinó que las estructuras de talla observadas en la pesca con espineles experimentales fueron similares a las observadas durante el monitoreo de la operación comercial, presentando las mismas tendencias respecto a las tallas medias independiente del anzuelo o carnada utilizada, lo cual indica que la composición de las capturas refleja un efecto de disponibilidad más que un efecto selectivo por el anzuelo y/o la carnada.

En este sentido, se realizó la evaluación de efectos selectivos empleando los métodos propuestos por Holt (1963) y Millar (1992), los cuales se basan en el principio de Baranov (1914). Sin embargo, las formas de ajuste de ambos métodos son distintas, razón por la cual se observó que el método de Holt tiende a generar un efecto selectivo exagerado respecto a las

tallas modales de captura, lo cual se explica por el factor de escala o dimensión característica del anzuelo que incorpora en el ajuste. Por su parte el método de Millar incorpora la dimensión característica del anzuelo en el ajuste, sin embargo incorpora un factor adicional que enmascara las proporcionalidades del anzuelo, razón por la cual las tallas modales u óptimas de captura parecen ser iguales.

En base a las proporciones de captura bajo la talla de interés comercial (ejemplares menores a 62 cm) y los efectos selectivos observados, es posible determinar que no existe selectividad del aparejo de pesca en la captura de merluza del sur asociado al tamaño de anzuelo ni al tamaño de carnada. Lo anterior puede explicarse debido a la variabilidad de las tallas de retención debido a la variabilidad en la disponibilidad de la especie bajo la actividad que realiza la flota, lo que responde en mayor grado a una disponibilidad asociada a sus etapas de vida más que a estrategias operacionales de los pescadores; esta propuesta se valida al observar el comportamiento de respuesta entre etapas asociadas a diferentes meses del año.

CONTENIDO

OBJETIVOS	1
ANTECEDENTES	2
<i>Desembarque</i>	3
<i>Operación de pesca</i>	4
<i>Aparejo de pesca y su selectividad</i>	5
METODOLOGIA	8
Objetivo 4.1	8
Objetivo 4.2	12
<i>Literatura científica disponible</i>	12
<i>Filmaciones submarinas</i>	12
<i>Experiencia de los pescadores artesanales</i>	13
Objetivo 4.3	15
<i>Proporción de hembras</i>	17
<i>Proporción de ejemplares a la talla</i>	17
<i>Talla media</i>	18
<i>Peso medio</i>	18
<i>Rendimiento de pesca</i>	18
<i>Captura</i>	19
<i>Expansión a la captura total</i>	20
<i>Fauna acompañante</i>	21
<i>Condición reproductiva</i>	22
Objetivo 4.4	23
<i>Anzuelos utilizados y su relación con el hocico del pez</i>	23
<i>Lances experimentales</i>	25
<i>Selectividad</i>	29
<i>Método de Holt</i>	29
<i>Método de Millar</i>	31
Objetivo 4.5	33

<i>Proyección del estado de explotación</i>	34
RESULTADOS	37
Objetivo 4.1	37
<i>Características cualitativas de la flota</i>	38
<i>Aparejo de pesca utilizado en la pesquería de merluza del sur</i>	39
<i>Diseño y construcción</i>	47
<i>Régimen operacional</i>	52
Objetivo 4.2	57
<i>Literatura científica disponible</i>	57
<i>Filmaciones submarinas</i>	60
Análisis de las observaciones de acuerdo al comportamiento del pez	62
Revisión de imágenes submarinas	64
<i>Experiencia de los pescadores artesanales</i>	67
Objetivo 4.3	69
<i>Proporción de hembras</i>	70
<i>Proporción de ejemplares a la talla</i>	70
<i>Talla media</i>	73
<i>Peso medio</i>	74
<i>Rendimiento de pesca</i>	75
<i>Captura</i>	76
<i>Captura total de la flota</i>	79
<i>Fauna acompañante</i>	81
<i>Condición reproductiva</i>	84
Objetivo 4.4	85
<i>Anzuelos utilizados en la pesquería y en lances experimentales</i>	85
<i>Dimensiones relativas al hocico del pez</i>	86
<i>Comparación de estructuras de talla</i>	88
<i>Proporción de hembras</i>	89
<i>Estructuras de talla y tallas medias</i>	90
<i>Pesos medios</i>	93

<i>Proporción de ejemplares bajo talla comercial</i>	94
<i>Rendimientos de pesca</i>	96
<i>Selectividad</i>	102
Objetivo 4.5	130
<i>Efectos selectivos</i>	130
<i>Proporción de ejemplares bajo talla comercial</i>	132
<i>Costo asociado a un cambio de numeración de anzuelo</i>	133
<i>Taller de discusión y análisis de resultados</i>	135
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	136
CONCLUSIONES	148
REFERENCIAS	152

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Desembarque de merluza del sur por región entre 1997 y 2001.
- Figura 2. Estacionalidad de los desembarques de merluza del sur.
- Figura 3. Anzuelos empleados en pesca experimental y comercial durante la investigación.
- Figura 4. Ejemplo de carnadas empleadas en el estudio.
- Figura 5a. Esquema técnico del espinel con “retenida”, utilizado en la X región.
- Figura 5b. Especificaciones técnicas del vertical del espinel con “retenida”, utilizado en la X región.
- Figura 6a. Esquema técnico del espinel con “línea de mano”, utilizado en la X región.
- Figura 6b. Especificaciones técnicas del vertical del espinel “con línea de mano”, utilizado en la X región.
- Figura 7. Esquema técnico del espinel “a la deriva”, utilizado en la XI región.
- Figura 8. Reinal de un espinel fijado a la línea madre.
- Figura 9. Sistema de fijación y unión del reinal a la línea madre.
- Figura 10. Boyas señalizadoras y de retención superficial.
- Figura 11. Boyerines superficiales, más guía de mano.
- Figura 12. Boyas de mediagua, botellas de vidrio.
- Figura 13. Boyas de mediagua, boyas de presión.
- Figura 14. Acercamiento y natación lenta.
- Figura 15. Acercamiento frontal a la carnada.
- Figura 16. Acercamiento lateral.
- Figura 17. Acercamiento por la parte inferior
- Figura 18. Acercamiento, inspección y escape.
- Figura 19. Ataque de la carnada.
- Figura 20. Acercamiento y ataque.
- Figura 21. Ataque y manejo de carnada.
- Figura 22. Manejo de la carnada.
- Figura 23. Fase terminal sin retención.
- Figura 24. Posición de algunos lances realizados en pesca comercial en la X Región.
- Figura 25. Estructura de tallas de los machos presentes en las capturas y sus bandas de confianza, por región y periodo.
- Figura 26. Estructura de tallas de las hembras presentes en las capturas y sus bandas de confianza, por región y periodo.

Figura 27. Proporción de retención y descarte de merluza del sur por sexo, periodo y región, en función al número de ejemplares.

Figura 28. Proporción de retención y descarte de merluza del sur por sexo, periodo y región, en función al peso.

Figura 29. Frecuencia de ocurrencia por especie en la X y XI Regiones.

Figura 30. Frecuencia de ocurrencia por especie y periodo en la X Región.

Figura 31. Frecuencia de ocurrencia por especie y periodo en la XI Región.

Figura 32. Participación relativa por especie en la fauna acompañante en la pesquería de merluza austral en la X Región.

Figura 33. Proporción de ejemplares según estado de madurez sexual, por periodo.

Figura 34. Área teórica de influencia del anzuelo: a) abertura del anzuelo y b) áreas de influencia de diferentes numeraciones de anzuelo.

Figura 35. Principales relaciones asociadas al hocico del pez.

Figura 36. Area frontal del hocico del pez en función a su longitud total.

Figura 37. Relación entre el área de influencia del anzuelo y el área frontal del hocico en función de la talla.

Figura 38. Hocico de un pez de 50 cm de longitud y anzuelos empleados en la investigación.

Figura 39. Tallas medias por sexo, para cada tamaño de anzuelo y carnada evaluados.

Figura 40. Rendimientos de pesca (ind/100 anz) por anzuelo resultantes de utilizar diferentes tamaños de carnada.

Figura 41. Rendimientos de pesca (ind/100 anz) obtenidos por cada embarcación utilizando diferentes tamaños de anzuelo.

Figura 42. Rendimientos de pesca (ind/100 anz) obtenidos por cada embarcación utilizando diferentes tamaños de anzuelo.

Figura 43. Rendimientos de pesca (ind/100 anz) obtenidos por cada embarcación utilizando diferentes tamaños de anzuelo.

Figura 44. Curvas de selección por sexo; emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

Figura 45. Curvas de selección por sexo; emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

Figura 46. Curvas de selección por sexo; emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Figura 47. Curvas ajustadas de efectos selectivos para sexos combinados: ETAPA 1.

Figura 48. Curvas ajustadas de efectos selectivos para machos: ETAPA 1.

Figura 49. Curvas ajustadas de efectos selectivos para hembras: ETAPA 1.

Figura 50. Curvas de selección por sexo: ETAPA 2.

Figura 51. Curvas ajustadas de efectos selectivos para sexos combinados: ETAPA 2.

- Figura 52. Curvas ajustadas de efectos selectivos para machos: ETAPA 2.
- Figura 53. Curvas ajustadas de efectos selectivos para hembras: ETAPA 2.
- Figura 54. Curvas de selección por sexo: ETAPA 3.
- Figura 55. Curvas ajustadas de efectos selectivos para sexos combinados: ETAPA 3.
- Figura 56. Curvas ajustadas de efectos selectivos para machos: ETAPA 3.
- Figura 57. Curvas ajustadas de efectos selectivos para hembras: ETAPA 3.
- Figura 58. Curvas de efectos selectivos para sexos combinados (unimodal): ETAPA 1.
- Figura 59. Curvas de efectos selectivos para sexos combinados (bimodal): ETAPA 1.
- Figura 60. Curvas ajustadas de efectos selectivos obtenidas para sexos combinados de merluza del sur en la ETAPA 1.
- Figura 61. Curva ideal de retención de ejemplares bajo talla en función al tamaño de anzuelo.
- Figura 62. Curvas de retención de ejemplares bajo talla para cada anzuelo evaluado en las cuatro etapas del estudio.
- Figura 63. Valor unitario ajustado de los anzuelos respecto a su numeración.

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Lances realizados durante el monitoreo de la operación comercial.
- Tabla 2. Escala macroscópica apreciativa de la madurez sexual de hembras de merluza del sur.
- Tabla 3. Principales dimensiones de los anzuelos utilizados en la investigación y en pesca comercial de merluza del sur.
- Tabla 4. Resumen operacional de actividades realizadas en cada etapa experimental.
- Tabla 5. Número de encuestas propuestas y realizadas.
- Tabla 6. Características geométricas y funcionales de la flota encuestada en la X región.
- Tabla 7. Características geométricas y funcionales de la flota encuestada en la X región.
- Tabla 8. Glosario de términos técnicos de los aparejos de pesca.
- Tabla 9. Características técnicas más frecuentes y nombres vernaculares de las principales componentes de los aparejos utilizados en la pesquería de merluza del sur.
- Tabla 10. Cuantificación del tipo de comportamiento del recurso merluza austral frente al anzuelo observado en las filmaciones submarinas.
- Tabla 11. Proporción de hembras en las capturas y sus límites de confianza.
- Tabla 12. Talla media (cm) de los ejemplares capturados y sus límites de confianza.
- Tabla 13. Talla media (cm) de las hembras capturadas y sus límites de confianza.
- Tabla 14. Talla media (cm) de los machos capturados y sus límites de confianza.
- Tabla 15. Peso medio (kg) de los ejemplares capturados y sus límites de confianza.
- Tabla 16. Rendimiento de pesca (ind/100 anz) y sus límites de confianza.
- Tabla 17. Rendimiento de pesca (kg/100 anz) y sus límites de confianza.
- Tabla 18. Captura total, retención y descarte en número y porcentual.
- Tabla 19. Captura total, retención y descarte en peso (kg) y porcentual.
- Tabla 20. Captura total, retención y descarte en número por sexo.
- Tabla 21. Captura total, retención y descarte en peso (kg) por sexo.
- Tabla 22. Captura total estimada en número y sus límites de confianza, en la X Región.
- Tabla 23. Captura total estimada en peso (kg) y sus límites de confianza, en la X Región.
- Tabla 24. Porcentaje de fauna acompañante con respecto al recurso objetivo y captura total.
- Tabla 26. Área de influencia a diferentes numeraciones de anzuelo.
- Tabla 27. Relación (%) entre el área de abertura del anzuelo y área frontal del hocico del pez.
- Tabla 28. Proporción de hembras por anzuelo, carnada y embarcación: ETAPA 1.
- Tabla 29. Proporción de hembras por anzuelo y embarcación: ETAPA 2.
- Tabla 30. Proporción de hembras por anzuelo y embarcación: ETAPA 3.

Tabla 31. Proporción de hembras por anzuelo y embarcación: ETAPA 4.

Tabla 32. Talla media por sexo, en función al anzuelo, carnada y embarcación: ETAPA 1.

Tabla 33. Talla media por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 2.

Tabla 34. Talla media por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 3.

Tabla 35. Talla media por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 4.

Tabla 37. Pesos medios por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 2.

Tabla 38. Pesos medios por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 3.

Tabla 39. Pesos medios por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 4.

Tabla 40. Proporción de ejemplares bajo talla comercial por anzuelo, carnada, sexo y embarcación: ETAPA 1.

Tabla 41. Proporción de ejemplares bajo talla comercial por anzuelo, sexo y nave: ETAPA 2.

Tabla 42. Proporción de ejemplares bajo talla comercial por anzuelo, sexo y nave: ETAPA 3.

Tabla 43. Proporción de ejemplares bajo talla comercial por anzuelo, sexo y nave: ETAPA 4.

Tabla 44. Rendimiento de captura (n° y peso) por anzuelo y carnada en lances experimentales: ETAPA 1.

Tabla 45. Rendimiento de captura (n° y peso) por anzuelo en lances experimentales: ETAPA 2.

Tabla 46. Rendimiento de captura (n° y peso) por anzuelo en lances experimentales: ETAPA 3.

Tabla 47. Rendimiento de captura (n° y peso) por anzuelo en lances experimentales: ETAPA 4.

Tabla 48. Parámetros de la curva de selección en machos; emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

Tabla 49. Parámetros de la curva de selección en hembras; emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

Tabla 50. Parámetros de la curva de selección en machos; emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

Tabla 51. Parámetros de la curva de selección en hembras; emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

Tabla 52. Parámetros de la curva de selección en machos; emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Tabla 53. Parámetros de la curva de selección en hembras; emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Tabla 54. Parámetros de la curva de efectos selectivos: ETAPA 1.

Tabla 55. Parámetros de la curva de selección en machos: ETAPA 2.

Tabla 56. Parámetros de la curva de selección en hembras: ETAPA 2.

Tabla 57. Parámetros de la curva de efectos selectivos: ETAPA 2.

Tabla 58. Parámetros de la curva de selección en machos: ETAPA 3.

Tabla 59. Parámetros de la curva de selección en hembras: ETAPA 3.

Tabla 60. Parámetros de la curva de efectos selectivos: ETAPA 3.

Tabla 61. Parámetros de la curva selección unimodal, emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

Tabla 62. Parámetros de la curva selección unimodal, emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

Tabla 63. Parámetros de la curva selección unimodal, emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Tabla 64. Parámetros de la curva selección bimodal, emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

Tabla 65. Parámetros de la curva selección bimodal, emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

Tabla 66. Parámetros de la curva selección bimodal, emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Tabla 67. Precios unitarios por anzuelo y precios relativos a un anzuelo de uso frecuente.

INDICE DE ANEXOS

- Anexo I Personal participante por actividad.
- Anexo II Régimen operacional por zona.
- Anexo III Detalle del monitoreo de la operación comercial por lance.
- Anexo IV Resultados del test Kolmogorov-Smirnov de comparación de tallas.
- Anexo V Gráficos de estructuras de talla por etapa.
- Anexo VI Análisis de varianza de comparación de rendimientos.
- Anexo VII Capturas y rendimientos por lance experimental.
- Anexo VIII Capturas bajo tallas de interés (biológica y comercial).
- Anexo IX Borrador de Cartilla Técnica de Divulgación.
- Anexo X Principales caletas de desembarque de merluza el sur.
- Anexo XI Bases de Datos

OBJETIVOS

General

Determinar la selectividad a la talla de diferentes configuraciones de aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en merluza del sur y la configuración que permite reducir los descartes.

Específicos

1. Caracterizar (identificar, describir y analizar) los aparejos de pesca y describir el régimen operacional utilizado por la flota artesanal en la captura de merluza del sur.
2. Documentar, describir y analizar el proceso de captura de merluza del sur con los aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal.
3. Determinar los rendimientos, estructura de tallas (por sexo) de la captura total (desembarque más descarte) y condición reproductiva de merluza del sur obtenida por la flota artesanal, con los aparejos de pesca actualmente utilizados.
4. Determinar las curvas de retención a la talla resultantes de utilizar diferentes diseños de anzuelos (tipo y/o tamaño) y tamaños de carnada, en los aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la captura de merluza del sur.
5. Determinar el diseño de anzuelo (tipo y/o tamaño) y tamaño de carnada (o cualquier configuración de estas variables) que reduce los descartes d la especie objetivo.

ANTECEDENTES

La merluza del sur (*Merluccius australis*) es la principal especie objetivo de la pesquería demersal sur-austral, la que se encuentra distribuida principalmente entre los 41° 28' LS y los 57° 00' LS. Esta pesquerías tuvo sus inicios en los años 1976-1977 (Aguayo, 1995), estando compuesta por una flota industrial (arrastrera y espinelera) y otra artesanal (espinelera) (Aguayo *et al.*, 1994).

La pesquería artesanal, de características locales y bajas capturas hasta 1983, comienza una etapa de crecimiento importante a partir del año 1984 en aguas interiores (fiordos y canales) de la X Región, para extenderse luego a la XI Región desde 1987 en adelante. Esta flota de embarcaciones menores opera de preferencia en la merluza del sur y, eventualmente, sobre el congrio dorado (Aguayo, 1995), recursos que forman parte importante de la estructura económica de pescadores locales en dichas zonas.

Aún cuando el recurso se distribuye de los 41° 28' LS y 57° 00' LS, la flota artesanal opera principalmente en aguas interiores de dos zonas; en la X Región operan embarcaciones que realizan sus faenas de pesca principalmente en el Seno de Reloncaví (San Agustín, Chaicas, Yervas Buenas, Contao, Chiquihue) y el Golfo de Ancud (Isla los Toros, Puerto Bonito, Isla Queullín, Hualaihue, Hueihue, La Vega, Aycará). Mientras, la flota artesanal de la XI Región presenta capturas normalmente de rendimiento menor y opera principalmente desde el área norte del Canal Moraleda hasta el sur del Canal Costa. Sin embargo, en años recientes el desembarque artesanal se ha caracterizado por una fuerte presencia de individuos juveniles inferiores a la talla de primera madurez sexual, factor que podría estar dificultando la recuperación del stock en el mediano plazo, debido a la baja tasa de renovación de la especie producto de su longevidad (Aguayo *et al.*, 1992; Aguayo *et al.*, 1993) y el efecto selectivo de los artes de pesca empleados.

No obstante estar regulada la pesquería por una cuota global dividida por cuatro áreas (norte, exterior e interior, y sur, exterior e interior) el esfuerzo aplicado condujo a una sobrepesca de la fracción reproductora del stock, repercutiendo finalmente en una disminución sostenida de la biomasa y abundancia de éste (Aguayo, 1995). A raíz de esto la Subsecretaría de Pesca determinó decretar zonas de protección y temporadas de veda reproductiva, ambas medidas tendientes a proteger el stock desovante durante su período y lugar de reproducción,

permitiendo de esta manera que un mayor número de individuos se reproduzca, aumentando con esto la expectativa de mayores tamaños de reclutamiento de la merluza del sur (Aguayo *et al.*, 2001).

La época de desove alcanza su máxima actividad a fines de invierno, aún cuando la información disponible señala que pueden existir diferencias interanuales de algunas semanas en la fecha de máxima actividad reproductiva (Aguayo *et al.*, 2001; Balbontín y Bravo, 1993; Balbontín *et al.*, 1994). Es importante destacar que la determinación exacta de esta época es útil para fines de manejo pesquero como para la toma de muestras para las determinaciones de fecundidad y número de tandas de desove (Aguayo *et al.*, 2001).

Desembarque

Las estadísticas de desembarque de merluza del sur entre los años 1997 y 2001 han ido en aumento destacándose el año 2000 con un registro de 30 mil toneladas, siendo la participación del sector artesanal de alrededor de un 40%. Las principales regiones de desembarque son la X, XI y XII, destacándose las primeras como aquellas regiones de mayor nivel de desembarque (Fig. 1).

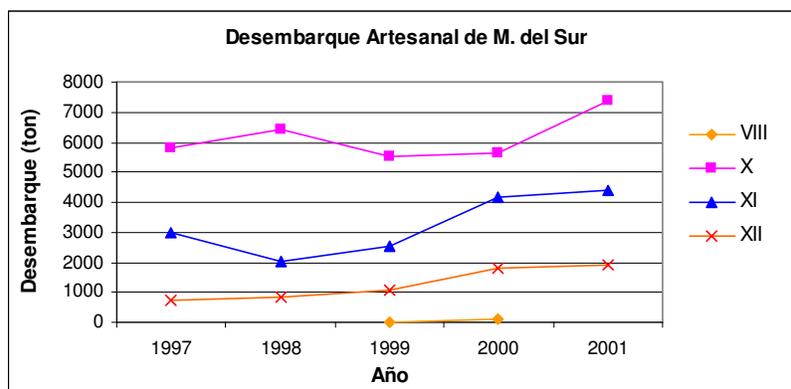


Figura 1. Desembarque de merluza del sur por región entre 1997 y 2001.

Fuente: Anuarios estadísticos del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).

Con respecto a la estacionalidad de los desembarques en los últimos 5 años se observa un patrón de comportamiento similar, destacándose los meses de septiembre a diciembre con alto valor de desembarque, y siendo el mes de menor registro agosto, debido a la veda

decretada por la Subsecretaría de Pesca que establece este mes como época de desove (Fig. 2).

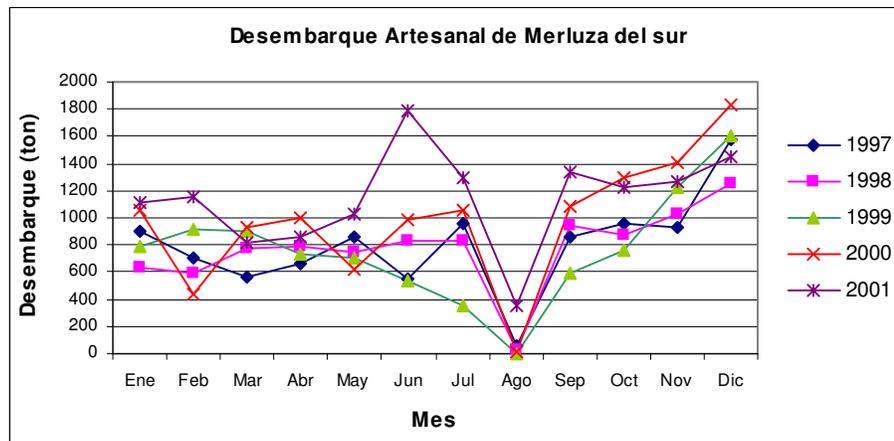


Figura 2. Estacionalidad de los desembarques de merluza del sur.

Fuente: Anuarios estadísticos del Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA).

Operación de pesca

El desarrollo de actividad pesquera extractiva sobre el recurso es variable durante el año, siendo uno de los factores principales de esta variabilidad la estacionalidad de los rendimientos de pesca entre temporadas (invierno y verano), asociado esto a posibles procesos migratorios por desove y alimentación del recurso (Rubilar *et al.*, 1997).

La operación de pesca, en la X Región, en la mayoría de las ocasiones comienza alrededor de las 4 a 5 de la mañana con la entrega de la carnada y el inmediato zarpe de los botes al lugar de pesca. Una vez en el lugar calan los espineles, realizando en el momento el encarnado (las carnadas ocupadas usualmente son: sardina, jurel o pejerrey frescos). El periodo de reposo varía según la estación del año; en primavera-verano el espinel se deja en reposo entre 4 a 6 horas, a diferencia del período otoño-invierno en el cual el arte se mantiene por 12 horas o más.

Por su parte, el tiempo medio de reposo de las naves que operan en la XI Región es de 4,9 horas, no presentándose grandes diferencias en el tiempo de reposo entre áreas y temporadas de pesca. Esta estabilidad posiblemente indicaría que los canales y esteros de esta

región permiten las operaciones de pesca con cierto refugio respecto a las condiciones de tiempo desfavorables, o bien, que debido a la forma de operación de los aparejos de pesca y para evitar la pérdida de materiales en condiciones de tiempo desfavorable, los pescadores posiblemente sean más cautos a operar en las condiciones de tiempo adversas (Rubilar *et al.*, 1997).

Aparejo de pesca y su selectividad

En nuestro país, el principal aparejo de pesca empleado por la flota artesanal sobre el recurso merluza del sur es el espinel vertical, aún cuando este varía entre regiones. En la X región se utiliza el espinel vertical del tipo fijo (Céspedes *et al.*, 1996), mientras que en la XI Región se emplea el vertical de deriva. En este último caso, cada espinel vertical es calado individualmente, dejando que las corrientes existentes en aguas interiores lo transporte (Rubilar *et al.*, 1997).

Para el estudio de la selectividad de los espineles es necesario definir en primer lugar algunos conceptos de importancia, como son la selectividad del aparejo y la selectividad a la talla. El primero dice relación con la capacidad del aparejo de operar sobre una especie definida sin intervenir o capturar otras especies. Por otro lado, y el punto central de esta investigación, es la selectividad al interior de una pesquería, de un mismo recurso, la cual permite retener en mayor proporción aquella estructura de tallas de interés comercial, evitando la retención de la fracción juvenil del stock (Lokkeborg y Bjordal, 1996).

Bajo esta última perspectiva, la selectividad a la talla, se realiza a continuación un análisis de la información disponible, basada en puntos fundamentales como el anzuelo utilizado en el espinel, la carnada del anzuelo, el tamaño y comportamiento de los peces, entre otros factores.

Anzuelo

El longline ha sido estudiado como un método de pesca selectivo en cuanto a tamaño y especie objetivo (Woll *et al.*, 2001; Lokkeborg y Bjordal, 1992), a pesar de que hay un limitado conocimiento acerca de la forma precisa de las curvas de selección de los diferentes tamaños de anzuelos (Millar y Fryer, 1999) las cuales en general se cree que son típicamente amplias (Pope *et al.*, 1975). Esta amplitud de las curvas de selectividad limitan la posibilidad del

acercamiento al tamaño mínimo legal o “filo cuchillo”. Así, mientras mayor es el tamaño del anzuelo, más alta es la posibilidad de reducir la captura de peces bajo talla, lo que incurrirá a una menor pérdida de los peces capturados de tamaño legal permitido (Ralston, 1990; Otway y Craig, 1993).

El tamaño del anzuelo puede ser uno de los factores que influyen sobre la estructura de tallas de las capturas con longline, por ejemplo a mayor tamaño se esperaría capturar peces más grandes. Sin embargo, esta variable no es una clara evidencia para el efecto selectivo a la talla. La explicación del efecto potencial del tamaño del anzuelo es que a mayor tamaño demanda un esfuerzo mayor para penetrar el tejido de la cavidad bucal del pez, debido a lo cual peces grandes deben ejercer una tensión mayor para engancharse del anzuelo. Por otra parte, los peces de menor tamaño generalmente presentan una cavidad bucal donde el anzuelo penetra más fácilmente.

En base a estos antecedentes, Bjordal and Lokkeborg (1996) concluyen que el tamaño del anzuelo puede presentar un bajo efecto sobre la composición de tallas de las capturas con longline, aún cuando reconoce el hecho que este efecto varía entre especies. Un efecto similar es consignado por Erzini *et al.* (2001) en su investigación sobre selectividad de anzuelos en longline para capturar la merluza europea (*Merluccius merluccius*), sugiriendo que no existe diferencias en la selectividad a la talla en relación a los tamaños de anzuelo empleados en su estudio, siendo estos de gran diferencia en numeración (Mustad 10, 9, 7 y 5).

No obstante lo anterior, Saetersdal (1963), Koike *et al.* (1968) y Kanda *et al.* (1978) han demostrado en estudios de selectividad de anzuelos que los tamaños de éstos se pueden variar entre un 76 y 215%, observándose resultados que muestran una alteración en la talla mínima de captura, sin alterar la captura de peces grandes.

Hocico del pez

Con respecto a la relación existente entre las dimensiones del hocico del pez y su longitud total, es posible señalar que Erzini *et al.* (1997) investigaron estas relaciones en seis especies de peces, buscando y modelando la estructura selectiva a la talla del anzuelo, encontrando que no existía una relación lineal significativa para tres de éstas. A partir de sus resultados, ellos sugieren que la talla óptima de captura no se encuentra en función lineal con el tamaño del anzuelo, no obstante proponen otros modelos de selectividad.

Carnada

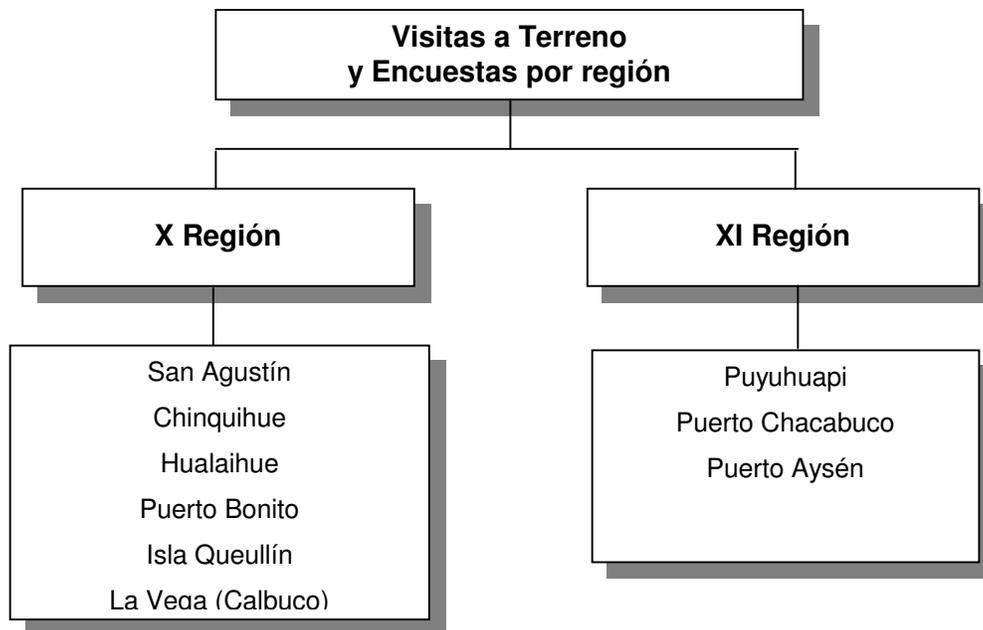
Lokkeborg and Bjordal (1996) señalan que el principal parámetro que influye sobre la selectividad del longline es el tamaño de la carnada, ya que exponen que los peces en su hábitat natural se alimentan de una variedad de presas con una preferencia por tamaños acordes a su longitud. Es así que peces pequeños tenderán a buscar presas comparativamente pequeñas, determinado esto por factores tales como el tamaño del hocico y su capacidad para capturar y manipular la presa. Entonces, el tamaño de la carnada es probablemente el factor más importante que afecta a la talla de captura con anzuelos. Sin embargo, este factor puede variar entre especies, ya que el comportamiento de los peces, en especial la estrategia de ataque y manejo de la carnada, es fundamental para las consideraciones selectivas de aparejos con anzuelos (Lokkeborg *et al.*, 1989). En este sentido, el tamaño de la carnada puede influenciar en el tamaño del pez capturado y enmascarar potencialmente el efecto del tamaño del anzuelo (Allen, 1963; McCracken, 1963).

El mismo efecto anterior es expuesto por Johannessen *et al.* (1993), quienes determinaron que el tamaño de la carnada presenta una influencia significativa sobre la eficiencia de captura y selectividad a la talla para cod y haddock. Experimentos de pesca realizados con espineles pelágicos para cod, mostraron que diferentes tamaños de carnada capturan aproximadamente el mismo número de peces sobre 60 cm, mientras que carnadas de mayor tamaño capturan menor cantidad de ejemplares (Johannessen, 1983; Engas y Lokkeborg, 1994). En experiencias para haddock, en las cuales peces pequeños son predominantes en las capturas (<50 cm), las carnadas pequeñas dieron como resultado un aumento en las tasas de captura.

METODOLOGIA

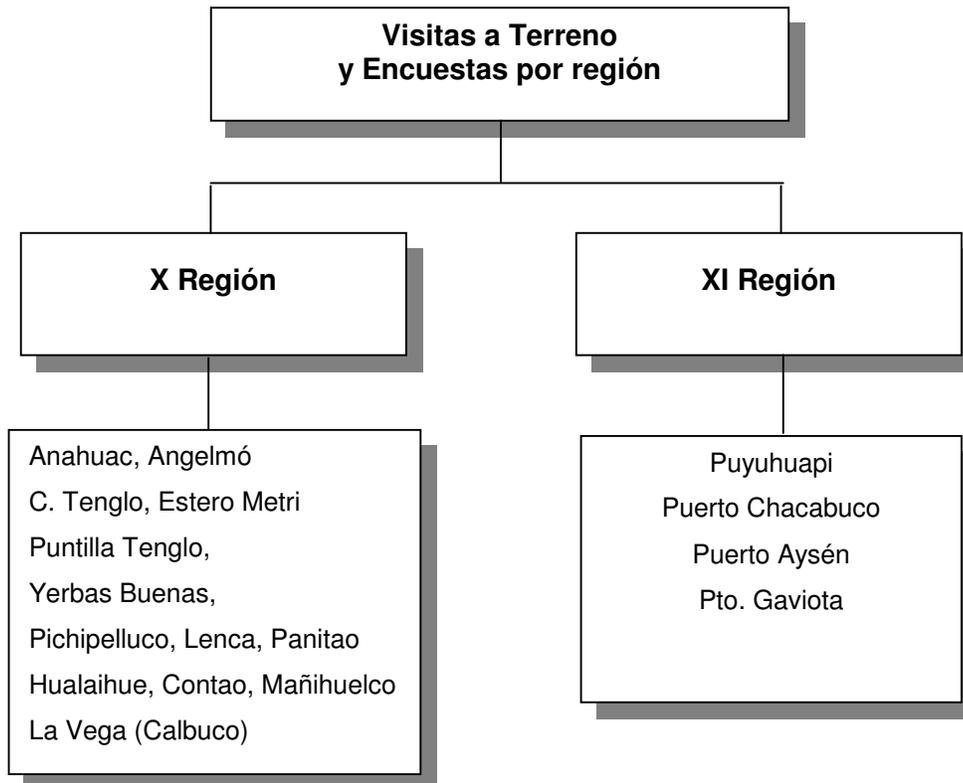
Objetivo 4.1. Caracterizar (identificar, describir y analizar) los aparejos de pesca y describir el régimen operacional utilizado por la flota artesanal en la captura de merluza del sur.

La metodología propuesta consideró visitas a puertos y caletas de desembarque de merluza del sur con el fin de obtener información sobre los aparejos de pesca y de la operación de la flota (tanto en términos de funcionalidad del aparejo, como de régimen operacional). Buscando la representatividad de la información requerida se definió un plan de muestreo basado en encuestas *in situ* de acuerdo a la distribución de la pesquería según su importancia en el desembarque en las regiones X y XI. En este sentido, la unidad ejecutora propuso un tamaño de muestra de 65 y 28 encuestas a embarcaciones de la X y XI región, respectivamente, que representan en torno al 10% del total de embarcaciones en la pesquería de merluza del sur. En este contexto las localidades propuestas en un comienzo, correspondieron a las que se indican en el esquema siguiente:



Esquema 1. Localidades propuestas para la toma de información para la caracterización operacional y del aparejo de pesca.

Sin perjuicio de lo anterior, las localidades visitadas y encuestadas, correspondieron aquellas en las cuales durante la realización de esta actividad, se concentró la faena de entrega de la captura a los compradores y en caletas en el momento de preparación para el zarpe. De acuerdo a lo anterior las localidades visitadas se detallan en el siguiente esquema.



Esquema 2. Localidades visitadas y encuestadas para la toma de información para la caracterización operacional y del aparejo de pesca.

En primer término, se procedió a la revisión de embarcaciones, equipos y artes basado en la ficha técnica de muestreo, la que proporcionó de información de las características de éstos y su operación. Posteriormente se realizaron encuestas *in situ* en cada una de las caletas o puertos antes mencionadas, lo cual permitió conocer adecuadamente el estado actual de la tecnología de explotación, ya que las características de las embarcaciones y aparejos de pesca no presentan gran diversidad en cada uno de los centros de muestreos. Las encuestas se efectuaron en forma mensual, con la finalidad de observar posibles cambios en la configuración del aparejo, régimen de operación y/o carnada utilizada.

Las ficha técnica diseñada considera con relación al aparejo y embarcación:

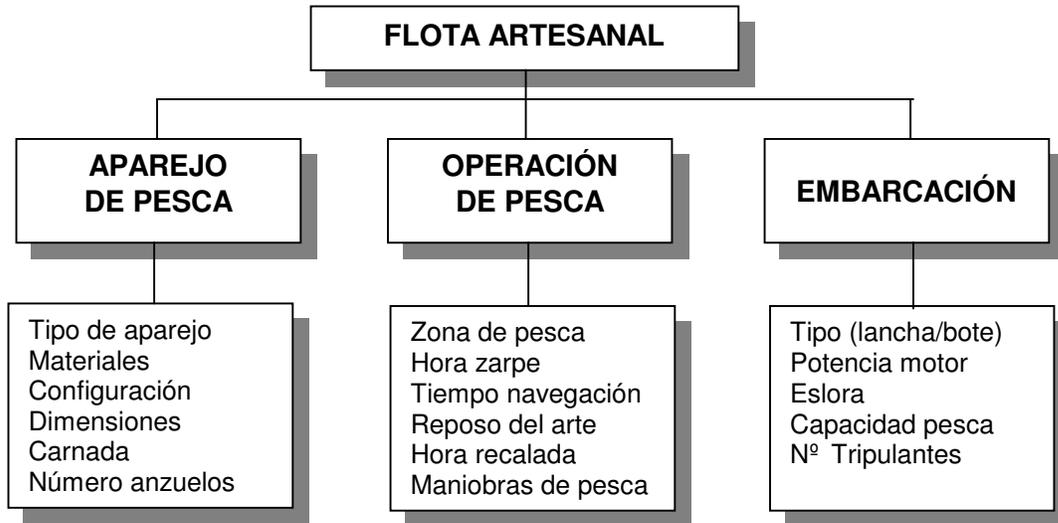
- Nombre de centro de muestreo y embarcación, fecha de entrevista.
- Características geométricas y funcionales de la embarcación.
- Tipo de aparejo utilizado y especificaciones de sus componentes.
- Características de diseño del aparejo y de cada una de sus componentes (materiales, dimensiones, etc)
- Tipo de carnada

Además, y con relación al régimen operacional de las embarcaciones, la ficha de encuesta presenta información acerca de:

- Secuencia de calado y virado.
- Tiempos operacionales relacionados a la faena de pesca (hora de zarpe y recalada, tiempo reposo y virado del aparejo)
- Zona de operación
- Número de tripulantes

Una vez procesados los datos de las fichas técnicas, se procedió al análisis y dibujo técnico de estos aparejos bajo las normas propuestas por FAO, con su respectivo glosario de términos técnicos y su correspondiente término vernacular o local. Además, se procedió a realizar un catastro de los distintos insumos empleados en la construcción y configuración del aparejo (materiales de cada componente, anzuelos y carnada), identificando las posibles dificultades en el abastecimientos de estos

A continuación se procedió al análisis y descripción del régimen operacional, el cual se efectuó por zonas, para el caso de la X región, mientras que para la XI región, esta se analizó en su conjunto.



Esquema 3. Esquema con el cual se caracterizó la pesquería de merluza del sur.

Objetivo 4.2. Documentar, describir y analizar el proceso de captura de merluza del sur con los aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal.

a) *Literatura científica disponible*

Para la descripción del proceso de captura se recopiló, en primera instancia, el material bibliográfico relacionado con el comportamiento de peces frente a la carnada, con especial énfasis en gádidos. Esta búsqueda se realizó en buscadores especializados (www.scirus.com, www.sciencedirect.com e ISI Web of Science), en la base de datos ASFA (Aquatic Science and Fisheries Abstracts) y por la consulta a algunos destacados investigadores en el área a nivel mundial (Pingguo He, Karim Erzini, Matt Broadhurst, entre otros), centrándose en las formas de acercamiento de los peces hacia la carnada, el proceso de captura que cumplen la mayoría de los peces (ataque, manejo y fase terminal) y filmaciones submarinas sobre comportamiento de peces.

Con el fin de llevar a cabo las actividades de filmación submarina, se recopiló antecedentes relativos a diseño y construcción de aditamentos específicos para estudiar el comportamiento de peces, incorporando este conocimiento a las experiencias en terreno.

b) *Filmaciones submarinas*

Se efectuaron filmaciones submarinas a bordo de una embarcación artesanal, empleando un espinel experimental vertical diseñado especialmente para esta finalidad, basándose en el diseño propuesto por Kaimmer (1998). Este espinel utilizó diferentes numeraciones de anzuelo, siendo éstas N° 3, 5 y 8, mientras que la carnada estuvo compuesta por merluza de cola y pejerrey. La profundidad de filmación estuvo comprendida entre los 200 y 375 metros, llevándose a cabo en los meses de mayo, junio y septiembre.

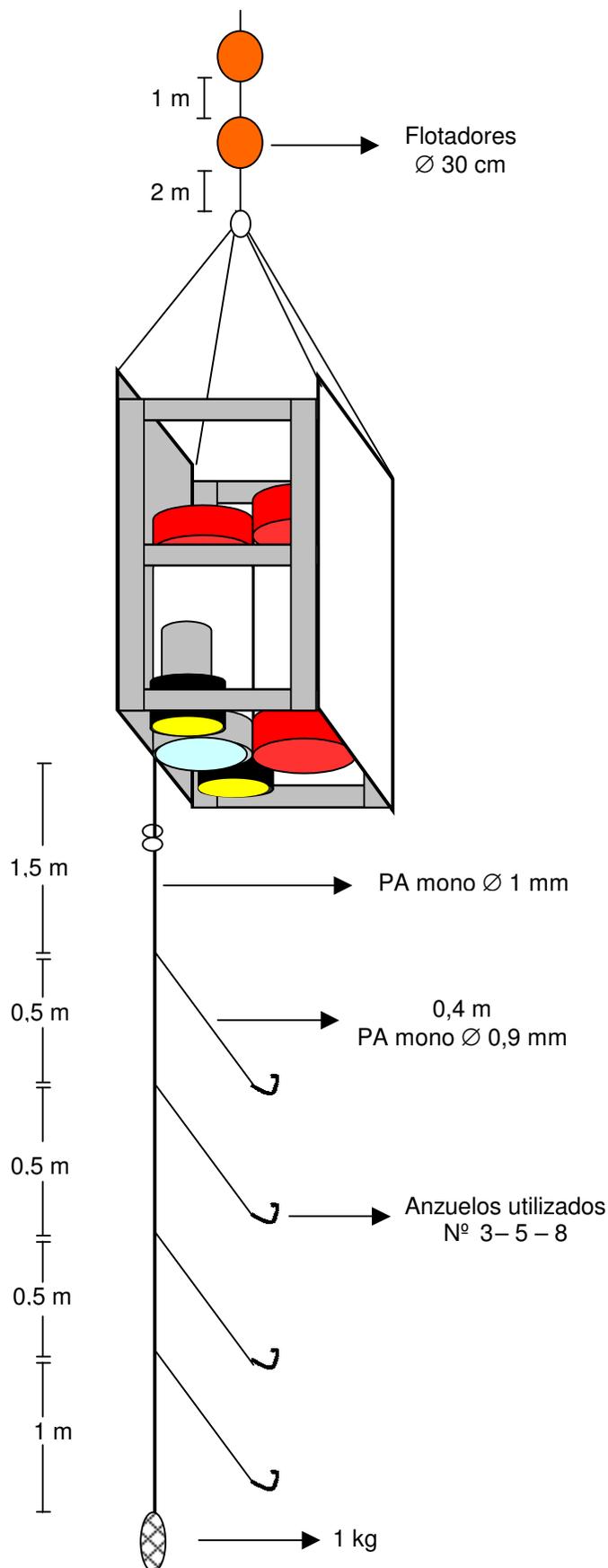
Las grabaciones debieron realizarse con luz artificial, debido únicamente a no poderse visualizar el recurso sin la presencia de ésta a las mencionadas profundidades. Bajo esta consideración, el hecho que la iluminación externa incida en el comportamiento del recurso, es un factor que no puede descartarse, ya sea en la detección, aproximación y/o manejo de la carnada. Esta actividad se realizó en zonas tradicionales de pesca, durante las faenas

comerciales, lo que permite aumentar el éxito de filmar algunos ejemplares enfrentando la carnada. Cabe señalar además, que el aparejo modificado se caló en forma contigua a los aparejos comerciales.

Para la realización de las actividades de filmación, se diseñó un sistema independiente que permitiera la visualización del comportamiento de merluza del sur. Este sistema estuvo compuesto por: cabo de sujeción, cámara submarina, iluminación externa, flotadores intermedios, un espinel de 4 anzuelos y un peso (Esquema 4). La cámara submarina y su sistema de iluminación externa fueron empleados por Melo *et al.* (2002) en el estudio del comportamiento de escape de merluza de cola en redes de arrastre, utilizándose en dicho caso diferentes intensidad en la iluminación, correspondientes a 30, 50 y 100 watts por cada foco, lo cual permite definir *a priori* que 50 watts permiten una visión adecuada, disminuyendo un posible efecto sobre el comportamiento del recurso.

c) *Experiencia de los pescadores artesanales*

Se consultó a pescadores artesanales experimentados (más de diez años en la actividad) respecto a la evolución que ha presentado la configuración del aparejo de pesca, con el fin de asociar estas modificaciones con el comportamiento del recurso. Además, y como forma de contrastar información, se les consultó sobre la forma de retención del pez en el anzuelo, ya que esto podría eventualmente reflejar la voracidad del pez.



Esquema 4. Sistema de filmación

El cabo de sujeción conecta el sistema de filmación a la embarcación.

Los flotadores intermedios cumplen la función de disminuir el efecto transiente durante las grabaciones.

La cámara submarina está compuesta por una filmadora Sony mini DV, focos para iluminación (50 watts c/u), controlador y baterías.

La cámara operó en posición vertical enfocando en dirección hacia el fondo.

La carnada utilizada correspondió a trozos de merluza de cola y pejerrey, este último entero y a la mitad.

En la parte inferior de la cámara fue ubicado un espinel de 4 anzuelos, utilizándose diversas numeraciones durante las pruebas realizadas.

En el extremo inferior del espinel se colocó un peso de 1 kg, el cual cumple la función de mantener la configuración del sistema estable, disminuyendo los efectos de desplazamiento horizontal.

Objetivo 4.3. Determinar los rendimientos, estructura de tallas (por sexo) de la captura total (desembarque más descarte) y condición reproductiva de merluza del sur obtenida por la flota artesanal, con los aparejos de pesca actualmente utilizados.

De acuerdo a la propuesta técnica, se propuso en forma inicial el monitoreo de 3 embarcaciones en la X Región y una en la XI Región durante los meses de febrero, abril, junio y julio. Sin embargo, la dinámica de la pesquería de este recurso, condicionada por la cuota asignada a las embarcaciones en forma mensual, permitía obtener información comercial de un máximo de 2 lances mensuales por embarcación, razón por la cual se modificó el planteamiento original para lograr mayor representatividad de la muestra. En este sentido, se dispuso de un monitoreo mensual de la operación comercial de las embarcaciones entre febrero y septiembre en la X Región (menos agosto, por veda biológica del recurso), lo que corresponde a 7 meses de muestreos. En la XI Región en cambio, y ajustándose a los presupuestos establecidos, se realizó un monitoreo de cuatro meses, lo que correspondió al periodo febrero-marzo y abril-mayo. En este último caso, y para lograr mayor información para la investigación, se contó con el apoyo de Aycon Consultores, con quienes se aplicó el mismo protocolo de muestreo utilizado en la X Región.

El conjunto de modificaciones a la propuesta técnica significó aumentar de 55 lances originales a 119 lances, lo que representa un total de 64 lances adicionales, lo que sin duda permite mayor robustez de los resultados.

El análisis de rendimientos, estructuras de talla y capturas se realizó agrupando la información disponible por periodos bimensuales, lo que corresponde entonces a febrero-marzo, abril-mayo, junio-julio y agosto-septiembre. Esta agrupación permite la comparación con el objetivo 4.4, referido a los lances experimentales para la determinación de curvas de retención a la talla con diferentes tamaños de anzuelo y carnadas, actividades que se llevaron a cabo durante los meses de marzo, mayo, julio y septiembre. Esto permite entonces la comparación temporal de los resultados en pescas comercial y experimental.

En términos de muestreo, se realizaron mediciones tendientes a obtener la estructura de tallas de la captura total para cada lance, llevándose a cabo mediciones de peso a la talla, determinación de sexo y estados de madurez sexual. En la medida de lo posible, se procuró determinar el sexo en la captura total, siendo sexado como mínimo el 25% de los ejemplares,

los que pasan a formar parte de una sub-muestra del lance. El esfuerzo fue cuantificado en cada lance comercial, correspondiendo a la cantidad de anzuelos virados por lance de pesca del aparejo.

La relación talla-peso se determinó por sexo (machos y hembras) utilizándose para tal efecto la relación correspondiente a la función de poder tradicional, donde los parámetros de ajuste fueron obtenidos mediante un ajuste de mínimos cuadrados previa transformación logarítmica de la función.

En términos globales, los análisis realizados correspondieron a la determinación de la proporción sexual, proporción de ejemplares a la talla, peso y talla medios, rendimiento y captura, para lo cual se empleó la siguiente nomenclatura:

Sea:

i	: lance	$i = 1, 2, \dots, I$
j	: periodo	$j = \text{feb-mzo, abr-myo, jun-jul, ago-sept}$
k	: talla	$k = 1, \dots, K$
s	: sexo	(h: hembra y m: macho)
v	: viaje	$v = 1, 2, \dots, V$
f_{ij}	: anzuelos virados en el lance i del periodo j	
w_k	: peso individual a la talla	
n_k	: número de ejemplares a la talla	
l_j	: talla media	
k_o	: talla de interés comercial (62 cm de longitud)	
N_j	: número total de ejemplares capturados en el periodo j	
Y_j	: captura total en el periodo j	
$CPUE_j$: captura por unidad de esfuerzo en el periodo j	
p_{kj}	: proporción de ejemplares a la talla en el periodo j	
$p_j(s)$: proporción de ejemplares de sexo (s) capturados en el periodo j	

a) Proporción de hembras ($p_j(h)$)

Se determinó la proporción de hembras presentes en las capturas para cada periodo muestreado, basado en el número de hembras respecto a la cantidad de ejemplares totales capturados.

$$p_j(h) = \sum_{i=1}^n \frac{Y_{ij}}{Y_j} P_{ij}(h)$$

donde,

$$P_{ij}(h) = \sum_{i=1}^n \frac{n_{ij}(h)}{n_{ij}}$$

El estimador de la varianza de la proporción de hembras en las capturas de cada periodo esta dado entonces por:

$$\hat{V}(p_j(h)) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{Y_{ij}}{\bar{Y}_j^2} \cdot (p_{ij}(h) - p_j(h))^2 \right]$$

b) Proporción de ejemplares a la talla (p_{kj})

Se determinó la proporción de ejemplares de cada talla k presentes en la captura total en número para cada periodo muestreado.

$$p_{kj} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_{ijk}}{n_{ij}} \frac{Y_{ij}}{Y_j} \right)$$

El estimador de la varianza de la proporción a la talla esta dado entonces por:

$$\hat{V}(p_{kj}) = \frac{1}{I_j^2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_{ij}^2}{Y_j^2} \left[1 - \frac{n_{ij}}{N_{ij}} \right] \right) \left[\frac{1}{n_{ij} - 1} p_{ikj} (1 - p_{ikj}) \right]$$

c) Talla media (I_j)

La talla media se determinó a partir de la sumatoria del producto entre la marca de clase y la proporción de ejemplares a la talla.

$$l_j = \sum_{k=1}^k l_k \cdot p_{kj}$$

Donde el estimador de la varianza de la talla media es:

$$\hat{V}(l_j) = \sum_{k=1}^K l_k^2 \cdot V(\hat{p}_{kj})$$

d) Peso medio (\bar{w}_j)

El peso medio se determinó a partir de la proporción de ejemplares a la talla y el peso individual a la talla, este último determinado por la relación talla-peso de una muestra.

$$\bar{w}_j = \sum_{k=1}^k w_k \cdot p_{kj}$$

donde,

$$w_k = a \cdot l_k^b$$

El estimador de la varianza del peso medio esta dado por:

$$\begin{aligned} \hat{V}(\bar{w}_j) &= \sum_{k=1}^K V(\hat{w}_k \cdot p_{kj}) \\ \hat{V}(w_k \cdot p_{kj}) &= w_k^2 \cdot V(\hat{p}_{kj}) + p_{kj}^2 \cdot V(\hat{w}_k) - V(\hat{w}_k) \cdot V(\hat{p}_{kj}) \\ \hat{V}(w_k) &= \frac{1}{S} \sum_{k=1}^K (w_{ks} - \bar{w}_k)^2 \end{aligned}$$

e) Rendimiento ($CPUE_j$)

El rendimiento de pesca, expresado como la captura por cada 100 anzuelos virados, se determinó para cada periodo de muestreo en número y peso.

i.- En número:

$$CPUE_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_{ij}}{f_{ij}/100} \right)$$

ii.- En peso:

$$CPUE_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_{ijk} \cdot w_k}{f_{ij} / 100} \right)$$

Donde el estimador de la varianza del rendimiento de pesca esta dado por:

$$\hat{V}(CPUE_j) = \frac{1}{I_j(I_j - 1)} \sum_{i=1}^n (CPUE_{ij} - CPUE_j)^2$$

f) Captura (N_j y Y_j)

Se determinó para cada periodo de muestreo, la captura total, la captura retenida y el descarte de merluza del sur en lances comerciales, cuantificado en número y peso por sexo.

i.- Captura total en número por sexo

$$N_j(s) = \sum_{i=1}^n n_{ij}(s)$$

ii.- Captura total en peso por sexo

$$Y_j(s) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^k n_{ijk}(s) \cdot w_k(s)$$

iii.- Descarte en número

$$N_{j(k < k_0)}(s) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{k_0-1} n_{ijk}(s)$$

iv.- Descarte en peso

$$Y_{j(k < k_0)}(s) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{k_0-1} n_{ijk}(s) \cdot w_k(s)$$

v.- Retención en número

$$N_{j(k \geq k_0)}(s) = N_j(s) - N_{j(k < k_0)}(s)$$

vi.- Retención en peso

$$Y_{j(k \geq k_0)}(s) = Y_j(s) - Y_{j(k < k_0)}(s)$$

g) Expansión a la captura total de la flota

Se realizó la estimación de la captura total (captura retenida más descarte) efectuada por la flota artesanal para el periodo evaluado, para lo cual se consideró como información base los rendimientos de pesca por periodo durante el muestreo y el número de desembarques o recaladas realizadas por la flota artesanal (información solicitada al Servicio Nacional de Pesca), de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\hat{Y}_{oj} = \frac{V_j \cdot \bar{f}_j \cdot CPUE_j}{100}$$

donde,

\hat{Y}_{oj} : es la captura total de la flota en el periodo j

V_j : es la cantidad total de desembarques realizados por la flota artesanal

$CPUE_j$: es el rendimiento de pesca en los lances de muestreo para cada periodo j

\bar{f}_j : es el esfuerzo medio aplicado en cada lance por las embarcaciones

$$\bar{f}_j = \frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^n f_{ij}$$

A partir de lo anterior, y en base a la proporción de ejemplares en peso a la talla (pw_{kj}) se estimó el descarte y la retención en peso realizado por la flota artesanal en el periodo evaluado, siendo entonces:

Descarte :
$$\hat{Y}_{oj(k < k_0)} = \sum_{k=1}^{k_0-1} (\hat{Y}_{oj} \cdot pw_{kj})$$

Retención :
$$\hat{Y}_{oj(k \geq k_0)} = \sum_{k=k_0}^k (\hat{Y}_{oj} \cdot pw_{kj})$$

El estimador de la varianza de la captura total efectuada por la flota artesanal estará dado entonces por la expresión:

$$\hat{V}(\hat{Y}_{oj}) = \sum_{e=1}^E V_j \cdot V(\hat{Y}_{oje})$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_{oje}) = \left(1 - \frac{v_{je}}{V_{je}}\right) \left(\frac{1}{v_{je}(v_{je}-1)}\right) \sum_{i=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_j)^2$$

h) Fauna acompañante

De manera complementaria a lo solicitado en las bases especiales del proyecto, se decidió incorporar un análisis de la fauna acompañante presente en las capturas de merluza del sur, tanto en lances comerciales como experimentales en forma simultánea. Al no encontrarse de por medio un interés selectivo sobre la fauna acompañante, se optó por el análisis conjunto de la información, independiente del tamaño de anzuelo utilizado y en el cual fueron retenidos los ejemplares.

En este análisis se consideró una sub-muestra del total de lances realizados, equivalentes a 93 lances, de los cuales 49 se realizaron en la X Región y 43 en la XI Región (Tabla 1). En términos temporales, los lances correspondieron a:

Tabla 1. Lances realizados durante el monitoreo de la operación comercial.

Periodo	X Región	XI Región
Febrero-Marzo	20	18
Abril-Mayo	14	25
Junio-Julio	6	--
Agosto-Septiembre	9	--
Total	49	43

En primer lugar, se determinó la frecuencia de ocurrencia porcentual (FO%), que representa la proporción de lances en que se registró presencia de cada recurso respecto al total de lances realizados. La frecuencia de ocurrencia se analizó por especie, región y periodo, permitiendo comparar la composición de la fauna acompañante en distintas zonas y meses.

En segundo lugar, y utilizando la información recabada en la X Región, se determinó la participación porcentual de la fauna acompañante respecto a la captura total, y también respecto a la captura de merluza del sur.

Por último, se determinó la participación relativa de cada especie componente de la fauna acompañante, comparando entonces la variación temporal que presenta la composición de especies en las capturas.

i) Condición reproductiva

Durante la fase de monitoreo comercial de la pesquería en la X Región, se realizó el análisis de condición reproductiva de la merluza del sur a través de la observación macroscópica de estado de madurez sexual de las gónadas. Se utilizó como información base la escala de madurez definida por Aguayo *et al.* (2001) para hembras, la cual considera los caracteres macroscópicos de los ovarios para su elaboración (Tabla 2).

Tabla 2. Escala macroscópica apreciativa de la madurez sexual de hembras de merluza del sur.

Estadio	Denominación	Descripción de caracteres macroscópicos
I	Inmaduro	Ovario pequeño; en los ovarios virginales tiene aspecto filiforme y en una fase más avanzada presenta una sección tubular, de color rosado claro. Diámetro máximo de los ovocitos menor que 0,4 mm.
II	En maduración	Ovario de tamaño mediano, de color amarillo claro, con escasa vascularización. Ovocitos visibles a simple vista, de diámetro mayor que 0,4 mm y menor que 0,65 mm.
III	Maduro	Ovario grande, turgente, de color amarillo o bien anaranjado pálido. Presenta paredes vascularizadas. Ovocitos de diámetro mayor que 0,65 mm y menor que 0,9 mm. Corresponde a la fase previa a la hidratación de los ovocitos. Este estadio incluye a los ovarios que han experimentado un desove parcial reciente.
IV	En desove	Ovario de gran tamaño, con ovocitos hidratados. Color amarillo intenso o anaranjado. Ocupa gran parte de la cavidad abdominal; los ovocitos fluyen libremente al presionar el abdomen de la hembra; diámetro de los ovocitos mayor que 0,9 mm.
V	Desovado y en regresión	Ovario flácido, con lumen amplio; color amarillo sucio. Sin ovocitos visibles a simple vista o bien ovocitos en número reducido en proceso de reabsorción. Al final de este estadio, el ovario adquiere un color amarillo pálido a rosado, las paredes se tornan gruesas y el lumen disminuye de tamaño.

Fuente: Aguayo *et al.* (2001). FIP IT/99-15.

Se consideró una muestra total de 1.253 hembras de merluza del sur, muestra que corresponde a los cuatro periodos considerados durante el estudio. En particular, la muestra corresponde a 318 ejemplares de febrero-marzo, 282 ejemplares de abril-mayo, 302 ejemplares de junio-julio y 351 ejemplares de agosto-septiembre.

El análisis de la información consistió entonces en determinar la proporción de ejemplares en cada estadio de madurez, permitiendo de este modo poder apreciar la condición reproductiva del recurso en cada periodo evaluado.

Objetivo 4.4. Determinar las curvas de retención a la talla resultantes de utilizar diferentes diseños de anzuelos (tipo y/o tamaño) y tamaños de carnada, en los aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la captura de merluza del sur.

Las actividades conducentes a la concreción de este objetivo, se realizaron en los mismos periodos en que se llevó a cabo el monitoreo de la operación comercial (Objetivo 4.3), con el fin de que sus resultados fueran comparables en términos temporales. Por ello, la denominada Fase Experimental I de la propuesta técnica fue ejecutada en cuatro periodos, los que correspondieron a febrero-marzo, abril-mayo, junio-julio, y agosto-septiembre.

El diseño experimental consideró la participación de tres embarcaciones artesanales de la X Región, las que operaron con espineles modificados, en términos de cantidad y tamaños de anzuelo. Cabe señalar que cada embarcación utilizó su propio diseño de aparejo, manteniendo la disposición vertical como unidad básica al interior de cada espinel. La procedencia de las embarcaciones y el aparejo empleado por ellas es el siguiente:

Embarcación	Origen	Aparejo
1.- Carola III	Puerto Montt	Espinel con retenida
2.- Caicuto	Hualaihue	Espinel con guía de mano
3.- Lorena	Calbuco	Espinel con retenida

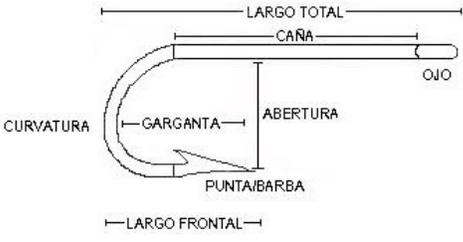
La cantidad de anzuelos por espinel se determinó en base a la capacidad de operación de cada nave, razón por la cual el diseño experimental contempló una cantidad base de 1200 anzuelos por espinel. En función a lo anterior, y considerando la metodología propuesta, se determinó la utilización de cuatro numeraciones de anzuelo por espinel, de manera tal que fuera posible comparar la estructura de tallas de la captura al interior de cada lance, lo que eventualmente podría reflejar un efecto selectivo. Los cuatro tamaños de anzuelo por espinel se convirtieron entonces en sub-unidades de muestreo, donde cada una estuvo compuesta por 300 anzuelos.

Anzuelos utilizados y su relación con el hocico del pez

Una vez definida la unidad básica de muestreo, conformada por 300 anzuelos de cada numeración, se definió el tamaño de los anzuelos a emplear, considerando para ello el tamaño

de anzuelo actual utilizado en la pesquería y el resultado de las experiencias realizadas por Erzini *et al.* (2000) en selectividad de merluza (*Merluccius merluccius*). En este sentido, la operación actual de la flota artesanal es realizada con anzuelos modelo Kirby de numeración 7 y 8 preferentemente, mientras que Erzini *et al.* (2000) emplearon numeraciones 5, 7, 9 y 10 en sus experiencias selectivas. En base a lo anterior, se consideró adecuado utilizar dos numeraciones menores a las actuales (5 y 6), una numeración empleada en la pesquería (8) y una numeración mayor (10) (Tabla 3 y Fig. 3).

Tabla 3
Principales dimensiones de los anzuelos utilizados en la investigación y en pesca comercial de merluza del sur.

	Anzuelo Nº	Largo total (mm)	Abertura (mm)	Garganta (mm)
	3	70,9	22,2	28,8
	5	56,6	18,0	22,6
	6	50,5	16,1	19,3
	7	44,8	15,4	18,6
	8	41,0	13,9	16,9
	10	34,8	10,8	13,7

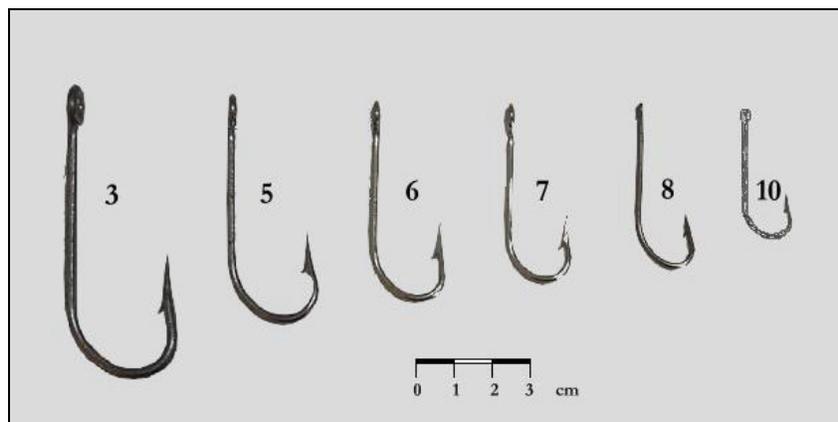


Figura 3. Anzuelos empleados en pesca experimental y comercial durante la investigación.

No obstante lo anterior, y en forma previa a las actividades experimentales, se llevó a cabo un muestreo de dimensiones relativas al hocico de este pez, tomando para ello una muestra de 67 ejemplares capturados en faena comercial (sin diferenciar su sexo). Se registró

su longitud total, perímetro opercular, ancho y alto del hocico, a partir de lo cual se determinó su área frontal, asumiendo para ello una forma elíptica.

Para la obtención de estas dimensiones se emplearon diferentes elementos, como son: ictiómetro (± 1 cm) para medir la longitud total, pie de metro para medir alto y ancho del hocico ($\pm 0,1$ cm). Para medir el perímetro opercular fue necesario utilizar un cabo de PA de 2 mm, el cual fue atado alrededor de su cabeza (a la altura del opérculo) y luego medido con pie de metro.

Con el fin de obtener una percepción relativa a las dimensiones del hocico del pez y de cada anzuelo propuesto, se calculó el área de influencia teórica (AIT) del anzuelo en función a su abertura, definida esta como $AIT = \pi \cdot [(Abertura \cdot 1,2) / 2]^2$. Luego de ello, se determinó una relación entre el área de influencia teórica el anzuelo y el área frontal del hocico del pez, con lo cual se obtuvo un factor porcentual.

Lances experimentales

La primera actividad contemplada en la fase experimental correspondió a la determinación de las curvas de retención con cuatro tamaños de anzuelo y tres tamaños de carnada, denominándose a ésta como ETAPA 1. En el caso particular de la carnada, se utilizó aquella que fuera factible de ser seccionada para trabajar en tres tamaños distintos, que pudiera ser factible de obtener en las tres zonas (Puerto Montt, Hualaihue y Calbuco) y que permitiera adecuados rendimientos de pesca, en base a lo cual se consideró apropiado utilizar pejerrey. En conjunto con los pescadores se acordó utilizar como tamaños de carnada los siguientes; pejerrey entero, medio pejerrey y un cuarto de pejerrey. El “pejerrey entero” corresponde a una carnada de app. 20 cm de longitud, mientras que el denominado “medio pejerrey” corresponde a un pejerrey sin cola seccionado longitudinalmente. Por su parte, “un cuarto de pejerrey” se refiere a una sección transversal de la carnada anterior (Fig. 4).

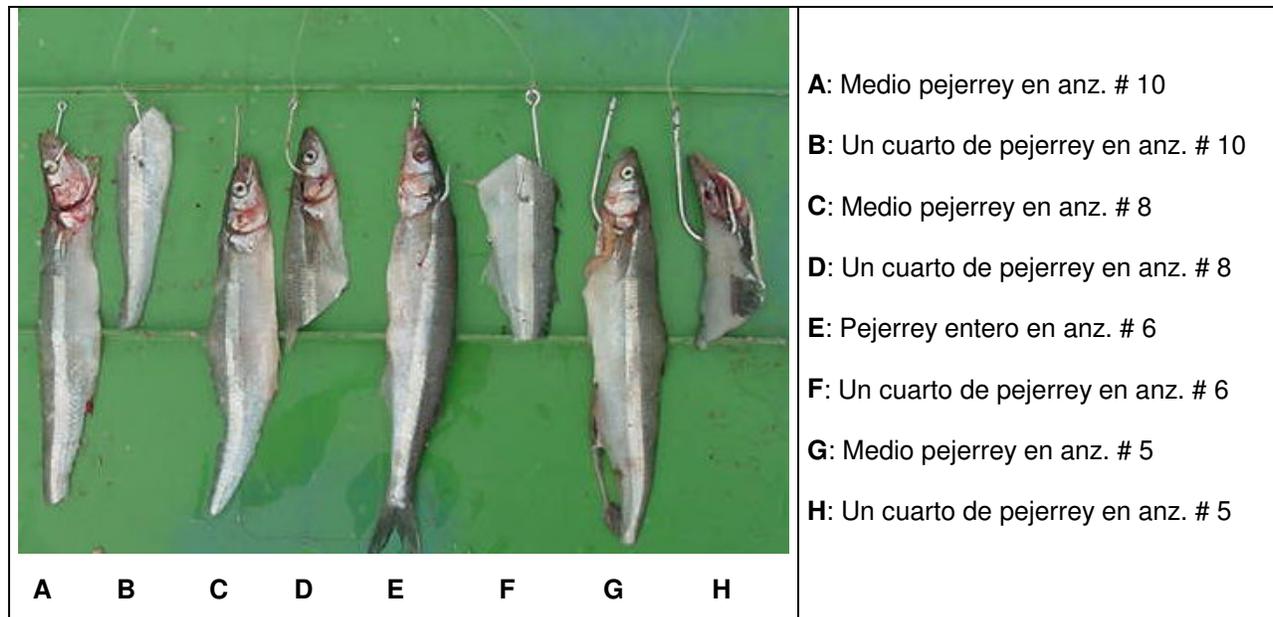


Figura 4. Ejemplo de carnadas empleadas en el estudio.

Como se mencionara anteriormente, la **ETAPA 1** contó con la participación de tres embarcaciones de la X Región, dos de las cuales operaron con espinel con retenida y una de ellas con espinel con guía de mano. Cada embarcación realizó tres lances con cada tamaño de carnada seleccionado, llevándose a cabo entonces un total de 27 lances (9 por cada embarcación). La totalidad de lances para fines de evaluación de carnada fueron realizados en el mes de marzo.

La idea fundamental de realizar cada lance de pesca con las cuatro numeraciones de anzuelo en forma simultánea radica en la disminución de la incertidumbre para contrastar las estructuras de talla entre lances. En este sentido, se evaluó por Kolmogorov-Smirnov la estructura de tallas de la captura obtenida para cada numeración de anzuelo, de este modo, si existe evidencia que señale que las estructuras son iguales, los lances pueden ser agrupados para la evaluación de efectos por zona, carnada y/o anzuelo.

Al igual que en caso del monitoreo comercial, la información obtenida en los lances experimentales es analizada por sexo, en número y peso, principalmente con respecto a:

- a) Proporción de hembras
- b) Proporción de ejemplares a la talla

- c) Talla media
- d) Peso medio
- e) Proporción de ejemplares bajo talla
- f) Rendimientos de captura
- g) Captura

Se realizó un análisis de varianza en función a los rendimientos de pesca (captura por anzuelo), tanto en número como en peso, evaluando entonces la existencia de diferencias significativas de esta variable entre distintas numeraciones de anzuelo. Este análisis se realizó para cada embarcación, de acuerdo al tamaño de carnada empleada, para luego comparar estos rendimientos en forma independiente de las embarcaciones.

Posteriormente, en el mes de mayo se llevó a cabo la **ETAPA 2**, que basándose en los resultados obtenidos en la etapa anterior, tuvo como objetivo el evaluar los rendimientos de captura, las estructuras de talla y el efecto selectivo de cuatro numeraciones de anzuelo distintas, empleando de carnada sardina entera. Los anzuelos utilizados en esta etapa correspondieron a las numeraciones 3, 5, 8 y 10, reemplazándose la numeración 6 de la etapa anterior por una anzuelo de mayor tamaño como es el #3. En cuanto a la carnada, no fue posible contar con disponibilidad de pejerrey, razón por la cual se realizaron las experiencias con sardina entera, carnada de tamaño inferior con app. 10 cm de longitud.

Por problemas de disposición, la embarcación representante de la zona de Calbuco fue reemplazada por una de Hualaihue, la cual operó con espinel con guía de mano. Lo anterior no altera el diseño de muestreo, ya que según lo observado en la etapa 1, las embarcaciones operan en zonas de concentración del recurso, en forma independiente a su lugar de origen.

Para evaluar los cambios estacionales en los rendimientos de pesca y en el efecto selectivo de los anzuelos, se llevó a cabo en el mes de julio la **ETAPA 3**, participando las mismas embarcaciones que en la etapa anterior y con las mismas numeraciones de anzuelo. En este caso, se utilizó como carnada “medio pejerrey”, ya que corresponde a la que comúnmente utilizan los pescadores en la faena comercial.

Por último, la **ETAPA 4** realizada en septiembre se llevó a cabo con algunas modificaciones operacionales, de tal modo de aumentar la representatividad de capturas en

función a la talla. Lo anterior se basa en la disminución de rendimientos de pesca observados en pesca comercial, lo cual podría hacer inviable la comparación de estructuras entre lances. Para ello, una embarcación operó sólo con numeraciones 3 y 8, mientras que otra lo hizo sólo con numeraciones 5 y 10 (600 anzuelos de cada numeración). La tercera embarcación, a modo de contraste, operó en la forma habitual con las cuatro numeraciones de anzuelo (3, 5, 8 y 10).

Tabla 4. Resumen operacional de actividades realizadas en cada etapa experimental.

	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4
Mes	Marzo	Mayo	Julio	Septiembre
Anzuelos	5-6-8-10	3-5-8-10	3-5-8-10	3-5-8-10
Carnada	Un cuarto de pejerrey Medio pejerrey Pejerrey entero	Sardina entera	Medio pejerrey	Medio pejerrey
Origen de embarcaciones	Hualaihue Puerto Montt Calbuco	Hualaihue Puerto Montt Hualaihue	Hualaihue Puerto Montt Hualaihue	Hualaihue Puerto Montt Hualaihue
Lances totales	27	9	8	17
Anzuelos virados	29.766	11.348	8.101	18.469

En términos generales, en cada etapa experimental se realizó el muestreo de talla de a lo menos el 95% de la captura total por lance, llegando en la mayoría de los casos al 100% capturado. En cuanto a la determinación de sexo, se procedió a sexar como mínimo el 25% de la captura del lance, lo que permite una adecuada representatividad de la proporción de ejemplares.

Selectividad

a) Método de Holt (1963)

Si la curva de selección a la talla de un aparejo de pesca puede ser representado por una curva normal, es posible resumirla como:

$$C = n \cdot P \cdot p \cdot V \cdot \left[-\frac{(l - L_m)^2}{2 \cdot \sigma^2} \right]$$

donde,

C : es la captura en número a la talla

n : es el número de lances de pesca

P : es el número de peces de longitud **l** capturados por el aparejo

V : es la vulnerabilidad de la especie

p : es el poder de pesca de la unidad de pesca, referida a la longitud **L_m**, que corresponde a la longitud media de la curva de selección normal, relacionado con la máxima eficiencia de captura del aparejo.

Al comparar dos tamaños de anzuelo (**a** y **b**), los cuales difieren levemente en su tamaño, se puede asumir que las desviaciones estándar de ambas capturas son iguales, y que el comportamiento frente a los anzuelos es igual siendo entonces los peces igualmente vulnerables a ellos. Por lo tanto, el logaritmo natural de la relación entre las capturas a la talla de las dos unidades (anzuelos) puede ser descrita por una función que en su forma linealizada es:

$$\ln\left(\frac{C_b}{C_a}\right) = \alpha + \beta \cdot l$$

donde **C** es la captura en número de ejemplares a la talla, **a** y **b** son dos tamaños de anzuelo, **l** es la talla media del rango, y **α** y **β** son parámetros del modelo.

Baranov (1918) expresó que el efecto selectivo es aquel que relaciona la medida característica del anzuelo (**m_a** y **m_b**) con la talla modal o característica del pez, lo cual implica que a un igual factor de proporcionalidad, un incremento en el tamaño característico del anzuelo

se producirá un incremento en la talla modal. El efecto selectivo o factor de selección (**SF**) se estimó a partir de la ecuación:

$$SF = \frac{-2 \cdot \alpha}{\beta(m_a + m_b)}$$

donde m_a y m_b son dimensiones características del anzuelo **a** y **b** respectivamente.

La longitud modal o longitud óptima, correspondiente al 100% de probabilidad de retención, para cada tamaño de anzuelo, se obtiene a partir de:

$$Lm_a = SF \cdot m_a$$

$$Lm_b = SF \cdot m_b$$

donde la probabilidad de selección corresponde a:

$$Sl = \exp\left[\frac{(l - Lm)^2}{2 \cdot s^2}\right]$$

La probabilidad de selección para un pez de talla **l** corresponde a **Sl**, y **s** es la desviación estándar de ambos tamaños de anzuelo, estimada como:

$$s_a = s_b = \sqrt{\frac{2 \cdot \alpha \cdot (m_b - m_a)}{\beta^2 \cdot (m_a + m_b)}}$$

La curva de selección y los parámetros fueron estimados según el procedimiento desarrollado por Wulff (1986) y Kirkwood & Walker (1986), aplicado por Sousa *et al.* (1999). Estos autores mostraron que si se puede asumir que la probabilidad de capturar un pez de talla **l** con el tamaño de anzuelo **h** sigue una distribución Poisson, la máxima verosimilitud de los parámetros, de cualquier modelo selectivo predeterminado, puede obtenerse por la maximización de la siguiente función de verosimilitud:

$$\sum_{hk} (C_{hk} \cdot \ln S_{hk} - C_{hk} \cdot \ln \sum S_{hk})$$

Una vez obtenida la longitud modal originada a partir de las curvas de selección entre pares de anzuelos consecutivos, se procedió a ajustar esta variable en función a la dimensión característica del anzuelo, en particular su abertura, en base a lo cual es posible describir el efecto selectivo que produciría cada numeración de anzuelo en las capturas. De acuerdo a lo resultados, se determinó la conveniencia de emplear la siguiente función logarítmica:

$$Lm = a + b \cdot \ln(\text{abertura_anzuelo})$$

b) Método de Millar (1992)

El modelo general SELECT descrito por Millar (1992) asume que el número de peces de talla l capturados en el anzuelo h describen una distribución Poisson. Millar & Fryer (1999) explican que esta captura depende de tres factores: a) la abundancia (λ) de peces de longitud l que contactan el aparejo, b) la intensidad relativa de pesca (p), que corresponde a la probabilidad que tiene un pez de longitud l para contactar el anzuelo h , y c) la curva de selección de captura (r_i) para el aparejo de pesca con anzuelo h .

La curva de selección normal (r_i) para dos tamaños de anzuelo (a y b) esta dada por:

$$r_i(l) \equiv r(l; \mu_i; \sigma_i) = \exp\left(-\frac{(l - \mu_i)^2}{2 \cdot \sigma_i^2}\right)$$

donde la longitud modal o característica del pez (μ_i) y la desviación estándar (σ_i) se encuentran en función de una dimensión característica del anzuelo (m_i), según las expresiones:

$$\begin{aligned} \mu_i &= m_i \cdot a \\ \sigma_i &= m_i \cdot b \end{aligned}$$

Con p describiendo la intensidad relativa de pesca del anzuelo b , la probabilidad condicional que un pez de longitud l sea capturado en el anzuelo b , dado que efectivamente fue capturado, es:

$$\phi(l) = \frac{p \cdot r_2(l)}{(1-p) \cdot r_1(l) + p \cdot r_2(l)}$$

Millar (1992) expone que utilizando igual número de anzuelos de cada tamaño, y el mismo tamaño y tipo de carnada, es posible asumir que los anzuelos pescan con la misma intensidad relativa, razón por la cual el parámetro p es igual a 0,5. De este modo, los parámetros del modelo pueden ser ajustados según el procedimiento desarrollado por Wulff (1986) y Kirkwood & Walker (1986), aplicado por Sousa *et al.* (1999). Estos autores mostraron que si se puede asumir que la probabilidad de capturar un pez de talla l con el tamaño de anzuelo h sigue una distribución Poisson, la máxima verosimilitud de los parámetros, de cualquier modelo selectivo predeterminado, puede obtenerse por la maximización de la siguiente función de verosimilitud:

$$\sum_{hl} (C_{hl} \cdot \ln S_{hl} - C_{hl} \cdot \ln \sum S_{hl})$$

En la evidencia de encontrarse en presencia de una bimodalidad en la distribución de tallas de la captura, diversos autores como Hovgard (1994), Hansen *et al.* (1997), Kurkilathi *et al.* (1998) y Moth-Poulsen (2003), exponen que la retención relativa o curva de selección de una curva bimodal está compuesta por dos curvas normales, según la expresión:

$$r_i(l) = \varphi_1 + \omega \cdot \varphi_2$$

o su equivalente,

$$r_i(l) = \exp\left[-\frac{(l - a_1 \cdot m_a)^2}{2 \cdot (b_1 \cdot m_a)^2}\right] + \omega \cdot \exp\left[-\frac{(l - a_2 \cdot m_a)^2}{2 \cdot (b_2 \cdot m_a)^2}\right]$$

donde a_1 y b_1 describen la posición y abertura de la primera moda, mientras que a_2 y b_2 describen la posición y abertura de la segunda moda. El factor de escala ω da la altura de la segunda moda respecto a la primera.

Objetivo 4.5. Determinar el diseño de anzuelo (tipo y/o tamaño) y tamaño de carnada (o cualquier configuración de estas variables) que reduce los descartes de la especie objetivo.

La metodología propuesta y aprobada por el Consejo de Investigación Pesquera para el logro del presente objetivo, se basó en los Términos Técnicos de Referencia, los cuales señalaban que:... *“se deberá evaluar un procedimiento estadístico que permita determinar la configuración del aparejo de pesca que permita reducir los descartes de ejemplares pequeños. Una vez hecho lo anterior, se deberá comparar – mediante el uso de modelos bio-pesqueros – los impactos sobre el recurso de utilizar la configuración del aparejo actual, versus utilizar la configuración ue permite una mayor reducción de los descartes. En el caso que la configuración del aparejo de pesca artesanal “adecuado” resultase diferir a la configuración actualmente utilizada por los pescadores, el proponente deberá proporcionar una estimación del costo económico individual (armador tipo) y total (flota) resultante de un cambio en la configuración dl aparejo de pesca. Asimismo, deberá indicar los inconvenientes operacionales de implementar tal medida. Finalmente, de haberlas, deberá indicar las ventajas o conveniencias para los pescadores artesanales, de la implementación de tal medida”.*

De conformidad con lo anterior, y **bajo el supuesto de existir efectivamente una respuesta selectiva del recurso en los lances experimentales realizados**, se propuso entonces determinar la configuración del aparejo de pesca que permite reducir la proporción de ejemplares pequeños (e.i. bajo talla de primera madurez sexual) a partir de las curvas selectivas de cada combinación *tamaño anzuelo - tamaño carnada* resultantes del ajuste de curvas logísticas realizadas en el desarrollo del objetivo 4.4. Se evalúa entonces la fracción de ejemplares pequeños retenidos con una carnada i ($i = 1, 2, 3$) y un anzuelo j ($j = 1, 2, 3$) bajo la retención a la talla de 25% ($L_{25\%}$), 50% ($L_{50\%}$) y 75% ($L_{75\%}$).

Antes de realizar proyecciones mediante el uso de modelos bío-pesqueros, será necesario definir las hipótesis que deberán considerarse para el análisis, principalmente referido al comportamiento del recurso frente a la carnada, haciéndose mención clara y explícita sobre la relación existente entre la estrategia con que el pez se aproxima, maneja y es retenido, y la retención a la talla, basando esto en el resultado de las filmaciones submarinas (objetivo 4.2).

Proyección del estado de explotación del stock

Articulación con puntos biológicos de referencia

Este punto deriva de la estimación de las mortalidades por pesca globales de referencia. Esta última permite evaluar el actual estado de explotación del recurso, al ser comparada con mortalidades por pesca referenciales derivadas del modelo de rendimiento equilibrado de Thompson y Bell (1934) estructurado a la talla. Dicho modelo, se basa en suponer una condición ideal de equilibrio, requiriendo un estimado del reclutamiento (R) y del vector patrón de selectividad (r) obtenidos por evaluación de las sigmoides selectivas (Francis, 1974; Lauec y Le Guen, 1981). En esta investigación el patrón será obtenido a partir de la evaluación de las sigmoides selectivas de explotación a cada tamaño de anzuelo empleado. De esta forma, se obtiene para cada nivel de mortalidad por pesca, un determinado valor de rendimiento equilibrado de largo plazo a través de la expresión:

$$Y(F) = \sum_{i=1}^{\lambda} \frac{F * r(L_i) * (1 - e^{-Z(L_i) * \Delta t_i})}{Z(L_i)} * N(L_i) * \bar{W}(L_i)$$

donde la abundancia en cada intervalo de talla, se evalúa por la expresión:

$$N(L_i) = R * e^{\left(-\sum_{i=1}^{\lambda} Z(L_i) * \Delta t_i\right)}$$

En el abanico de mortalidades por pesca de referencia biológicas que se pueden desprender de una curva de rendimiento equilibrado, se analizarán las más relevantes:

F_{0,1} : tasa instantánea de mortalidad por pesca, donde el incremento marginal del rendimiento equilibrado alcanza el 10% del incremento marginal de una pesquería incipiente.

F_{máx} : tasa instantánea de mortalidad por pesca a la cual se obtiene el rendimiento equilibrado máximo, que equivale al punto sobre el cual, el valor de la pendiente de la curva de rendimiento equilibrado se hace nula.

$F_{2/3}$: tasa instantánea de mortalidad por pesca a la cual la biomasa del stock desovante se reduce a 2/3 de la biomasa desovante virginal.

$$\bar{B}_{(F=0)} = \sum_{i=1}^{\lambda} \bar{N}_i * \bar{W}_i$$

Las tasas instantáneas de mortalidad por pesca $F_{\text{máx}}$ y $F_{0,1}$ sirven para analizar políticas que se consideran adecuadas desde el punto de vista del aprovechamiento eficiente del crecimiento somático, por lo tanto estos niveles de explotación permiten minimizar los efectos de una sobrepesca por crecimiento. Como están basados en el modelo de rendimiento equilibrado y no toman en cuenta los efectos que a largo plazo puede producir la pesca sobre la magnitud de las futuras generaciones, se ha considerado su empleo sólo como un procedimiento indicador, para evaluar el efecto de los anzuelos contra el anzuelo actualmente empleado.

Se podrán entonces comparar los impactos de utilizar diferentes configuraciones en el aparejo de pesca sobre el recurso y, a la vez, como el modelo planteado es estructurado a la talla, podremos conocer aquella configuración que permite una mayor reducción del descarte.

No obstante lo anterior, los Términos Técnicos de Referencia no contemplaron la posibilidad de que no existiesen efectos selectivos en el esquema de retención, que alteraran o produjeran un cambio en la configuración del aparejo de pesca, en términos del anzuelo y/o la carnada utilizada en el presente, por la flota de pesca artesanal que opera sobre el recurso. En la eventualidad de producirse esta situación, que evidentemente implica que los descartes de protección biológica (es decir, protección de la fracción bajo la talla conocida convencionalmente como de primera madurez) no se verían mayormente alterados cualquiera sea el tamaño del anzuelo, en un rango definido de éstos, no tiene objeto evaluar lo que hipotéticamente se produciría ya que de ninguna forma se podría producir un efecto controlable en la actividad.

Para la situación descrita anteriormente y en el caso que no existiesen efectos selectivos en el esquema de retención, se procederá en su defecto a definir la relación conjunta de éstos para el rango de tamaños de anzuelos contra las proporciones de individuos bajo una talla definida como crítica. Para este efecto, se identificará la talla mínima de interés industrial (60 cm de talla total) que adicionalmente, resguarda la talla denominada convencionalmente como talla

de primera madurez sexual. De esta manera se podrá enfocar el análisis de una forma económica, al asociar las proporciones de individuos bajo una talla de referencia mínima comercial, con su respuesta selectiva.

Se entiende como efecto selectivo, la relación de proporción directa entre la talla de retención y la medida característica del elemento de captura, sea éste malla, abertura de anzuelo u otro factor definido como determinante en la retención con ese elemento de captura o medio de pesca. Baranov en sus primeros trabajos sobre el tema, definió la relación como una proporción lineal directa, que pasa por el origen. La idea es asumir esta relación pero asociándola a la proporción de retención crítica, en lugar de la talla de retención simple.

Cualquiera sea el resultado en términos selectivos, se podrá establecer convencionalmente qué rango de anzuelos podrá eventualmente disminuir la proporción de individuos bajo talla, conectando esta particular perspectiva con la evaluación posterior de los costos tal como estaba propuesto. Se presenta el costo de implementar un cambio en la configuración del aparejo de pesca asociado a los anzuelos, de tal forma que sea factible visualizar el impacto que tendrían las diferentes alternativas sobre la inversión de los pescadores artesanales.

RESULTADOS

Objetivo 4.1. Caracterizar (identificar, describir y analizar) los aparejos de pesca y describir el régimen operacional utilizado por la flota artesanal en la captura de merluza del sur.

Según lo expuesto en la propuesta técnica de este proyecto, se proyectó realizar una muestra, correspondiente al 10% de la flota que opera tanto en la X y XI región en el recurso merluza del sur, para dar respuestas a los objetivos que tiene relación con la caracterización del aparejo de pesca utilizado y la descripción del régimen operacional de dicha actividad. De lo anterior se desprende que la unidad ejecutora se comprometió a un tamaño de muestra de 65 naves para la X región y de 28 naves para la XI Región. Respecto a lo anterior, la unidad ejecutora realizó las siguientes encuestas (Tabla 5):

Tabla 5. Número de encuestas propuestas y realizadas.

Encuesta	Encuestas Comprometidas	Encuestas Realizadas
Nº naves X región	65	107
Nº naves XI región	28	42
Nº Pescadores X región	65	74
Nº Pescadores XI región	28	42
Aparejo de Pesca X región	65	74
Aparejo de Pesca XI región	28	42

Con respecto al universo total de naves que operan en la pesquería artesanal de merluza del sur en las regiones X y XI, es necesario señalar que se solicitó en forma oportuna esta información al Servicio Nacional de Pesca, sin embargo la respuesta estuvo orientada sólo a las salidas de pesca y su captura asociada, sin siquiera tener la posibilidad de contar con el nombre de las embarcaciones correspondientes o el listado de éstas que se encuentran inscritas en la pesquería. En virtud de lo anterior, sólo es posible contar con las embarcaciones estimadas a partir de la información de las asociaciones de pescadores artesanales y las consultoras que trabajan en estas regiones, que corresponderían a 1.941 en la X Región y 600 en la XI Región.

a) Características cualitativas de la flota

X Región

Del análisis descriptivo de las encuestas realizadas en la X región en las zonas de Calbuco, Puerto Montt y Hualaihue, la flota artesanal dedicada a este recurso presenta un porcentaje mayoritario de embarcaciones con motor interno (preferentemente centrado), con un valor de un 79%, frente a un 21% para embarcaciones con motor fuera de borda. Esta predominancia de embarcaciones con motor interno, puede observarse de igual forma en las tres zonas visitadas. Respecto a la eslora, esta variable en las distintas zonas para las embarcaciones con motor interno, muestran una mayor envergadura en la flota que opera en Calbuco (8 m) y Puerto Montt (7,3 m), frente a la de Hualaihue (5,9 m) (Tabla 6). Otras características como la capacidad de carga, potencia y número de tripulantes, pueden observarse en la siguiente tabla:

Tabla 6. Características geométricas y funcionales de la flota encuestada en la X región.

		Zona			
T. Motor	Variable	Calbuco	Hualaihue	Pto. Montt	Promedio general
	Eslora promedio (m)	7.5	6.2	7.1	7.0
	Eslora mínima (m)	6,0	4,8	4,8	4,8
	Eslora máxima (m)	8,6	8,5	8,7	8,7
	Nº tripulantes promedio	3.0	2.0	2.4	2.3
Fuera borda	Cap. carga promedio (t)	3.0	1.3	1.7	1.6
	Cap. carga mínima (t)	3,0	0,5	0,4	0,4
	Cap. máxima (t)	3,0	2,5	3,0	3,0
	Potencia promedio (HP)	31.3	24.4	38.8	33.7
	Potencia mínima (HP)	12,0	4,0	15,0	4,0
	Potencia máxima (HP)	55,0	55,0	75,0	75,0
	Nº Embarcaciones encuestadas	6	5	12	
	Eslora promedio (m)	8.0	5.9	7.3	7.4
	Eslora mínima (m)	5,6	3,7	5,0	3,7
	Eslora máxima (m)	12,7	8,0	10,2	12,7
	Nº tripulantes promedio	3.0	2.3	2.1	2.2
Interno	Cap. carga promedio (t)	4.3	1.6	1.7	1.8
	Cap. carga mínima (t)	1,0	0,3	0,5	0,3
	Cap. máxima (t)	7,0	4,0	5,0	7,0
	Potencia promedio (HP)	28.4	11.5	25.7	24.7
	Potencia mínima (HP)	10,0	8,0	8,0	8,0
	Potencia máxima (HP)	90,0	18,0	90,0	90,0
	Nº Embarcaciones encuestadas	31	12	41	

XI Región

Del análisis descriptivo de las encuestas realizadas en la XI región en las zonas Norte 1, Norte 2, Sur 1 y Sur 2, la flota artesanal en esta zona muestra homogeneidad en términos de su diseño, ya que el 99% de las embarcaciones presentan motor fuera de borda, con potencias promedio para la región de 42 Hp y una eslora promedio de 7.6 m (Tabla 7).

Tabla 7. Características geométricas y funcionales de la flota encuestada en la X región.

		Zona				
T. Motor	Variable	Norte I	Norte II	Sur I	Sur II	Promedio general
Interno	Eslora promedio (m)		8.4	6.5	8.0	7.6
	Potencia promedio (HP)		18.0	16.0	16.0	16.7
	Nº Tripulantes promedio		2.0	2.0	2.0	2.0
	Nº Embarcaciones encuestadas		1	1	1	
Fuera borda	Eslora promedio (m)	7.1	7.7	6.9	8.3	7.6
	Eslora mínima (m)	6,6	6,7	5,0	7,0	5,0
	Eslora máxima (m)	7,6	8,6	7,8	9,0	9,0
	Potencia promedio (HP)	36.7	47.3	30.0	51.4	41.9
	Potencia mínima (HP)	25,0	40,0	15,0	40,0	15,0
	Potencia máxima (HP)	50,0	75,0	40,0	65,0	75,0
	Nº Tripulantes promedio	2.3	2.2	1.8	2.0	2.1
	Nº Embarcaciones encuestadas	6	11	11	11	

b) Aparejo de pesca utilizado en la pesquería artesanal de merluza del sur

Según la clasificación de métodos de captura de Von Brandt (1962), las líneas de pesca (espinel) se ubican en el grupo 4, donde el método de captura está basado en el principio de ofrecer al pez un cebo o señuelo de modo que una vez mordido se dificulte su escape.

De acuerdo con esta clasificación, es posible visualizar 3 tipos de espineles en la zona de la X y XI región, en términos de su diseño y operación. Siendo estos reconocidos según la jerga de la zona como, 1) espinel mixto con “**retenida**” (Fig. 5a), con “**línea de mano**” (Fig. 6a), pudiendo tener dos alternativas en término de su operación, fondeado en sus dos extremos o a la gira (fondeado sólo a un extremo) y 3) finalmente el espinel vertical “**a la deriva**” (Fig. 7), utilizado sólo en la XI región. La caracterización de los 3 tipos de espineles empleados en la X y XI regiones, se entregan adjunto al documento en un CD.

Las diferencias principales entre los 2 primeros tipos de espineles (con “retenida” y con “línea de mano”), vienen dado por la forma de operación de los verticales de cada espinel en cuestión, y siendo su origen por la distancia de las zonas de pesca en relación con el centro o caleta de desembarque y ataque de lobos.

Por tal motivo el espinel con “retenida” se diferencia del espinel con línea de mano, por la profundidad que se le da al primer anzuelo del vertical. En este caso, la profundidad viene dado por la catenaria que forma la retenida (línea madre secundaria, Fig. 5) y por un cabo llamado “chicote o barandillo”, mientras que para el otro aparejo, la profundidad del vertical se maneja de forma independiente con un cabo adicional (chicote o “guía de mano”) que va amarrado a la línea madre secundaria o “halar” (alineación horizontal) (Fig. 6a).

Debido a lo anterior, se observaron diferencias entre los usados en Puerto Montt (Anahuac, Angelmó, C. Tenglo, Estero Metri, Pichipelluco y Chaicas), Calbuco (Calbuco y La Vega) y Hualaihue (Contao, Mañihuelco y Río Negro) en lo que respecta a la X región. Mientras que los aparejos utilizados en la XI región, muestran una homogeneidad en su diseño y construcción.

No obstante de lo anterior, del análisis de las entrevistas y encuestas realizadas en la zona de la X región, podemos observar la presencia de espineles mixtos con **“retenida” y con “línea de mano”**. Sin embargo es importante mencionar que los dos tipos de espineles pueden encontrarse sin problema alguno en una caleta en particular. Sin prejuicio de lo anterior, la presencia de un espinel u otro viene caracterizado, sin ser una regla patrón, por la envergadura en las dimensiones de las embarcaciones, sea este bote o lancha o por la distancia de operación normal de los caladeros tradicionales de pesca.

De acuerdo a lo anterior, podemos mencionar que por lo general, caletas pequeñas (bajo número de embarcaciones) con mayor presencia de botes y con zonas de operación cercanas (Seno de Reloncaví), los aparejos utilizados corresponden a espineles “con línea de mano” (por ejemplo, Contao, Mañihuelco y Río Negro en la zona de Hualaihue y C. Tenglo, Estero Metri, Pichipelluco en la zona de Puerto Montt). Por el contrario, caletas o puertos con mayor presencia de embarcaciones de mayor eslora (lanchas), y que además el tiempo de navegación a la zona de pesca supera las 4 horas, utilizan preferentemente espineles con

“retenida” (Anahuac, Angelmó, C. Tenglo, y Chaicas, en la zona de Puerto Montt y la Vega en la zona de Calbuco).

Tabla 8. Glosario de términos técnicos de los aparejos de pesca.

Nombre común	Descripción
Anclote (Araña, Arpeo, Rezón)	Componente perteneciente al sistema de fondeo, que en este caso corresponde a un tipo ancla, que cumple la función de fijar el aparejo a una posición definida por el pescador
Chicote o barandillo	Estructura conformada por un cabo que cumple la función de unir la boya de retención o tambor a la retenida. Además cumple la función de dar la profundidad requerida a la retenida.
Destorcedor	Es un tipo de herraje que cumple la función de no permitir torceduras a nivel de la línea madre, producto de los movimientos de escape que provocan los peces una vez encarnados.
Fondeo	Estructura del sistema de fondeo que cumple la función de fijar una estructura flotante o de mediagua en una posición fija, el cual puede corresponder a fondeos másicos o anclajes.
Guía o línea de mano	Estructura o componente de cabullería que se utiliza en el espinel mixto del mismo nombre, que cumple la función de dar la profundidad de trabajo a la línea madre.
Halar	Es el cabo que cumple la función de unir los verticales del espinel al nivel de la guía o línea de mano.
Línea madre	Línea principal de un espinel, a la cual se le unen los reinales que poseen los anzuelos.
Orinque	Componente del sistema de fondeo, preferentemente cabos de PA o PE que unen por una parte al fondeo y la boya señalizadota y por otra a la línea a de pesca.
Potala	Es la componente de peso que se le da a cada vertical en su parte inferior, que generalmente corresponden a piedras forradas con malla anchovetera.
Puntero	Nombre que se le da al sistema de boyas señalizadoras, pertenecientes al sistema de fondeo.
Reinal	Es la unidad básica de un espinel a la cual se le empatan los anzuelos.
Retenida	Corresponde en esta pesquería en particular (espinel con retenida) al cabo al cual se le unen los distintos verticales y que además le da la profundidad de trabajo al espinel en cuestión.
Tambor	Es el nombre vernacular que se le da a las boyas de retención superficial, que se utiliza en el espinel con retenida.
Vertical	Es el nombre que se le da a la unidad que contiene la línea madre con sus respectivos reinales y anzuelos y que trabajan en una disposición vertical.

ESPINEL CON RETENIDA
Merluza del sur
X Región - Chile

EMBARCACIÓN
Loa 5-13 m
HP 8-90 hp

Lab. Tecnología Pesquera
Escuela de Ciencias del Mar
PUCV

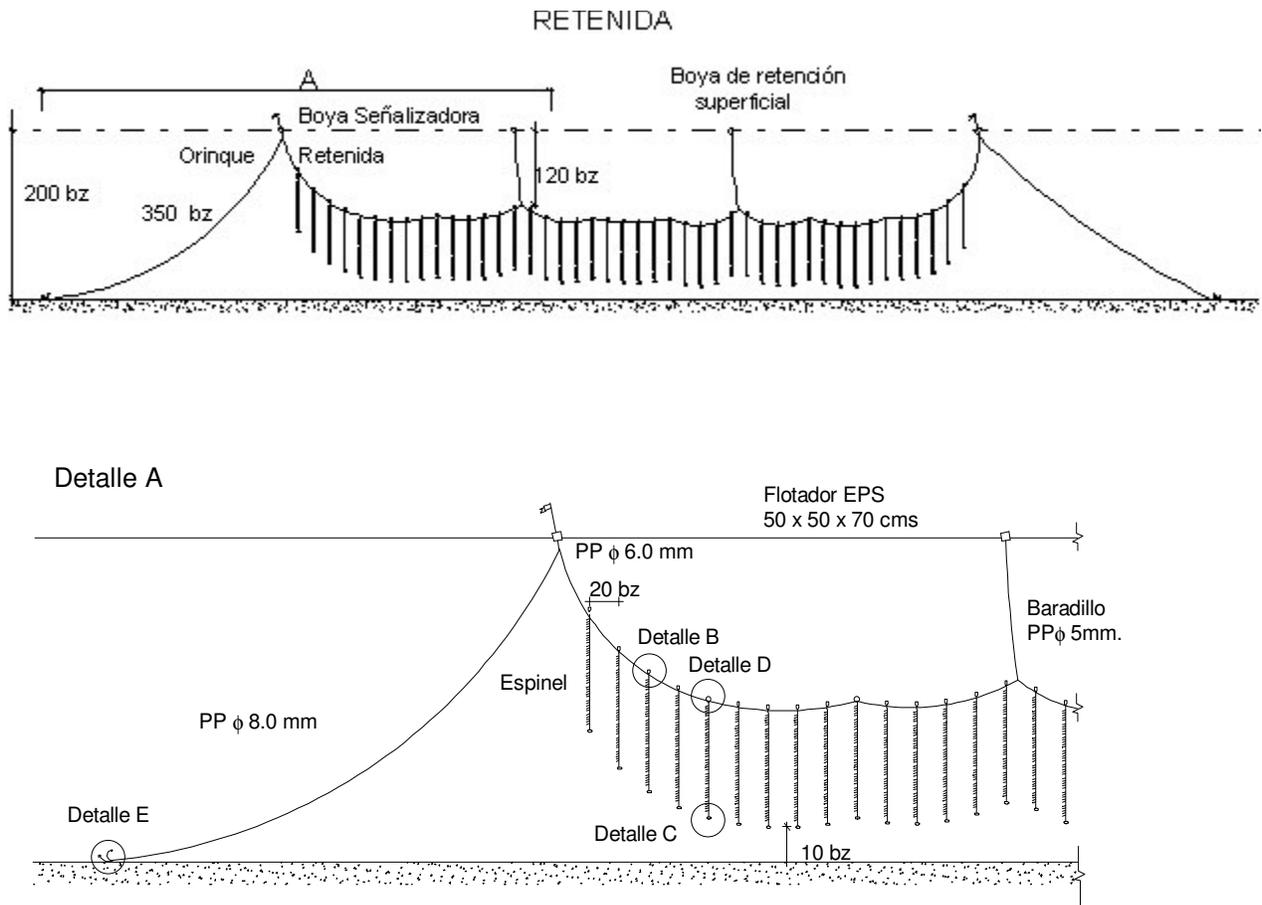


Figura 5a. Esquema técnico del espindel con "retenida", utilizado en la X región.

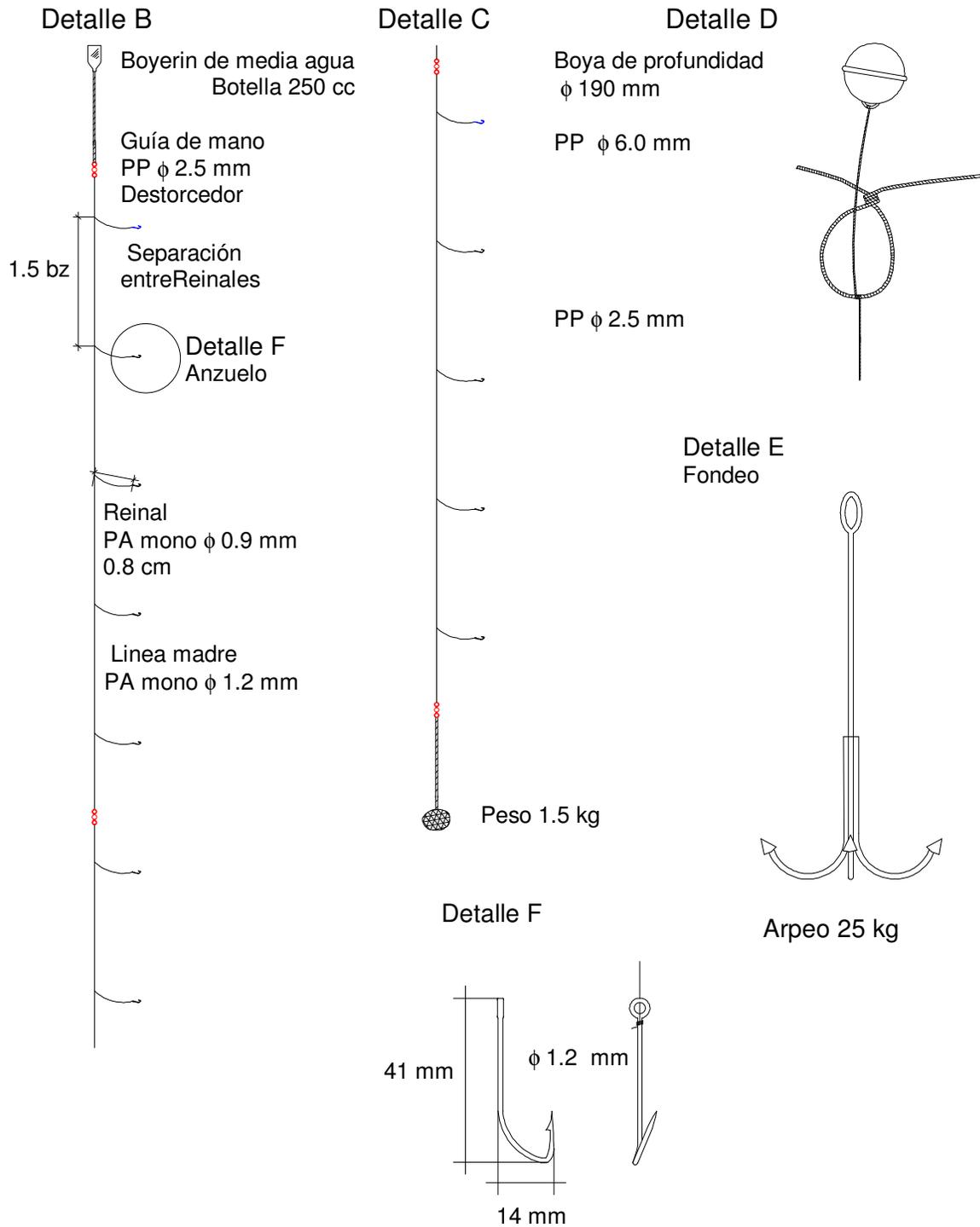


Figura 5b. Especificaciones técnicas del vertical del espinel con “retenida”, utilizado en la X región.

ESPINEL CON GUIA DE MANO
Merluza del sur
X Región - Chile

EMBARCACIÓN
Loa 3,5-8,5 m
HP 4-55 hp

Lab. Tecnología Pesquera
Escuela de Ciencias del Mar
PUCV

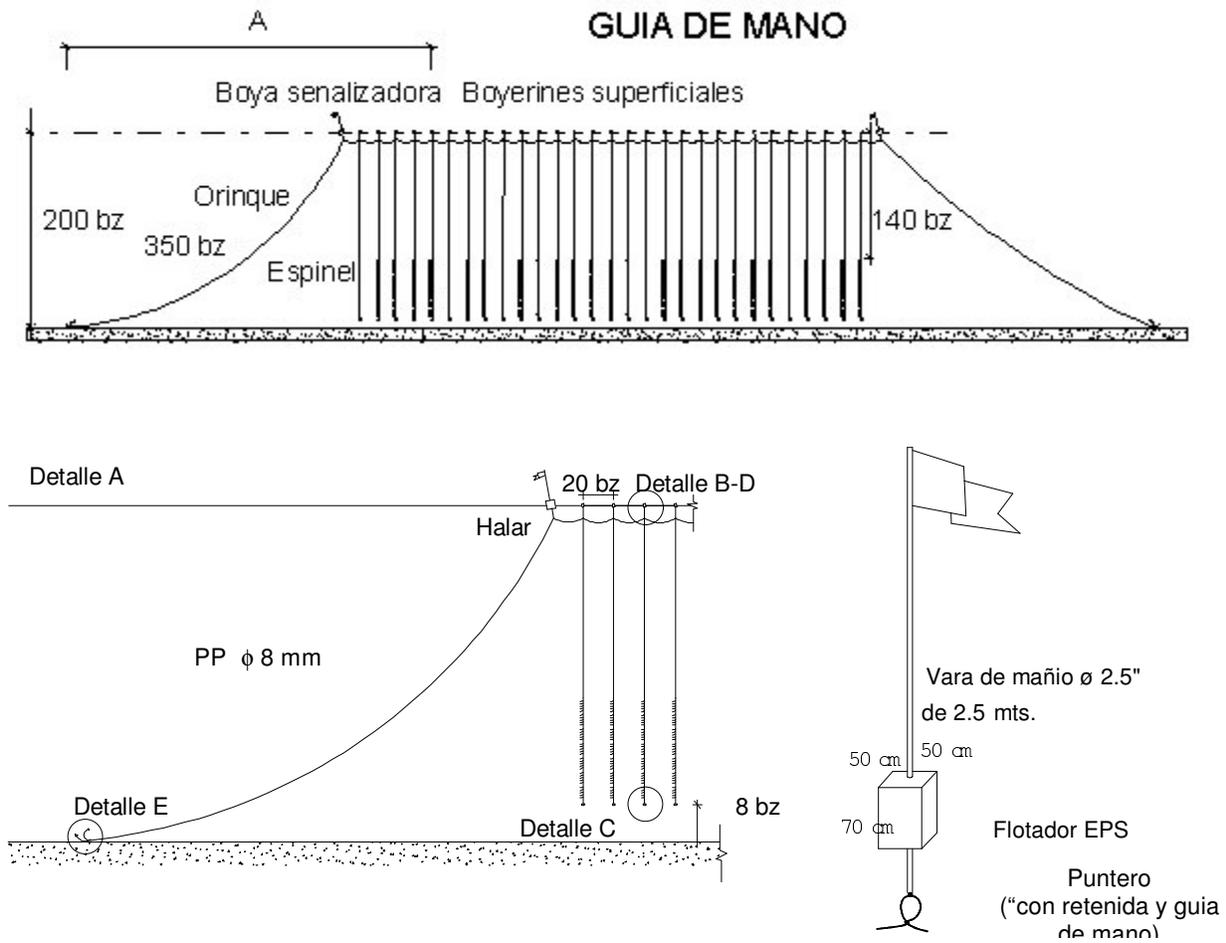


Figura 6a. Esquema técnico del espinete con "línea de mano", utilizado en la X región.

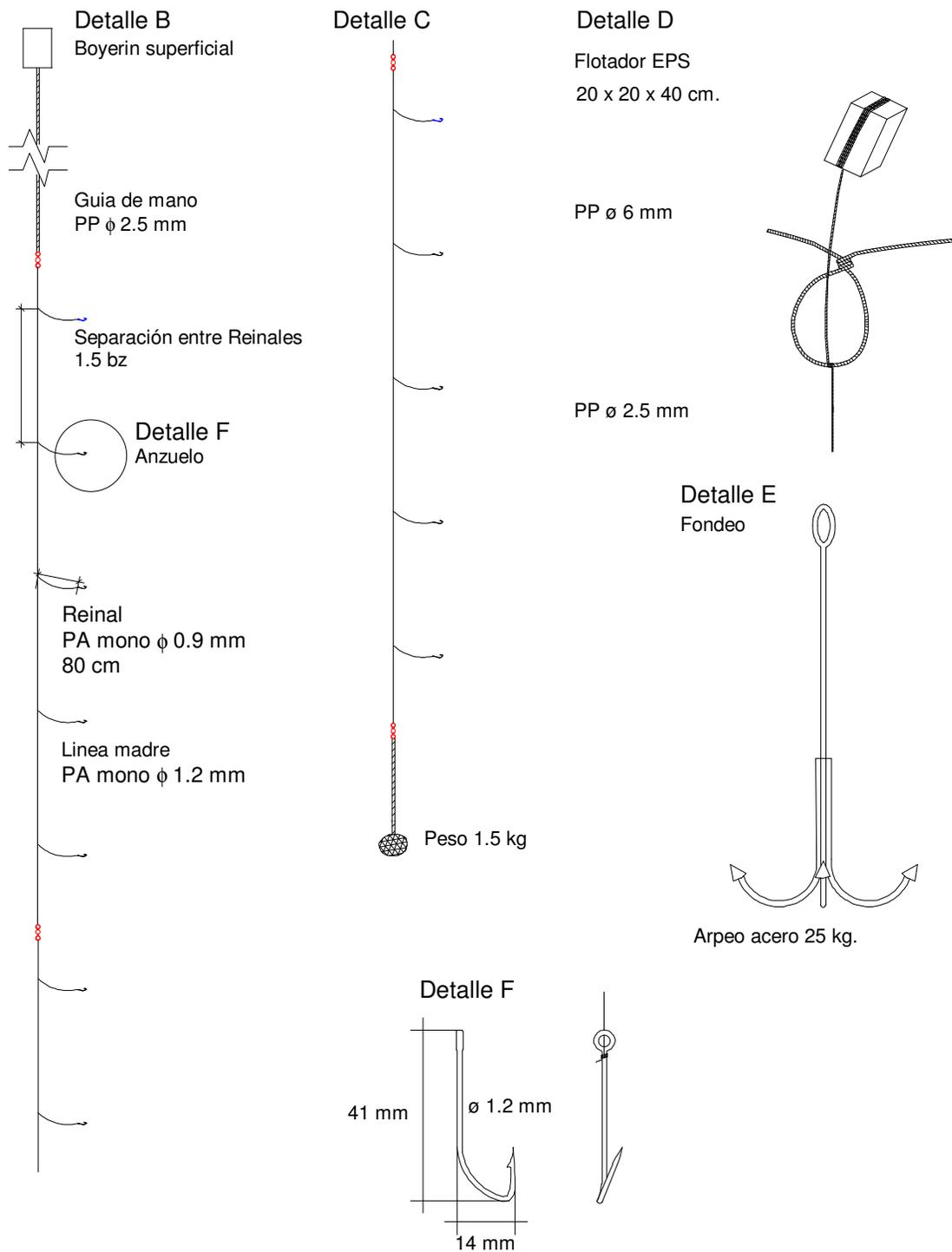


Figura 6b. Especificaciones técnicas del vertical del espinal “con línea de mano”, utilizado en la X región.

ESPINEL A LA DERIVA
Merluza del sur
XI Región - Chile

EMBARCACIÓN
Loa 6,5-9 m
HP 15-75 hp

Lab. Tecnología Pesquera
Escuela de Ciencias del Mar
PUCV

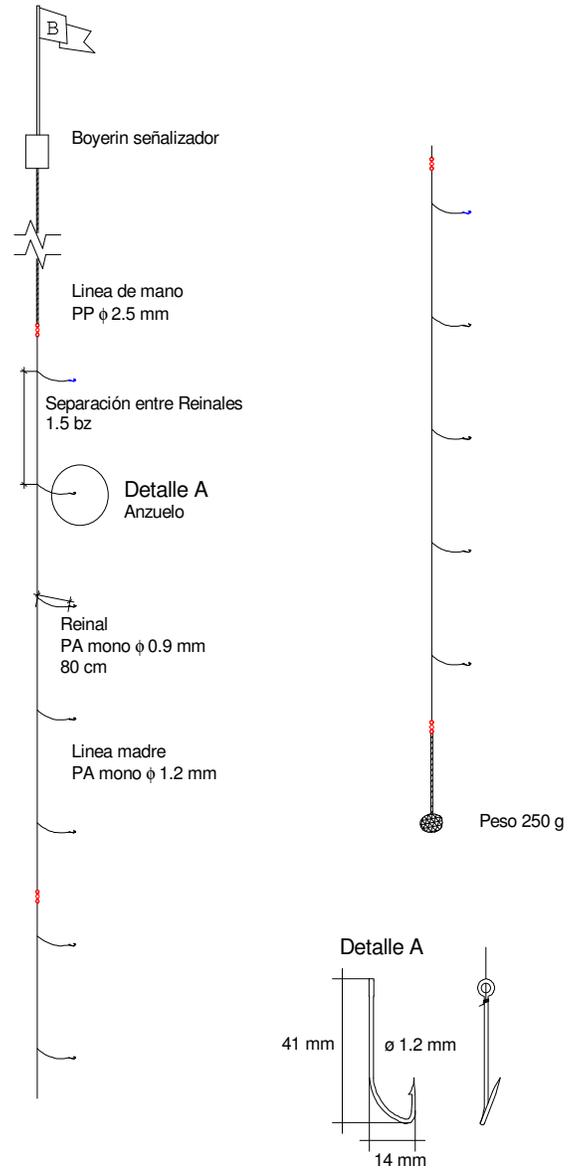
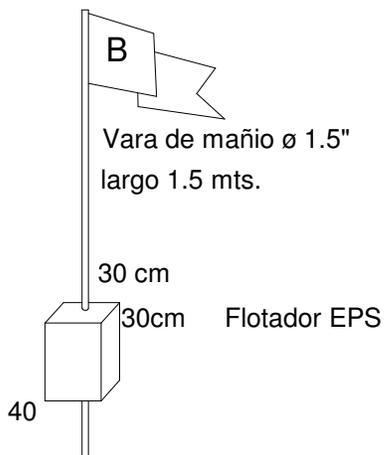
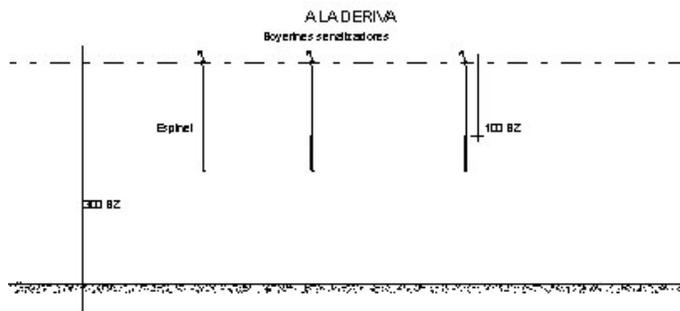


Figura 7. Esquema técnico del espinel "a la deriva", utilizado en la XI región.

c) Diseño y construcción

Del análisis de las encuestas realizadas en las distintas zonas, podemos observar que la unidad principal del aparejo de pesca, que corresponde al “vertical”, posee similares características de diseño y construcción entre los 3 tipos de espineles utilizados, tanto en la X como en la XI región. Por lo tanto, la diferencia radica sólo en la disposición de los verticales en el aparejo en sí. Es por esto que en el caso del espinel con “retenida”, la profundidad de operación de los verticales viene dado en función a la forma (catenaria) que adopta la retenida, que para este caso, es lograda con la ayuda de boyas de retención superficial, las cuales van dispuestas comúnmente entre 15 verticales (Fig. 5a).

En el caso del espinel con línea de mano y de deriva, la profundidad de trabajo del vertical viene dado sólo por la longitud de la guía de mano. Entendiendo por esto que cada vertical en sí trabaja en forma independiente. Sin embargo es importante recalcar que para el caso del espinel con línea de mano los verticales van unidos entre sí al nivel de la guía de mano por un cabo llamado “halar” (Fig. 6a), mientras que para el espinel a la deriva el vertical junto con su guía de mano se disponen en forma independiente (Fig. 7)

i.- Componentes

En lo que respecta al vertical, podemos mencionar que se utilizan comúnmente Poliamida (PA) monofilamento, con un diámetro de 1 o 1,2 mm para la línea madre, y PA monofilamento de 0,9 para reinales. La separación entre reinales es de 1,5 bz, mientras que la separación entre verticales es de 20 bz.



Figura 8. Reinal de un espinel fijado a la línea madre.



Figura 9. Sistema de fijación y unión del reinal a la línea madre.

ii.- Sistema de flotación

En este ítem podemos observar 4 tipos de sistemas de flotación las cuales cumplen funciones particulares para cada aparejo en cuestión:

- **Boyas señalizadoras:** Este tipo de boyas como lo indica su nombre, cumple la función principal de posicionar el inicio y fin del aparejo y además le indica al pescador la posición del orinque o cabo de fondeo, según corresponda al aparejo a utilizar. Las componentes que conforman esta unidad corresponden a un trozo de poliestireno expandido (EPS)¹, (paralelepípedo), con dimensiones de 0,5x0,5x0,7 m, aproximadamente, unida a una banderola mediante un vara de madera (Fig. 10).
- **Boyerines superficiales:** Este sistema de flotación superficial se utiliza sólo en los espineles con “línea de mano” a nivel de cada vertical, proporcionándole la boyantez a cada vertical en cuestión (Fig. 11). Las dimensiones comúnmente usadas son de 0,2x0,2x0,4m y el material usado es EPS.
- **Boyas de retención superficial:** Este sistema de flotación es utilizado solamente en el espinel con “retenida”, cumpliendo la función de retener y darle la forma de catenaria. Por lo general se utilizan como máximo 3 boyas de retención superficial o “tambor” por cada 15 verticales (Fig. 10). Las dimensiones son aproximadamente de 0,5x0,5x0,7 m de EPS y en su defecto se utilizan boyas para la acuicultura.
- **Boyas de mediagua:** Este tipo de boyas es utilizado sólo en el espinel con retenida a nivel de cada vertical que va unido a la retenida (Fig. 12 y 13), cumpliendo la función de tener el peso de cada vertical. El tipo de boyas que se utilizan corresponde preferentemente a flotadores de presión (flotadores de arrastre, polietileno (PE), diámetro 19 cm) o en su defecto botellas de vidrio de 250 cc.

¹ EPS corresponde a la sigla internacional empleada para referirse al poliestireno expandido. En Chile se conocen principalmente las marcas comerciales EPS® y Aislapol® de Basf Chile.



Figura 10. Boyas señalizadoras y de retención superficial.



Figura 11. Boyerines superficiales y guía de mano.



Figura 12. Boyas de mediagua: botellas de vidrio.



Figura 13. Boyas de mediagua: boyas de presión.

iii.- Pesos y fondeo

En la construcción de cada vertical, este lleva en su parte inferior un peso o “potala”, armada con piedras y forradas con paños anchoveteros con un peso promedio de 1,5 kg para el caso de verticales usados en espineles con retenida y línea de mano y de 0,25 kg en el caso de espineles a la deriva, utilizados en la XI región. Para el caso del fondeo de los aparejos, se utiliza en su totalidad arpeos con un peso de 25 kg.

iv.- Descripción general de la construcción de aparejos

En términos generales para la construcción de los aparejos de pescas, descritos anteriormente, podemos comenzar que la primera etapa, corresponde a la configuración de la unidad básica del aparejo, el vertical. En esta etapa de preparación, los pescadores cortan el monofilamento destinado a la línea madre en trozos de 6 brazas (cada 4 reinales), colocando

en cada extremo un destorcedor, para posteriormente unirlos con los otros trozos de línea madre. En cada trozo de línea madre se anuda el reinal, ambos de monofilamento, mediante un nudo “doble” (forma de ocho). Una vez anudado el reinal a la línea madre, se hacen dos nudos simples entre la unión con el reinal, de manera de impedir el desplazamiento del reinal en la línea madre, impidiendo así un cambio en su separación entre reinales.

Cuando ya se ha logrado finalizar el armado del vertical en sí, comienza la segunda etapa, en el cual este se une a la guía de mano o al chicote en el caso del espinel con “retenida”. Posteriormente se anuda a los flotadores de EPS (elaboración propia de planchas de EPS de mayor tamaño) o botellas de vidrio, según sea el aparejo a utilizar. Finalmente la tercera etapa viene dado en el momento de calado, donde se une el flotador a la retenida o halar. y a la unión del conjuntos de verticales con el cabo de fondeo respectivo, según sea el aparejo a utilizar.

v.- Insumos utilizados en el aparejo de pesca

Las fuentes de insumos para los distintos componentes, como anzuelos, cabos, madejas de monofilamento, se encuentran sin dificultad, en ferreterías y casas comerciales de artículos de pesca, tanto en la X como XI región. Para el caso de aprovisionamiento de carnada, esta puede obtenerse por vía propia de los mismos pescadores a través de pesca con bolinche (sardina común) o red de enmalle (pejerrey), o como ocurre generalmente por los mismos compradores o proveedores.

Tabla 9. Características técnicas más frecuentes de los aparejos de pesca y nombres vernaculares de las principales componentes de los aparejos utilizados en la pesquería artesanal de merluza del sur.

Espinel	Retenida	Línea de mano	A la deriva
Especie	Merluza del sur	Merluza del sur	Merluza del sur
Orinque	Cabo de fondeo	Cabo de fondeo	Cabo de fondeo
↳ Material	PE-PA-PP	PE-PA-PP	PE-PA-PP
↳ Diámetro (mm)	6-(8)-12	6-12	6-12
Retenida	Retenida		
↳ Material	PP		
↳ Diámetro (mm)	6		
Halar		Halar	
↳ Material		PP	
↳ Diámetro (mm)		6	
Guía de mano		Guía de mano	Guía de mano
↳ Material		PP	PP
↳ Diámetro (mm)		(2,5)-3	(2,5)-3
Línea madre	Línea madre	Línea madre	Línea madre
↳ Material	Monofilamento	Monofilamento	Monofilamento
↳ Diámetro (mm)	1-1,2	1-1,2	1-1,2
↳ Sep. Verticales	20 bz	20 bz	
↳ N° verticales	30-(40)-50	20-(25)-40	30-(40)-45
Reinal	Reinal	Reinal	Reinal
↳ Material	Monofilamento	Monofilamento	Monofilamento
↳ Diámetro	0,8-(0,9)-1	0,8-(0,9)-1	0,8-(0,9)-1
↳ Largo (m)	0,8	0,8	0,8
↳ Separación (bz)	1,5 Bz	1,5 Bz	1,5 Bz
Boyas señalizadoras	Puntero	Puntero	Puntero
↳ Cantidad (n°)	2	1-2	1
↳ Material	EPS	EPS	EPS
↳ Dimensiones	0,5x0,5x0,7 m	0,5x0,5x0,7 m	0,5x0,5x0,7 m
Boyerines superficiales		Boyerines	
↳ Cantidad (n°)		Uno por cada vertical	
↳ Material		EPS	
↳ Dimensiones		0,2x0,2x0,4 m	
Boyas de retención superficial	Tambor		
↳ Cantidad (n°)	Uno por cada 15 verticales		
↳ Material	EPS		
↳ Dimensiones	0,5x0,5x0,7 m		
Boyas de mediagua	Boyas		
↳ Cantidad (n°)	Uno por cada vertical		
↳ Material	Botella de vidrio		
↳ Dimensiones	250 cc		
Boyas de mediagua	Boyas		
↳ Cantidad (n°)	Uno cada 6 verticales		
↳ Material	PE		
↳ Dimensiones	200 mm		
Pesos	Potala	Potala	Potala
↳ Tipo	Piedra	Piedra	Piedra
↳ Peso	1-(1,5)-2-2,5	1-(1,5)-2-2,5	0,25
Anclote	Fondeo	Fondeo	
↳ Tipo	Araña	Araña	
↳ Peso	15-(25)-30	15-(25)-30	
Anzuelo			
↳ Tipo	Kirby	Kirby	Kirby
↳ N°	7-(8)	7-(8)	7-(8)

* Valores entre paréntesis representan las características más frecuentes

d) Régimen operacional

En términos generales, el régimen operacional de los bongos, lanchas y botes a remo es descrito para un mejor entendimiento por los principales centros de desembarque. Se analizó en forma particular las zonas de Calbuco, Puerto Montt y Hualaihue en la X Región, mientras que para la XI región esta se analizó la flota en su conjunto, zona norte (Norte 1 y 2) y zona Sur (Sur 1 y 2).

Cabe mencionar que a diferencia de otras pesquerías artesanales, ésta en particular es regulada en términos de su desembarque y operación mensual. Para lograr este objetivo la Consultora Pupelde Ltda. está encargada de la operación de la merluza del sur en Calbuco, Puerto Montt y Huailahue en lo que respecta a la Décima Región, mientras que la XI región, las zonas Norte I y II y Zona Sur I y II están a cargo de la consultora Aycon Ltda. Cabe destacar que la operación anual de cada zona esta parcializada mensualmente (XI primera quincena del mes y X región segunda quincena del mes), en la cual la operación comercial por nave corresponde a una salida mensual o hasta que cubran su cuota asignada, no excediendo los 5 días asignado por cada sub-zona.

i.- Zona de Calbuco

La primera fase del régimen operacional comienza con la preparación del zarpe. En esta actividad comienza con el aclarado y reparación del aparejo (espinel mixto), dañados en operaciones anteriores. Una vez finalizado si correspondiera, se realiza el proceso de encarnado si las condiciones climáticas lo permiten, en el caso contrario esta actividad se realiza rumbo al caladero. Una vez finalizada esta actividad se programa el zarpe. Dicha actividad comienza generalmente un día antes de la fecha de programación según el calendario de actividad de la zona, destacándose que el día calendario de actividad corresponde a la fecha de entrega o venta del producto a terceros o “proveedores”, que por lo general recolectan el desembarque de distintas naves. El zarpe se realiza preferentemente durante las 9:00 AM y las 12:00PM. Luego comienza la navegación a zona de pesca (**Golfo de Ancud**) que corresponde a una navegación de 3 a 4 horas desde Calbuco. Una vez ubicado el caladero que la mayoría de las veces corresponde a zonas ya predeterminadas por la actividad (buscando las “honduras”), que para lo cual utilizan demarcaciones como faros, cerros u otros puntos visibles,

además del tiempo de navegación al interior del Golfo a un rumbo determinado, los pescadores comienzan el lance de pesca.

Esta fase comienza posicionando los fondeos (“punteros”), que por lo general corresponden al tipo araña. Dicha actividad puede realizarse de dos maneras, la primera, contempla el posicionamiento de los dos fondeos, previo al calado del espinel. La segunda opción corresponde a una actividad secuencial y típica de calado de un aparejo, en el cual se posiciona el primer fondeo, luego se cala el espinel, terminando con el posicionamiento del segundo fondeo.

El calado del espinel se realiza en forma manual y sin la ayuda del motor de la embarcación cuando este es a favor de la corriente, en caso contrario esta faena se realiza con el apoyo del motor. El calado del aparejo, si las condiciones climáticas lo permiten, se realiza en dirección de la corriente y por lo general involucra un tiempo de 30 minutos por cada 10 espineles verticales, que por lo general se calan entre 50 y 70 espineles verticales, con un margen entre 30 y 50 anzuelos cada uno. El calado en verano se realiza como promedio entre 80 y 90 bz de profundidad, mientras que en invierno entre 140 y 150 bz, en relación al primer anzuelo del vertical.

Una vez finalizado el calado del aparejo, la embarcación se fondea en lugares aledaños (1 hora de navegación) hasta el aclarar del día siguiente. Luego se navega en dirección al aparejo donde comienza la actividad de virado, por el primer espinel vertical calado, si las condiciones lo permiten. Esta faena requiere de un tiempo aproximado entre 60 y 90 minutos por cada 10 espineles en condiciones normales y sin enredo, entendiendo que en condiciones de mal tiempo se vira de 1 vertical por vez, y en buenas condiciones de 2 y hasta 3 espineles verticales, con el apoyo de 2 o 3 tripulantes. Debido a que esta actividad se realiza en forma manual, requiere de 2 o 3 tripulantes; en el caso de 2 tripulantes, estos se dedican al virado y sacado de la captura (actividad que tarda entre 6 y 8 horas). En el caso de 3 tripulantes, el tercero se dedica principalmente al destripe y estiba de la captura, la cual puede ser en cubierta o en bodegas (a granel), dependiendo de su magnitud. Es importante mencionar que el destripe de la captura también puede realizarse rumbo a los puntos de venta, para así evitar el ataque de lobos, los cuales son atraídos por los restos que son arrojados al mar. La navegación rumbo a los puntos de venta, que por lo general están situados en un muelle de descarga en la zona de Calbuco se realizan entre las 19:00 y 24:00 como promedio e incluso en la madrugada del

día siguiente, debido a la congestión de embarcaciones (Anexo II). Además, la captura puede entregarse a lanchas de mayor tonelaje (goleta), que recogen la captura de las embarcaciones provenientes de islas aledañas o zonas en el cual el transporte terrestre no se puede efectuar.

ii.- Zona de Hualaihue

De igual manera que en la zona descrita anteriormente, el régimen operacional de esta zona comienza por alistar o amantillar la embarcación, y paralelamente, con el aclarado y reparación del aparejo de pesca, previo a la fecha de entrega. El aprovisionamiento de carnada de esta zona puede ser a diferencia de Puerto Montt y Calbuco, por parte del comercializador (preferentemente pejerrey y en un grado menor sardina común salada), que es obtenida preferentemente por el proveedor en la ciudad de Calbuco. A diferencia de la zona de Calbuco, el zarpe y recalada se realiza en el mismo día, tanto para la zona Norte como la Sur. Sin embargo, es importante mencionar que durante la faena realizada entre noviembre y abril, la actividad para la zona Norte se realiza preferentemente en el Seno de Seloncaví con punto de desembarque en las mismas caletas de las cuales pertenecen. Por el contrario entre los meses de mayo y octubre, la faena de pesca se realiza en el Golfo de Ancud, por lo cual la flota de la zona Norte (con autonomía) desembarca en caletas o puntos de desembarque más cercano al Golfo (por ejemplo, Rolecha, Tentelhué). Respecto a la flota de la zona Sur, la faena de pesca se realiza en el Golfo y el desembarque en sus respectivas caletas durante todo el año. En ambos casos los caladeros no están mas allá de 1 o 2 horas de navegación, respecto al punto de entrega de la captura. Debido a esto, el zarpe se realiza de madrugada entre las 5:00 y 7:00 AM de manera de aprovechar la luz del día y la entrega después de las 19:00 PM.

El calado del aparejo en esta zona al igual que en toda la pesquería se realiza en forma manual, preferentemente a favor de la corriente. En esta zona siendo un mismo aparejo, la línea de mano es operado fijo o a la gira. Esta diferenciación viene dada según la zona donde se realiza la faena de pesca, entendiéndose por esto que en la zona del Seno de Reloncaví el aparejo a utilizar por lo general es fijo (2 fondeos, “cuadrado”), mientras que para la toda la operación en el Golfo de Ancud, el aparejo a utilizar es a la “gira” (1 fondeo).

El proceso de calado comienza por posicionar el o los fondeos, según corresponda. Una vez hecha esta operación, se comienzan a calar los espineles, previamente encarnados (después de iniciado el zarpe y durante el mismo proceso de calado), arrojando el peso o

“potala”, con el vertical hasta que tope fondo, luego se vira entre 5 y 10 bz dependiendo de la marea, por donde pique el recurso o por la experiencia del pescador. El tiempo empleado en el calado fluctúa entre 2 y 2,5 horas por 10 verticales, calando en promedio 25 verticales, con 25 a 40 anzuelos cada uno. Una vez calado el aparejo de pesca, en el caso del aparejo fijo o “cuadrado” la tripulación vuelve a su caleta para darle tiempo de reposo, en el caso contrario (a la gira), la embarcación debe permanecer en el extremo opuesto al fondeo.

La faena de virado del aparejo requiere de un tiempo aproximado entre 2 a 3 horas por 10 verticales en condiciones normales y sin enredo, con el apoyo de 2 tripulantes. Una vez almacenada la captura (a granel), comienza el proceso de destripe, que se realiza rumbo al punto de venta o entrega, que por lo general están situados en lugares aledaños a la caleta, pudiendo o no existir muelles de descarga. En el caso que la captura sea menor a la cuota asignada al pescador, se vuelve a calar y encarnar en el mismo momento para lograr la cuota (Anexo II).

iii.- Zona de Puerto Montt

En esta zona ocurre una situación particular, ya que ambos aparejos, tanto de “retenida” como “línea de mano”, se presentan en esta zona, por lo que la flota que opera con “retenida”, tiene el mismo régimen operacional descrita anteriormente en la zona de Calbuco. Mientras que la flota que opera con “línea de mano” (flota de menor envergadura, preferentemente botes), presenta un régimen como en la zona de Hualaihue, con la diferencia que por lo general operan en el Seno de Reloncaví.

Finalmente como norma general la pesca realizada en el Seno de Reloncaví, tanto para la zona de Puerto Montt como para Hualaihue, los pescadores tienen los fondeos posicionados e individualizados de pescas anteriores y operan así durante toda la temporada de verano y sólo son levantados para ir al Golfo de Ancud.

Durante la pesca en el Golfo, se cala y se levanta todos los fondeos durante la faena de pesca (día de pesca) y no se dejan posicionados, debido esto al tráfico de embarcaciones y posibles pérdidas. Sin embargo es importante destacar, que en esta zona, el proceso de estiba de la captura se realiza en cajas, a diferencia de las zonas descritas anteriormente, donde sólo se guarda en cubierta o bodegas a granel.

iv.- Zona XI Región

Como ya se ha mencionado anteriormente, esta región utiliza en su totalidad el espinel vertical a la deriva, por tal motivo el régimen operacional para esta zona no presenta diferencias entre zonas como en la X región. Además es importante mencionar que producto de la geografía y condiciones climáticas más adversas en esta región, la faena de pesca se realiza en su totalidad durante el día.

Al igual que la operación realizada en la X región, el zarpe comienza de madrugada entre las 05:00 y 07:00 AM. Producto de la accidentada geografía de la región y a la escasa presencia de poblaciones, los pescadores durante la temporada de pesca levantan campamentos, localizándose cerca de los caladeros de pesca para poder realizar en tiempo, una faena de pesca de menor duración. Una vez realizado el zarpe, comienza el proceso de encarnado (preferentemente sardina común y pejerrey) rumbo a caladero, si las condiciones climáticas lo permiten, de lo contrario, la faena de encarnado se realiza en tierra. Una vez llegado a los caladeros de pesca (Canal Moraleda, canal Puyuhuapi, Isla Gala, Las Playas o Puerto Gaviota entre otros), comienza el proceso de calado. En este caso, cada espinel vertical es calado individualmente, sin el apoyo de fondeos, quedando este a la deriva. Por lo general los pescadores de esta zona, calan como promedio entre 30 y 35 espineles con un promedio de 40 anzuelos por espinel, con un tiempo promedio entre 2 y 3 horas. Una vez finalizado el calado, vuelven a tierra, dándole un tiempo de reposo promedio de 5 horas.

Producto de que los espineles verticales son de deriva, los pescadores requieren recorrer distancias para poder localizarlos (cada espinel tiene un distintivo para cada pescador), por lo cual requieren botes con motor fuera de borda para poder contrarrestar corrientes, oleaje y el viento. Una vez localizados los espineles la operación de virado comienza, pudiendo tomar hasta 4 horas, tiempo que va a variar, según la dispersión que tomaron los espineles durante el tiempo de reposo y según las condiciones climáticas.

Como regla general, en esta zona la entrega de la captura se realiza a lanchas acopiadoras que van de embarcación en embarcación recolectando la captura y así poder hacer la entrega de ésta a terceros o empresas "proveedoras". Al igual que la X región, en el caso que la embarcación no alcance la cuota de captura, los pescadores vuelven a encarnar y calar los espineles (Anexo II).

Objetivo 4.2. Documentar, describir y analizar el proceso de captura de merluza del sur con los aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal.

a) *Literatura científica disponible*

La literatura científica disponible, basada en el comportamiento de peces, permite complementar el entendimiento de la interacción entre la especie objetivo y el aparejo de pesca que emplea carnada. Durante el proceso de alimentación, los peces presentan un comportamiento que tiene una secuencia característica (Bardach y Villars, 1974), y está clasificada dentro de cuatro fases descritas por Atema (1971); primera aproximación (*aprousal*), localización (*search*), alimento retenido, (*food uptake*) y alimento ingerido (*food ingestion*). Las distintas respuestas de comportamiento de un pez, como respuesta a un anzuelo encarnado, son también bastante limitados (Ferno y Huse, 1983; Lokkeborg *et al.*, 1989), y muestran en general un patrón similar.

Este comportamiento o respuesta hacia anzuelos encarnados, es estimulada por aspectos químicos, visuales y físicos de la carnada. La primera fase del proceso de captura (*hooking process*), corresponde al primer estímulo (olfatorio) de los peces por efecto de la presencia de carnada en los aparejos de pesca, principalmente por una activación química, y la habilidad que ésta posee para atraerlos, en función a la extensión espacial que genera la carnada por efecto de los estímulos que desprende. El rol de los estímulos químicos en la atracción de peces en longline, es más importante en las faenas realizadas en el fondo que las pelágicas, quizás explicado por las migraciones de los peces en esta última.

Por otra parte, Carr y Derby (1986) y Lokkeborg (1990) comprobaron en sus estudios una tendencia en la relación entre tiempo de reposo y eficiencia en la captura, ya que existe un rápido decremento de la acción química de la carnada y su pérdida. Sin embargo, este decremento en la captura puede enmascarse por otros factores, especialmente en lo relativo al período máximo de actividad de alimentación (*feeding activity*), por lo cual la aparición de carnadas artificiales podrían entregar un mejor resultado en las capturas debido a su mayor tiempo relativo de acción.

En relación con la respuesta hacia la carnada, respecto de variables ambientales tales como la velocidad de la corriente y horas-luz, se ha podido observar distintos comportamientos. En lo

que respecta a la variable velocidad, Lokkeborg (1989) señala que el haddock y cod, responden negativamente en términos de actividad natatoria a velocidades superiores a los 18 cm/s, siendo más marcada en el haddock, lo que puede ser explicado probablemente por una optimización de la energía por parte del pez. Sin embargo, estudios realizados por Ferno *et al.*, (1986) a la especie whiting (*Merlangius merlangus*) indican que a corrientes fuertes, el comportamiento del pez hacia el anzuelo encarnado se ve potenciado en términos de su actividad natatoria y de reacción, pudiéndose explicar producto que los estímulos olfatorios fueron dispersados a una mayor distancia. En relación a la actividad del pez frente al ritmo diurno, ésta aumentó al amanecer y disminuyó en el crepúsculo en correspondencia del fotoperíodo estacional, siendo esta más marcada en el cod (Lokkeborg et al. 1989). Esta baja en la actividad durante la noche, puede ser causado por la migración vertical desde el fondo, observado tanto en cod como en haddock (Beamish, 1966). Respuestas similares de actividad se observaron en whiting hacia anzuelos encarnados (Ferno *et al.*, 1986) y en pruebas de laboratorio en varias especies de peces (Muller, 1978).

En las dos últimas fases (*food uptake* y *food ingestion*), la apariencia visual (forma y tamaño) juega un rol importante si la carnada es atacada. Sin embargo, es importante mencionar que la aceptación o ingesta de la carnada depende casi exclusivamente de la palatabilidad, entendiéndose por esto último, que tanto la textura como el sabor inciden claramente en la decisión final en lo que respecta a la ingesta o no de la carnada (Atema, 1980).

Varios estudios sobre la preferencias de las presas por parte del pez, han demostrado una selección por tamaño de éstas (Hart, 1986), y la visión es probablemente importante cuando se juzga el tamaño de la carnada. Observaciones en el comportamiento mostraron que especies como el cod y haddock frecuentemente muestran una respuesta de “saboreo” (*sucked*) en carnadas pequeñas más que en carnadas de mayor tamaño dentro de su boca (Johannesen *et al.*, 1993). Estudios llevados a cabo en cod, con un decremento en el tamaño de las carnadas, dieron un incremento en los rendimiento de pesca, sólo en ejemplares pequeños o de baja talla, indicando que existe una selectividad a la talla (Lokkeborg, 1990).

En experiencias con tamaños de carnada mayores se capturaron ejemplares de cod con una talla promedio mayor, lo que podría reflejar una relación entre el tamaño del predador y el tamaño de la presa (Werner, 1974; Lokkeborg, 1990).

De acuerdo a lo anterior, Skeide *et al.* (1986) encontraron que durante experiencias de pesca con distintos tamaños de carnada y diseños de anzuelos, el comportamiento de los peces y resultado de la pesca fueron distintos entre especies como el haddock y cod. Una de las conclusiones más importantes fue que con un decremento en el tamaño de las carnadas, se incrementó considerablemente los rendimientos de pesca para la especie haddock, mientras que para el cod, los resultados no fueron concluyentes (Johannessen, 1983). Una carnada pequeña, incrementa la probabilidad de mordiscos en el anzuelo, pudiendo incrementar el proceso de captura en el haddock. El cod desde otra perspectiva puede engullir carnadas más grandes, dentro de la cavidad bucal, y el tamaño de la carnada no influirá en el grado de éxito en la captura, por lo cual una mejora en el diseño del anzuelo traerá como resultado una mejor captura en haddock que en cod (Skeide *et al.*, 1986).

Con respecto a lo anterior, para especies que realizan mordiscos (biting) en parte de la carnada y consecuentemente con enganches en la mandíbula, los parámetros de tamaño de carnada y diseño del anzuelo son más importantes para el mejoramiento en la eficiencia de captura en los longline (Lokkeborg, 1989). Sin embargo, para especies que más a menudo tragan la carnada, tienen una mayor probabilidad de enganche en el proceso de captura, el tamaño de la carnada y el diseño del anzuelo, tendrán una menor influencia sobre la eficiencia en la captura.

En relación al comportamiento de haddock y cod se ha podido observar la existencia de diferencias entre estas especies frente a los aparejos de pesca con carnada (longline) (Lokkeborg *et al.*, 1989). Respecto a esta experiencia, más ejemplares de haddock atacaron la carnada en comparación al cod, sin embargo esta respuesta fue menos intensa (actividad) para el haddock, caracterizada generalmente por repetidos mordiscos a fracciones de la carnada, mientras que el cod en cambio, ingirió completamente la carnada con lo cual incrementó la probabilidad de éxito en la retención (*getting hooked*). Después de la ingesta, ambas especies realizaron “jerks” y “rushes”, pero la respuesta del cod fue más intensa, pudiendo entenderse por la preferencia a alimentarse de presas de mayor actividad natatoria (Jones, 1978 y Casey *et al.*, 1986).

Las últimas fases de la secuencia de alimentación, *food uptake* y *food ingestion*, podrían llevar al enganche (*hooking*) si el anzuelo encarnado penetra el tejido de la cavidad bucal o tracto digestivo. La fase de captura ocurre generalmente cuando el pez nada rápidamente

(rush) o realiza movimientos rápidos de la cabeza (jerk), mientras el anzuelo encarnado esta dentro de la cavidad bucal (Huse y Ferno, 1990). Los movimientos rápidos, podrían aumentar la probabilidad de escape después que ha sido enganchado, mientras que cuando el pez realiza natación y movimientos rápidos de la cabeza, estos ayudan en el proceso para liberar la carnada del anzuelo.

Observaciones directas

Existen diversos trabajos realizados en selectividad con respecto a la influencia en el tamaño de la carnada y el tamaño y diseño de los anzuelos, relativos a su incidencia en los rendimientos de pesca y estructuras de talla en la captura (Ferno *et al.*, 1986). Sin embargo, pocos son los estudios realizados sobre el comportamiento de peces respecto a la pesquería de longline que entregan una descripción general de estos frente al anzuelo, especialmente en especies similares a la merluza del sur o de la familia de los *gádidos* (Johnstone y Hawkins, 1981).

Lokkeborg *et al.* (1989) y Kaimmer (1998) demostraron que los mejores resultados de observaciones directas realizado a especies como el haddock (*Melanogrammus aeglefinus*), cod (*Gadus morhua*) y Pacific halibut (*H. Hippoglossus*) han sido llevadas a cabo desde plataformas petrolíferas, ya que proveen concentraciones estables de peces sin mayores interferencias del ambiente externo, como de naves pesqueras o de otra índole que pueden afectar el entorno de dicha agregación (Bjordal y Ferno, 1983).

b) Filmaciones submarinas

Teniendo en cuenta que el presente estudio tiene por objetivo describir y analizar el proceso de captura de la merluza del sur, perteneciente a la familia de los *gádidos*, se tomó como referencia el estudio llevado a cabo por Lokkeborg *et al.* (1989), quienes trabajaron con las especies haddock y cod, analizando y describiendo el comportamiento de estos peces frente a anzuelos encarnados, con el apoyo de una cámara submarina. De acuerdo a lo anterior, la investigación de este autor categorizó la conducta del pez como; i) Sin respuesta, donde el pez

nada sin reacción aparente frente a la carnada y ii) Con respuesta, en cual el pez responde a la carnada.

Los peces pueden presentar una serie de respuestas frente a la carnada, las que de acuerdo a He (1996), Kaimmer (1998) y Godo *et al.* (1997) es posible definir y clasificar como:

a) Ataque

Acercamiento (approach): El pez nada en dirección a la carnada y luego dobla sin contacto alguno.

Prueba (taste): Toca la carnada con los labios o barbilla.

Mordida incompleta (incomplete bite): Muerde la carnada, pero sin cerrar la boca.

Mordida completa (complete bite): Saborea toda la carnada dentro de la boca y finalmente la cierra.

b) Manejo

Masticar (bite): Proceso en el cual el pez mastica la carnada hasta quedar enganchado.

Sacudir (jerk): Movimiento rápido de la cabeza con la carnada en el hocico

Tiro Suave: Tiro de baja intensidad.

Natación Rápida (rush): Nadar rápidamente con la carnada en la boca.

Tirar (pull): Nadar lentamente con la carnada en el hocico.

c) Terminal

Salida de la carnada: La carnada se cae del hocico, o se sale de éste debido a un tirón.

Captura (hooking) : Retener carnada en el hocico por a lo menos 30 segundos, mientras el pez tira violentamente.

Filmaciones Submarinas en Proyecto FIP N° 2002-08

En total, se llevaron a cabo 5 series de filmación, cada una de las cuales tuvo una duración mínima de 45 min, llegando hasta los 65 min. Estas 5 filmaciones representan 275 min totales de grabación, lo que representó casi duplicar el tiempo comprometido en la propuesta técnica. Con esta información se procedió a la revisión y selección del material de grabación

registrado en terreno, editándose series de videos en los cuales se observó presencia del recurso objetivo.

Con el objetivo de describir el proceso de captura a partir de las filmaciones, se procedió a utilizar la clasificación presentada anteriormente, la que permite identificar y cuantificar las diferentes fases del proceso de captura, basadas en el ataque, manejo y terminal de éste.

Análisis general de las observaciones de acuerdo al comportamiento del pez

Durante las filmaciones realizadas sobre el aparejo de pesca, se observó un total de 15 ejemplares de merluza austral, de los cuales doce (80%) presentaron algún tipo de respuesta frente a la carnada, mientras que los tres restantes (20%) tuvieron una conducta pasiva, sin apreciarse ninguna respuesta frente al anzuelo (Tabla 10).

Como se mencionara anteriormente, de los trabajos realizados por He (1996), Kaimmer (1999) y Godo *et al.* (1997) se desprende la existencia de tres fases básicas en el proceso de captura; ataque, manejo y terminal, cada una de las cuales posee una serie de características de comportamiento. De acuerdo lo anterior, y en base a los ejemplares de merluza del sur que presentaron respuesta frente al anzuelo en las filmaciones, se desprende lo siguiente:

Ataque

- *Acercamiento.* De acuerdo a las filmaciones analizadas, se observó que doce ejemplares presentaron un cambio en su comportamiento frente a la carnada, nadando en dirección a ella lentamente. En general, la mayoría de estos peces se acercaron en forma perpendicular hacia la carnada, sin realizar movimientos bruscos.
- *Prueba (Taste).* Se observó que sólo un pez tocó la carnada con los labios o barbilla como una primera instancia, para luego alejarse rápidamente del anzuelo.
- *Mordida incompleta.* En esta acción el pez saborea y muerde la carnada pero no cierra su boca. Este comportamiento fue observado en dos ejemplares durante las filmaciones.
- *Mordida completa.* Durante las filmaciones se observó a dos peces saborear y “engullir” la carnada vorazmente, cerrando posteriormente su hocico.

Manejo

- *Natación rápida (Rush)*. Dos peces presentaron aceleración en su ritmo de natación, alejándose del aparejo con la carnada en el hocico.
- *Tirar (Pull)*. Se observó en las filmaciones dos ejemplares con la carnada en la boca nadando lentamente en forma circular, tirando del anzuelo encarnado.

Terminal

- *Carnada no retenida*. En las filmaciones fue posible observar este comportamiento en dos ejemplares, destacándose que uno de ellos expulsó la carnada fuera de su hocico (*spitting*) para posteriormente alejarse lentamente del aparejo, mientras que el otro no quedó retenido en el anzuelo.

Tabla 10

Cuantificación del tipo de comportamiento del recurso merluza austral frente al anzuelo observado en las filmaciones submarinas.

			Pez nº															TOTAL	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Sin respuesta									x	x	x							3	
Con respuesta	Ataque	Acercamiento	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x		12	
		Prueba					x											1	
		Mordida inc.					x	x											2
		Mordida com.	x						x										2
	Manejo	Masticar																	0
		Jerk							x										1
		Rush	x						x										2
		Tirar	x						x										2
	Terminal	Retenido																	0
		No retenido	x						x										2

Nota: En un CD anexo al presente documento se envían las filmaciones submarinas editadas.

Revisión de imágenes submarinas

A continuación se presenta una breve síntesis con las reacciones que presentaron los ejemplares filmados, clasificados según su tipo de comportamiento.

- Figura 14: Muestra un pez acercándose a la carnada, nadando en forma lenta, inspeccionando, pero sin presentar reacción de ataque a la carnada. Este pez luego de su inspección, no realiza cambio de rumbo ni de velocidad de natación.
- Figura 15: Se observa un pez que se acerca frontalmente a la carnada, preparándose para realizar ataque. El anzuelo corresponde al N° 3 y la carnada es un trozo de merluza de cola.
- Figura 16: Este pez realiza un acercamiento lateral hacia la carnada, gira inspeccionando su entorno, pero no realiza ataque.
- Figura 17: El pez en cuestión realiza acercamiento desde la parte inferior de la carnada, sin realizar ataque.
- Figura 18: El pez se acerca a la carnada, inspecciona y presenta una reacción de escape, cambiando su rumbo y velocidad de natación.



Figura 14. Acercamiento y natación lenta.



Figura 15. Acercamiento frontal a la carnada.



Figura 16. Acercamiento lateral.



Figura 17. Acercamiento por la parte inferior.



Figura 18. Acercamiento, inspección y escape.

- Figura 19. Aún cuando la imagen no es clara, se observó un pez atacando la carnada desde la parte inferior.

- Figura 20. En esta imagen se observa de mejor forma el acercamiento y ataque que realizó un pez a la carnada, aún cuando no fue una mordida exitosa.



Figura 19. Ataque de la carnada.



Figura 20. Acercamiento y ataque.

- Figura 21. El pez, luego de realizar el ataque de la carnada y encontrarse ésta al interior de su hocico, realizó manejo de la carnada, nadando en distintas direcciones y velocidades.

- Figuras 22 y 23. Se observa que el pez realiza manejo de la carnada, cambiando dirección y velocidad de natación, para luego entrar a la fase terminal sin quedar retenido en el anzuelo.



Figura 21. Ataque y manejo de carnada.



Figura 22. Manejo de la carnada.



Figura 23. Fase terminal sin retención.

c) *Experiencia de los pescadores artesanales*

Durante las entrevistas realizadas a pescadores experimentados, se pudo conocer que muchos participantes en la pesquería, derivados de la pesca con espinel sobre otros recursos como albacora y bacalao, emplearon los anzuelos que disponían, de mayor tamaño a los actualmente utilizados, para la captura de merluza del sur. La experiencia indicó que estas componentes permitían capturar el recurso, sin embargo derivaron a anzuelos más pequeños por los resultados logrados por sus pares insertos en la pesquería, quienes capturaban en forma similar pero con menores costos asociados a la mantención del aparejo. Este hecho permite destacar la factibilidad de capturar el recurso con anzuelos de mayor tamaño, como son numeraciones 3 o 4.

En lo relativo a la voracidad del recurso, es posible señalar que la forma de retención, demostrada por la posición de enganche del anzuelo en el hocico del pez, permite dar una perspectiva aproximada de su comportamiento de ataque y manejo. Es así que los pescadores expusieron que la mayor proporción de la captura se encuentra retenida con el anzuelo en la fracción posterior de la cavidad bucal o en el esófago. Esto podría indicar que la mayor parte de los peces capturados realizan, como forma de alimentación, mordidas completas, siendo

entonces más importante que las fases de prueba, lo cual eventualmente sería un indicador de voracidad del recurso.

Al realizar durante la presente investigación el monitoreo comercial de la flota, fue factible corroborar la información proporcionada por los pescadores respecto a la voracidad del recurso. Lo anterior es posible explicarlo a través de una situación ocurrente en la pesquería, en la cual durante el proceso de virado, se observó que ejemplares de merluza de cola (mayores de 25 cm) retenidas en el anzuelo se encontraron totalmente al interior de la cavidad bucal de ejemplares de merluza del sur.

Objetivo 4.3. Determinar los rendimientos, estructura de tallas (por sexo) de la captura total (desembarque más descarte) y condición reproductiva de merluza del sur obtenida por la flota artesanal, con los aparejos de pesca actualmente utilizados.

El monitoreo de la actividad comercial en la X Región se realizó empleando embarcaciones de 4 caletas distintas, siendo estas Calbuco, Chiquihue, Contao y Tentelhué. No obstante lo anterior, las zonas de operación de estas embarcaciones son comunes, razón por la cual no fue posible analizar la información en forma espacial, sino sólo en forma temporal. La operación de pesca se realizó en función a la distribución del recurso, por lo cual entre febrero y junio la totalidad de los lances fueron realizados en el Seno de Reloncaví, mientras que en julio y septiembre la operación se trasladó al Golfo de Ancud (Fig. 24).

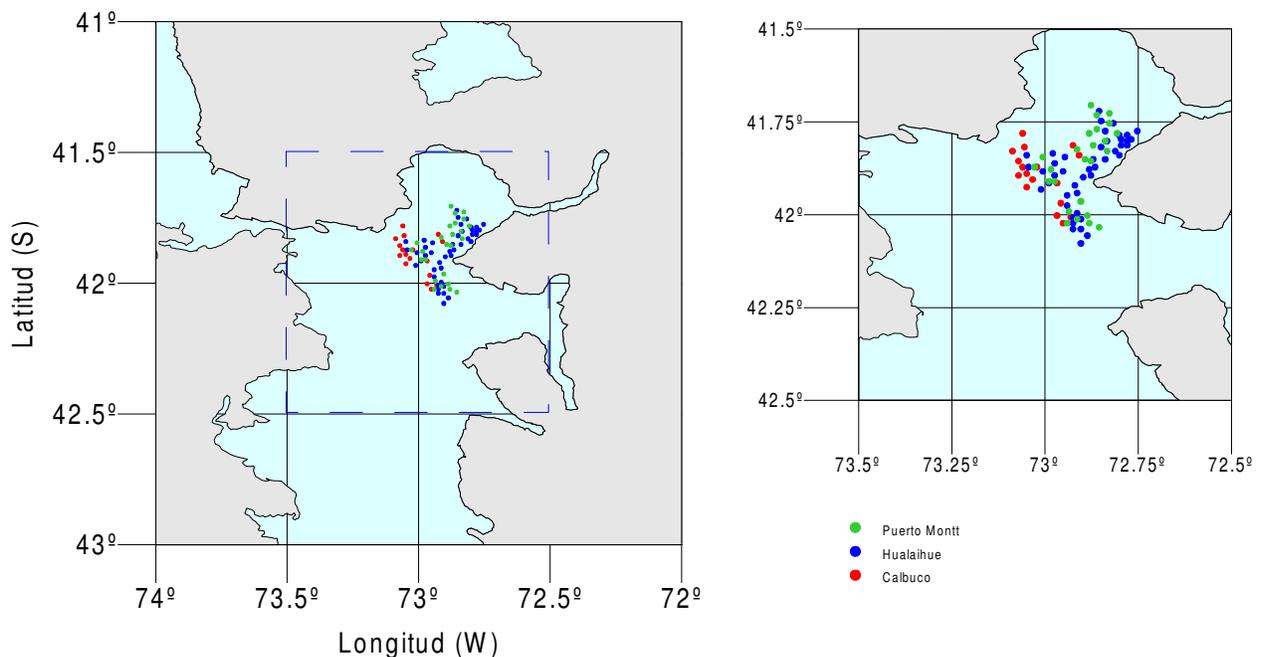


Figura 24. Posición de lances realizados en pesca comercial y pesca de investigación en la X Región.

En la XI Región, el monitoreo de la operación comercial de la flota se realizó entre febrero y mayo, considerando para ello embarcaciones provenientes de las cuatro zonas; Norte 1, Norte 2, Sur 1 y Sur 2. Estas embarcaciones operaron principalmente en el Canal Puyuhuapi, Canal Moraleda y Puerto Gaviota, junto a otras zonas visitadas en menor frecuencia, como son Casa Picara, Isla Gala y Las Playas. En términos globales, en la X Región se llevó a cabo el monitoreo de 76 lances comerciales entre febrero y septiembre, realizando muestreo de tallas

de 21.418 ejemplares de un total de 22.898 ejemplares capturados. En la XI Región en tanto, se monitoreo un total de 43 lances entre febrero y mayo, realizando muestreo de tallas del total capturado, correspondiente a 6.580 ejemplares.

a) Proporción de hembras

La proporción de hembras en la X Región fluctuó entre un 32,9% y 38,4% del total de ejemplares capturados, mientras que en la XI Región esta proporción fluctuó entre un 44,8% y 49,9% de los ejemplares. En términos estacionales, la menor proporción de hembras en la X Región se observó en junio-julio (32,9%), mientras que en la XI Región se observó en febrero-marzo (44,8%) (Tabla 11).

Tabla 11. Proporción de hembras en las capturas y sus límites de confianza.

	Febrero-Marzo		Abril-Mayo		Junio-Julio		Agosto-Septiembre	
	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región
L. Inferior	37,0%	44,0%	37,5%	49,3%	32,4%	--	36,3%	--
Ph	37,9%	44,8%	38,2%	50,0%	32,9%	--	38,4%	--
L. Superior	38,8%	45,6%	38,9%	50,6%	33,3%	--	40,5%	--

b) Proporción de ejemplares a la talla

El análisis de la proporción de ejemplares a la talla por sexo permitió determinar que en la X Región, tanto en machos como hembras, existe una distribución bimodal. Se observó una moda principal para machos en 70,5 cm en febrero-marzo, en 62,5 cm en abril-mayo, 71,5 cm en junio-julio y 62,5 cm en agosto-septiembre. Para hembras en tanto, se observó una tendencia similar en el tiempo, aún cuando las modas principales generalmente fueron mayores, siendo éstas de 72,5 cm en febrero-marzo, 62,5 cm en abril-mayo y 73,5 cm en junio-julio, a excepción del periodo agosto-septiembre en el cual la moda principal fue de 60,5 cm (Figuras 25 y 26).

De acuerdo al análisis realizado, se puede ver la presencia de 2 modas, existiendo una alternancia entre la moda principal y la moda secundaria en los periodos de muestreo. Es así que en machos, la moda secundaria correspondió a 60,5 cm en febrero-marzo, 70,5 cm en abril-mayo, 62,5 cm en junio-julio y 72,5 cm en agosto-septiembre, mientras que para las hembras las modas secundarias correspondieron a 60,5, 70,5, 61,5 y 70,5 cm, respectivamente. En la XI Región se observó que los machos presentaron una distribución de

tres modas, encontrándose la moda principal entorno a los 76,5 cm en ambos periodos de muestreo. Las modas secundarias correspondieron a 60,5 y 54,5 cm en febrero-marzo, mientras que en abril-mayo éstas correspondieron a 64,5 y 54,5 cm. Para las hembras la situación fue distinta, observándose la presencia de dos modas, siendo la principal de 77,5 cm en febrero-marzo, mientras que en el periodo junio-julio se presentaron dos modas principales, en 64,5 y 80,5 cm (Figuras 25 y 26).

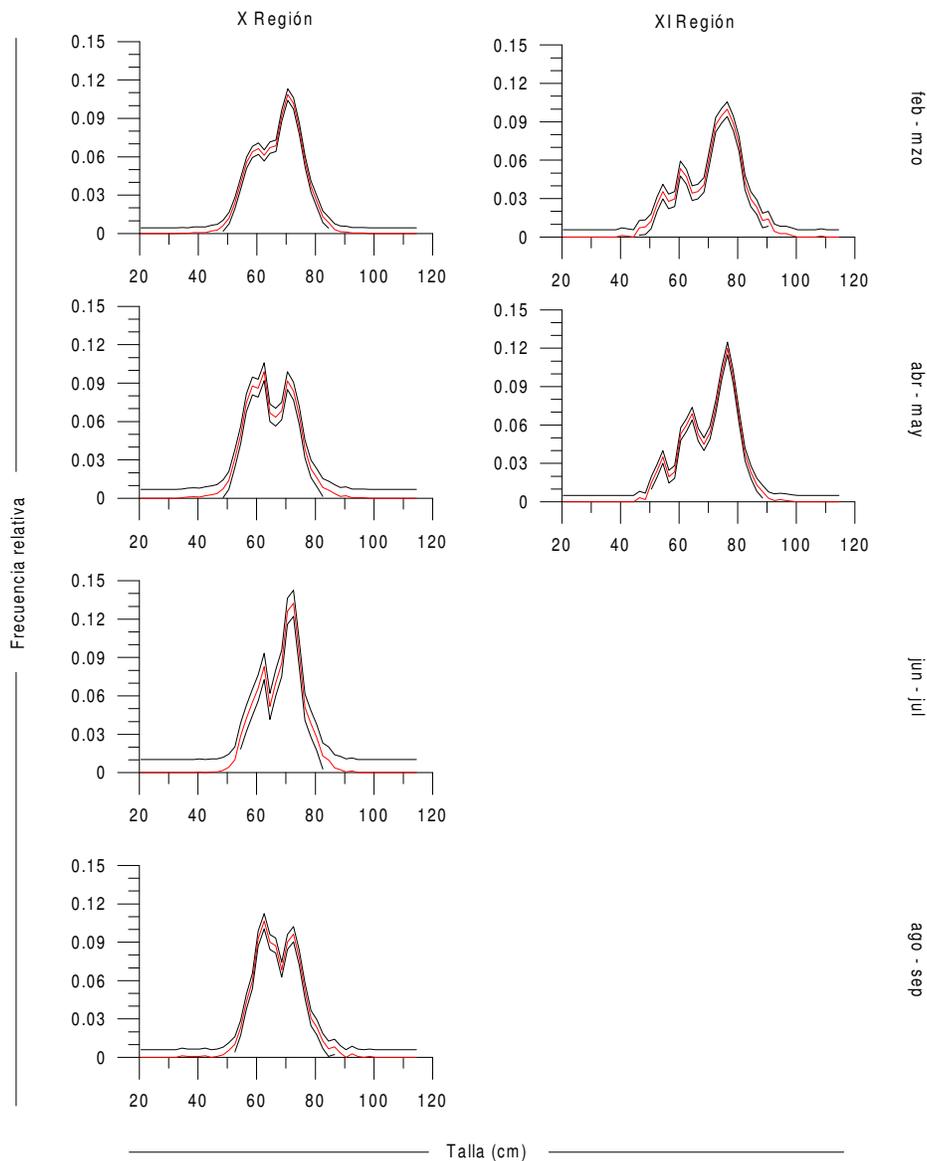


Figura 25. Estructura de tallas de los machos presentes en las capturas¹ y sus bandas de confianza, por región y periodo.

¹ La línea roja representa la proporción de ejemplares a la talla, mientras que la línea negra representa las bandas de confianza.

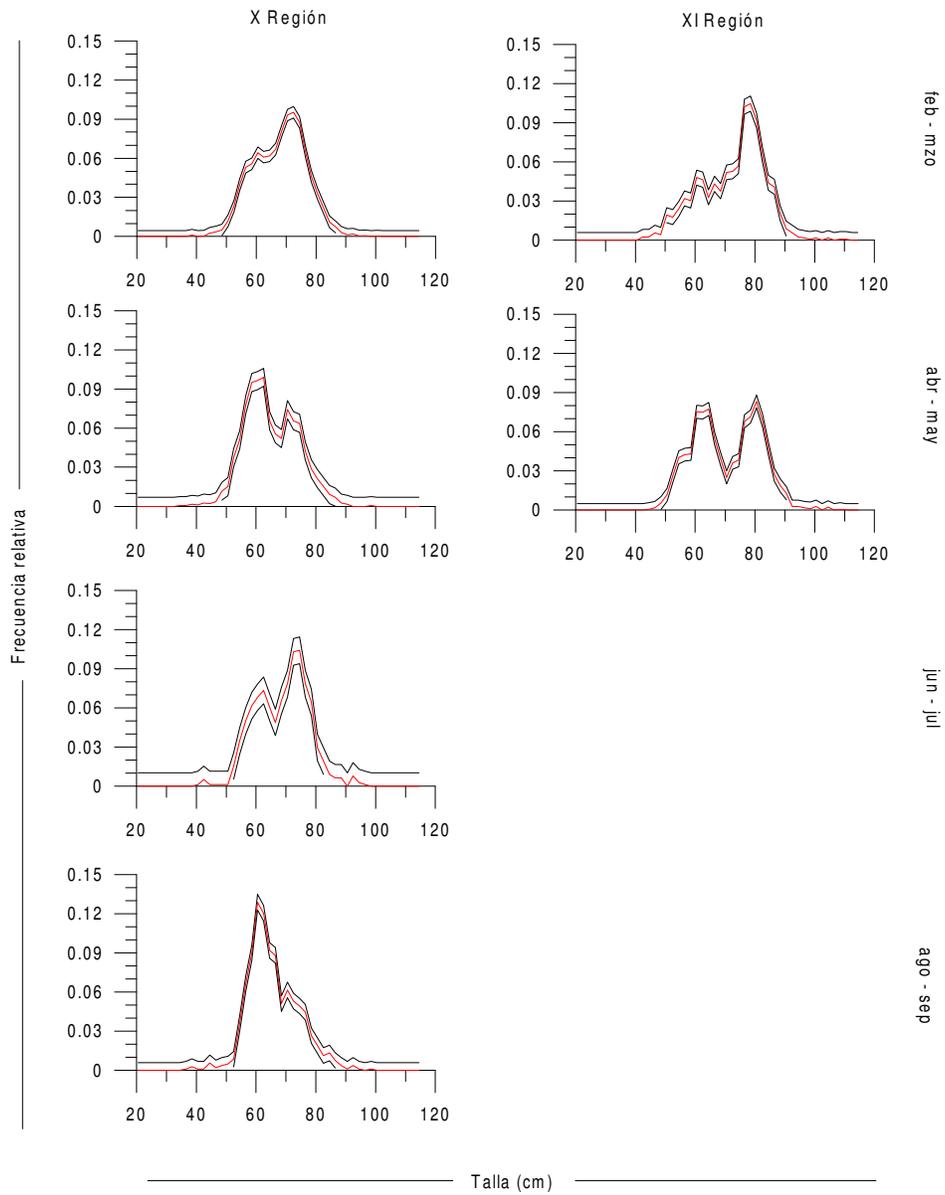


Figura 26. Estructura de tallas de las hembras presentes en las capturas y sus bandas de confianza, por región y periodo.

c) Talla media

En términos temporales, y basándose en el muestreo realizado a 21.418 ejemplares en la X Región y 6.580 en la XI Región, se determinó que la talla media de los ejemplares capturados en la X Región en el periodo febrero-marzo fue de 67,4 cm, en abril-mayo fue de 65,1 cm, en junio-julio fue de 68,5 cm y en agosto-septiembre fue de 66,9 cm, para sexos combinados (Tabla 12). Las hembras presentaron una talla media entre 65,0 cm (abril-mayo) y 68,7 cm (junio-julio), mientras que los machos entre 65,2 cm (abril-mayo) y 68,3 cm (junio-julio) (Tablas 13 y 14).

En la XI Región la talla media de los ejemplares capturados en el periodo febrero-marzo fue de 72,0 cm y en abril-mayo fue de 70,7 cm, para sexos combinados (Tabla 12). La talla media de las hembras varió entre 70,7 cm (abril-mayo) y 72,7 cm (febrero-marzo), mientras que los machos entre 70,8 cm (abril-mayo) y 71,4 cm (febrero-marzo) (Tablas 13 y 14).

Tabla 12. Talla media (cm) de los ejemplares capturados y sus límites de confianza.

	Febrero-Marzo		Abril-Mayo		Junio-Julio		Agosto-Septiembre	
	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región
L. Inf.	67,2	71,7	64,8	70,4	67,9	--	66,6	--
T. media	67,4	72,0	65,1	70,7	68,5	--	66,9	--
L. Sup.	67,6	72,3	65,5	71,0	69,0	--	67,2	--

Tabla 13. Talla media (cm) de las hembras capturadas y sus límites de confianza.

	Febrero-Marzo		Abril-Mayo		Junio-Julio		Agosto-Septiembre	
	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región
L. Inf.	67,6	72,4	64,7	70,4	68,2	--	65,6	--
T. media	67,9	72,7	65,0	70,7	68,7	--	65,9	--
L. Sup.	68,1	73,0	65,4	70,9	69,2	--	66,2	--

Tabla 14. Talla media (cm) de los machos capturados y sus límites de confianza.

	Febrero-Marzo		Abril-Mayo		Junio-Julio		Agosto-Septiembre	
	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región
L. Inf.	66,9	71,1	64,8	70,5	67,8	--	67,3	--
T. media	67,1	71,4	65,2	70,8	68,3	--	67,6	--
L. Sup.	67,4	71,8	65,5	71,1	68,8	--	67,9	--

d) **Peso medio**

Se determinó la relación talla-peso por sexo y para ambos sexos combinados, sobre una base de 523 ejemplares de merluza del sur muestreados en distintas zonas. La función de poder determinada presentó un coeficiente de correlación R^2 superior a 0,93, siendo los parámetros de ajuste los siguientes:

	a	b	R²
Sexos combinados	4,873E-06	3,044	0,937
Hembras	4,287E-06	3,076	0,947
Machos	5,206E-06	3,027	0,930

De acuerdo a los muestreos realizados en la X Región, el peso medio de los ejemplares en febrero-marzo fue de 1,88 kg, donde el peso medio de las hembras fue de 1,95 kg y el de los machos 1,84 kg. El mismo efecto se observó en los periodos restantes, donde las hembras presentaron un peso medio superior al de los machos, a excepción del periodo agosto-septiembre donde el peso medio de los machos fue de 1,87 kg mientras que el de las hembras fue de 1,78 kg. En forma global, el menor peso medio por sexos combinados se registró en el periodo abril-mayo, el que correspondió a 1,70 kg, mientras que en el periodo junio-julio se registró el mayor peso medio equivalente a 1,96 kg.

En la XI Región los ejemplares capturados presentaron un mayor peso medio que los ejemplares de la X Región, siendo de 2,33 kg en el periodo febrero-marzo y de 2,21 kg en abril-mayo (Tabla 15).

Tabla 15. Peso medio (kg) de los ejemplares capturados y sus límites de confianza.

	Febrero-Marzo		Abril-Mayo		Junio-Julio		Agosto-Septiembre	
	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región
L. Inf.	1,81	2,21	1,61	2,11	1,81	--	1,68	--
Peso med	1,88	2,33	1,70	2,21	1,96	--	1,84	--
L. Sup.	1,95	2,46	1,79	2,31	2,11	--	2,00	--

e) Rendimiento de pesca

Durante el monitoreo de la operación comercial se registró un total de 90.903 anzuelos virados en la X Región, mientras que en la XI Región se registró un total de 57.070 anzuelos virados. En términos globales, en los 119 lances de pesca comercial monitoreados se registró un total de 147.973 anzuelos virados. Cabe señalar que los anzuelos utilizados correspondieron principalmente a los del tipo Kirby N° 7, y en menor grado de numeración N° 8.

i.- Rendimiento en número (individuos por 100 anzuelos virados)

En la X Región, el rendimiento de pesca presentó una marcada tendencia a la disminución en el transcurso de los meses, siendo inicialmente de 30,8 (ind/100anz) en el periodo febrero-marzo, para luego disminuir a 27,1 (ind/100 anz) en abril-mayo, 19,3 (ind/100 anz) en junio-julio y 14,7 (ind/100anz) en agosto-septiembre (Tabla 16).

En la XI Región, los rendimientos de pesca fueron inferiores a los observados en la X Región, correspondiendo a 11,8 (ind/100 anz) en febrero-marzo y 11,3 (ind/100 anz) en abril-mayo (Tabla 16).

Tabla 16. Rendimiento de pesca (ind/100 anz) y sus límites de confianza.

	Febrero-Marzo		Abril-Mayo		Junio-Julio		Agosto-Septiembre	
	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región
L. Inf.	28,2	9,9	22,7	10,1	16,1	--	10,7	--
CPUE	30,8	11,8	27,1	11,3	19,3	--	14,7	--
L. Sup.	33,4	13,7	31,5	12,6	22,5	--	18,6	--

ii.- Rendimiento en peso (kg por 100 anzuelos virados)

Al igual que en el rendimiento en número, el rendimiento en peso reflejó una tendencia a la disminución en las capturas realizadas en la X Región. En el periodo febrero-marzo se observó que el mayor rendimiento, equivalente a 58,0 (kg/100 anz), disminuyendo luego a 46,1 y 37,7 (kg/100 anz) en los periodos abril-mayo y junio-julio, respectivamente. El menor rendimiento en peso correspondió al periodo agosto-septiembre con 26,9 (kg/100anz). Por su

parte, en la XI Región los rendimientos de pesca fueron 27,6 (kg/100 anz) en febrero-marzo y 25,2 (kg/100 anz) en abril-mayo (Tabla 17).

Tabla 17. Rendimiento de pesca (kg/100 anz) y sus límites de confianza.

	Febrero-Marzo		Abril-Mayo		Junio-Julio		Agosto-Septiembre	
	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región
L. Inf.	52,9	23,1	38,0	21,5	30,1	--	18,8	--
CPUE	58,0	27,6	46,1	25,2	37,7	--	26,9	--
L. Sup.	63,1	32,0	54,2	28,8	45,3	--	35,0	--

f) Captura

La captura total (retenida + descarte) registrada durante el monitoreo comercial correspondió a 29.480 ejemplares de merluza del sur, lo que en peso se traduce a 57.140 kg. En términos de retención y descarte, es necesario mencionar que esta diferenciación responde fundamentalmente a la forma en que la flota comercializa su captura, debido a que las empresas compradoras fijan un tamaño mínimo de los ejemplares, establecido éste en 62 cm de longitud. De acuerdo a lo observado durante el monitoreo, la totalidad de la captura es desembarcada, no obstante sólo una fracción es finalmente comercializada a empresas procesadoras. Esta fracción comercializada es la que los pescadores declaran al Servicio Nacional de Pesca, siendo el saldo restante de captura, constituido por ejemplares inferiores a 62 cm, la fracción no declarada y que para estos efectos se ha denominado descarte.

Para fines de análisis de la información, se estableció que toda aquella fracción de la captura igual o superior a 62 cm de longitud corresponde a “retención”, mientras que la fracción de captura inferior a 62 cm de longitud corresponde a “descarte”.

Bajo esta condición, se determinó que la fracción retenida en la X Región fue mayor en el periodo junio-julio (77,9% en número y 87,5% en peso), respondiendo a la mayor talla de los ejemplares capturados. En el periodo abril-mayo en cambio, la retención fue menor, correspondiendo al 62,5% en número y 76,6% en peso. Por su parte, en el periodo febrero-marzo la retención alcanzó al 73,1% en número y 84,8% en peso, valores similares a los registrados en agosto-septiembre, en el cual la retención alcanzó 72,7% en número y 83,3% en peso (Tablas 18 y 19).

En la XI Región, la retención fue similar en los periodos febrero-marzo y abril-mayo, con porcentajes entorno al 80% de retención en número y 90% en peso (Tablas 18 y 19).

Tabla 18. Captura total, retención y descarte en número y porcentual.

	Febrero-Marzo		Abril-Mayo		Junio-Julio		Agosto-Septiembre	
	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región
Captura	12.642	2.805	5.187	3.775	2.364	--	2.707	--
Retención	9.241 (73,1%)	2.261 (80,6%)	3.243 (62,5%)	2.981 (79,0%)	1.843 (77,9%)	--	1.968 (72,7%)	--
Descarte	3.401 (26,9%)	544 (19,4%)	1.944 (37,5%)	794 (21,0%)	521 (22,1%)	--	739 (27,3%)	--

Tabla 19. Captura total, retención y descarte en peso (kg) y porcentual.

	Febrero-Marzo		Abril-Mayo		Junio-Julio		Agosto-Septiembre	
	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región	X Región	XI Región
Captura	23.787	6.560	8.831	8.374	4.623	--	4.965	--
Retención	20.174 (84,8%)	6,000 (91,5%)	6,766 (76,6%)	7,525 (89,9%)	4,046 (87,5%)	--	4.134 (83,3%)	--
Descarte	3,613 (15,2%)	560 (8,5%)	2,065 (23,4%)	849 (10,1%)	577 (12,5%)	--	831 (16,7%)	--

Del análisis por sexo realizado a las capturas, se determinó que la retención de hembras de merluza del sur en la X Región fluctuó entre un 60 y 76% en número, y 75 y 87% en peso. En machos en tanto, la retención fluctuó entre un 63 y 78% en número, y 77 y 88% en peso. Se destaca en los resultados el descarte realizado en el periodo abril-mayo, el cual alcanzó niveles entorno al 38% en número y 24% en peso (Figuras 27 y 28; Tablas 20 y 21).

En la XI Región, la retención de ejemplares hembra fluctuó entre un 75 y 81% de la captura total cuantificada en número, lo que en peso representó entre un 88 y 92%. En machos, la fracción retenida alcanzó valores entorno al 80% en número y 90% en peso. El mayor descarte en ambos sexos se produjo en el periodo abril-mayo, equivalentes al 23% en número y 11% en peso (Figuras 27 y 28; Tablas 20 y 21).

Tabla 20. Captura total, retención y descarte en número por sexo.

Zona/Periodo		Sexo	Captura	Retención	Descarte
X Región	Feb-Mzo	Hembras	4.755	3.513	1.243
		Machos	7.887	5.765	2.122
	Abr-Myo	Hembras	1.974	1.192	782
		Machos	3.213	2.009	1.204
	Jun-Jul	Hembras	773	586	187
		Machos	1.591	1.240	351
	Ago-Sep	Hembras	1.090	718	372
		Machos	1.617	1.250	367
XI Región	Feb-Mzo	Hembras	1.253	1.021	232
		Machos	1.552	1.251	301
	Abr-Myo	Hembras	1.887	1.423	464
		Machos	1.888	1.491	397

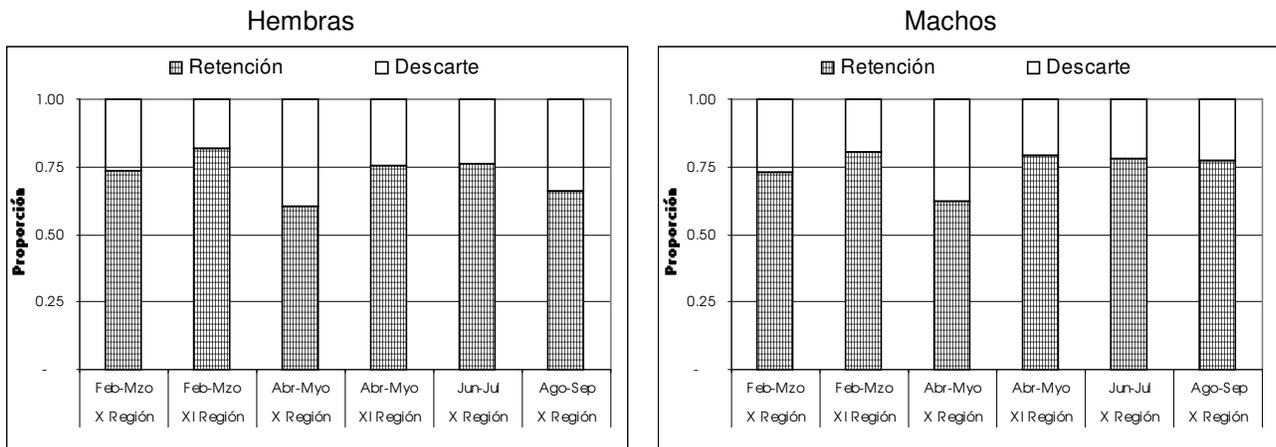


Figura 27. Proporción de retención y descarte de merluza del sur por sexo, periodo y región, en función al número de ejemplares.

Tabla 21. Captura total, retención y descarte en peso (kg) por sexo.

Zona/Periodo		Sexo	Captura	Retención	Descarte
X Región	Feb-Mzo	Hembras	9.251	7.931	1.321
		Machos	14.536	12.330	2.206
	Abr-Myo	Hembras	3.389	2.557	832
		Machos	5.442	4.169	1.272
	Jun-Jul	Hembras	1.561	1.356	204
		Machos	3.062	2.680	382
	Ago-Sep	Hembras	1.938	1.519	418
		Machos	3.028	2.616	412
XI Región	Feb-Mzo	Hembras	3.055	2.816	239
		Machos	3.505	3.206	299
	Abr-Myo	Hembras	4.262	3.760	502
		Machos	4.112	3.695	416

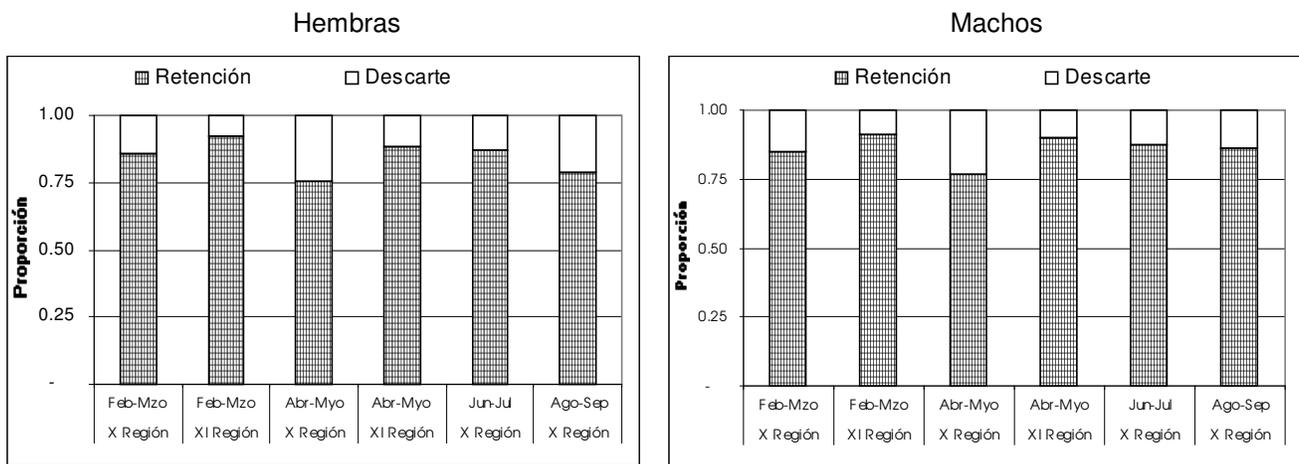


Figura 28. Proporción de retención y descarte de merluza del sur por sexo, periodo y región, en función al peso.

g) Captura total de la flota

La estimación de la captura total efectuada por la flota artesanal de la X Región se basó en los registros de desembarque de Sernapesca, empleando para ello sólo la información relativa al número de recaladas existente en las bases de datos (Anexo X). En función al esfuerzo medio aplicado por la flota en cada periodo, y los rendimientos de pesca determinados en terreno, se estimó la captura total de la flota, la retención y el descarte, en número de ejemplares y en peso.

Sobre un total de 13.355 desembarques realizados en la X Región (3.220 en febrero-marzo, 4.040 en abril-mayo, 4.095 en junio-julio y 2.000² en agosto-septiembre), se estimó que la captura total de la flota entre febrero y julio fue de 3.779.714 de ejemplares, equivalentes a 6.928.456 kg. En términos de la retención, se estimó que en 2.665.736 ejemplares, lo que representa un total de 5.731.236 kg. Por su parte, el descarte en número se estimó en 1.113.978 ejemplares, equivalentes a 1.197.219 kg (Tablas 22 y 23).

Tabla 22. Captura total estimada en número y sus límites de confianza, en la X Región.

	Febrero-Marzo	Abril-Mayo	Junio-Julio	Ago-Septiembre	Total
L. Inferior	1.174.446	1.088.312	725.168	224.269	3.212.195
Captura (n°)	1.272.101	1.309.718	880.053	317.842	3.779.714
L. Superior	1.369.757	1.531.123	1.034.937	411.415	4.347.232

Tabla 23. Captura total estimada en peso (kg) y sus límites de confianza, en la X Región.

	Febrero-Marzo	Abril-Mayo	Junio-Julio	Ago-Septiembre	Total
L. Inferior	2.017.543	1.872.787	1.398.932	395.191	5.684.453
Captura (kg)	2.393.615	2.229.746	1.720.919	584.176	6.928.456
L. Superior	2.769.687	2.586.704	2.042.906	773.160	8.172.457

En la XI Región se realizó un análisis distinto de la información, ya que Sernapesca no cuenta con las bases de datos relativas a los desembarques por embarcación, lo que se debe básicamente a la forma de operación que se realiza en dicha zona (Anexo X). Por lo tanto, se empleó la información base de los desembarques totales por período (en volumen), incorporando entonces la estructura de tallas y la variabilidad durante el monitoreo para la estimación de la retención y el descarte.

El total de la operación realizada por la flota artesanal de la XI Región entre febrero y mayo, registró un desembarque de 741.147 ejemplares, equivalentes a 1.692.272 kg. La retención en tanto, se estimó en 592.473 ejemplares, correspondientes a 1.537.127 kg. Por su parte, el descarte se estimó en 148.674 ejemplares, equivalentes a 155.145 kg.

² Se empleó un valor estimado de 2.000 desembarques realizados en el periodo, correspondiente a la operación de la flota en el mes de septiembre, en espera de la información oficial del Servicio Nacional de Pesca.

h) Fauna acompañante

Con los datos registrados durante la investigación, se determinó que las especies capturadas con mayor frecuencia, como fauna acompañante del recurso merluza del sur, son merluza de cola, merluza común y congrio dorado, tanto en la X como en la XI Regiones, con frecuencias de ocurrencia que superan el 40% de los lances. Se destaca además las diferentes especies de tollo en la X Región. Otras especies con menor frecuencia de ocurrencia en los lances son congrio colorado, jurel, raya spp, cojinoba, chancharro, brótula, cabrilla, sardina española y salmón spp (Fig. 29).

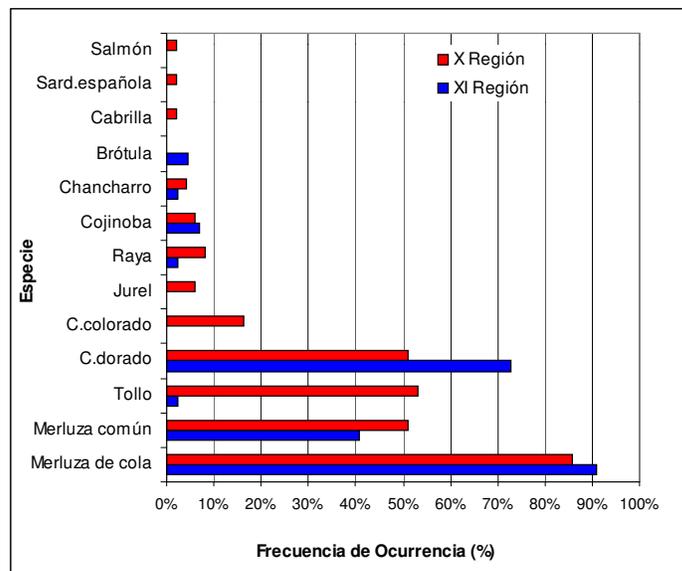


Figura 29. Frecuencia de ocurrencia por especie en la X y XI Regiones.

Al realizar el análisis de la composición de la fauna acompañante por periodo, en función a la frecuencia de ocurrencia de ejemplares capturados en los lances de pesca, se determinó que en la X Región las especies más recurrentes son merluza de cola, merluza común, tollo y congrio dorado (Fig. 30), mientras que en la XI Región estas correspondieron a merluza de cola, congrio dorado y merluza común (Fig. 31).

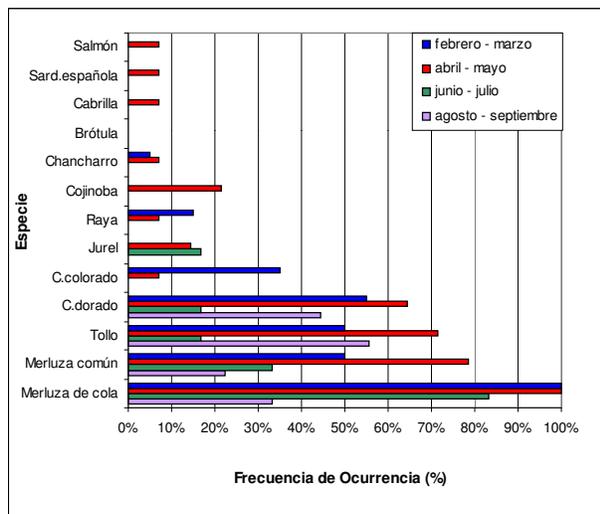


Figura 30. Frecuencia de ocurrencia por especie y periodo en la X Región.

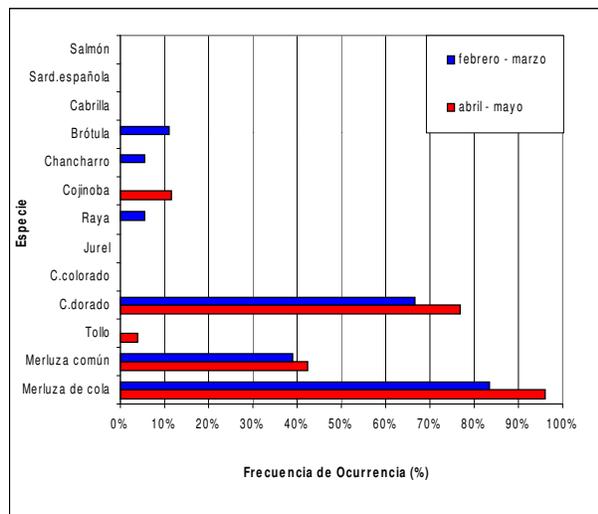


Figura 31. Frecuencia de ocurrencia por especie y periodo en la XI Región.

En la X Región la fauna acompañante presente en los lances se cuantificó en número, razón por la cual fue posible analizar la participación relativa de ésta respecto a la captura de merluza del sur y respecto a la captura total. Se determinó entonces que la fauna acompañante, en los diferentes periodos en estudio, representó entre un 3,6 y 5,8% de la captura de merluza del sur, y entre un 3,5 y 5,5% de la captura total (Tabla 24).

Tabla 24. Porcentaje de fauna acompañante con respecto al recurso objetivo y captura total.

Periodo	Captura en n°			Fauna acompañante respecto a:	
	Merluza del sur	Fauna Acompañante	Captura total	Merluza del sur	Captura total
Feb - Mar	7.975	343	8.318	4.3%	4.1%
Abr- May	4.413	258	4.671	5.8%	5.5%
Jun - Jul	1.304	47	1.351	3.6%	3.5%
Ago - Sep	1.293	75	1.368	5.8%	5.5%

Dentro de las especies que conformaron la fauna acompañante del recurso merluza del sur en los meses evaluados, la principal especie capturada correspondió a merluza de cola, la cual representó entre un 44,7 y 80,9% de la fauna acompañante entre febrero y julio, disminuyendo luego su presencia en el periodo agosto-septiembre al 6,7%. Otras especies con

importancia en relativa en la fauna acompañante fueron los recursos merluza común (4,3% y 32,1%), tollo (6,4% y 62,7%) y congrio dorado (6,4% y 25,3%) (Fig. 32).

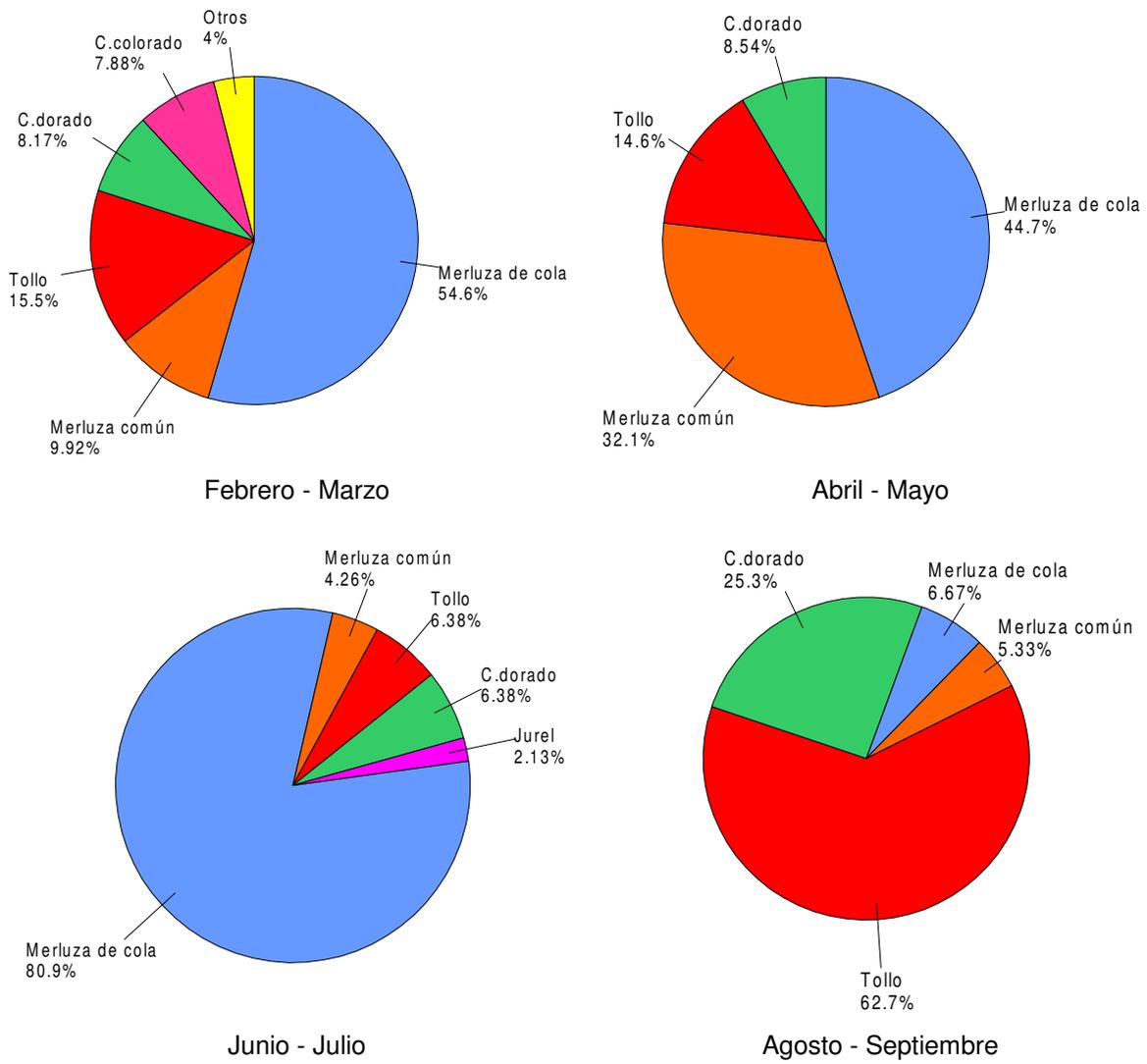


Figura 32. Participación relativa por especie en la fauna acompañante en la pesquería de merluza austral en la X Región.

i) Condición reproductiva

El análisis de condición reproductiva permitió determinar que la mayor proporción de ejemplares en el periodo febrero-marzo se encontraba en los estadios II y III, correspondiente al 64% del total de ejemplares. En el periodo abril-mayo la proporción de ejemplares en estos estadios disminuyó al 57%, aumentando la participación de ejemplares en estadio I. Lo anterior podría reflejar la mayor presencia de ejemplares bajo talla de primera madurez sexual.

En el periodo junio-julio aumenta la participación de ejemplares en estadio IV a un 23%, coincidente con la proximidad de la época de desove del recurso. En forma global, la participación de ejemplares en estadios II, III y IV representan sobre el 82% del total de ejemplares muestreados.

Por último, en el periodo agosto-septiembre la participación de ejemplares en los estadios II, III y IV representan el 70% del total, aumentando a 19% los ejemplares desovados (estadio V), reflejando la actividad reproductiva del recurso.

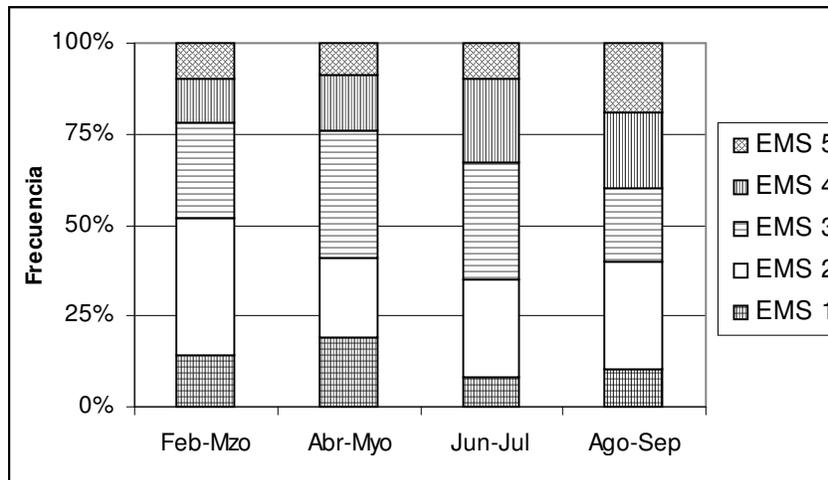


Figura 33. Proporción de ejemplares según estado de madurez sexual, por periodo.

Objetivo 4.4. Determinar las curvas de retención a la talla resultantes de utilizar diferentes diseños de anzuelos (tipo y/o tamaño) y tamaños de carnada, en los aparejos de pesca utilizados por la flota artesanal en la captura de merluza del sur.

a) Anzuelos utilizados en la pesquería y en lances experimentales

Los anzuelos utilizados comúnmente en la pesquería corresponden a los de numeración 7 y 8, los cuales presentan un área de influencia teórica de 2,24 y 1,82 cm² en función a su abertura. Por su parte, el anzuelo #3, el de mayor tamaño utilizado en las experiencias, posee un área de influencia de 4,64 cm², un 107% mayor que el anzuelo #7. El anzuelo más pequeño utilizado en el estudio correspondió al #10, con un área de influencia de 1,1 cm² (Tabla 26; Fig. 34).

Tabla 26
Área de influencia a diferentes numeraciones de anzuelo.

Anzuelo N°	Área de influencia del anzuelo (cm ²)
3	4,64
5	3,05
6	2,44
7	2,24
8	1,82
10	1,10

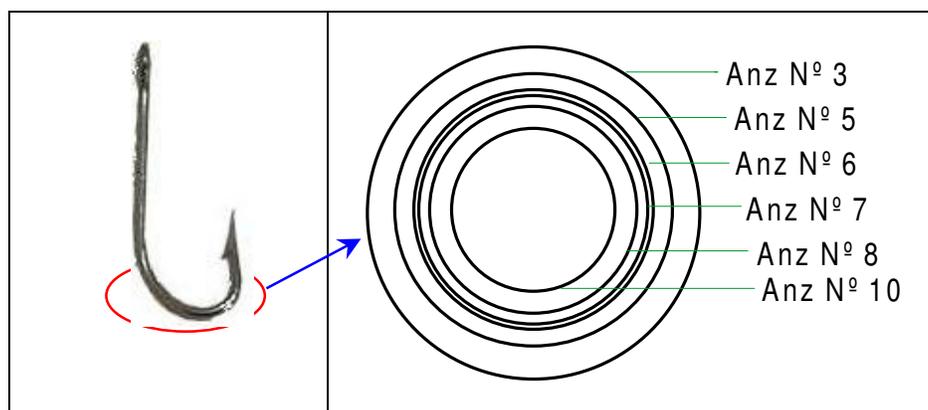


Figura 34. Área teórica de influencia del anzuelo: a) abertura del anzuelo y b) áreas de influencia de diferentes numeraciones de anzuelo.

b) Dimensiones relativas al hocico del pez

Se realizó un ajuste de las principales características del hocico del pez, en función a la talla, que pudieran ser de importancia en la pesca con anzuelos, considerándose el alto ($R^2=0,69$) y ancho del hocico, ($R^2=0,69$) el perímetro opercular ($R^2=0,84$) y el área frontal del hocico ($R^2=0,74$) (Fig. 35).

De acuerdo a las características de la especie y el proceso de captura analizado mediante las filmaciones submarinas, se consideró que el área frontal del hocico es la principal variable con fines de selectividad del recurso, básicamente por la dirección en que éste ataca la carnada (Fig. 36).

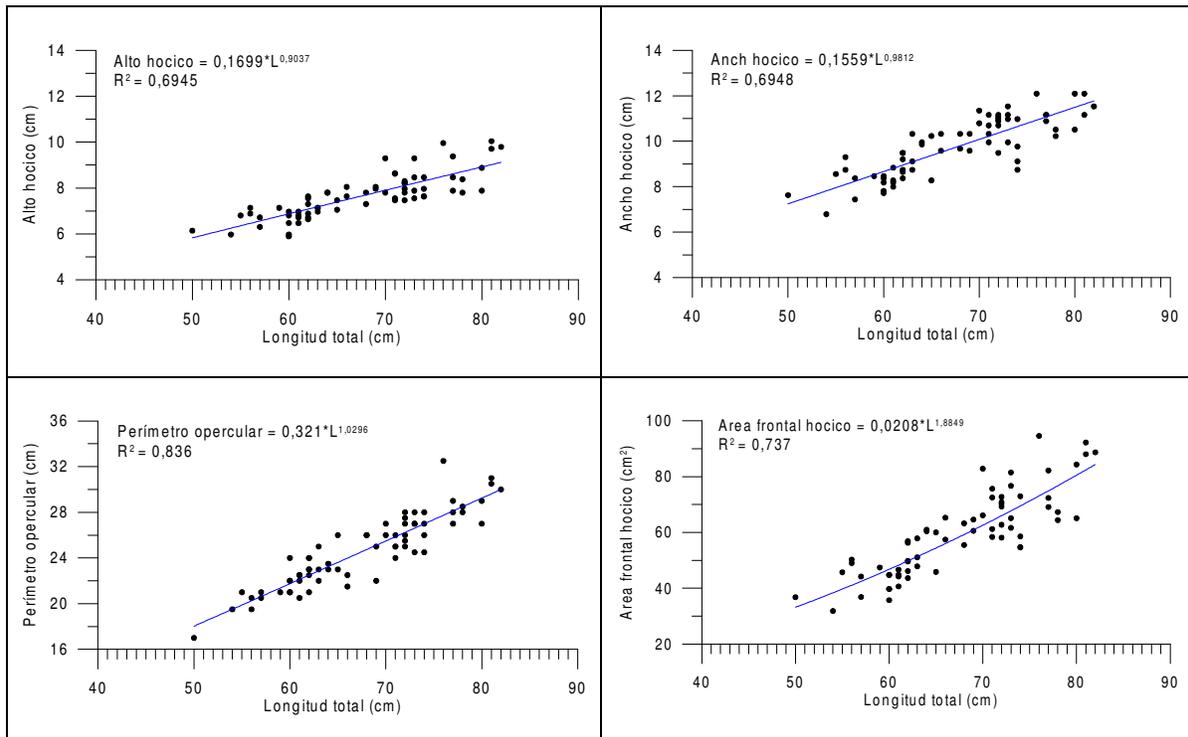


Figura 35. Principales relaciones asociadas al hocico del pez.

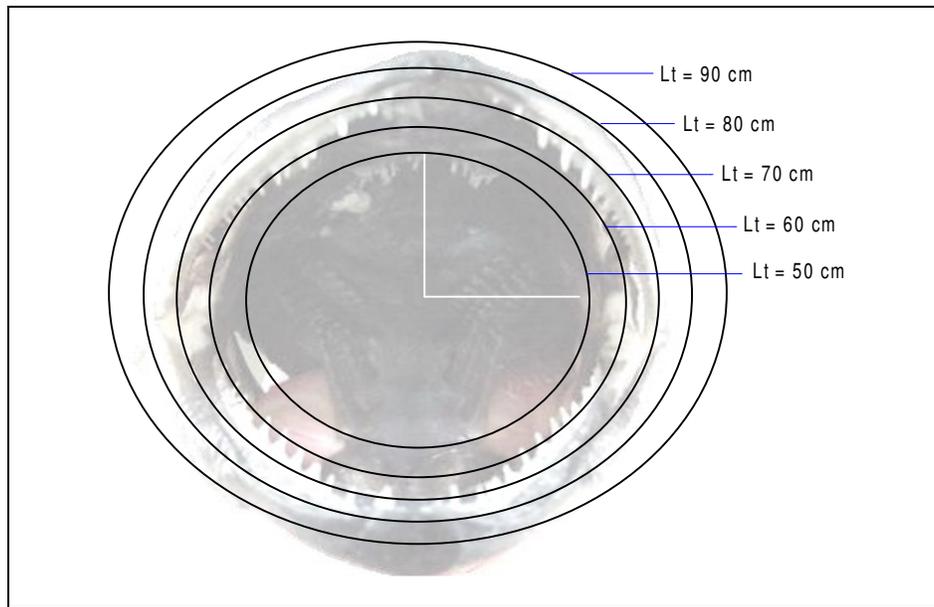


Figura 36. Área frontal del hocico del pez en función a su longitud total.

Las mediciones permitieron determinar un ajuste que describe el área frontal del hocico en función a la talla del pez, información que se utilizó para comparar con respecto al área de influencia teórica del anzuelo. En base a lo anterior, el área de un anzuelo #10 representará el 6,1% del área frontal del hocico de un pez de 40 cm, y el 1,1 % del área frontal de un pez de 100 cm. En forma opuesta, el área de un anzuelo #3 representa el 25,6% del área del hocico de un pez de 40 cm, y un 4,6% del área frontal del hocico de un pez de 100 cm (Tabla 27; Fig. 37).

Tabla 27
Relación (%) entre el área de abertura del anzuelo y área frontal del hocico del pez.

Talla (cm)	Anzuelo N°					
	10	8	7	6	5	3
40	6,1%	10,0%	12,3%	13,5%	16,8%	25,6%
50	4,0%	6,6%	8,1%	8,8%	11,1%	16,8%
60	2,8%	4,7%	5,7%	6,3%	7,8%	11,9%
70	2,1%	3,5%	4,3%	4,7%	5,9%	8,9%
80	1,6%	2,7%	3,3%	3,6%	4,6%	6,9%
90	1,3%	2,2%	2,7%	2,9%	3,7%	5,6%
100	1,1%	1,8%	2,2%	2,4%	3,0%	4,6%

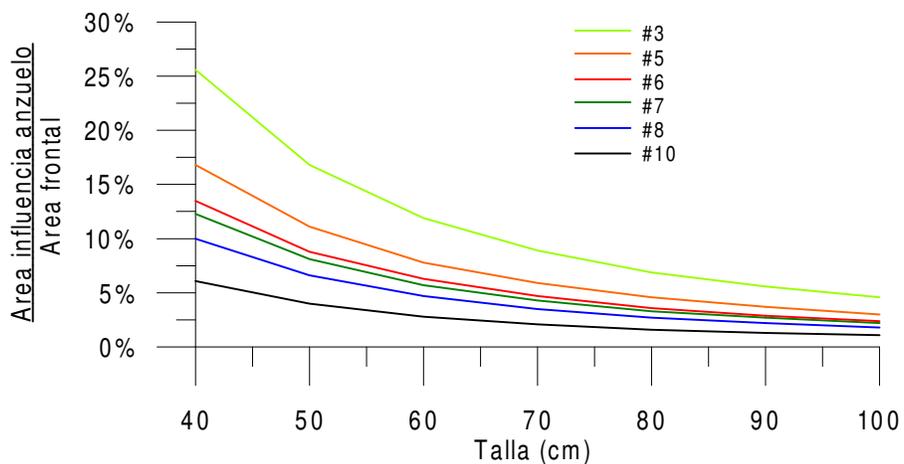


Figura 37. Relación entre el área de influencia del anzuelo y el área frontal del hocico en función de la talla.

A modo de ejemplo, la figura 38 muestra gráficamente la relación entre los anzuelos N° 3, 5, 8 y 10 con respecto al área frontal de un pez de 50 cm de longitud total.

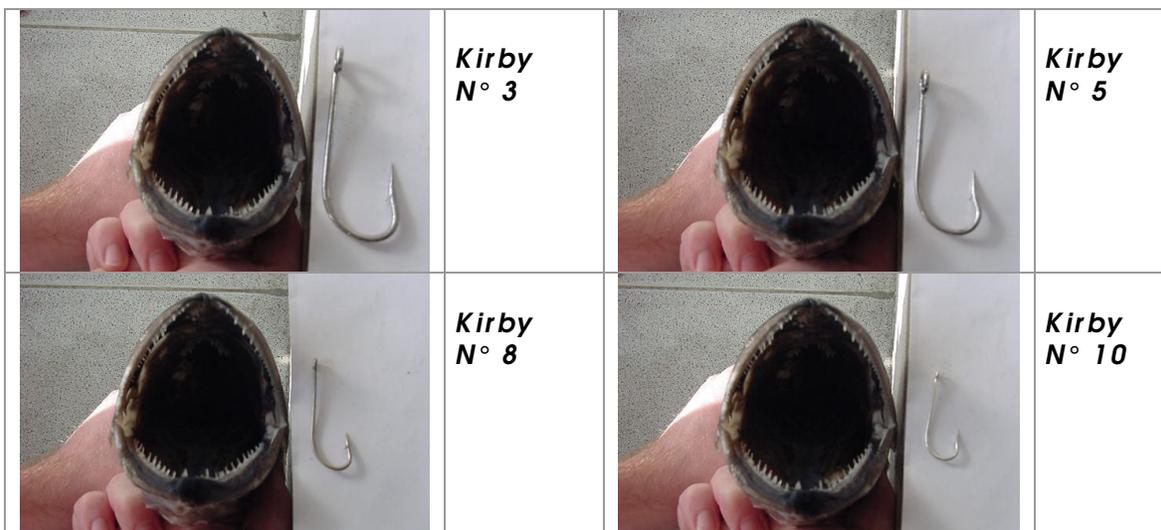


Figura 38. Hocico de un pez de 50 cm de longitud y anzuelos empleados en la investigación.

c) Comparación de estructuras de talla

En la **ETAPA 1**, al comparar las estructuras de talla de los tres lances realizados por cada embarcación con cada una de las carnadas utilizadas, se determinó que en forma general

las hipótesis de nulidad del test K-S son aceptadas, lo cual implica que éstas corresponderían a una misma población, razón por la cual los lances pueden ser agrupados para su análisis posterior. Similar efecto se observó en las **ETAPAS 2, 3 y 4**, en virtud de lo cual fue posible agrupar la información de captura a la talla de cada numeración de anzuelo, destacándose que esto se realizó sólo al interior de cada Etapa (Anexo III).

d) Proporción de hembras

Una vez agrupada la información entre lances de una misma embarcación, realizados con un mismo tamaño de anzuelo y carnada, se determinó la proporción de hembras presentes en las capturas. Este análisis es el resultante del muestreo por sexo realizado a 5.910 ejemplares durante las diferentes etapas experimentales, expandido a la captura total de 16.697 ejemplares.

En la **ETAPA 1**, se observó que la proporción de hembras de la embarcación 1 (Puerto Montt) fluctuó entre 28% (#5 – pejerrey entero) y 44% (#8 – medio pejerrey). En la embarcación 2 (Hualaihue) fluctuó entre 44% (#8 – pejerrey entero) y 61% (#5 – medio pejerrey), mientras que en la embarcación 3 (Calbuco) esta proporción fluctuó entre 23% (#5 – un cuarto de pejerrey) y 46% (#8 – pejerrey entero) (Tabla 28).

Tabla 28. Proporción de hembras por anzuelo, carnada y embarcación: ETAPA 1.

Anzuelo N°	Carnada	Pto. Montt	Hualaihue	Calbuco
5	Un cuarto de pejerrey	0.36	0.57	0.23
	Medio pejerrey	0.34	0.61	0.33
	Pejerrey entero	0.28	0.46	0.31
6	Un cuarto de pejerrey	0.37	0.47	0.27
	Medio pejerrey	0.39	0.53	0.28
	Pejerrey entero	0.31	0.45	0.37
8	Un cuarto de pejerrey	0.32	0.50	0.26
	Medio pejerrey	0.44	0.50	0.30
	Pejerrey entero	0.39	0.44	0.46
10	Un cuarto de pejerrey	0.37	0.45	0.39
	Medio pejerrey	0.41	0.57	0.29
	Pejerrey entero	0.34	0.40	0.33

En la **ETAPA 2**, las mayores proporciones de hembras fueron capturadas por la embarcación 2 (Hualaihue) con porcentajes que fluctuaron entre 40% (#5) y 57% (#10). La embarcación 1 (Puerto Montt) capturó una proporción de hembras entre 25% (#3) y 33% (#10),

mientras que la embarcación 3 (Hualaihue) capturó una proporción entre 24% (#10) y 38% (#3 y # 8) (Tabla 29).

Tabla 29. Proporción de hembras por anzuelo y embarcación: ETAPA 2.

Anzuelo N°	Carnada	Pto. Montt	Hualaihue	Hualaihue
3	Sardina común entera	0.25	0.45	0.38
5	Sardina común entera	0.28	0.40	0.37
8	Sardina común entera	0.26	0.41	0.38
10	Sardina común entera	0.33	0.57	0.24

En la **ETAPA 3**, las mayores proporciones de hembras fueron capturadas por la embarcación 3 (Hualaihue) con porcentajes que fluctuaron entre 24% (#10) y 46% (#5). La embarcación 1 (Puerto Montt) capturó una proporción de hembras entre 28% (#8) y 45% (#5), mientras que la embarcación 2 (Hualaihue) capturó una proporción entre 23% (#5) y 34% (#8) (Tabla 30).

Tabla 30. Proporción de hembras por anzuelo y embarcación: ETAPA 3.

Anzuelo N°	Carnada	Pto. Montt	Hualaihue	Hualaihue
3	Medio pejerrey	0.29	0.33	0.39
5	Medio pejerrey	0.45	0.23	0.46
8	Medio pejerrey	0.28	0.34	0.29
10	Medio pejerrey	0.38	0.30	0.24

En la **ETAPA 4**, las mayores proporciones de hembras fueron capturadas por la embarcación 3 (Hualaihue) con porcentajes que fluctuaron entre 50% (#10) y 68% (#5). La embarcación 1 (Puerto Montt) capturó una proporción de hembras entre 25% (#3) y 38% (#5), mientras que la embarcación 2 (Hualaihue) capturó una proporción entre 41% (#3) y 46% (#8) (Tabla 31).

Tabla 31. Proporción de hembras por anzuelo y embarcación: ETAPA 4.

Anzuelo N°	Carnada	Pto. Montt	Hualaihue	Hualaihue
3	Medio pejerrey	0.25	0.41	
5	Medio pejerrey	0.38		0.68
8	Medio pejerrey	0.35	0.46	
10	Medio pejerrey	0.29		0.50

e) Estructuras de talla y tallas medias

En términos globales, es posible observar que sobre el 80% de la captura total corresponde a ejemplares en un rango de tallas entre 50 y 80 cm, independiente de la carnada

utilizada y el origen de la embarcación que los capturó. En forma concordante con las estructuras de talla del monitoreo comercial, se observó la presencia de dos modas presentes en las capturas, las que alternan su participación relativa entre periodos.

Nota: Información complementaria de estructuras de talla, por etapa, en ANEXO IV.

Al observar las tallas medias por sexo determinadas en la ETAPA 1, no es posible encontrar tendencias de esta variable entre las naves, sino más bien un comportamiento aleatorio en un rango de talla entre 63,0 y 70,4 cm (Fig. 39; Tabla 32).

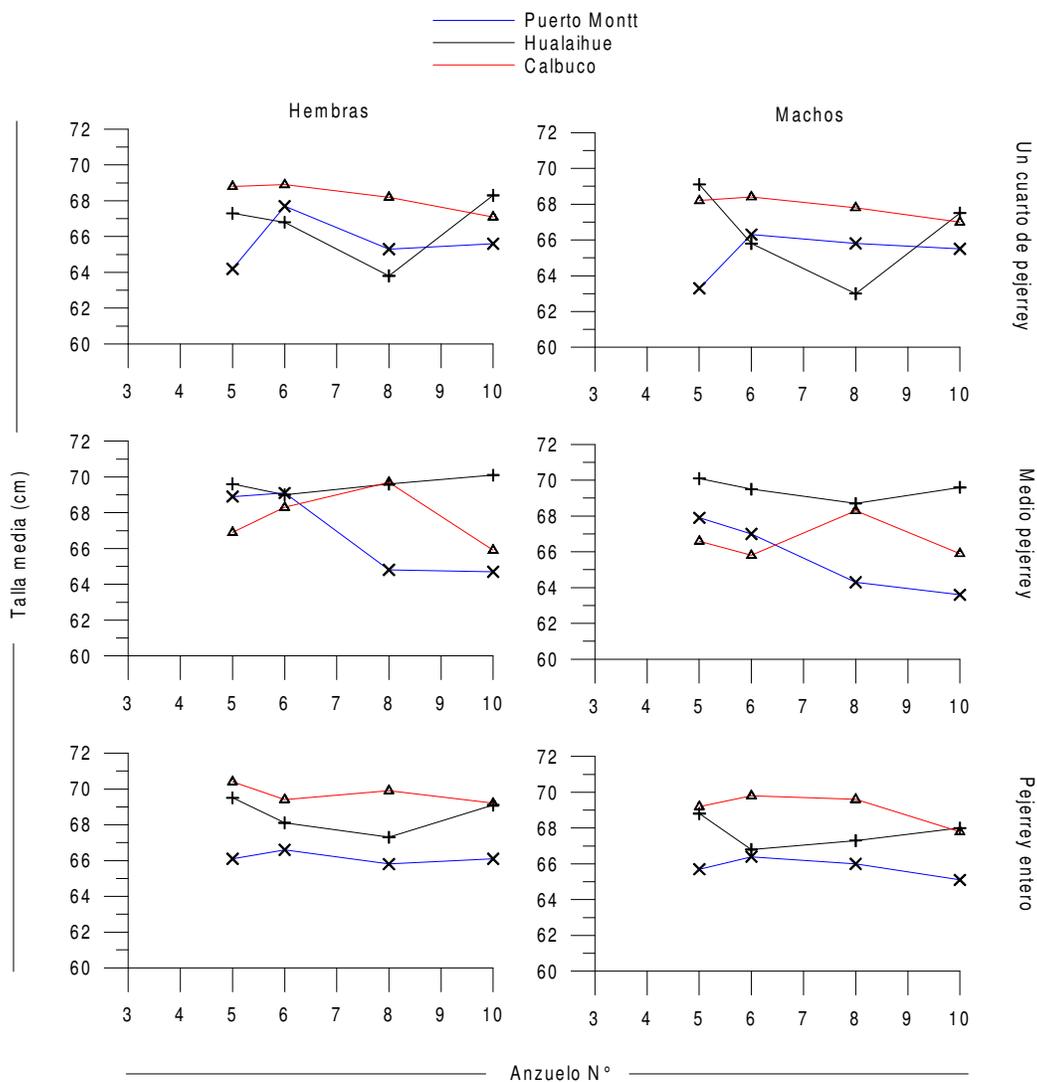


Figura 39. Tallas medias por sexo, para cada tamaño de anzuelo y carnada evaluados. ETAPA 1.

Tabla 32. Talla media por sexo, en función al anzuelo, carnada y embarcación: ETAPA 1.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Calbuco	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
5	Un cuarto de pejerrey	64.2	63.3	67.3	69.1	68.8	68.2
	Medio pejerrey	68.9	67.9	69.6	70.1	66.9	66.6
	Pejerrey entero	66.1	65.7	69.5	68.8	70.4	69.2
6	Un cuarto de pejerrey	67.7	66.3	66.8	65.8	68.9	68.4
	Medio pejerrey	69.1	67.0	69.0	69.5	68.3	65.8
	Pejerrey entero	66.6	66.4	68.1	66.8	69.4	69.8
8	Un cuarto de pejerrey	65.3	65.8	63.8	63.0	68.2	67.8
	Medio pejerrey	64.8	64.3	69.6	68.7	69.7	68.3
	Pejerrey entero	65.8	66.0	67.3	67.3	69.9	69.6
10	Un cuarto de pejerrey	65.6	65.5	68.3	67.5	67.1	67.0
	Medio pejerrey	64.7	63.6	70.1	69.6	65.9	65.9
	Pejerrey entero	66.1	65.1	69.1	68.0	69.2	67.8

En la ETAPA 2 se observó una disminución de las tallas medias en ambos sexos, encontrándose estas en un rango entre 61,6 y 68,6 cm. Al igual que en el caso anterior, no es posible encontrar relación entre la talla media y el tamaño de anzuelo utilizado, efecto que también se observó en las siguientes etapas. En la ETAPA 3, se observó un aumento de las tallas medias, incluso superior a aquellas de la ETAPA 1, en un rango entre 65,9 y 72,6 cm. Por último, en la ETAPA 4 se observó las tallas medias en el rango entre 64,1 y 69,2 cm (Tablas 33 a 35).

Tabla 33. Talla media por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 2.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Hualaihue	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	Sardina común entera	63.6	63.9	65.3	64.8	66.3	65.4
5	Sardina común entera	61.9	63.9	66.0	65.0	66.8	67.3
8	Sardina común entera	62.1	62.5	63.5	63.9	68.6	67.6
10	Sardina común entera	61.6	62.0	64.8	64.1	64.4	65.6

Tabla 34. Talla media por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 3.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Hualaihue	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	Medio pejerrey	67.8	68.5	66.4	65.9	66.1	67.0
5	Medio pejerrey	68.2	69.5	72.6	68.6	68.7	69.7
8	Medio pejerrey	69.5	68.5	68.2	67.8	67.2	67.5
10	Medio pejerrey	70.7	70.1	66.6	66.7	66.1	67.9

Tabla 35. Talla media por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 4.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Hualaihue	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	Medio pejerrey	67.1	65.3	67.3	66.9		
5	Medio pejerrey	67.5	64.1			66.4	68.3
8	Medio pejerrey	66.1	65.0	66.8	67.5		
10	Medio pejerrey	69.2	67.1			66.7	67.4

f) Pesos medios

En términos del peso medio de los ejemplares capturados, y como reflejo de la talla media de captura, éste fluctuó entre 1,57 y 2,16 kg en la ETAPA 1. En forma global, el peso medio de los machos fue inferior al de las hembras, diferencial que corresponde aproximadamente a 0,1 kg entre sexos (Tabla 36).

Tabla 36. Pesos medios por sexo, en función al anzuelo, carnada y embarcación: ETAPA 1.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Calbuco	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
5	Un cuarto de pejerrey	1.67	1.57	1.92	2.00	1.87	1.79
	Medio Pejerrey	2.05	1.93	2.09	2.08	2.01	1.93
	Pejerrey entero	1.81	1.74	2.10	1.96	2.15	2.01
6	Un cuarto de pejerrey	1.94	1.81	1.91	1.80	2.01	1.73
	Medio Pejerrey	2.07	1.87	2.04	2.04	2.03	1.93
	Pejerrey entero	1.85	1.78	2.00	1.82	2.07	2.05
8	Un cuarto de pejerrey	1.75	1.77	1.67	1.58	2.15	1.95
	Medio Pejerrey	1.73	1.66	2.08	1.96	1.96	1.88
	Pejerrey entero	1.78	1.77	1.91	1.84	2.10	2.06
10	Un cuarto de pejerrey	1.77	1.76	1.99	1.89	1.79	1.77
	Medio Pejerrey	1.73	1.64	2.16	2.04	1.87	1.83
	Pejerrey entero	1.79	1.69	2.05	1.91	2.05	1.90

En la ETAPA 2 los pesos medios fueron menores, encontrándose en un rango entre 1,48 y 2,03 kg por ejemplar (Tabla 37). En la ETAPA 3 en tanto, se observó un aumento de esta variable llegando hasta 2,32 kg por ejemplar en hembras (Tabla 38). Por último, en la ETAPA 4 se observó ejemplares entre 1,59 y 2,04 kg, con valores más recurrentes entre 1,8 y 1,9 kg (Tabla 39).

Tabla 37. Pesos medios por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 2.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Hualaihue	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	Sardina común entera	1.62	1.58	1.74	1.67	1.82	1.71
5	Sardina común entera	1.48	1.59	1.83	1.70	1.85	1.84
8	Sardina común entera	1.48	1.49	1.62	1.63	2.03	1.90
10	Sardina común entera	1.48	1.46	1.73	1.63	1.63	1.71

Tabla 38. Pesos medios por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 3.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Hualaihue	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	Medio pejerrey	1.93	1.95	1.82	1.74	1.78	1.82
5	Medio pejerrey	1.96	2.00	2.32	1.94	2.01	2.06
8	Medio pejerrey	2.08	1.93	1.99	1.89	1.91	1.88
10	Medio pejerrey	2.17	2.05	1.91	1.79	1.78	1.90

Tabla 39. Pesos medios por sexo, en función al anzuelo y embarcación: ETAPA 4.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Hualaihue	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	Medio pejerrey	1.88	1.69	1.89	1.80		
5	Medio pejerrey	1.91	1.59			1.84	1.92
8	Medio pejerrey	1.81	1.68	1.84	1.86		
10	Medio pejerrey	2.04	1.82			1.85	1.84

g) Proporción de ejemplares bajo talla comercial ($k_0 < 62$ cm)

En la ETAPA 1, la embarcación de Puerto Montt capturó una proporción de hembras bajo talla comercial entre 24 y 41%, mientras que en machos esta proporción fue levemente superior, fluctuando entre 27 y 46%. La embarcación de Hualaihue capturó entre un 17 y 46% de hembras bajo talla comercial, similar que en el caso de los machos. Por último, la embarcación de Calbuco capturó entre un 15 y 38% de hembras bajo talla comercial, mientras que en machos esta proporción fue inferior al 36% (Tabla 40). En forma general se aprecia que los valores mínimos de proporciones bajo talla comercial se presentaron en los anzuelos de mayor tamaño (#5 y #6), mientras que las mayores proporciones correspondieron a los anzuelos más pequeños (#8 y #10).

Tabla 40. Proporción de ejemplares bajo talla comercial por anzuelo, carnada, sexo y embarcación: ETAPA 1.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Calbuco	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
5	Un cuarto de pejerrey	0.41	0.46	0.26	0.16	0.34	0.28
	Medio pejerrey	0.24	0.27	0.19	0.16	0.24	0.23
	Pejerrey entero	0.35	0.36	0.22	0.20	0.18	0.20
6	Un cuarto de pejerrey	0.30	0.38	0.40	0.41	0.26	0.29
	Medio pejerrey	0.25	0.30	0.22	0.20	0.22	0.21
	Pejerrey entero	0.31	0.30	0.28	0.28	0.22	0.17
8	Un cuarto de pejerrey	0.42	0.37	0.46	0.45	0.30	0.27
	Medio pejerrey	0.43	0.44	0.17	0.20	0.25	0.26
	Pejerrey entero	0.34	0.32	0.31	0.25	0.15	0.18
10	Un cuarto de pejerrey	0.36	0.40	0.24	0.25	0.38	0.36
	Medio pejerrey	0.41	0.46	0.21	0.19	0.30	0.30
	Pejerrey entero	0.34	0.39	0.21	0.24	0.22	0.26

En la ETAPA 2, y como reflejo de la disminución en las tallas medias, las embarcaciones capturaron una mayor proporción de ejemplares bajo talla comercial tanto en machos como hembras. Una de las embarcaciones proveniente de Hualaihue capturó, en términos generales, una proporción de ejemplares bajo talla inferior al 38%, mientras que las embarcaciones restantes capturaron proporciones superiores, llegando incluso hasta un 65% de ejemplares

bajo talla comercial (Tabla 41). En la ETAPA 3 en tanto, estas proporciones disminuyeron considerablemente, fluctuando entre un 5 y 33% de ejemplares bajo talla (Tabla 42). Por último, la ETAPA 4 mostró una proporción de ejemplares bajo talla entre 11 y 48% (Tabla 43), y al igual que en etapas anteriores, no se observó relación de ésta con respecto al anzuelo utilizado en su captura.

Tabla 41. Proporción de ejemplares bajo talla comercial por anzuelo, sexo y nave: ETAPA 2.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Hualaihue	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	Sardina común entera	0.53	0.40	0.39	0.36	0.36	0.35
5	Sardina común entera	0.56	0.44	0.40	0.41	0.30	0.28
8	Sardina común entera	0.57	0.49	0.51	0.43	0.27	0.28
10	Sardina común entera	0.65	0.57	0.38	0.41	0.38	0.30

Tabla 42. Proporción de ejemplares bajo talla comercial por anzuelo, sexo y nave: ETAPA 3.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Hualaihue	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	Medio pejerrey	0.27	0.20	0.30	0.32	0.33	0.24
5	Medio pejerrey	0.29	0.15	0.05	0.17	0.25	0.19
8	Medio pejerrey	0.18	0.18	0.30	0.26	0.31	0.24
10	Medio pejerrey	0.11	0.07	0.45	0.24	0.30	0.17

Tabla 43. Proporción de ejemplares bajo talla comercial por anzuelo, sexo y nave: ETAPA 4.

Anzuelo N°	Carnada	Puerto Montt		Hualaihue		Hualaihue	
		Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos
3	Medio pejerrey	0.33	0.34	0.29	0.27		
5	Medio pejerrey	0.30	0.39			0.48	0.23
8	Medio pejerrey	0.41	0.38	0.44	0.11		
10	Medio pejerrey	0.15	0.22			0.27	0.20

Nota: Información complementaria en Anexos VI y VII

h) Rendimientos de pesca

Anteriormente se comparó la estructura de tallas para cada lance realizado con el objetivo de agrupar la información proveniente de un mismo tamaño de anzuelo y carnada, al interior de cada embarcación. Ahora bien, para realizar el análisis de rendimientos de pesca, tanto en número como en peso, se comparó los rendimientos obtenidos en cada lance de pesca entre aquellos de similares parámetros de operación (mismo anzuelo y misma carnada). El resultado del test indicó, para todas las embarcaciones, que no existe evidencia significativa para poder afirmar que los rendimientos de pesca son estadísticamente diferentes, razón por la cual las capturas efectivamente pueden ser agrupadas para su análisis (Anexo V).

En el análisis de rendimientos de la ETAPA 1 se consideraron los 27 lances experimentales realizados en el período febrero-marzo, en los cuales se viró un total de 29.766 anzuelos, lográndose una captura total de 9.371 ejemplares, equivalente a 15.543,2 kg.

Los rendimientos de pesca para la embarcación de Puerto Montt fluctuaron entre 16,1 y 36,9 (ind/100 anz), mientras que en peso este rango se observó entre 27,9 y 62,8 (kg/100 anz). La embarcación de Hualaihue presentó rendimientos que fluctuaron entre 21,6 y 41,4 (ind/100 anz), mientras que en peso fluctuaron entre 42,4 y 84,3 (kg/100 anz). Por último, la embarcación de Calbuco obtuvo rendimientos de pesca entre 23,7 y 44,5 (ind/100 anz), mientras que en peso fluctuaron entre 43,2 y 82,3 (kg/100 anz) (Tabla 44).

En términos de los tamaños de carnada utilizados en la experiencia, se observó en términos globales que al interior de cada tamaño de anzuelo la utilización de un cuarto de pejerrey como carnada presenta rendimientos de pesca inferiores respecto a las otras carnadas (Fig. 40). Este efecto es fácilmente observable en las embarcaciones de Puerto Montt y Calbuco, las cuales obtuvieron los menores rendimientos de pesca con la carnada un cuarto de pejerrey en todas las numeraciones de anzuelo utilizadas. Por su parte, la embarcación de Hualaihue sólo presentó este efecto en los anzuelos de mayor tamaño (#5 y #6).

Nota: Información complementaria en Anexos VI y VII

Tabla 44. Rendimiento de captura (n° y peso) por anzuelo y carnada en lances experimentales: ETAPA 1.

	Carnada	Anzuelo N°	Anzuelos virados (n°)	Captura (n°)	CPUE (n°/100 anz)	Captura (kg)	CPUE (kg/100 anz)
Puerto Montt	Un cuarto de pejerrey	5	900	204	22.7	323.6	36.0
		6	900	166	18.4	303.0	33.7
		8	900	189	21.0	329.8	36.6
		10	900	145	16.1	251.0	27.9
	Medio pejerrey	5	900	289	32.1	568.0	63.1
		6	840	220	26.2	424.8	50.6
		8	900	332	36.9	559.4	62.2
		10	900	230	25.6	383.7	42.6
	Pejerrey entero	5	861	300	34.8	530.5	61.6
		6	894	313	35.0	561.8	62.8
		8	893	312	34.9	549.1	61.5
		10	801	273	34.1	468.3	58.5
Hualaihue	Un cuarto de pejerrey	5	718	159	22.1	304.1	42.4
		6	714	253	35.4	469.6	65.8
		8	881	294	33.4	514.7	58.4
		10	821	257	31.3	493.6	60.1
	Medio pejerrey	5	787	308	39.1	639.3	81.2
		6	811	336	41.4	683.3	84.3
		8	954	206	21.6	413.5	43.3
		10	765	223	29.2	464.4	60.7
	Pejerrey entero	5	810	296	36.5	596.0	73.6
		6	865	327	37.8	612.5	70.8
		8	848	282	33.3	523.2	61.7
		10	608	210	34.5	408.2	67.1
Calbuco	Un cuarto de pejerrey	5	794	188	23.7	342.9	43.2
		6	793	197	24.8	351.3	44.3
		8	775	233	30.1	464.0	59.9
		10	786	305	38.8	539.6	68.7
	Medio pejerrey	5	870	260	29.9	504.6	58.0
		6	880	307	34.9	595.8	67.7
		8	879	333	37.9	633.4	72.1
		10	858	382	44.5	704.4	82.1
	Pejerrey entero	5	793	270	34.0	552.5	69.7
		6	653	211	32.3	431.5	66.1
		8	758	241	31.8	500.5	66.0
		10	756	320	42.3	621.9	82.3
Todas las embarcaciones	Un cuarto de pejerrey	5	2,412	551	22.8	971	40.2
		6	2,407	616	25.6	1,124	46.7
		8	2,556	716	28.0	1,309	51.2
		10	2,507	707	28.2	1,284	51.2
	Medio pejerrey	5	2,557	857	33.5	1,712	66.9
		6	2,531	863	34.1	1,704	67.3
		8	2,733	871	31.9	1,606	58.8
		10	2,523	835	33.1	1,553	61.5
	Pejerrey entero	5	2,464	866	35.1	1,679	68.1
		6	2,412	851	35.3	1,606	66.6
		8	2,499	835	33.4	1,573	62.9
		10	2,165	803	37.1	1,498	69.2

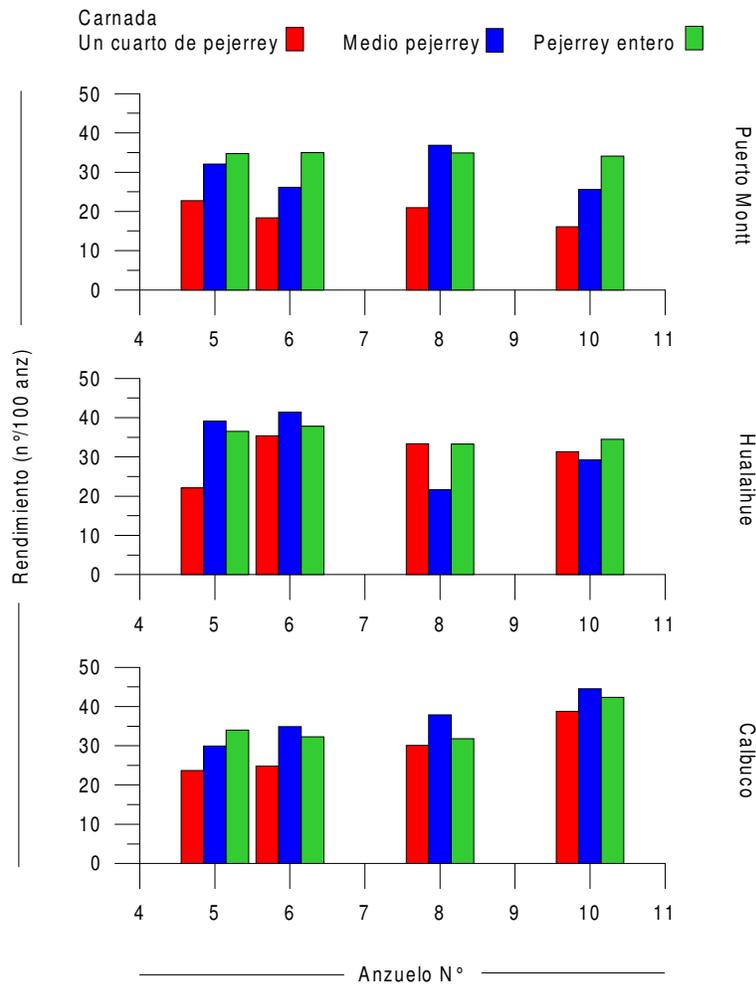


Figura 40. Rendimientos de pesca (ind/100 anz) por anzuelo resultantes de utilizar diferentes tamaños de carnada.

En el análisis de rendimientos de la ETAPA 2 se consideraron los 9 lances experimentales realizados en el período abril-mayo, en los cuales se viró un total de 11.348 anzuelos, lográndose una captura total de 3.072 ejemplares, equivalente a 5.122,8 kg.

En esta etapa, los menores rendimientos de pesca fueron obtenidos por la embarcación de Puerto Montt fluctuando entre 19,1 y 22,5 (ind/100 anz), mientras que en peso fluctuaron entre 28,2 y 35,5 (kg/100 anz). Las embarcaciones de Hualaihue en tanto, obtuvieron rendimientos similares los que fluctuaron entre 26,8 y 33,8 (ind/100 anz), mientras que en peso fluctuaron entre 45,0 y 63,8 (kg/100 anz) (Tabla 45).

Tabla 45. Rendimiento de captura (n° y peso) por anzuelo en lances experimentales: ETAPA 2.

	Carnada	Anzuelo N°	Anzuelos virados (n°)	Captura (n°)	CPUE (n°/100 anz)	Captura (kg)	CPUE (kg/100 anz)
Puerto Montt	Sardina común entera	3	1,095	241	22.0	385.7	35.2
		5	1,153	260	22.5	408.8	35.5
		8	1,184	261	22.0	389.8	32.9
		10	1,145	219	19.1	322.5	28.2
Hualaihue	Sardina común entera	3	959	257	26.8	432.0	45.0
		5	856	258	30.1	449.8	52.5
		8	832	266	32.0	426.8	51.3
		10	857	290	33.8	484.0	56.5
Hualaihue	Sardina común entera	3	828	257	31.0	446.7	54.0
		5	830	277	33.4	509.9	61.4
		8	792	260	32.8	505.1	63.8
		10	817	226	27.7	383.5	46.9
Total	Sardina común entera	3	2,882	755	26.2	1,264.5	43.9
		5	2,839	795	28.0	1,368.5	48.2
		8	2,808	787	28.0	1,321.7	47.1
		10	2,819	735	26.1	1,190.0	42.2

En términos del tamaño de anzuelo, los rendimientos de pesca no presentan un comportamiento similar entre embarcaciones, destacándose que los mayores rendimientos para dos de las embarcaciones se obtuvieron con el anzuelo #5, mientras que para la restante embarcación éste se obtuvo con el anzuelo #10 (Fig. 41).

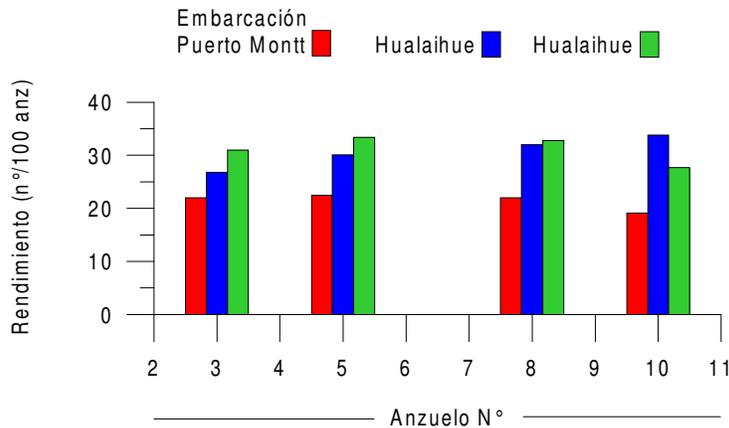


Figura 41. Rendimientos de pesca (ind/100 anz) obtenidos por cada embarcación utilizando diferentes tamaños de anzuelo.

En la ETAPA 3, el análisis de rendimientos consideró los 8 lances experimentales realizados en el período junio-julio, en los cuales se viró un total de 8.101 anzuelos, lográndose una captura total de 1.558 ejemplares, equivalente a 3.007,2 kg.

En esta etapa, los menores rendimientos de pesca fueron obtenidos por una de las embarcaciones de Hualaihue fluctuando entre 12,4 y 16,9 (ind/100 anz), mientras que en peso fluctuaron entre 21,9 y 31,3 (kg/100 anz). La segunda embarcación de Hualaihue en tanto, obtuvo rendimientos mayores, llegando hasta los 23,4 (ind/100 anz). Por último, la embarcación de Puerto Montt logró rendimientos entre 19,0 y 32,2 (ind/100 anz), superando a las embarcaciones restantes (Tabla 46).

Tabla 46. Rendimiento de captura (n° y peso) por anzuelo en lances experimentales: ETAPA 3.

	Carnada	Anzuelo N°	Anzuelos virados (n°)	Captura (n°)	CPUE (n°/100 anz)	Captura (kg)	CPUE (kg/100 anz)
Puerto Montt	Medio pejerrey	3	390	74	19.0	145.0	37.2
		5	510	105	20.6	209.3	41.0
		8	540	137	25.4	271.7	50.3
		10	360	116	32.2	244.0	67.8
Hualaihue	Medio pejerrey	3	800	99	12.4	175.4	21.9
		5	640	95	14.8	193.6	30.2
		8	800	127	15.9	246.0	30.8
		10	720	122	16.9	225.1	31.3
Hualaihue	Medio pejerrey	3	836	147	17.6	266.3	31.9
		5	835	195	23.4	398.3	47.7
		8	837	182	21.7	345.4	41.3
		10	833	159	19.1	300.0	36.0
Total	Medio pejerrey	3	2,026	320	15.8	586.6	29.0
		5	1,985	395	19.9	801.1	40.4
		8	2,177	446	20.5	863.1	39.6
		10	1,913	397	20.8	769.1	40.2

Al igual que en la ETAPA 2, los rendimientos de pesca en la ETAPA 3 en términos del tamaño de anzuelo no presentan un comportamiento similar entre embarcaciones, destacándose que los mayores rendimientos para dos de las embarcaciones se obtuvieron con el anzuelo #10, mientras que para la restante embarcación éste se obtuvo con el anzuelo #5 (Fig. 42).

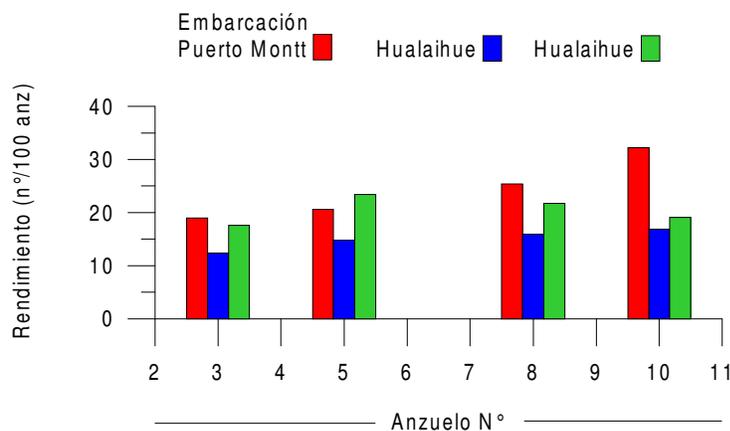


Figura 42. Rendimientos de pesca (ind/100 anz) obtenidos por cada embarcación utilizando diferentes tamaños de anzuelo.

En la ETAPA 4, el análisis de rendimientos consideró los 17 lances experimentales realizados en el período agosto-septiembre, en los cuales se viró un total de 18.469 anzuelos, lográndose una captura total de 2.696 ejemplares, equivalente a 4.928,6 kg. Los rendimientos de pesca durante esta etapa resultaron ser inferiores que los obtenidos en los meses anteriores, fluctuando entre 10,9 y 26,1 (ind/100 anz), aún cuando este último valor se encuentra por sobre la tendencia del período (Tabla 47).

Tabla 47. Rendimiento de captura (n° y peso) por anzuelo en lances experimentales: ETAPA 4.

	Carnada	Anzuelo N°	Anzuelos virados (n°)	Captura (n°)	CPUE (n°/100 anz)	Captura (kg)	CPUE (kg/100 anz)
Puerto Montt	Medio pejerrey	3	1,650	251	15.2	440.1	26.7
		5	600	69	11.5	118.1	19.7
		8	1,800	277	15.4	480.1	26.7
		10	1,285	335	26.1	637.2	49.6
Hualaihue	Medio pejerrey	3	3,255	395	12.1	732.0	22.5
		5	--	--	--	--	--
		8	4,055	625	15.4	1,160.3	28.6
		10	--	--	--	--	--
Hualaihue	Medio pejerrey	3	--	--	--	--	--
		5	3,472	379	10.9	707.6	20.4
		8	--	--	--	--	--
		10	2,352	365	15.5	674.2	28.7
Total	Medio pejerrey	3	4,905	646	13.2	1,172.1	23.9
		5	4,072	448	11.0	825.7	20.3
		8	5,855	902	15.4	1,640.5	28.0
		10	3,637	700	19.2	1,311.4	36.1

El aumento en el número de anzuelos calados por las embarcaciones de Hualaihue permitió observar que sus mayores rendimientos correspondieron a los anzuelos de menor tamaño (#8 y #10). La embarcación de Puerto Montt presentó la misma tendencia, logrando su mejor rendimiento con el anzuelo #10 (Fig. 43).

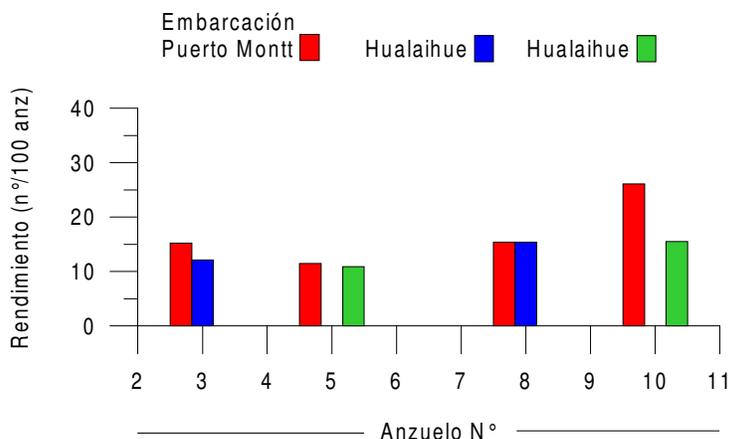


Figura 43. Rendimientos de pesca (ind/100 anz) obtenidos por cada embarcación utilizando diferentes tamaños de anzuelo.

i) **Selectividad**

Método de Holt: Curvas de selección y efectos selectivos

Mediante el método propuesto por Holt (1963) se determinaron los parámetros de ajuste de las curvas de selección para cada par de anzuelos consecutivos contrastados, estimándose las longitudes modales de recurso. Lo anterior se llevó a cabo en base a las capturas por sexo retenidas por cada embarcación.

En la ETAPA 1, se determinó en la embarcación de Puerto Montt que las tallas modales del recurso fluctuaron entre 54,1 y 72,4 cm para ambos sexos, correspondiendo la talla modal menor a las capturas retenidas con el anzuelo #10 (Tablas 48 y 49). Para los diferentes pares de anzuelos analizados, el factor de selección de Holt (SF) fluctuó entre 37,53 y 52,16, siendo éste menor en los anzuelos de mayor tamaño (#5/#6), tanto en machos como en hembras.

Tabla 48. Parámetros de la curva de selección en machos; emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo				Carnada: Un cuarto de pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	4.06		5.63		6.20		
β	-0.06		-0.08		-0.10		
SF	37.53		44.16		51.39		
Lm	67.5	60.4	71.1	61.4	71.4	55.5	
S ²	112.4		114.4		163.1		
Max. Lik.	-722.1		-720.7		-719.7		
Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	4.88		5.82		5.74		
β	-0.07		-0.09		-0.09		
SF	39.14		44.00		50.12		
Lm	70.4	63.0	70.8	61.2	69.7	54.1	
S ²	101.8		109.7		167.7		
Max. Lik.	-983.7		-989.6		-1059.5		
Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo				Carnada: Pejerrey entero	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	5.65		6.62		7.45		
β	-0.09		-0.10		-0.12		
SF	38.61		43.73		52.16		
Lm	69.5	62.2	70.4	60.8	72.5	56.3	
S ²	85.5		95.3		139.7		
Max. Lik.	-1268.3		-1216.4		-1185.1		

NOTA: α y β son parámetros de ajuste de la curva de selección, SF es el factor selectivo, Lm es la longitud modal u óptima de selección, S² es la varianza, y Max. Lik. es el valor máximo verosímil del ajuste.

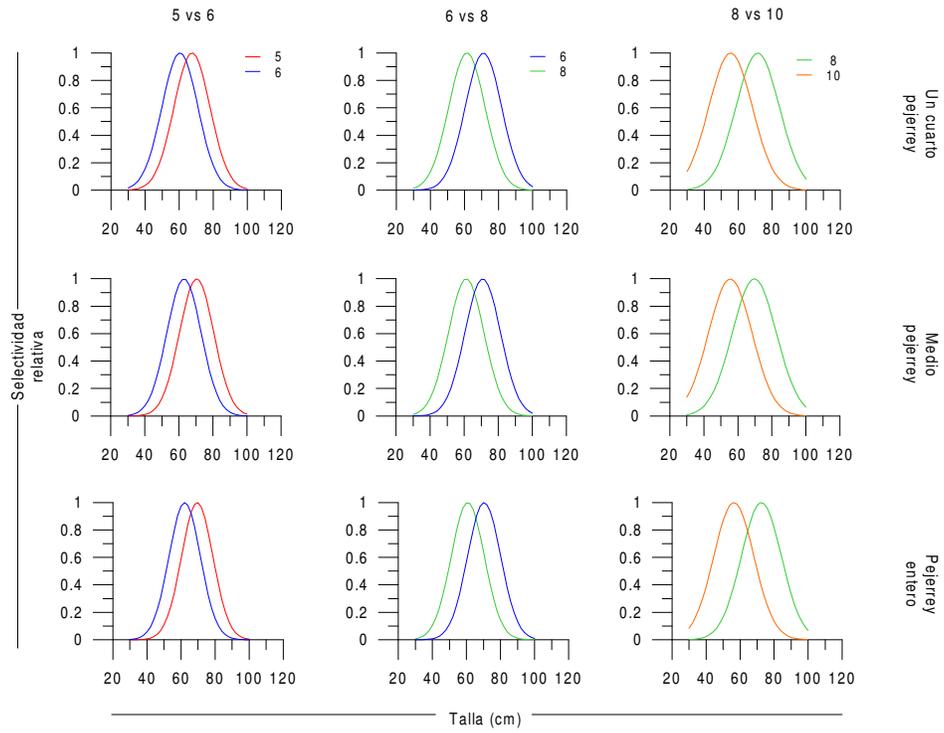
Tabla 49. Parámetros de la curva de selección en hembras; emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo				Carnada: Un cuarto de pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	4.14		6.53		6.41		
β	-0.06		-0.10		-0.10		
SF	38.23		44.19		51.69		
Lm	68.8	61.5	71.1	61.4	71.9	55.8	
S ²	114.2		98.6		159.7		
Max. Lik.	-414.5		-371.5		-373.4		
Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	5.07		6.20		5.78		
β	-0.07		-0.09		-0.09		
SF	40.20		44.99		50.42		
Lm	72.4	64.7	72.4	62.5	70.1	54.5	
S ²	103.3		107.7		168.4		
Max. Lik.	-553.7		-704.7		-785.2		
Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo				Carnada: Pejerrey entero	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	4.91		6.54		7.22		
β	-0.07		-0.10		-0.11		
SF	38.95		44.29		51.72		
Lm	70.1	62.7	71.3	61.6	71.9	55.9	
S ²	100.1		99.0		141.9		
Max. Lik.	-542.1		-658.8		-683.3		

La diferencia que existe entre los factores de selección (SF) determinados en el ajuste, son reflejados en las curvas de selección, las cuales indican que los mayores diferenciales selectivos se producen entre anzuelos de menor tamaño, principalmente entre anzuelos #8 y #10 (Fig. 44).

Las embarcaciones de Hualaihue y Calbuco presentaron similares tendencias que la embarcación de Puerto Montt, con factores de selección mayores en la comparación de anzuelos #8 y #10, al igual que la mayor diferencia entre tallas modales. No obstante lo anterior, y como reflejo de las diferentes estructuras de talla capturadas por estas embarcaciones, las tallas modales estimadas en el ajuste varían de manera correspondiente (Tablas 50 a 53; Figuras 45 y 46).

a) Machos



b) Hembras

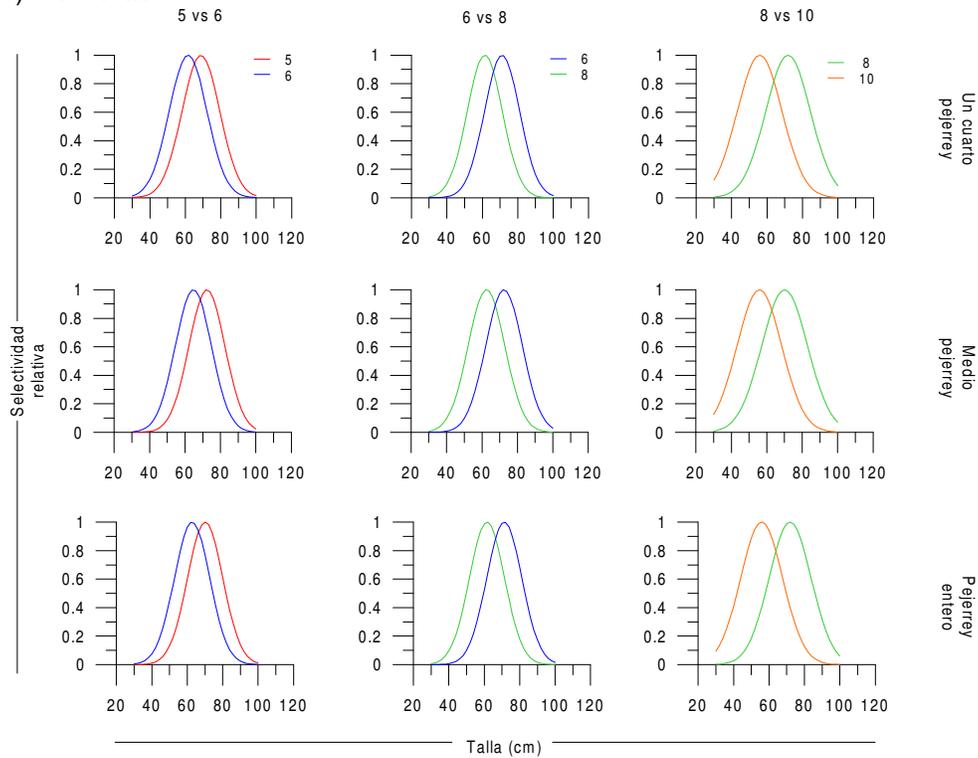


Figura 44. Curvas de selección por sexo; emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

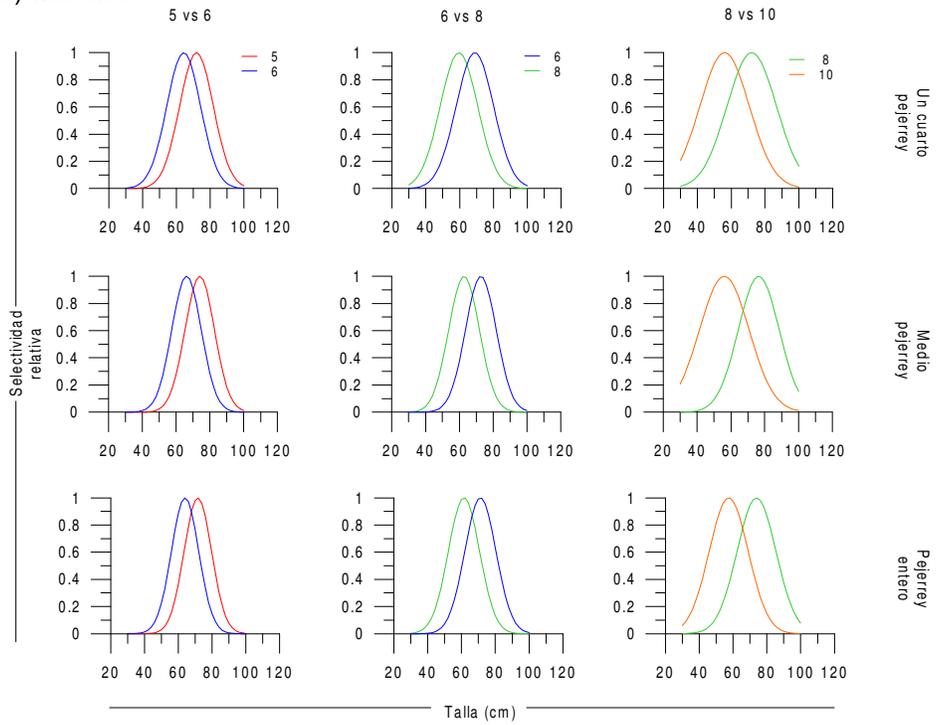
Tabla 50. Parámetros de la curva de selección en machos; emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo				Carnada: Un cuarto de pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	5.17		4.94		4.80		
β	-0.08		-0.08		-0.07		
SF	39.94		42.87		51.90		
Lm	71.9	64.3	69.0	59.6	72.1	56.1	
S ²	99.9		122.8		215.1		
Max. Lik.	-614.5		-869.8		-961.0		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	7.18		8.12		7.86		
β	-0.10		-0.12		-0.12		
SF	41.11		45.18		55.01		
Lm	74.0	66.2	72.7	62.8	76.5	59.4	
S ²	76.3		82.9		147.3		
Max. Lik.	-812.8		-759.9		-624.3		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo				Carnada: Pejerrey entero	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	7.75		7.55		8.09		
β	-0.11		-0.11		-0.12		
SF	39.78		44.22		53.15		
Lm	71.6	64.0	71.2	61.5	73.9	57.4	
S ²	66.1		85.5		133.7		
Max. Lik.	-967.8		-1005.8		-901.5		

Tabla 51. Parámetros de la curva de selección en hembras; emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo				Carnada: Un cuarto de pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	4.31		4.77		4.54		
β	-0.06		-0.07		-0.07		
SF	39.51		43.59		51.73		
Lm	71.1	63.6	70.2	60.6	71.9	55.9	
S ²	117.4		131.4		225.5		
Max. Lik.	-646.1		-825.0		-878.0		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	5.98		6.64		7.57		
β	-0.09		-0.10		-0.11		
SF	40.47		44.98		56.62		
Lm	72.9	65.2	72.4	62.5	78.7	61.1	
S ²	88.7		100.5		162.1		
Max. Lik.	-1086.1		-842.0		-731.9		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo				Carnada: Pejerrey entero	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	5.11		5.76		6.41		
β	-0.07		-0.09		-0.10		
SF	40.33		44.68		53.02		
Lm	72.6	64.9	71.9	62.1	73.7	57.3	
S ²	103.1		114.4		168.0		
Max. Lik.	-857.7		-838.1		-685.5		

a) Machos



b) Hembras

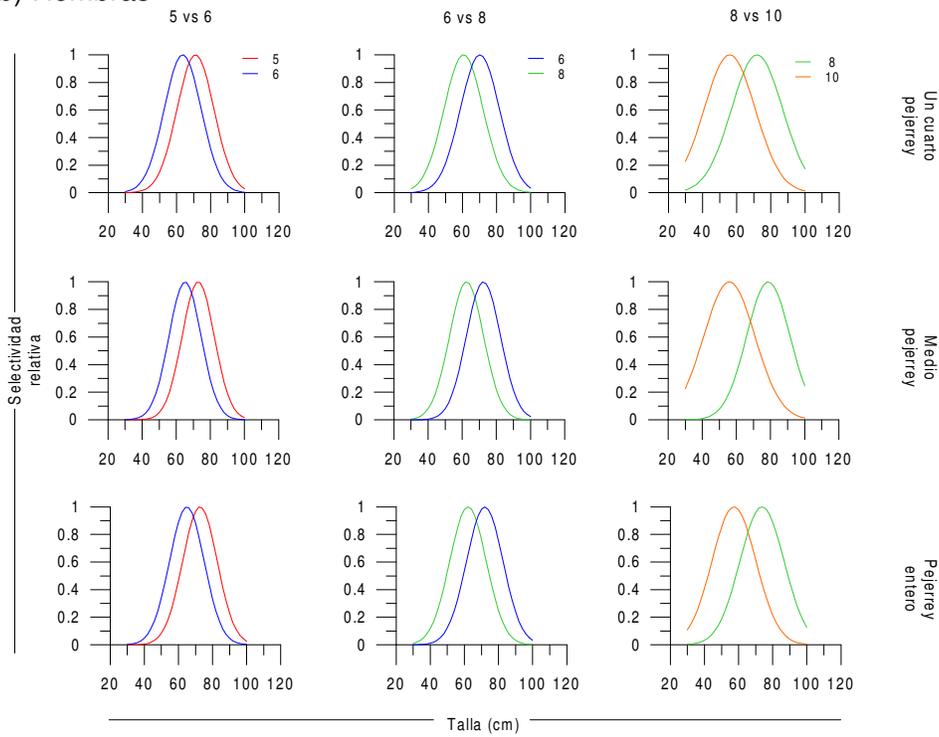


Figura 45. Curvas de selección por sexo; emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

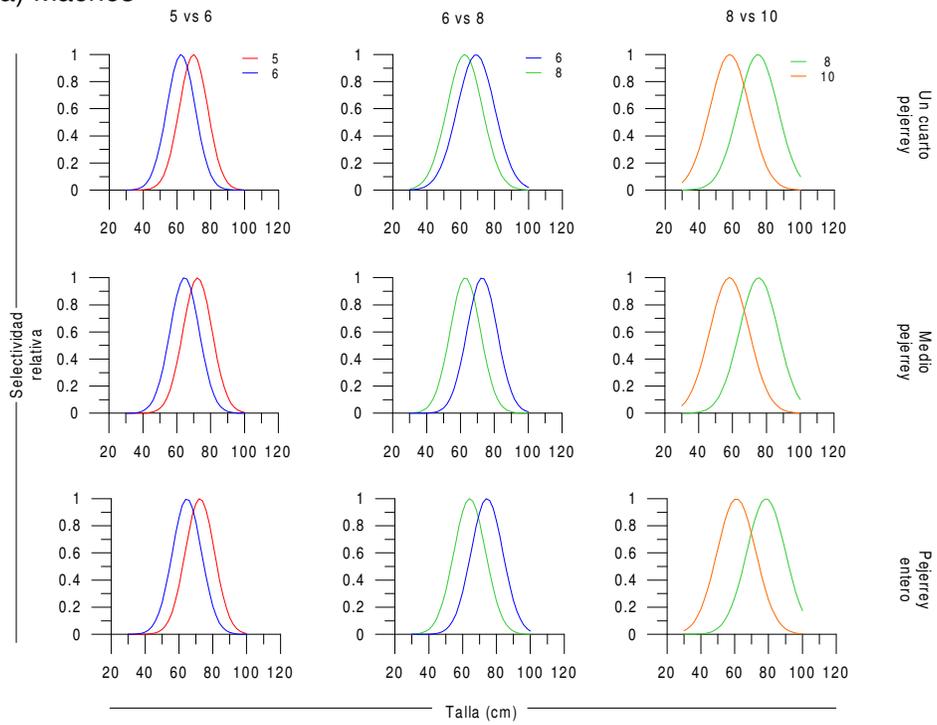
Tabla 52. Parámetros de la curva de selección en machos; emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo				Carnada: Un cuarto de pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	6.88		6.08		8.11		
β	-0.10		-0.09		-0.12		
SF	38.73		44.80		53.86		
Lm	69.7	62.4	72.1	62.3	74.9	58.2	
S ²	70.6		108.9		136.9		
Max. Lik.	-810.7		-972.8		-1145.6		
Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	6.96		8.37		8.58		
β	-0.10		-0.12		-0.13		
SF	40.16		45.22		54.29		
Lm	72.3	64.7	72.8	62.9	75.5	58.6	
S ²	75.0		80.6		131.5		
Max. Lik.	-1148.0		-1340.2		-1602.3		
Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo				Carnada: Pejerrey entero	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	7.01		7.95		9.28		
β	-0.10		-0.11		-0.13		
SF	40.21		46.19		56.52		
Lm	72.4	64.7	74.4	64.2	78.6	61.0	
S ²	74.7		88.6		131.8		
Max. Lik.	-922.3		-780.1		-1086.9		

Tabla 53. Parámetros de la curva de selección en hembras; emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo				Carnada: Un cuarto de pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	4.68		4.99		8.77		
β	-0.07		-0.07		-0.13		
SF	39.86		45.96		56.19		
Lm	71.7	64.2	74.0	63.9	78.1	60.7	
S ²	110.1		139.7		137.9		
Max. Lik.	-292.1		-363.1		-571.3		
Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	6.72		7.98		8.58		
β	-0.10		-0.12		-0.13		
SF	40.10		45.60		54.40		
Lm	72.2	64.6	73.4	63.4	75.6	58.7	
S ²	77.5		86.0		132.1		
Max. Lik.	-501.8		-543.2		-659.5		
Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo				Carnada: Pejerrey entero	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
α	6.67		7.71		8.45		
β	-0.10		-0.11		-0.12		
SF	40.79		46.81		55.48		
Lm	73.4	65.7	75.4	65.1	77.1	59.9	
S ²	80.9		93.8		139.4		
Max. Lik.	-470.4		-559.9		-689.1		

a) Machos



b) Hembras

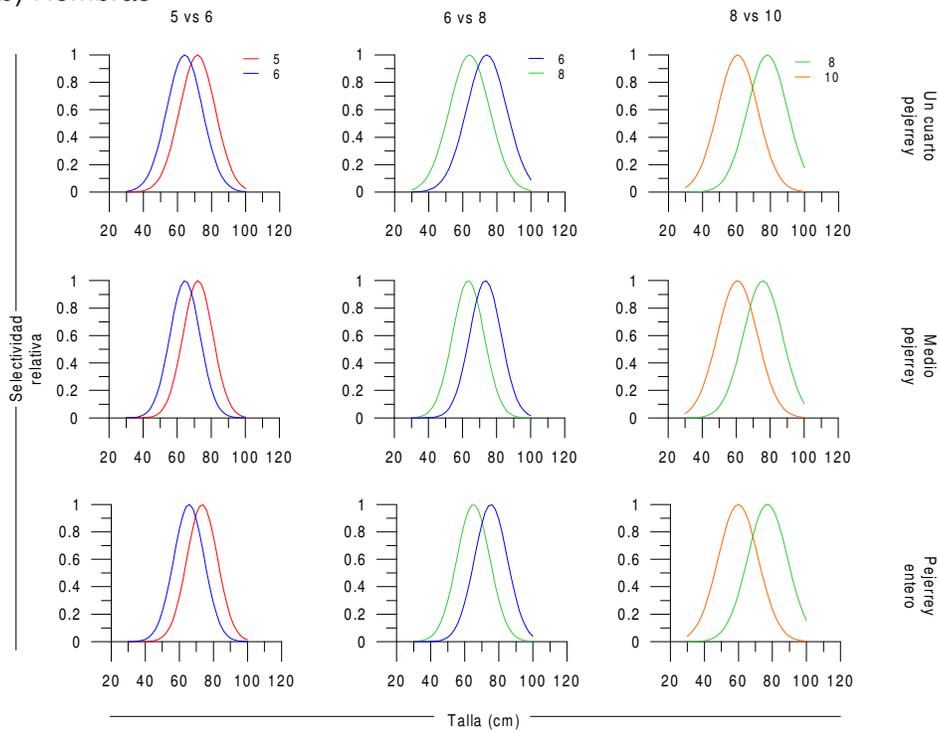


Figura 46. Curvas de selección por sexo; emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Las longitudes modales del recurso determinadas a partir del análisis comparativo de las capturas a la talla en cada par de anzuelos, permitió dar origen a los ajustes de efectos selectivos de los anzuelos utilizados, para cada tamaño de carnada empleada por las tres embarcaciones participantes.

Por medio de un ajuste logarítmico de la longitud modal en función a la abertura del anzuelo, como medida característica, se construyeron las curvas descriptivas del efecto selectivo, en virtud de lo cual se determinó que en ambos sexos, para todas las embarcaciones, la longitud modal o longitud óptima aumenta en función de la abertura del anzuelo. Lo anterior indicaría entonces la existencia de un efecto selectivo debido al tamaño del anzuelo, observándose que para todos los ajustes realizados, el anzuelo #8 permite capturar longitudes modales u óptimas superiores a 62 cm, longitud definida de interés comercial.

En forma paralela es posible observar la existencia de diferencias en las longitudes modales para un mismo anzuelo utilizando carnadas distintas, no obstante las curvas ajustadas no permiten identificar observar una relación coherente de esta variable con las tallas (Tabla 54; Figuras 47 a 49).

Tabla 54. Parámetros de la curva de efectos selectivos: ETAPA 1.

Embarcación	Carnada	Sexo	Parámetros		
			a	b	R ²
Puerto Montt	Pej. un cuarto	Machos	56.413	21.482	0.352
Puerto Montt	Pej. medio	Machos	53.505	29.976	0.641
Puerto Montt	Pej. entero	Machos	56.565	22.973	0.406
Puerto Montt	Pej. un cuarto	Hembras	56.339	23.099	0.407
Puerto Montt	Pej. medio	Hembras	53.470	33.302	0.717
Puerto Montt	Pej. entero	Hembras	55.902	25.509	0.487
Hualaihue	Pej. un cuarto	Machos	55.033	27.596	0.542
Hualaihue	Pej. medio	Machos	59.111	25.021	0.428
Hualaihue	Pej. entero	Machos	57.243	24.667	0.446
Hualaihue	Pej. un cuarto	Hembras	55.311	26.978	0.537
Hualaihue	Pej. medio	Hembras	61.686	18.758	0.234
Hualaihue	Pej. entero	Hembras	56.821	27.067	0.520
Calbuco	Pej. un cuarto	Machos	59.110	19.701	0.285
Calbuco	Pej. medio	Machos	58.814	23.642	0.399
Calbuco	Pej. entero	Machos	62.094	18.779	0.237
Calbuco	Pej. un cuarto	Hembras	61.823	18.304	0.228
Calbuco	Pej. medio	Hembras	59.112	23.385	0.388
Calbuco	Pej. entero	Hembras	60.451	23.662	0.379

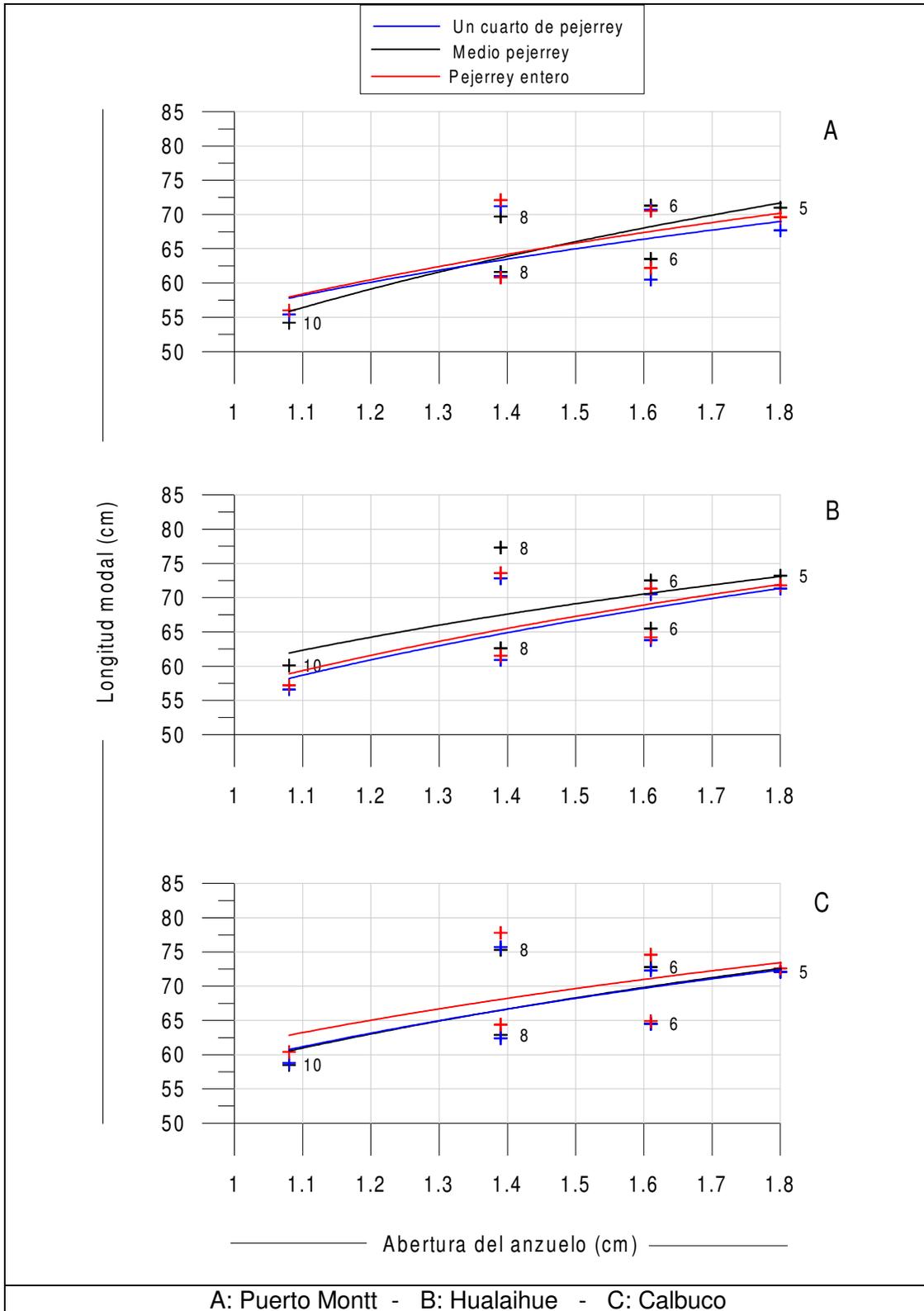


Figura 47. Curvas ajustadas de efectos selectivos para sexos combinados: ETAPA 1.

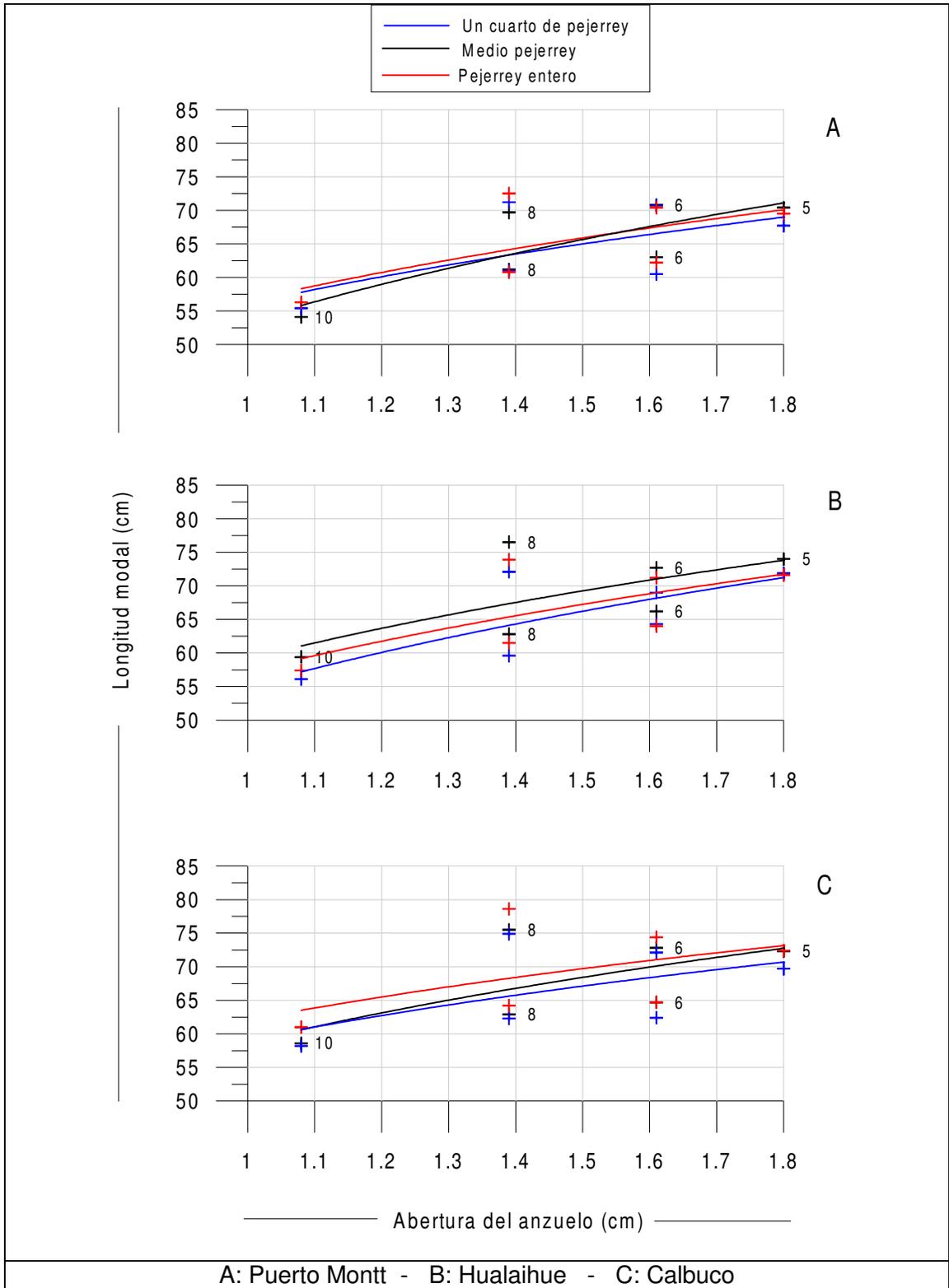


Figura 48. Curvas ajustadas de efectos selectivos para machos: ETAPA 1.

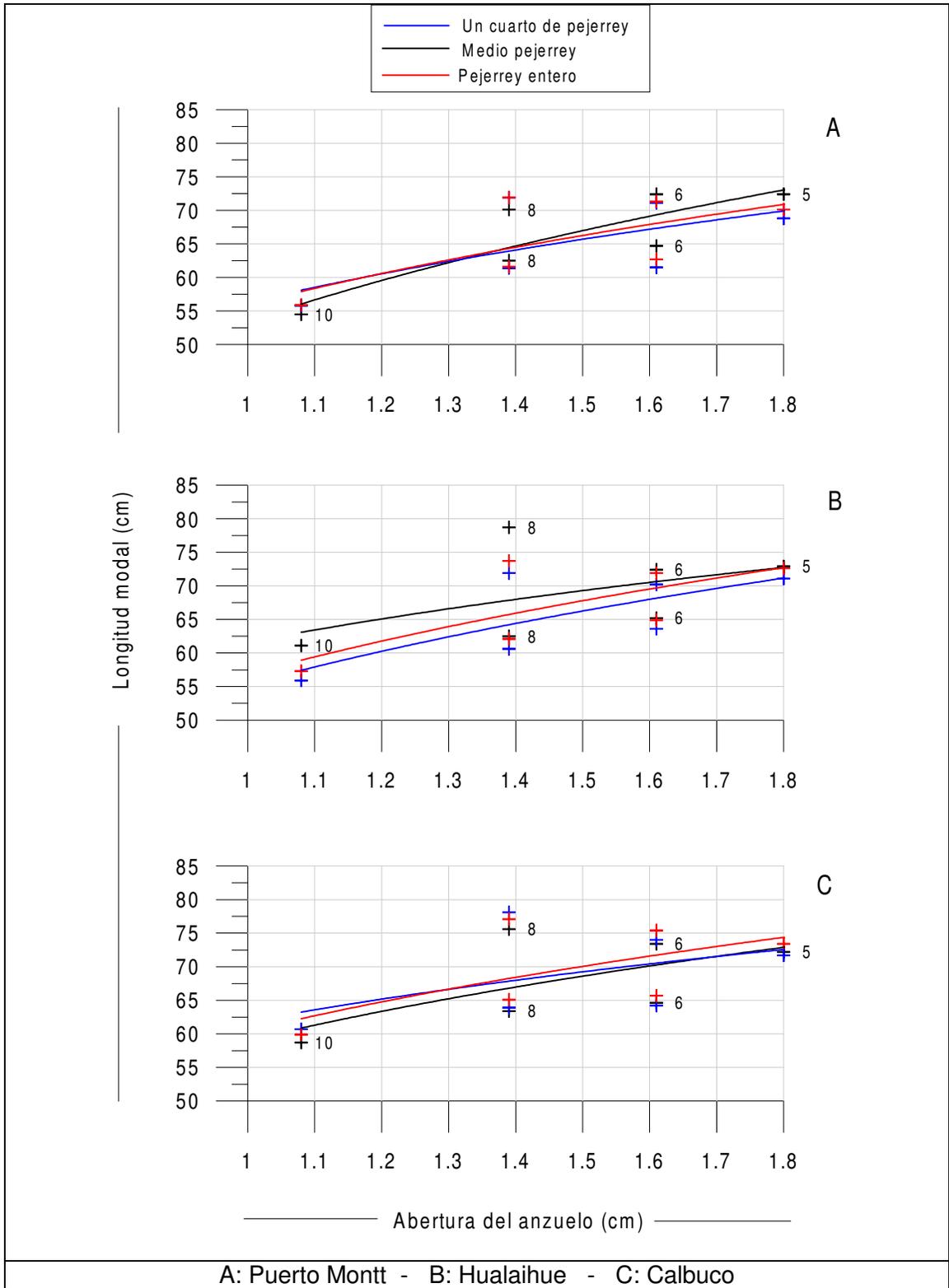


Figura 49. Curvas ajustadas de efectos selectivos para hembras: ETAPA 1.

En la ETAPA 2 las longitudes modales estimadas en el ajuste fueron inferiores a las de la primera etapa, en forma correspondiente con la mayor proporción de ejemplares de menor talla observados en las capturas. Además, los factores de selección determinados fueron menores, encontrándose entre 31,20 y 53,36, siendo éste mayor a medida que los anzuelos son de menor tamaño.

Para el caso de ambos sexos, se observó que en la comparación de todos los pares de anzuelos las tallas modales fueron menores para la embarcación de Puerto Montt, concordando entonces con la tendencia observada en las tallas medias (Tablas 55 y 56).

Tabla 55. Parámetros de la curva de selección en machos: ETAPA 2.

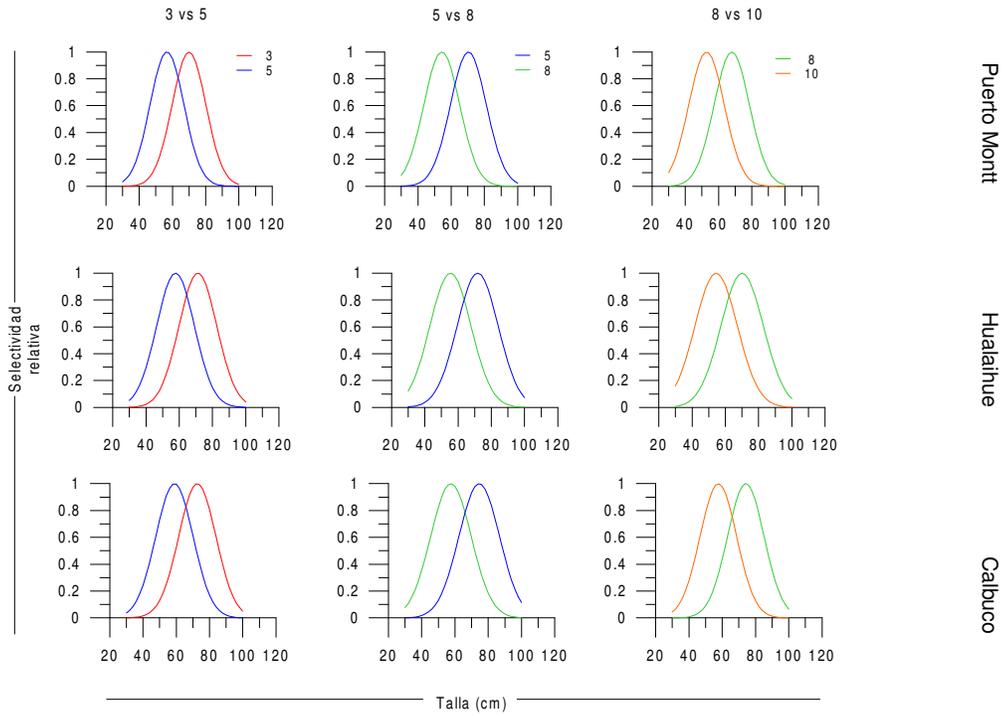
Embarcación: Puerto Montt		Mes: Mayo				Carnada: Sardina común entera	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	8.10		8.55		8.08		
β	-0.13		-0.14		-0.13		
SF	31.51		39.10		48.89		
Lm	70.0	56.7	70.4	54.3	68.0	52.8	
S ²	103.5		116.9		113.3		
Max. Lik.	-1120.3		-1175.8		-1046.7		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Mayo				Carnada: Sardina común entera	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	6.69		6.81		5.96		
β	-0.10		-0.11		-0.10		
SF	32.08		39.89		50.43		
Lm	71.2	57.7	71.8	55.4	70.1	54.5	
S ²	129.8		152.9		163.5		
Max. Lik.	-927.2		-1000.4		-922.2		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Mayo				Carnada: Sardina común entera	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	7.17		7.53		8.95		
β	-0.11		-0.11		-0.14		
SF	32.74		41.44		53.36		
Lm	72.7	58.9	74.6	57.6	74.2	57.6	
S ²	126.1		149.2		121.9		
Max. Lik.	-1048.4		-1069.6		-1023.4		

Tabla 56. Parámetros de la curva de selección en hembras: ETAPA 2.

Embarcación: Puerto Montt		Mes: Mayo				Carnada: Sardina común entera	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	7.46		7.29		7.03		
β	-0.12		-0.12		-0.12		
SF	31.20		38.09		49.41		
Lm	69.3	56.2	68.6	52.9	68.7	53.4	
S ²	110.2		130.1		132.9		
Max. Lik.	-409.0		-447.8		-446.1		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Mayo				Carnada: Sardina común entera	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	6.12		7.09		5.99		
β	-0.09		-0.11		-0.09		
SF	32.08		40.25		52.60		
Lm	71.2	57.8	72.4	55.9	73.1	56.8	
S ²	141.9		149.4		176.9		
Max. Lik.	-699.8		-681.8		-911.9		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Mayo				Carnada: Sardina común entera	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	7.07		6.39		9.76		
β	-0.11		-0.10		-0.15		
SF	32.86		41.67		51.91		
Lm	73.0	59.2	75.0	57.9	72.2	56.1	
S ²	128.9		177.8		105.8		
Max. Lik.	-629.7		-660.7		-461.1		

Las curvas de selección reflejan entonces la diferencia entre las longitudes modales de cada embarcación, siendo inferiores para la embarcación de Puerto Montt y mayores y similares para las embarcaciones de Hualaihue, tanto en machos como en hembras. El efecto por anzuelo, influenciado por su dimensión característica, muestra que anzuelos de mayor tamaño permitirían capturar ejemplares mayores, no obstante las longitudes modales ajustadas difieren con las tallas de captura determinadas en terreno (Fig. 50) .

a) Machos



b) Hembras

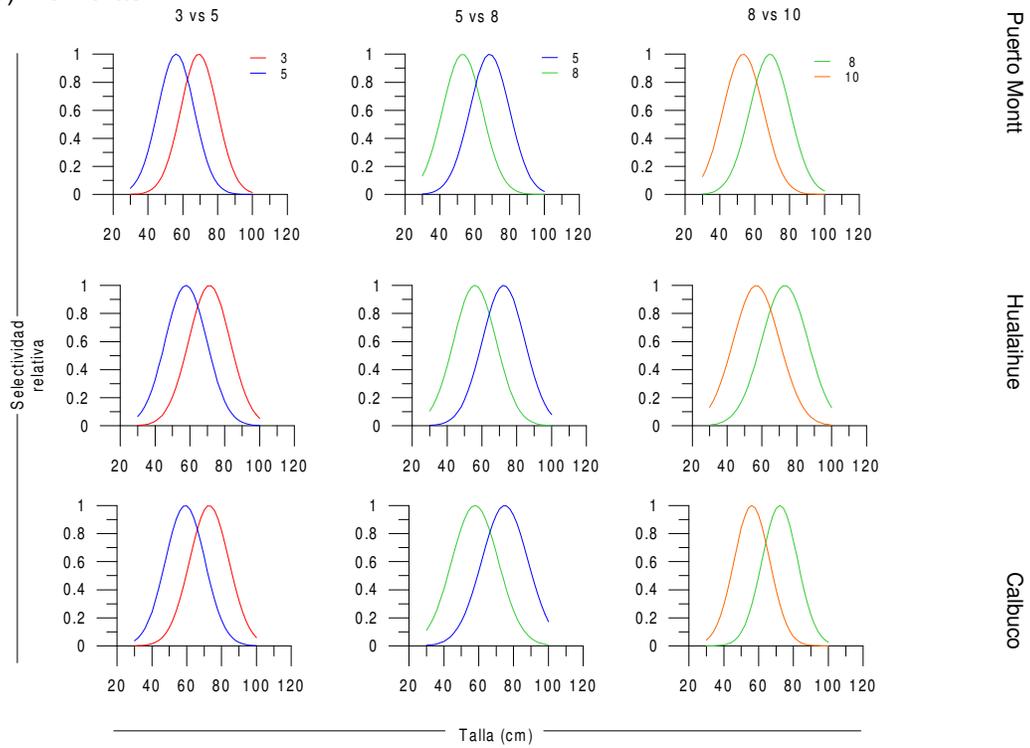


Figura 50. Curvas de selección por sexo: ETAPA 2.

Como reflejo de la disminución de las tallas de captura en esta etapa, las curvas de efectos selectivos presentaron un descenso vertical respecto a las determinadas en la ETAPA 1. Este desplazamiento de las curvas permitió reflejar que el anzuelo #8 lograría longitudes modales u óptimas inferiores a la talla de interés comercial, siendo el anzuelo #5 quien logre capturas modales superiores a 62 cm (Tabla 57; Figuras 51 a 53).

Tabla 57. Parámetros de la curva de efectos selectivos: ETAPA 2.

Embarcación	Carnada	Sexo	Parámetros		
			a	b	R ²
Puerto Montt	Sardina común	Machos	52.607	20.865	0.419
Puerto Montt	Sardina común	Hembras	53.028	18.755	0.349
Hualaihue	Sardina común	Machos	54.385	20.104	0.376
Hualaihue	Sardina común	Hembras	57.141	16.408	0.244
Hualaihue2	Sardina común	Machos	58.092	17.376	0.263
Hualaihue2	Sardina común	Hembras	56.353	20.357	0.359

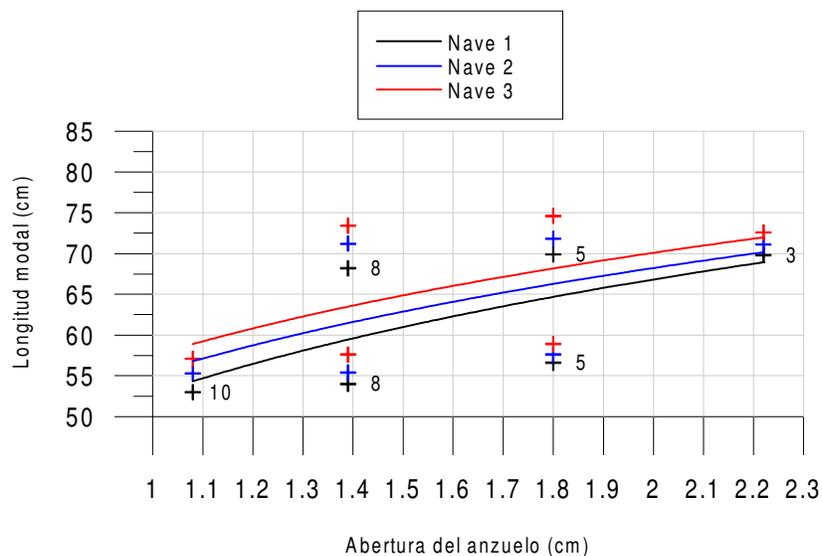


Figura 51. Curvas ajustadas de efectos selectivos para sexos combinados: ETAPA 2.

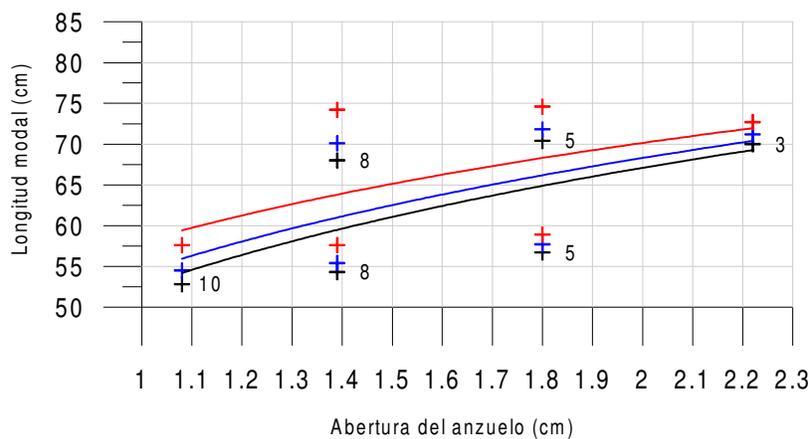


Figura 52. Curvas ajustadas de efectos selectivos para machos: ETAPA 2.

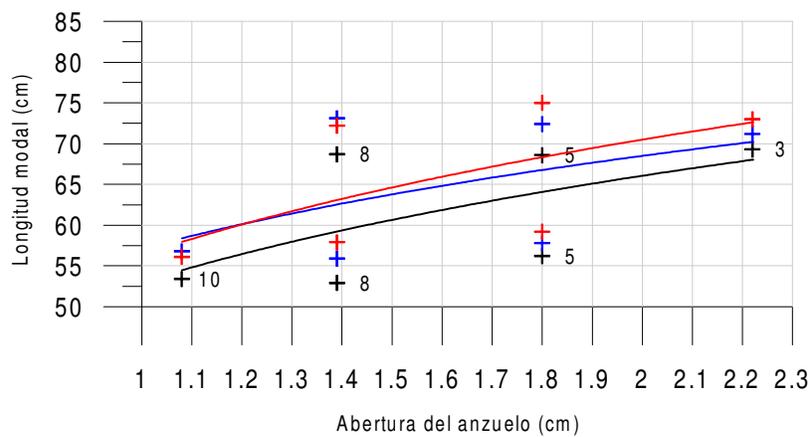


Figura 53. Curvas ajustadas de efectos selectivos para hembras: ETAPA 2.

En la ETAPA 3 se estimó que las talla modales de machos fluctúa entre 58,1 y 79,3 cm, para los anzuelos #10 y #5 respectivamente, en tanto que para hembras la talla modal fluctúa entre 56,7 y 81,4 cm para los mismos anzuelos. En términos del factor de selección, se observó que esta variable es mayor en la comparación de todos los pares de anzuelos de #8 y #10, disminuyendo en los anzuelos #5 y #8, encontrándose los menores valores en anzuelos #3 y #5 (Tablas 58 y 59; Fig. 54).

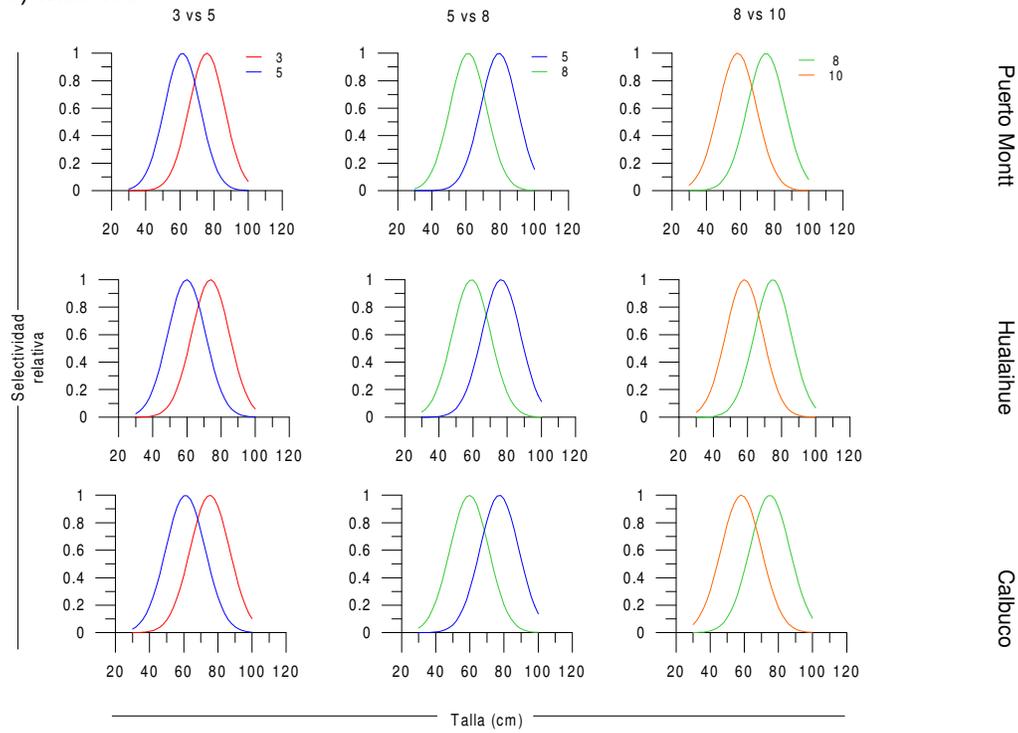
Tabla 58. Parámetros de la curva de selección en machos: ETAPA 3.

Embarcación: Puerto Montt		Mes: Julio				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	8.99		11.02		8.98		
β	-0.13		-0.16		-0.13		
SF	34.12		44.07		53.97		
Lm	75.7	61.4	79.3	61.3	75.0	58.3	
S ²	109.3		115.3		124.3		
Max. Lik.	-340.4		-487.8		-531.5		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Julio				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	7.65		9.29		9.41		
β	-0.11		-0.14		-0.14		
SF	33.26		42.48		53.81		
Lm	73.8	59.9	76.5	59.0	74.8	58.1	
S ²	122.1		127.0		117.9		
Max. Lik.	-440.2		-495.4		-530.7		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Julio				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	7.26		9.26		7.94		
β	-0.11		-0.14		-0.12		
SF	33.90		42.93		53.89		
Lm	75.3	61.0	77.3	59.7	74.9	58.2	
S ²	133.7		130.2		140.1		
Max. Lik.	-619.9		-733.0		-795.8		

Tabla 59. Parámetros de la curva de selección en hembras: ETAPA 3.

Embarcación: Puerto Montt		Mes: Julio				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	8.80		7.26		7.99		
β	-0.13		-0.11		-0.11		
SF	34.95		41.85		56.84		
Lm	77.6	62.9	75.3	58.2	79.0	61.4	
S ²	117.2		157.8		154.8		
Max. Lik.	-210.8		-271.6		-267.0		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Julio				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	6.06		11.41		6.48		
β	-0.09		-0.16		-0.10		
SF	33.11		45.23		53.43		
Lm	73.5	59.6	81.4	62.9	74.3	57.7	
S ²	152.7		117.3		168.6		
Max. Lik.	-170.9		-197.8		-258.0		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Julio				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#3 vs #5		#5 vs #8		#8 vs #10		
	#3	#5	#5	#8	#8	#10	
α	7.37		8.13		7.59		
β	-0.11		-0.12		-0.12		
SF	34.14		40.90		52.49		
Lm	75.8	61.4	73.6	56.8	73.0	56.7	
S ²	133.5		134.5		138.9		
Max. Lik.	-461.7		-455.8		-305.5		

a) Machos



b) Hembras

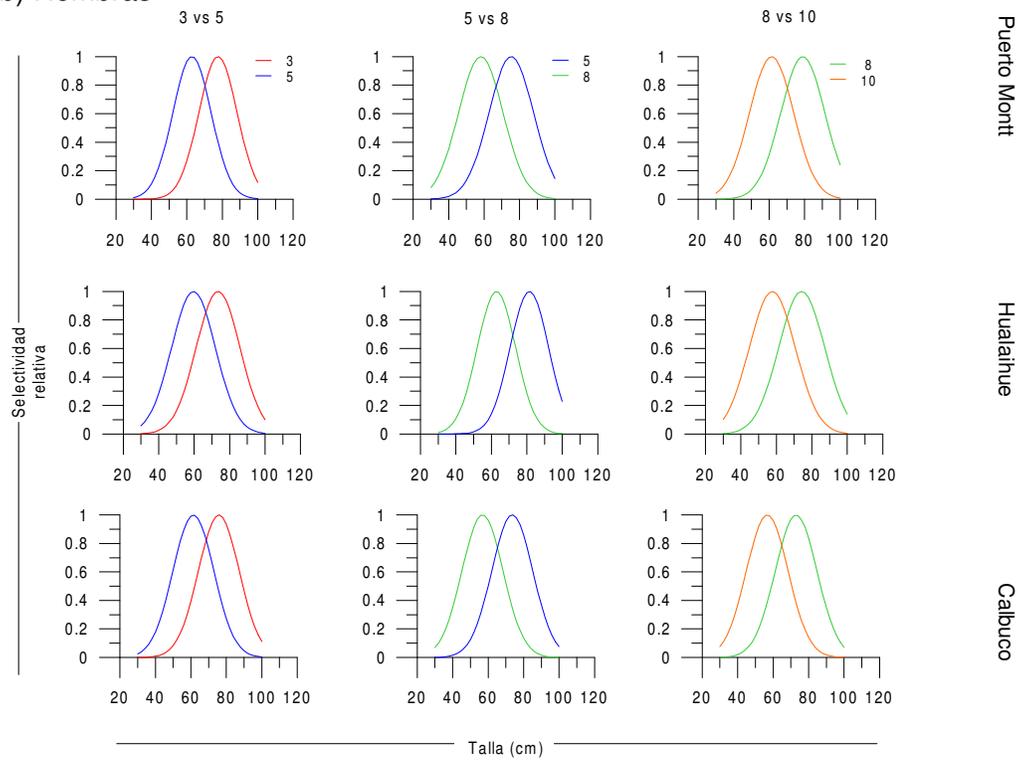


Figura 54. Curvas de selección por sexo: ETAPA 3.

En cuanto a los efectos selectivos, en esta etapa se observó una tendencia similar que la determinada en la ETAPA 1, donde el anzuelo #8 permitiría la captura de ejemplares de longitud modal u óptima superior a la talla de interés comercial. Sin embargo, existe evidencia que indicaría una diferencia de efectos entre sexos, ya que en machos las curvas de cada embarcación presentan una convergencia en el anzuelo menor (#10), mientras que en hembras esta convergencia se produce en el anzuelo mayor (#3) (Tabla 60; Figuras 55 a 57).

Tabla 60. Parámetros de la curva de efectos selectivos: ETAPA 3.

Embarcación	Carnada	Sexo	Parámetros		
			a	b	R ²
Puerto Montt	Pej. medio	Machos	58.944	21.193	0.350
Puerto Montt	Pej. medio	Hembras	60.838	18.222	0.255
Hualaihue	Pej. medio	Machos	58.701	18.429	0.285
Hualaihue	Pej. medio	Hembras	59.518	19.296	0.269
Hualaihue	Pej. medio	Machos	58.510	20.413	0.341
Hualaihue	Pej. medio	Hembras	55.788	23.117	0.445

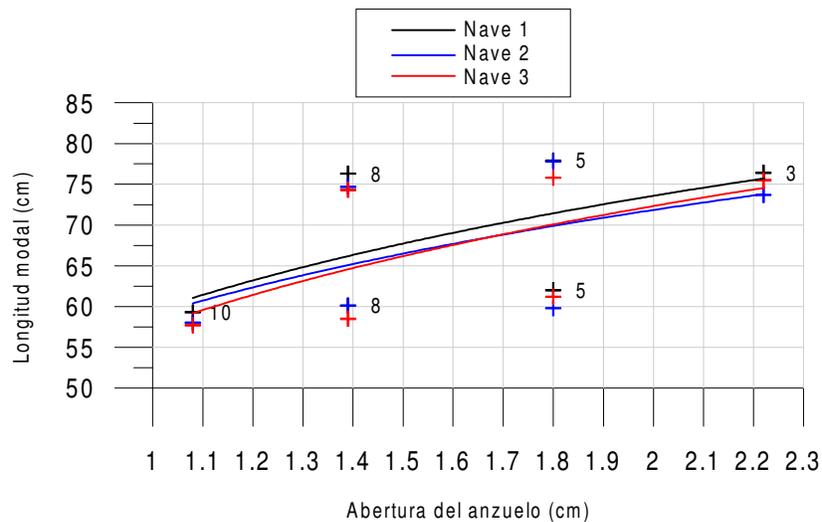


Figura 55. Curvas ajustadas de efectos selectivos para sexos combinados: ETAPA 3.

Nave 1: Puerto Montt - Naves 2 y 3: Hualaihue

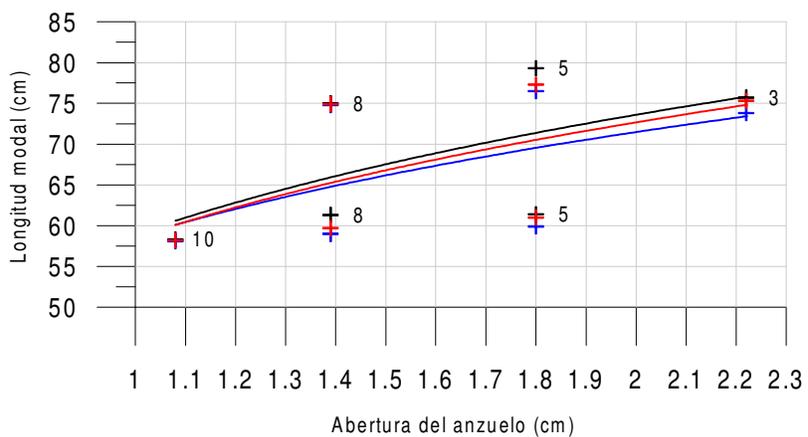


Figura 56. Curvas ajustadas de efectos selectivos para machos: ETAPA 3.

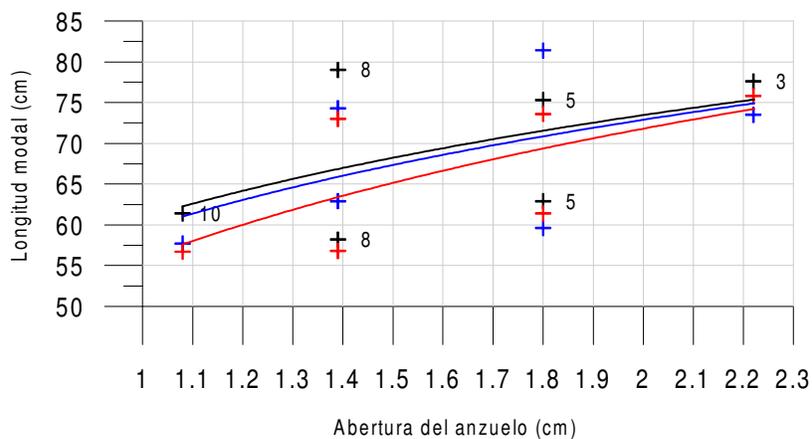


Figura 57. Curvas ajustadas de efectos selectivos para hembras: ETAPA 3.

Método SELECT con distribución unimodal: Curvas de selección y efectos selectivos

El método SELECT propuesto por Millar (1992) para el análisis selectivo de distribuciones normales unimodales permitió extraer las longitudes modales u óptimas de captura. En este caso se trabajó sólo en la ETAPA 1 con la muestra global sin diferenciar por sexo, logrando observarse que por medio del ajuste las tallas modales se encontraron entre 63,3 y 68,1 cm para la embarcación de Puerto Montt. En la embarcación de Hualaihue en tanto, las longitudes modales fluctuaron entre 66,3 y 69,7 cm, mientras que en la embarcación de Calbuco éstas fluctuaron entre 65,7 y 69,7 cm (Tablas 61 a 63).

En base a lo anterior, y en forma independiente a la carnada utilizada, es posible observar que las longitudes modales u óptimas son superiores que la talla de interés comercial, para todos los tamaños de anzuelo utilizados en las experiencias.

Tabla 61. Parámetros de la curva selección unimodal, emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo			Carnada: Un cuarto de pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10	
	#5	#6	#6	#8	#8	#10
a	35.19	41.29	41.3	47.0	47.0	60.3
b	5.07	5.35	5.5	6.8	7.0	8.3
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08
Lm	63.35	66.48	66.5	65.3	65.3	65.1
S	9.13	8.61	8.8	9.5	9.7	9.0
Max. Lik.	-1331.6		-1287.9		-1218.7	
Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo			Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10	
	#5	#6	#6	#8	#8	#10
a	37.86	42.00	42.0	46.3	46.3	59.2
b	5.33	5.6	5.5	7.6	7.7	9.2
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08
Lm	68.15	67.61	67.6	64.4	64.4	63.9
S	9.6	9.0	8.9	10.5	10.7	9.9
Max. Lik.	-1854.6		-2032.8		-2099.9	
Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo			Carnada: Pejerrey entero	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10	
	#5	#6	#6	#8	#8	#10
a	36.57	41.16	41.2	47.3	47.3	60.4
b	4.73	5.2	5.2	6.2	6.4	7.5
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08
Lm	65.82	66.27	66.3	65.7	65.7	65.3
S	8.51	8.37	8.3	8.7	8.8	8.1
Max. Lik.	-2176.7		-2223.0		-2078.8	

NOTA: a y b son parámetros de ajuste de la curva de selección, mj es la dimensión característica del anzuelo, Lm es la longitud modal u óptima de selección, S es la desviación estándar, y Max. Lik. es el valor máximo verosímil del ajuste.

Tabla 62. Parámetros de la curva selección unimodal, emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo			Carnada: Un cuarto de pejerrey		
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a	37.61	41.21	41.2	46.7	46.7	62.7	
b	4.47	6.99	6.6	8.1	7.8	8.2	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm	67.7	66.34	66.3	64.9	65.0	67.7	
S	8.05	11.25	10.6	11.3	10.9	8.9	
Max. Lik.	-1512.5		-2074.7		-2037.3		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo			Carnada: Medio pejerrey		
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a	38.7	42.94	42.9	49.6	49.6	64.5	
b	4.46	5.24	5.5	5.3	5.7	7.9	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm	69.66	69.13	69.1	68.9	68.9	69.7	
S	8.03	8.43	8.9	7.3	8.0	8.5	
Max. Lik.	-2269.7		-1901.7		-1512.4		
Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo			Carnada: Pejerrey entero		
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a	38.32	41.69	41.7	48.3	48.3	63.1	
b	4.41	5.44	5.5	5.7	6.0	6.9	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm	68.97	67.12	67.1	67.1	67.1	68.2	
S	7.93	8.75	8.8	7.9	8.3	7.5	
Max. Lik.	-2204.5		-2156.2		-1714.7		

Tabla 63. Parámetros de la curva selección unimodal, emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo			Carnada: Un cuarto de pejerrey		
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a	37.07	41.10	41.1	49.2	49.2	60.9	
b	4.32	5.00	4.9	6.6	6.2	8.7	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm	66.73	66.18	66.2	68.5	68.4	65.7	
S	7.77	8.05	8.0	9.2	8.7	9.4	
Max. Lik.	-1342.4		-1532.7		-1964.2		
Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo			Carnada: Medio pejerrey		
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a	37.78	42.39	42.4	48.7	48.7	62.0	
b	4.11	4.74	4.5	5.5	5.4	7.5	
mj	1.8	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm	68.0	68.25	68.3	67.7	67.7	66.9	
S	7.4	7.63	7.3	7.7	7.5	8.1	
Max. Lik.	-1944.3		-2197.1		-2485.2		
Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo			Carnada: Pejerrey entero		
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a	38.56	43.12	43.1	50.1	50.1	63.0	
b	4.44	4.48	4.6	5.9	5.5	7.9	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm	69.4	69.43	69.4	69.7	69.7	68.1	
S	8.0	7.2	7.4	8.1	7.7	8.6	
Max. Lik.	-1657.6		-1567.8		-1969.7		

En cuanto al efecto selectivo, las embarcaciones de Hualaihue y Calbuco no presentan efecto debido al tamaño del anzuelo, mientras que por la carnada evidencian un comportamiento disímil que produce un desplazamiento vertical de la curva. En la embarcación de Puerto Montt en tanto, la utilización de carnadas un cuarto de pejerrey y pejerrey entero muestran el mismo patrón que las otras embarcaciones, mientras que para la carnada medio pejerrey se observó una pendiente (Fig. 58).

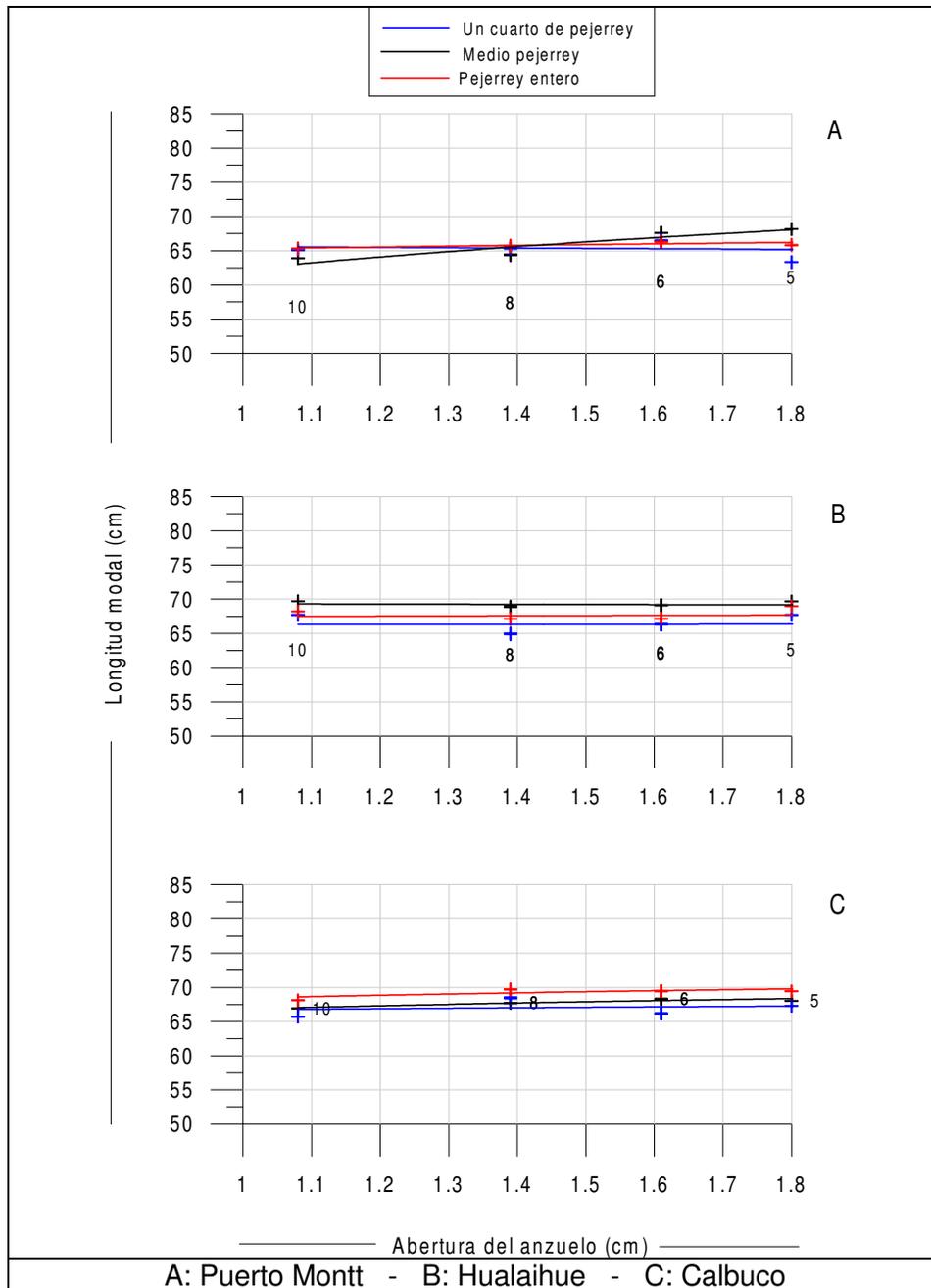


Figura 58. Curvas de efectos selectivos para sexos combinados (unimodal): ETAPA 1.

Método SELECT con distribución bimodal: Curvas de selección y efectos selectivos

La variación del método SELECT para el análisis selectivo de distribuciones bimodales permitió extraer las dos longitudes modales u óptimas de captura de cada curva de selección. Al igual que en el caso anterior, se trabajó sólo en la ETAPA 1 con la muestra global sin diferenciar por sexo. Este método permitió extraer la primera moda de la distribución, la que permite discriminar si efectivamente la combinación tamaño de anzuelo y tamaño de carnada presenta un efecto sobre las capturas a la talla en ejemplares sin interés comercial. De este modo, en la embarcación de Puerto Montt se determinó que todas las combinaciones probadas retienen longitudes modales (referido a la moda inferior) menores que la talla de interés (Tabla 64) no existiendo evidencia que indique un efecto selectivo favorable (Fig. 59).

Tabla 64. Parámetros de la curva selección bimodal, emb. de Pto. Montt: ETAPA 1.

Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo				Carnada: Un cuarto de pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a1	31.2	36.4	34.6	40.5	40.4	50.7	
b1	2.6	3.8	0.4	1.4	1.6	3.3	
a2	39.8	45.5	42.5	47.3	47.0	61.1	
b2	3.8	3.9	5.8	7.2	7.2	9.9	
ω	2.4	1.5	0.9	1.2	2.2	1.3	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm1	56.1	58.6	55.7	56.3	56.1	54.8	
Lm2	71.7	73.3	68.4	65.7	65.3	66.0	
S	4.7	6.1	0.7	1.9	2.3	3.5	
Max. Lik.	-1838.9		-2012.1		-2080.9		
Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo				Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a1	30.7	37.8	35.5	39.9	40.1	55.0	
b1	1.4	4.2	-1.4	3.0	3.1	-5.9	
a2	36.2	46.4	42.3	49.7	50.3	69.1	
b2	4.8	2.7	5.4	5.7	5.3	4.4	
ω	1.3	1.1	1.4	1.5	1.2	0.8	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm1	55.3	60.9	57.2	55.4	55.8	59.4	
Lm2	65.2	74.7	68.1	69.0	69.9	74.6	
S	2.5	6.8	2.2	4.2	4.2	6.4	
Max. Lik.	-1316.1		-1278.5		-1205.3		
Embarcación: Puerto Montt		Mes: Marzo				Carnada: Pejerrey entero	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a1	31.2	36.2	35.7	40.8	41.0	53.2	
b1	1.7	-3.1	0.5	-3.5	3.5	-3.8	
a2	38.5	44.2	41.5	51.0	51.2	65.1	
b2	4.1	3.5	5.1	4.1	4.0	5.5	
ω	1.3	1.4	1.6	1.5	1.4	1.1	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm1	56.2	58.2	57.5	56.7	56.9	57.5	
Lm2	69.2	71.1	66.8	70.9	71.2	70.3	
S	3.1	5.0	0.8	4.9	4.9	4.1	
Max. Lik.	-2155.5		-2208.9		-2055.6		

En la embarcación de Hualaihue el comportamiento del ajuste permite apreciar que algunas combinaciones de anzuelo/carnada lograron retener longitudes modales superiores a la talla de interés, tales como anzuelo #5 con carnada un cuarto de pejerrey y anzuelos #8 y #10 con carnada medio pejerrey (Tabla 65). No obstante lo anterior, el ajuste de los efectos selectivos indicaría en términos globales que el mejor efecto se lograría con anzuelo #10 y carnadas un cuarto y medio pejerrey, lo que indudablemente es difícil de comprender (Fig. 59). La embarcación de Calbuco en tanto fue la única que mostró un comportamiento similar al esperable, en cuanto a tendencia, donde los anzuelos de mayor tamaño (#5 y #6) permitirían un efecto favorable en términos de retención de ejemplares sobre la talla de interés (Tabla 66; Fig. 59).

Tabla 65. Parámetros de la curva selección bimodal, emb. de Hualaihue: ETAPA 1.

Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo			Carnada: Un cuarto de pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10	
	#5	#6	#6	#8	#8	#10
a1	34.6	36.7	35.2	37.5	41.4	53.2
b1	3.5	-3.2	1.4	0.0	2.4	4.3
a2	41.1	45.4	43.8	49.6	51.1	67.4
b2	3.0	3.4	4.7	5.7	4.8	5.6
ω	1.9	2.4	2.6	1.7	2.7	3.0
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08
Lm1	62.3	59.1	56.7	52.1	57.5	57.5
Lm2	74.0	73.1	70.5	68.9	71.0	72.8
S	6.3	5.2	2.2	0.1	3.4	4.7
Max. Lik.	-2252.3		-1886.4		-1502.1	
Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo			Carnada: Medio pejerrey	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10	
	#5	#6	#6	#8	#8	#10
a1	33.4	35.4	35.0	39.8	44.7	61.0
b1	0.02	-3.6	1.8	-0.6	7.8	8.5
a2	37.6	46.4	42.7	47.0	53.9	67.6
b2	4.6	3.9	6.6	7.9	2.3	3.2
ω	0.9	1.0	1.1	1.5	0.9	0.9
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08
Lm1	60.1	57.0	56.4	55.4	62.2	65.9
Lm2	67.7	74.7	68.7	65.3	74.9	73.0
S	0.9	5.7	2.9	0.8	10.8	9.2
Max. Lik.	-1500.0		-2062.5		-2018.3	
Embarcación: Hualaihue		Mes: Marzo			Carnada: Pejerrey entero	
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10	
	#5	#6	#6	#8	#8	#10
a1	32.3	35.2	34.9	40.0	41.7	56.8
b1	1.8	-3.0	0.6	0.6	2.6	4.5
a2	39.7	44.0	42.0	48.6	50.5	67.9
b2	3.6	4.0	5.3	5.6	4.7	5.0
ω	2.1	2.1	2.2	2.1	1.7	1.2
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08
Lm1	58.1	56.6	56.2	55.5	58.0	61.4
Lm2	71.4	70.9	67.7	67.6	70.1	73.3
S	3.2	4.8	1.0	0.8	3.7	4.9
Max. Lik.	-2191.0		-2149.8		-1700.3	

Tabla 66. Parámetros de la curva selección bimodal, emb. de Calbuco: ETAPA 1.

Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo			Carnada: Un cuarto de pejerrey		
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a1	34.6	37.0	37.0	41.7	41.9	53.8	
b1	3.2	2.7	2.7	2.4	-2.3	4.0	
a2	41.0	44.9	44.9	51.0	51.2	66.0	
b2	2.2	2.7	2.7	4.1	4.0	5.1	
ω	1.5	2.1	2.0	1.9	1.6	1.6	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm1	62.2	59.6	59.6	58.0	58.2	58.1	
Lm2	73.8	72.3	72.4	70.9	71.2	71.3	
S	5.8	4.3	4.3	3.4	3.3	4.3	
Max. Lik.	-1912.2		-2167.1		-2459.1		
Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo			Carnada: Medio pejerrey		
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a1	33.5	40.6	38.2	41.3	41.4	52.1	
b1	2.6	5.2	4.2	3.0	-2.9	3.8	
a2	40.5	44.8	44.2	52.2	52.5	63.7	
b2	2.5	0.7	3.7	4.7	4.6	7.4	
ω	1.0	0.9	1.1	1.7	1.5	1.6	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm1	60.4	65.4	61.5	57.4	57.5	56.3	
Lm2	72.9	72.2	71.1	72.6	72.9	68.8	
S	4.7	8.3	6.8	4.1	4.0	4.1	
Max. Lik.	-1330.9		-1523.7		-1925.7		
Embarcación: Calbuco		Mes: Marzo			Carnada: Pejerrey entero		
Anzuelos	#5 vs #6		#6 vs #8		#8 vs #10		
	#5	#6	#6	#8	#8	#10	
a1	33.8	42.1	37.3	42.5	42.6	53.4	
b1	2.6	4.9	2.3	2.7	-2.7	3.8	
a2	40.9	46.2	45.1	52.1	52.1	65.3	
b2	2.7	1.7	3.5	4.6	4.6	6.4	
ω	1.9	1.0	2.0	2.2	2.1	2.6	
mj	1.80	1.61	1.61	1.39	1.39	1.08	
Lm1	60.8	67.8	60.1	59.1	59.2	57.7	
Lm2	73.7	74.4	72.6	72.4	72.4	70.5	
S	4.6	7.9	3.6	3.8	3.8	4.1	
Max. Lik.	-1639.3		-1557.8		-1957.2		

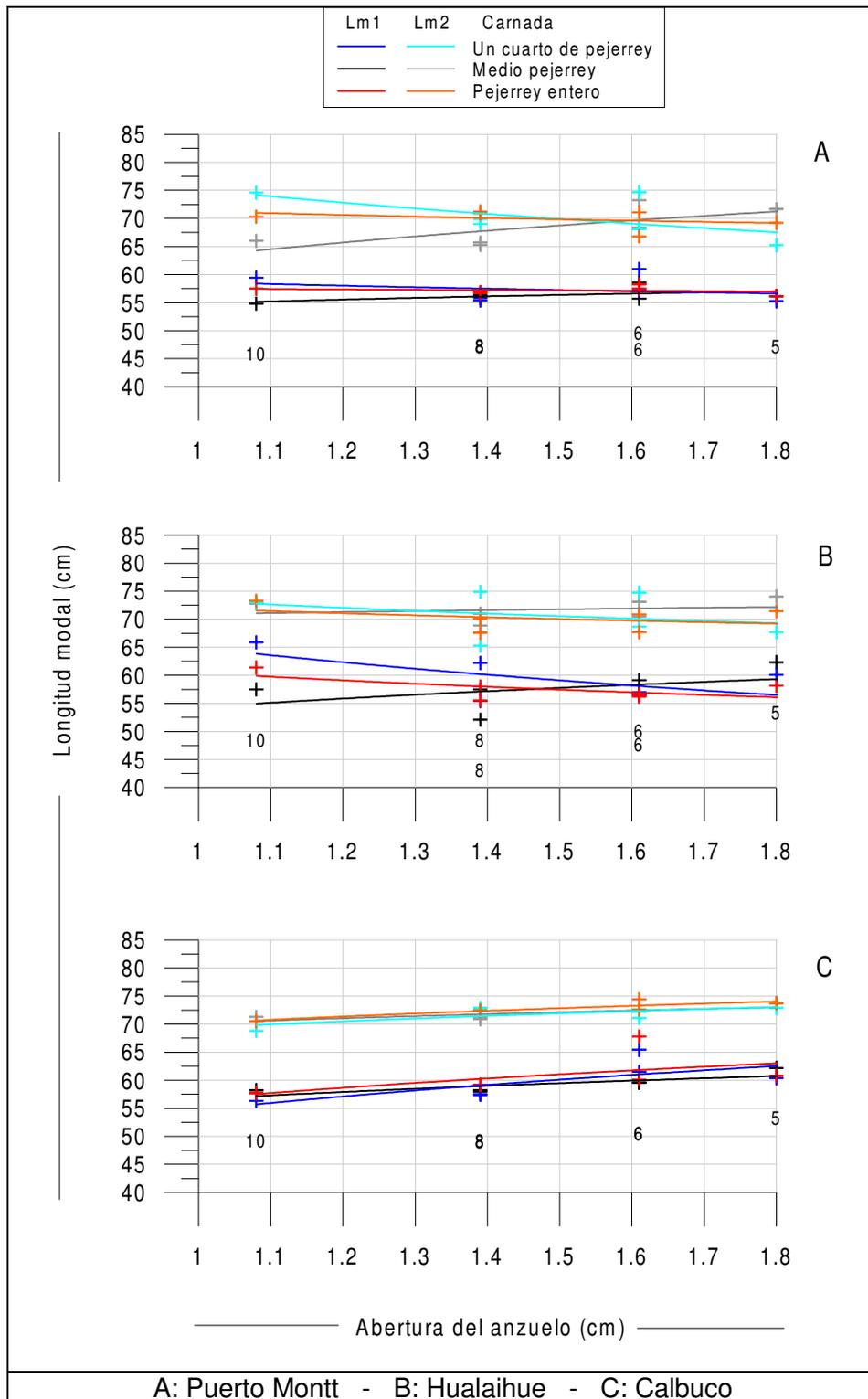


Figura 59. Curvas de efectos selectivos para sexos combinados (bimodal): ETAPA 1.

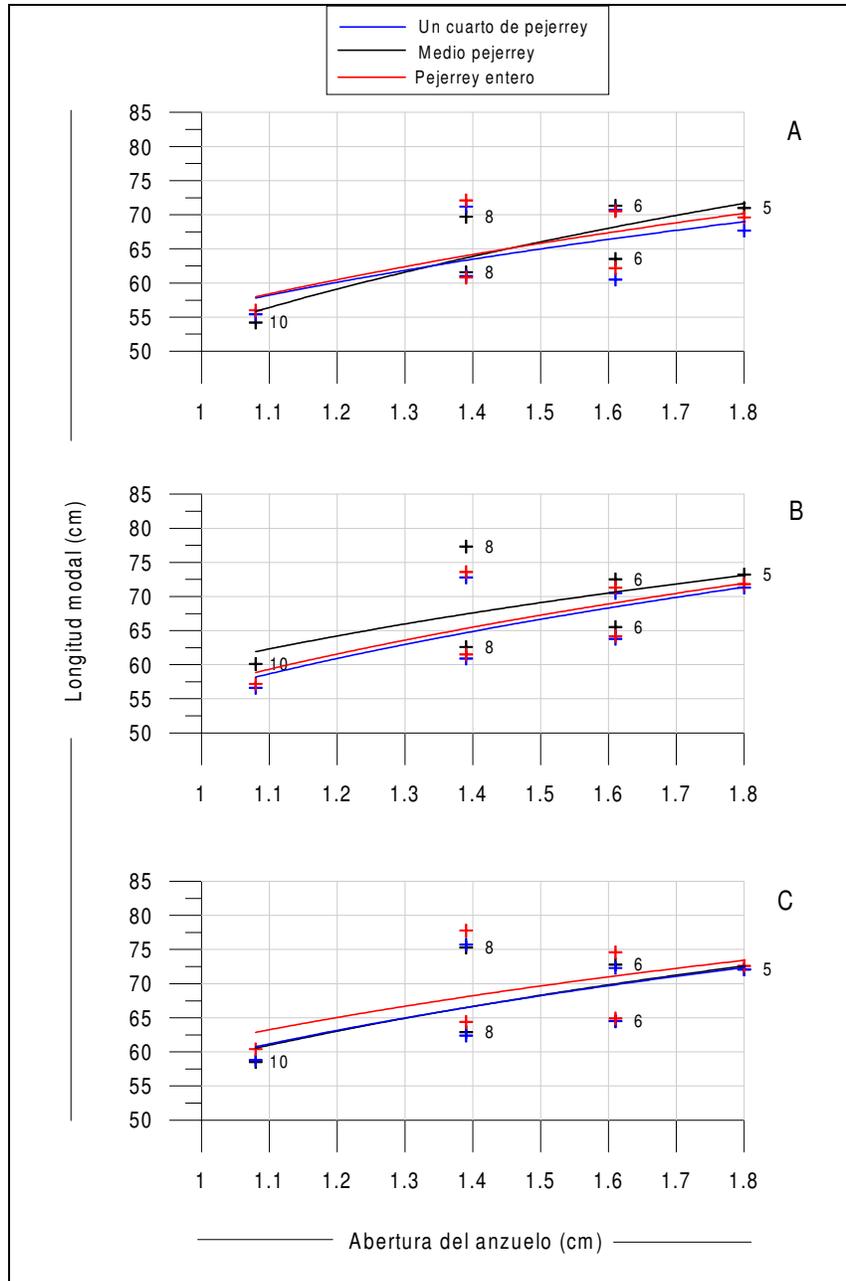
Objetivo 4.5. Determinar el diseño de anzuelo (tipo y/o tamaño) y tamaño de carnada (o cualquier configuración de estas variables) que reduce los descartes de la especie objetivo.

a) Efectos selectivos

Los efectos selectivos se obtuvieron del análisis de las tallas modales u óptima de captura en función a cada uno de los tamaños de anzuelo evaluados, conforme la información y procedimientos realizados en la Etapa 1, incorporando lo relativo al efecto del tamaño de carnada sobre los efectos selectivos descritos en la metodología, para ambos sexos combinados.

Para la definición del efecto selectivo se relacionó la talla de retención modal (en cm) con la medida característica del elementos de captura, que como ya se ha establecido, corresponde a la medida de abertura del anzuelo (en mm). Es apropiado señalar que para este resultado se emplearon las relaciones básicas por carnadas y para los tres puertos bases establecidos en la metodología; la representación sintetizada de estas relaciones se grafica en la figura 60.

Se hizo uso de un ajuste logarítmico para la representación de la relación, dado el esquema de tamaños característicos de anzuelo empleados, ya que de haber existido en la pesquería una mayor diversidad de tamaños de anzuelos, se podría haber intentado la búsqueda de un ajuste rector para esta pesquería.



A: Puerto Montt - B: Hualaihue - C: Calbuco

Figura 60. Curvas ajustadas de efectos selectivos obtenidas para sexos combinados de merluza del sur en la ETAPA 1.

b) Proporción de ejemplares bajo talla comercial

De conformidad con lo propuesto en la metodología, en la eventualidad que no existiera un esquema selectivo, se procedió a determinar las proporciones de ejemplares bajo talla de interés comercial, las cuales representan un indicador que permite contrastar los resultados entre las diferentes combinaciones anzuelo/carnada, en virtud de lo cual, sería factible arbitrar una configuración adecuada para reducir los descartes.

En forma global, se determinaron las curvas al 50% de retención de ejemplares bajo talla para cada tamaño de anzuelo evaluado, a partir del ajuste logístico de la información disponible.

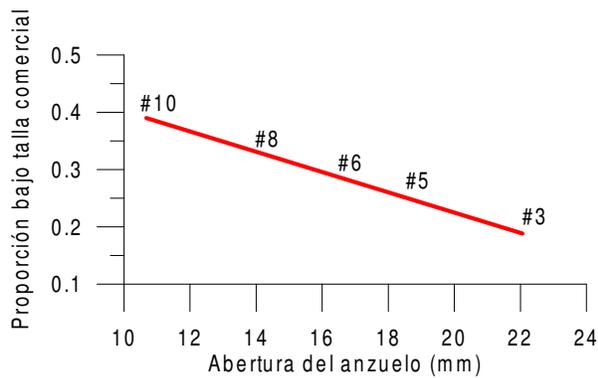


Figura 61. Curva ideal de retención de ejemplares bajo talla en función al tamaño de anzuelo.

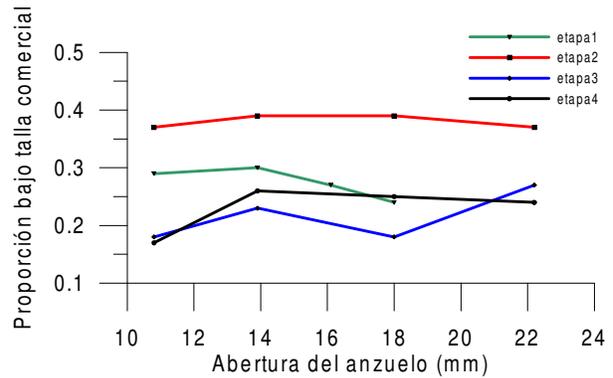


Figura 62. Curvas de retención de ejemplares bajo talla para cada anzuelo evaluado en las cuatro etapas del estudio.

Se empleó el ajuste logístico debido a que éste “fuerza” la respuesta de proporción bajo talla explicada en términos de la abertura del anzuelo; en la figura 61 se representa un ajuste ideal a lograr en una situación donde exista un esquema selectivo. En la figura paralela, se presenta la relación de retención bajo talla para cada anzuelo lograda en el presente análisis, para las cuatro etapas del estudio, con sexos y carnadas combinadas. En este resultado se aprecia de inmediato la inexistencia de un efecto selectivo con los aparejos y estrategias de pesca artesanal aplicados a esta especie.

c) Costo asociado a un cambio de numeración de anzuelo

Con el objetivo de obtener el valor comercial de diferentes numeraciones de anzuelo disponibles, se procedió a cotizar los valores actuales de venta (al por mayor) en tiendas especializadas y ferreterías de la V y X Regiones, específicamente en Gándara Chilena, Weitzler, Mesupil y Karlezzi.

De acuerdo a las cotizaciones realizadas, fue posible ajustar una función de valor unitario de los anzuelos respecto a su numeración ($R^2 = 0,79$), a partir de la cual se determinó el diferencial porcentual que debería incurrir un pescador producto de un cambio en la configuración de anzuelos del aparejo. Cabe señalar que los niveles de precio reflejan una estrategia de mercado que es común entre los proveedores respecto a la disponibilidad (en stock) del producto, en función a la demanda de ciertas numeraciones, razón por la cual se observan precios relativamente bajos en anzuelos N° 7 y 8 por ser estos los más solicitados en la X Región (Fig. 63).

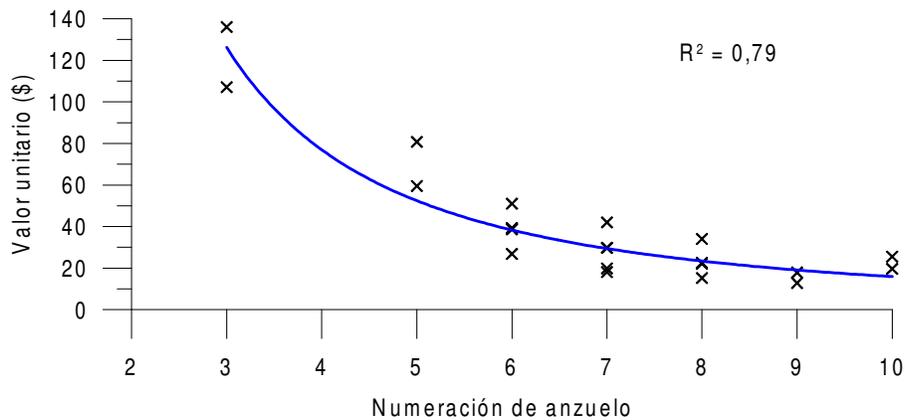


Figura 63. Valor unitario ajustado de los anzuelos respecto a su numeración.

Al disminuir la numeración del anzuelo desde el N°7, que corresponde al comúnmente utilizado, a un anzuelo N° 6, se aumenta el valor unitario desde \$29,4 a \$38,4, lo que equivale a un 30% más. Al disminuir a un anzuelo N°5, el valor unitario aumenta a \$52,5, equivalente a un 80% sobre el valor del anzuelo N°7. Por último, al disminuir a un anzuelo N°3, el precio unitario aumenta a \$126,3, lo que corresponde a un 330% sobre el valor del anzuelo N°7, lo que sería altamente significativo en la inversión de un pescador artesanal (Tabla 67).

Tabla 67. Precios unitarios por anzuelo y precios relativos a un anzuelo de uso frecuente.

Numeración	Precio unitario ajustado (\$)	Precio relativo al anzuelo N° 7
3	126,3	4,3
5	52,5	1,8
6	38,4	1,3
7	29,4	1,0
8	23,4	0,8
9	19,1	0,7
10	15,9	0,5

Este resultado permite apreciar que en términos de cambio del tamaño del anzuelo, la componente de diferencial de costo de éste es muy superior al nulo ganancial en términos de proporción de individuos bajo talla, el que es totalmente absorbido por la variabilidad en la respuesta selectiva de los anzuelos (Ver figura 62).

Taller de análisis y discusión de resultados

La Unidad Ejecutora realizó una invitación extensiva a participar en el taller de análisis y discusión de resultados, la cual consideró a un número superior a 25 personas entre representantes de entidades de Gobierno (Subsecretaría de Pesca, Fondo de Investigación Pesquera y Servicio Nacional de Pesca, nacional y regional), del sector extractivo (Federaciones de pescadores de la X y XI Regiones) y técnicos relacionados (Consultoras).

El día 19 de diciembre se realizó el taller de análisis y discusión de resultados, contando con la participación de los señores Rubén Pinochet (Secretario Ejecutivo FIP), Héctor Bacigalupo (Consejero FIP), Ricardo Badilla (Consultora Pupelde Ltda.) y el equipo profesional de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso que desarrolló la investigación, compuesto por el Jefe de Proyecto Sr. Teófilo Melo, los investigadores Srs. Patricio Pavez C., Carlos Hurtado y Dante Queirolo, los co-investigadores Erick Gaete, Ivonne Montenegro y Daniel Cerda, y los colaboradores Guillermo Stack y Alex Martínez. En el taller se expusieron los principales resultados obtenidos, básicamente respecto a:

- 1° Análisis conceptual de las distintas alternativas metodológicas aplicadas a estudios de selectividad.
- 2° Lances experimentales: Estructuras de talla, proporciones bajo talla y rendimientos de captura.
- 3° Determinación de la configuración adecuada del aparejo de pesca que permite una reducción del nivel de descarte.
- 4° Análisis del proceso de captura de merluza del sur.
- 5° Caracterización de la flota, del régimen operacional y de los aparejos de pesca.
- 6° Situación actual de rendimientos de pesca, estructuras de talla y condición reproductiva de la merluza del sur.

Especial interés presentaron los resultados relativos al efecto selectivo de las distintas combinaciones de tamaño de anzuelo y tamaño de carnada, en los cuales se evidencia la incapacidad de poder lograr una disminución del descarte por la vía de un cambio en la configuración del aparejo, tanto en el anzuelo como en la carnada. Bajo esta perspectiva, el Taller permitió concordar la imposibilidad de realizar un manejo de la composición de la captura por la vía selectiva del tamaño de los anzuelos y/o carnadas.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Con respecto a la flota, es posible mencionar que en términos generales existe una diferencia en cuanto a eslora entre embarcaciones que operan en Calbuco y Puerto Montt respecto a las de Hualaihue, donde las primeras, para poder acceder a zonas con mayores rendimientos y en búsqueda de zonas con mayor “hondura”, deben desplazarse una distancia mayor desde sus puertos de origen, principalmente hacia el Golfo de Ancud, necesitando entonces embarcaciones con una mayor grado de autonomía. Estas características las presentan por lo general embarcaciones como lanchas o “chalupones”, presentándose en mayor número en Puerto Montt y Calbuco, en comparación con la flota de Hualaihue.

Otra variable que incidiría en el mayor tamaño de las embarcaciones en Calbuco y Puerto Montt está referido al aparejo de pesca utilizado, ya que esta flota opera preferentemente con espinel del tipo “retenida”, por lo cual requiere de un mayor espacio en cubierta para transportar el sistema de boyas de retención superficial.

Respecto de la flota que opera en la XI Región, ésta se caracteriza por emplear de preferencia embarcaciones con motor fuera de borda, ya que por presentar un aparejo a la deriva y sumado a las condiciones climáticas más adversas, necesitan en su operación un motor que permita realizar maniobras para contrarrestar corrientes, oleajes y viento, junto con poder acceder rápidamente a un desplazamiento para ir en búsqueda de los espineles. No así el caso de la flota de la X región, donde los aparejos de pesca están fondeados.

Respecto a los aparejos de pesca, podemos inferir que existe una diferenciación entre aquellos utilizados en ambas regiones. En la XI región corresponde al tipo “de deriva”, ya que las profundidades de estas zonas son superiores a las 400 bz, por lo cual se dificulta la operación de fondeo de los aparejos, razón por lo cual amerita este tipo de operación.

En la X Región, el uso del espinel con “retenida” tiene una explicación operacional, ya que con este diseño se logra una mayor rapidez en la operación de calado y virado de los espineles verticales. Sin embargo, pescadores que trabajan “con línea de mano”, prefieren este diseño ya que frente al ataque de lobos se minimiza la pérdida, ya que se vira sólo un vertical a la vez, a diferencia de la “retenida” que durante el virado suben más de un vertical, facilitando el ataque de lobos a gran parte de la captura.

Otra razón esta dada por un asunto de costos, ya que pescadores que operan con “retenida” prefieren este aparejo por tener un valor de mantención y armado menor respecto al espinel con línea de mano, donde este último requiere de mayor cantidad de material, principalmente en lo que respecta al cabo de guía de mano, el cual le da la profundidad requerida según la distribución batimétrica del recurso.

En términos de posibles cambios en la configuración de los aparejos de pesca, no fue posible observar ningún cambio o variación, por ejemplo en la separación entre verticales o reinales, según el cambio de estación, como puede ocurrir en otras pesquerías demersales con espinel. Sin embargo, lo que fue posible observar fue un cambio en la profundidad de trabajo del aparejo, que en el caso del espinel con línea de mano, se soluciona dando mayor longitud a la guía de mano.

En cuanto al esfuerzo de pesca, la cantidad de anzuelos que opera cada embarcación, independiente de su eslora, tiene relación con la cuota disponible en cada periodo. Además, suele ocurrir que una embarcación extrae, junto con su propia cuota asignada, la de otra embarcación, por lo cual operan un número significativamente mayor de anzuelos. Esto lo logran aumentando el número de verticales del aparejo. Por esta razón, no es factible establecer el esfuerzo por eslora o por zona, ya que éste no responde a características geométricas, sino más bien a la necesidad de capturar una cierta cantidad de ejemplares establecidos por la cuota asignada.

Con respecto al régimen operacional, en términos del tiempo de reposo, es posible observar una diferencia marcada para la flota de Hualaihue, la cual se caracteriza por realizar la actividad o faena de pesca durante el día, lo cual les permite obtener un producto de mejor calidad y por ende obtener mayores precios de venta, producto de un menor tiempo de reposo. Esta característica no se da en otros pescadores, principalmente de Calbuco, que por lo general dejan reposar el aparejo de un día a otro, importándoles más la cantidad o volumen de la captura.

En lo relativo al proceso de captura, es posible señalar que mediante el análisis de información técnica disponible, se logró identificar el comportamiento de diversas especies que podrían tener cierta afinidad con la merluza del sur, básicamente en términos de respuesta frente la carnada y los estímulos que puede atraer a un pez hacia ella. La síntesis realizada se

presentó como discusión y análisis, a raíz de lo cual se logró extraer las fases que presentaría un pez frente a un anzuelo encarnado, que básicamente corresponden al ataque de la carnada, el manejo que realizan a ésta y por último la fase terminal, de retención o escape.

Al realizar las filmaciones submarinas fue factible apreciar las reacciones que presenta la merluza del sur frente a la carnada, observándose que esta especie, realiza una primera fase de ataque de la carnada, donde en mayor grado se observó acercamientos, sin que ellos hayan concluido en prueba o mordida de la carnada. Aquellos ejemplares que realizaron prueba o mordidas (incompleta o completa), continuaron posteriormente a la fase de manejo, en donde se apreció natación con la carnada en la boca, sacudidas de cuerpo y tiro del anzuelo encarnado. Si bien es cierto estos comportamientos no fueron comunes en todos los ejemplares observados, se desprende que la especie puede eventualmente realizar cualquiera de estas reacciones, o varias de ellas en forma consecutiva.

La fase terminal del proceso está determinada fundamentalmente por el manejo que realice cada ejemplar sobre la carnada, esperándose que a mayor voracidad en el comportamiento de alimentación la probabilidad de enganche del anzuelo en el hocico aumente. En los registros disponibles se observó que la reacción del pez no podría ser clasificada como de alta voracidad, no obstante esta reacción pudiera estar influenciada por la iluminación requerida por el sistema de filmación.

Por la experiencia de los pescadores, y conforme a lo observado en el monitoreo de la pesca comercial, esta especie podría ser más voraz de lo que se apreció en las filmaciones. Lo anterior podría estar ejemplificado por la ubicación en que se produce el enganche del anzuelo en el hocico del pez, lo cual en la mayoría de los casos se observó que ocurría en la zona posterior de la cavidad bucal y al inicio del esófago.

Con respecto al monitoreo de la operación comercial, se observó en las capturas diferencias en términos de estructura de tallas, proporción de hembras y rendimientos de pesca obtenidos en la X y XI Regiones. En la X Región, las capturas estuvieron compuestas por una proporción mayor de machos, quienes representan sobre el 60% de la captura total; en cambio en la XI Región, la proporción de hembras aumentó, alcanzando proporciones sobre el 45% del total de ejemplares capturados.

En cuanto a la talla, los ejemplares capturados en la X Región fueron de menor tamaño que los de la XI Región, razón por la cual su peso medio fue también menor. Hacia el norte de esa Región se observó la participación de dos modas en las capturas, localizadas éstas entorno a los 62,5 y 72,5 cm, observándose una alternancia en la moda principal según el periodo del año analizado. Por su parte, en la XI Región se observaron tres modas, donde la moda principal, tanto para machos como hembras, resultó ser superior a los 77,5 cm.

En términos del rendimiento de pesca, se observó en la X Región una disminución sostenida de la CPUE en el tiempo, disminuyendo desde febrero-marzo hacia agosto-septiembre, desde valores de 30,8 (ind/100 anz) a 14,7 (ind/100 anz). En la XI Región en cambio, se observó un comportamiento del rendimiento más similar entre periodos, con valores que oscilaron en entorno a 11,5 (ind/100 anz). El mismo efecto se reflejó en el rendimiento en peso, expresado en términos de kilogramos por 100 anzuelos virados.

El muestreo y análisis de la captura en lances comerciales permitió determinar la captura total (retención y descarte) realizado por la flota en cada periodo. Como se mencionara en los resultados, el concepto de descarte está referido a todos aquellos ejemplares de talla inferior a la requerida por los compradores (empresas procesadoras), la que corresponde a 62 cm de longitud. En razón de lo anterior, se determinó que la fracción descartada en número alcanzó valores que fluctuaron entre el 22,1 y 37,5% de las capturas logradas en la X Región, y entre 19,4 y 21,0% de las correspondientes a la XI Región. Lo anterior es un reflejo de las respectivas tallas media capturadas en ambas regiones, siendo mayor en la XI Región, razón por la cual el nivel de descarte registrado de ésta fue menor.

En términos del peso de la captura, la fracción descartada es obviamente inferior, debido al menor peso medio a la talla de los ejemplares descartados; efectivamente esto es lo que se refleja en la X Región donde el descarte fluctuó en porcentajes entre 15,2 y 23,4%, mientras que en la XI Región con una mayor proporción de tallas mayores, reflejó un descarte en peso entre 8,5 y 10,1%. Correspondientemente al realizar el análisis por sexo, se observó que la mayor talla media de las hembras determinó su menor participación relativa en los descartes realizados por la flota, detectando este efecto en ambas regiones.

Bajo las consideraciones de “descarte” señaladas anteriormente, y de acuerdo a la aplicación de los resultados discutidos, la captura total de la flota permitió estimar la retención y

el descarte total por periodo y región, destacándose el resultado obtenido en la X Región, zona en la cual el descarte alcanzó a 1.113.978 ejemplares, equivalentes a 1.197.219 kg, estimado en base a 13.355 desembarques realizados por la flota. En la XI Región en tanto, el descarte de la flota disminuye en forma considerable, explicado básicamente por la estructura de tallas de los ejemplares presentes en la zona de pesca, estimándose un reducido descarte de 148.674 ejemplares, lo que equivale a 155.145 kg.

Con respecto a la ocurrencia de la fauna acompañante, la especie con mayor frecuencia de ocurrencia en las capturas correspondió a merluza de cola, tanto en la X Región como en la XI Región. Fue posible apreciar además que especies como merluza común, congrio dorado y tollo están presentes en forma frecuente en las capturas. No obstante lo anterior, la participación en número de la fauna acompañante respecto a la captura total es inferior al 6%.

En cuanto al análisis de la condición reproductiva, se observó que en los periodos de mayor participación de ejemplares juveniles, el Estadío I de madurez sexual fue detectado y obviamente aumentó su proporción relativa. Además, la tendencia a registrar una mayor proporción de ejemplares en Estadíos IV y V entre junio y septiembre, respondería a los periodos de máxima actividad reproductiva de la especie.

El análisis de las dimensiones relativas al anzuelo (abertura) y del pez (hocico) permitió determinar un índice que relaciona el área de influencia del anzuelo con respecto al área frontal del hocico, en virtud de lo cual se evidencia el gran tamaño relativo del hocico del pez respecto a los anzuelos utilizados tanto en la pesquería como en los lances experimentales. El mayor valor del índice correspondió al anzuelo #3 con respecto a un pez de 40 cm de longitud, en cuyo caso la relación de áreas indicaría que el área frontal del hocico es prácticamente 4 veces superior al área de influencia teórica del anzuelo. Este índice es de gran importancia para poder explicar luego las estructuras de talla retenidas en los diferentes anzuelos evaluados.

Se observó además en los lances experimentales realizados en el marco del objetivo 4.4 que las proporciones de hembras en las distintas etapas (marzo, mayo, julio y septiembre) responden en gran medida a lo observado durante el seguimiento comercial de la flota en la X Región (objetivo 4.3). En términos globales se observó que la proporción de hembras es inferior al 50%, independiente del mes de operación, a excepción de algunos lances realizados por la embarcación de Hualaihue en marzo y en septiembre.

Las estructuras de talla, longitudes medias y pesos medios son similares en los lances experimentales y lances comerciales al interior de cada período. En ambos casos, se observa la alternancia de modas principales y secundarias entre periodos, las que corresponden a una entre 60,5 a 62,5 cm y otra entre 70,5 y 72,5 cm. De acuerdo a lo anterior, es posible corroborar que los ejemplares capturados en los lances experimentales corresponden a la estructura de talla disponible en la zona de pesca durante cada periodo, lo cual incidirá también en la interpretación de las respuestas selectivas de la investigación.

La tendencia a la disminución en los rendimientos de pesca desde febrero a septiembre en la faena comercial también fue observada en los lances experimentales, desde valores entorno a 32 ind/100 anz en marzo hasta llegar a 15 ind/100 anz en septiembre. Junto con observarse la misma tendencia, sin discriminar por anzuelo y/o carnada utilizada, la respuesta de captura en términos de los rendimientos es similar. Por otra parte, y debido a la disminución gradual de rendimientos hacia el mes de septiembre, se decidió operacionalmente modificar el diseño de muestreo, aumentando la cantidad de anzuelos de cada numeración, de tal forma que fuera posible lograr un tamaño de muestra adecuado para el análisis del efecto selectivo.

Al revisar la información por etapa, es posible apreciar que en el mes de marzo los rendimientos de pesca no presentan una relación directa asociada al tamaño de carnada utilizada como podría esperarse. En la mayoría de los casos, los rendimientos obtenidos con la carnada medio pejerrey y pejerrey entero no varían en forma significativa, lo cual podría asociarse a la pequeña diferencia en la modalidad de su corte “a un largo” lo que en esencia no significa cambio en sus dimensiones. Sin embargo, se hubiese esperado observar rendimientos mayores al utilizar la carnada más pequeña, básicamente por la mayor participación relativa de ejemplares de menor tamaño que sería esperable. No obstante esto no ocurrió, lo cual podría ser un efecto de que las capturas reflejan la disponibilidad del recurso bajo la embarcación, más que un efecto asociado a la selectividad misma del aparejo.

Un resumen preliminar de la información disponible, antes de discutir el análisis de selectividad, muestra que los lances experimentales reflejan el mismo patrón de comportamiento que los resultados del monitoreo de la operación comercial, tanto en términos de composición de la captura (estructuras de talla, proporción de hembras, tallas y pesos medios) como en los rendimientos de captura en número y peso, en forma independiente al tamaño de anzuelo y/o de carnada utilizado. Esto podría mostrar *a priori* el bajo grado de

respuesta selectiva de las características de los espineles utilizados en la captura del recurso, lo que sin lugar a dudas es necesario tener presente en el análisis de los efectos selectivos evaluados a través de los asociados diferentes modelos.

Al aplicar el método selectivo propuesto por Holt (1963) fue posible obtener los parámetros y las curvas de selección de cada combinación de tamaño de anzuelo y tamaño de carnada para cada sexo por embarcación. De este modo, es posible extraer las longitudes modales o longitudes óptimas selectivas, las que están asociadas a una dimensión característica del anzuelo, que correspondió en este trabajo a la abertura del mismo. Por su génesis, este método no permite el mejor ajuste de las tallas modales de captura en los anzuelos extremos (#3 y #10), en razón que éstas se encuentran en función de un factor selectivo y la dimensión característica del anzuelo. Es por ello que se observan diferencias entre anzuelos que son más bien exageradas en comparación a las tallas medias de captura, no obstante los valores centrales son próximos a los observados. En términos del tamaño de carnada, el método de Holt permitió apreciar la inexistencia de diferencias significativas entre estos tamaños.

Si se analiza la información por el método SELECT unimodal (Millar, 1992) es posible apreciar la inexistencia de efectos selectivos, donde en forma independiente del tamaño de anzuelo utilizado, la variable respuesta (talla modal) es similar al interior de cada embarcación. Por este método se observan diferentes comportamientos de las curvas al utilizar los tres tamaños de carnada, sin que se observe un patrón o tendencia coherente asociado. Si se compara con la información de captura, SELECT no permite extraer de buena forma las longitudes modales observadas, y más aún enmascara un posible efecto por el tamaño del anzuelo (abertura), en virtud de lo cual no permitiría ser considerado un método válido de análisis, sino sólo referencial.

El empleo del método SELECT en su esquema bimodal permitió, por medio del ajuste de las curvas selectivas, extraer las dos modas que componen la distribución de frecuencias de talla de la captura. La mayor importancia en esto radica en poder extraer de manera coherente la moda inferior de captura, que representa a los ejemplares de talla inferior, de tal manera de analizar los efectos selectivos sobre la fracción que potencialmente se desea no capturar. Sin embargo, este método tiende a subestimar la longitud óptima de la primera moda, y más aún no permite determinar algún efecto selectivo asociado al tamaño de anzuelo.

La superposición de las frecuencias de talla de captura entre anzuelos tiene una importante implicancia para el modelamiento de la selectividad, razón por la cual Millar (1995) y Woll *et al.* (1998) discuten que este hecho produce como resultado ajustes idénticos al utilizar el modelo SELECT. Por su parte, Erzini *et al.* (2000) señala que cuando esto ocurre, las metodologías que asumen que los parámetros de las curvas de selección están en función del tamaño del anzuelo (en este caso el método propuesto por Holt), no permiten obtener un resultado razonable, lo cual debe ser necesariamente considerado en el análisis de los resultados de la presente investigación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, y considerando las bondades y restricciones de los métodos disponibles, es posible consignar que por medio del método propuesto por Holt es factible extraer satisfactoriamente la longitud modal u óptima selectiva de los ejemplares capturados con el anzuelo #8, para ambos sexos en todas las embarcaciones participantes en el estudio. La importancia de esta situación radica en que se trataría de un punto central del ajuste sobre el cual la curva de efectos selectivos pivotea, razón por la, cual anzuelos de mayor tamaño (menor numeración) permitirían lograr idealmente un efecto selectivo asociado. Lo anterior es tema de discusión en virtud de las estructuras de talla observadas en la práctica, las que indicarían que independiente del tamaño de anzuelo empleado, las longitudes modales son prácticamente iguales.

El efecto selectivo no es por sí solo un elemento de discernimiento a favor de uno u otro anzuelo, sino que debe necesariamente ser contrastado con las proporciones de ejemplares bajo alguna talla de importancia (en este caso correspondió a la talla de interés comercial), que define el grado de participación de la fracción de menor talla en las capturas del recurso. Si se consideran estas proporciones, bajo talla comercial como medio de contraste, es factible observar que la respuesta en términos de captura es independiente del tamaño de anzuelo y del tamaño de carnada.

Durante las experiencias realizadas en el mes de mayo (ETAPA 2), se observó que los ejemplares capturados presentaron la menor talla media del estudio, razón por la cual la proporción de ejemplares bajo talla fluctuó entre un 27 y 65%. Al aplicar el método de Holt fue posible determinar las curvas selectivas y extraer las longitudes modales de captura, luego de lo cual se determinó el efecto selectivo de los distintos anzuelos utilizados; sin embargo se aprecia que el resultado de esto es un desplazamiento vertical de las curvas de efectos selectivos, sin

que exista una alteración en las pendientes de cada ajuste. La importancia de esto se basa en que la operación del anzuelo sobre el recurso no causaría el efecto selectivo determinado, sino que esto se debería en gran medida a la distribución del recurso y su composición, en términos de estructuras de talla, bajo la zona de influencia de la embarcación.

El hecho de que la merluza el sur no presente una respuesta selectiva favorable al anzuelo o a la carnada, en las zonas donde se realiza frecuentemente la pesca, puede estar asociado a su comportamiento de alimentación (denominado en términos bio-pesqueros como proceso de captura) y a sus características morfológicas, en particular la dimensión de su cavidad bucal y el área frontal del hocico. Esta es una importante consideración realizada por Erzini *et al.* (2000) en su estudio de selectividad en merluza (*Merluccius merluccius*), en el cual determinaron y asociaron que debido a estos factores no es factible observar una respuesta selectiva del recurso a los diferentes tamaños de anzuelo evaluados en su investigación, en razón a su gran cavidad bucal y su capacidad de alimentarse de presas relativamente grandes (Casey & Pereiro, 1995; Martos & Peralta, 1995; Oliver & Massutí, 1995; Papaconstantinou & Stergiou, 1995; Pitcher & Alheit, 1995).

En la definición del efecto selectivo, conforme a lo establecido por Baranov, se relaciona la talla de retención modal con la medida característica del elemento de captura; este concepto tiene una larga data y se ha podido detectar en varias especies y pesquerías relacionadas. Ello ciertamente funciona cuando existe una relación en la biometría de la especie y ésta, se relaciona con la medida característica del elemento de captura. Este último se define en función de su capacidad para seleccionar a las piezas de mejor tamaño o de un tamaño definido; cuando esto ocurre, se habla en propiedad de selectividad o selección, esto es la capacidad para llevar adelante esta acción.

Como la capacidad de selección no es exacta dada la variabilidad natural de la biometría de la pieza a capturar, se produce una variable retención que aumenta gradualmente, es máxima en un punto medio y declina gradualmente; en términos descriptivos se define en la retención una distribución que en lo general, debiera ser una distribución normal, sin desconocer que podría presentar variaciones en el ajuste de la información observada que definiría otras posibles distribuciones.

La identificación de los referidos comportamientos y los ajustes derivados, permiten una serie de aplicaciones matemático-estadísticas que pueden ser modeladas de manera simple o complejas, dando origen a procedimientos asociados a una diversidad de autores que de una u otra forma se refieren de distinta manera al mismo principio de Baranov, cuya lógica data de más de 100 años atrás. En el presente análisis se emplearon dos procedimientos, uno más complejo que el otro, para producir un resultado que no difieren grandemente y que conducen a una única conclusión: los anzuelos del espinel artesanal empleado en la pesca de la merluza del sur (*Merluccius australis*), considerando sus modalidades de uso y estrategias extractivas, no son discriminantes en cuanto al tamaño característico de la pieza a retener. En este mismo análisis se incorporaron otros factores para definir su eventual efecto en cuanto a control de la retención, sin que las diferentes modalidades de carnadas ni las estrategias usadas por los pescadores en tres diferentes puertos bases tuvieran efecto.

Una eventual causa de la situación detectada podría ser precisamente un producto de la biometría de la especie, en especial, su capacidad para atacar a una presa – en este caso para engullir la carnada – que excede con mucho a los distintos tamaños de carnada y de los anzuelos empleados en los espineles. Esto implicaría que la especie puede ser retenida con un amplio rango de anzuelos que por este comportamiento, no definen una selección sino más bien una capacidad de recuperación de la pieza que devora la carnada.

Desde otra perspectiva, se puede explicar la variabilidad de las tallas de retención por la variabilidad en la disponibilidad de la especie bajo la actividad de la flota, lo que responde a una disponibilidad asociada a sus etapas de vida más que a estrategias operacionales de los pescadores; esta propuesta se valida al observar el comportamiento de respuesta entre etapas asociadas a diferentes meses del año.

Debido a la inexistencia de un efecto selectivo en el esquema de retención, se procedió como fue propuesto en la metodología a definir la relación conjunta de éstos para el rango de tamaños de anzuelos contra las proporciones de individuos bajo una talla definida como crítica, considerando para ello la talla mínima de interés industrial que como ya se indicara es mayor que la talla denominada convencionalmente como talla de primera madurez sexual.

Como ya se indicara, se empleó el ajuste logístico debido a que éste “fuerza” la respuesta de proporción bajo talla explicada en términos de la abertura del anzuelo, esto ocurre

al considerar el factor de proporcionalidad aplicado directamente a la medida característica de retención de cada anzuelo. En los resultados se presenta la figura 61 se representa un ajuste ideal a lograr en una situación donde exista un esquema selectivo; de esta manera, de haber existido un ligero efecto, se podría haber determinado que proporción de retención sería deseable lograr y en función de ello, se podría elegir el anzuelo más apropiado. Ello no fue posible y para hacer esto más evidente, se presentan los resultados en la figura 62 donde lo que ocurre es que habría un rango en el tiempo con proporción de retenciones bajo talla que fluctúan entre 0,20 y 0,40; la más alta está asociada a la disponibilidad de individuos de menor talla en el mes de mayo del año donde se efectuó el análisis. De esta forma, no es posible reducir en la pesquería la proporción de peces bajo talla, excepto limitando o reduciendo la actividad en los meses de mayo (en el supuesto que los resultados representan una tendencia que se mantenga en el tiempo, lo que no es posible aventurar).

En la misma figura 62 se aprecia de inmediato la inexistencia de un efecto selectivo en el rango de tamaños característicos de los anzuelos operados en los aparejos y con las estrategias de pesca artesanal aplicados a esta especie. Excluyendo la respuesta encontrada en el mes de mayo, que se separa del resto, hay un rango variable que es válido para aberturas de anzuelo que van desde 11 mm hasta 22 mm y por lo tanto, el tema de la retención bajo talla debe asociarse necesariamente con el efecto en la retención de otras especies o con la existencia de un material de pesca que podría ser aplicado afectando a otras especies.

En la perspectiva de lo expuesto en el párrafo precedente, se podría posteriormente establecer convencionalmente qué rango de anzuelos mantendrá baja la proporción de individuos bajo talla, lo que tiene una implicancia en los costos asociados. Se realizó un análisis de los costos en la eventualidad de implementar un cambio en los anzuelos, de tal forma que sea factible visualizar el impacto que tendrían las diferentes alternativas sobre la inversión de los pescadores artesanales. Este análisis señala que la componente de diferencial de costo es muy superior al nulo ganancial en términos de proporción de individuos bajo talla, el que es totalmente absorbido por la variabilidad en la respuesta de retención de los anzuelos.

Considerando los resultados y la imposibilidad de asumir un patrón selectivo único y mucho menos, un patrón selectivo diferenciado por tamaño de anzuelos, es posible plantear que este conclusivo encuentro respecto de la inexistente selectividad del rango de anzuelos empleados, debe ser incorporada en los análisis del estado de explotación del recurso ya que

todos ellos asumen la existencia de este efecto lo que puede ser cierto sólo en la pesca industrial.

Otra consideración detectada se relaciona con la variabilidad en la respuesta de retención y con la variedad de anzuelos empleados en los espineles de los pescadores; esto tiene una directa relación con la componente de incertidumbre en los estimados de análisis que a este respecto se efectúan.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el marco de la investigación, es posible concluir lo siguiente:

Objetivo 4.1

- La flota artesanal que opera en la X Región corresponde a embarcaciones con motor interior (preferentemente centrado), y fuera de borda. En la XI Región en cambio, la flota predominante es aquella con motor fuera de borda.

- Las embarcaciones utilizadas en la zona de Hualaihue, en términos de eslora, son de menor envergadura en promedio (5,9 m), respecto a las utilizadas en la zona de Calbuco (8 m) y Puerto Montt (7,3 m). Respecto de la XI región, las cuatro zonas (Norte I y II-Sur I y II), presentan rangos similares de eslora promedio (7,6m).

- Los aparejos de pesca utilizados en la X Región corresponden a espineles denominados “con retenida” y “línea de mano”. Por su parte, en la XI Región el aparejo de pesca corresponde a un espinel conocido como “de deriva”.

- Las diferentes embarcaciones en la pesquería presentan un régimen operacional característico según su origen, el cual responde tanto a variables temporales como espaciales, incidiendo las condiciones climáticas, la distancia a la zona de pesca y el aparejo utilizado, como principales factores.

- Los tiempos operacionales como calado y virado, difieren según el tipo de espinel utilizado. En este contexto para los espineles “con retenida”, los tiempos ya mencionados tiene una menor duración, respecto a los espineles de “línea de mano” o “de deriva”.

- La duración de la marea o salida de pesca para la flota que utiliza espineles de “línea de mano” o “de deriva”, se caracteriza por realizarse durante el transcurso del día, a diferencia de la flota que opera con espinel “con retenida”, en el cual la operación tiene una duración de dos días aproximadamente.

Objetivo 4.2

- Al igual que otros peces de la familia *Gadidae*, el proceso de captura de la merluza del sur se inicia por el acercamiento del pez a la carnada, continuando por un comportamiento de ataque y manejo, que se refleja principalmente en pruebas de la carnada, mordidas incompleta y completa del anzuelo encarnado, sacudidas de cabeza, natación y tiro suave de este, etapas que luego definen su retención o escape.
- La voracidad que presenta el recurso durante su alimentación quedó reflejada a partir de la posición en donde se realiza la retención del pez, observándose el enganche del anzuelo en la fracción posterior de la cavidad bucal e inicio del tracto digestivo.

Objetivo 4.3

- La proporción de hembras en las capturas de merluza del sur entre periodos fluctuó entre un 32,9 y 38,4% en la X Región, mientras que en la XI Región esta proporción fluctuó entre un 44,8 y 50,0%.
- La talla media de las hembras en la X Región fluctuó entre 65,0 y 68,7 cm de longitud total, mientras que en machos esta variable fluctuó entre 65,2 y 68,3 cm. En la XI Región en tanto, la talla media de hembras fue mayor, entre 70,7 y 72,7 cm de longitud total, mientras que en machos correspondió entre 70,8 y 71,4 cm.
- El peso medio para ambos sexos fue mayor en la XI Región, variando entre 2,21 y 2,33 kg por ejemplar, mientras que en la X Región el peso medio fluctuó entre 1,70 y 1,96 kg.
- Los rendimientos de pesca, presentaron una disminución progresiva en el tiempo en la X Región, desde 30,8 ind/100 anz a 14,7 ind/100 anz en número, y desde 58,0 kg/100 anz a 26,9 kg/100 anz. En la XI Región los rendimientos de pesca fueron más homogéneos, encontrándose entorno a 11,5 ind/100 anz y 26 kg/100 anz.
- Se estimó que la captura total de la flota artesanal en el período febrero-septiembre 2003 en la X Región fue de 6.928.455 kg, de los cuales 5.731.236 kg correspondieron a retención (ejemplares igual o mayores de 62 cm) y 1.197.219 kg a descarte (ejemplares menores de 62 cm). En la XI Región en tanto, se estimó que la captura total en el período

febrero-mayo 2003 fue de 1.692.272 kg, de los cuales 1.537.127 kg correspondieron a retención y 155.145 kg a descarte.

- En términos de frecuencia de ocurrencia, la fauna acompañante de merluza del sur estuvo compuesta preferentemente por merluza de cola, merluza común, tollo *spp* y congrio dorado, aún cuando en su totalidad la fauna acompañante no supera el 6% de la captura total en número.

Objetivo 4.4

- La relación entre el área de abertura del anzuelo y área frontal del hocico del pez permitió determinar que, en el rango de tallas observado, los anzuelos utilizados en la evaluación poseen una superficie inferior al 25% de la superficie del hocico, razón por la cual el anzuelo no representaría una variable de relevancia con fines selectivos.

- Las estructuras de talla observadas en la pesca con espineles experimentales son similares a las observadas durante el monitoreo de la operación comercial, presentando las mismas tendencias respecto a las tallas medias, lo cual indica que la composición de las capturas refleja un efecto de disponibilidad más que un efecto selectivo por el anzuelo y/o la carnada.

- Las diferentes combinaciones de tamaño de anzuelo y tamaño de carnada evaluadas en la investigación, no producen efecto sobre los rendimientos de pesca ni sobre la proporción de ejemplares bajo talla de interés comercial.

- El ajuste de las curvas de selección a la talla, realizado por el método de Holt y el método de Millar (SELECT unimodal y bimodal) tanto en machos como en hembras, permite concluir que no existe un efecto selectivo asociado al tamaño de carnada.

- Las tallas modales u óptimas de captura determinadas por el método de Holt evidencian un efecto selectivo, el cual se encuentra claramente asociado a la longitud característica del anzuelo. De este modo, el efecto observado no corresponde a la selectividad del aparejo de pesca, sino a un factor de ajuste del método empleado. Por su parte, el método SELECT no permite identificar un efecto selectivo asociado al anzuelo, enmascarando el factor de escala o longitud característica del anzuelo y subestimando la talla modal de captura.

- Los procedimientos desarrollados por Holt (1963) y por Millar (1992), basan el éxito de su ajuste en la existencia de diferencias en las estructuras de talla y en las proporciones de captura a la talla, hecho que no ocurrió durante la investigación y sin lugar a dudas incide en los resultados obtenidos.

Objetivo 4.5

- No existe un efecto selectivo en los anzuelos empleados en los aparejos de pesca artesanal, para el rango de anzuelos del tipo Kirby (Qual. 2330) de numeraciones 5, 6 8 y 10 aplicados a esta especie con las estrategias y procedimientos descritos.

- La variable proporción de retención de individuos bajo la talla mínima de interés industrial para el rango de tamaños de anzuelos considerados en el análisis, debido a la inexistencia de un efecto selectivo en el esquema de retención, no permite reflejar tendencias o formas de control.

- El diferencial de costos unitarios por anzuelo, al cambiar de una medida a otra, es muy superior al nulo ganancial en términos de proporción de individuos bajo talla, lo que es totalmente absorbido por la variabilidad en la respuesta de retención por anzuelo.

REFERENCIAS

- Aguayo, M. 1995.** Biology and fisheries of Chilean hakes. En: Hake, Fisheries, Ecology and Markets. Ed. J. Alheit and T. J. Pitcher. Chapman and Hall, London, 305-337.
- Aguayo, M., I. Payá, R. Roa & I. Céspedes. 1992.** Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral 1991. Santiago, Chile, IFOP: 89 p.
- Aguayo, M., I. Céspedes, I. Payá, E. Figueroa, V. Ojeda & L. Muñoz. 1993.** Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral 1992. SGI-IFOP 93/3 64 p.
- Aguayo, M., I. Céspedes, J. Arias, I. Payá, E. Figueroa, V. Ojeda, L. Adasme & L. Muñoz. 1994.** Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales demersales (peces) zona sur austral 1993. Estado de situación del recurso. Santiago, IFOP: 50 p. (SGI-IFOP 94/3).
- Aguayo, M., I. Payá, R. Céspedes, H. Miranda, V. Catasti, S. Lillo, P. Gálvez, L. Adasme, F. Balbontín & R. Bravo. 2001.** Dinámica reproductiva de merluza del sur y congrio dorado. FIP – IT / 99 – 15. 114 p.
- Allen, K. 1963.** The influence of behaviour on the capture of fish with baits. En: The selectivity of fishing gear. Spec. Publ. Nº 5 Int. Comm. Northwest Atl. Fish., Dartmouth, N.S., Canada. 5 - 7.
- Atema, J. 1971.** Structures and functions of the sense of taste in the catfish (*Ictalurus natalis*). Brain Behav. Evol., 4, 273-94.
- Atema, J. 1980.** Chemical senses, chemical signals and feeding behavior in fishes. In: Fish Behavior and Its Use in the capture and Culture of Fishes (Eds. J.J. Bardach, J.J. Magnusson, R.C. May and J.M. Reinhart), pp.57-101. ICLARM Conf. Proc., 5, Manila.
- Bardach, J.E. & T. Villars. 1974.** The chemical sense of fishes. In: Chemoreception in Marine Organisms (Eds. P.T. Grant and A.M. Mackie) pp. 49-104. Academic Press, New York.
- Baskerville, G.L. 1972.** Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass. Can J. For. Res. 2; 49 - 53.
- Balbontín, F. & R. Bravo. 1993.** Fecundidad, talla de primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 28: 111-132 p.
- Balbontín, F., R. Bravo & R. Bernal. 1994.** Índice gonadosomático, estados de madurez y fecundidad a la talla de merluza del sur. Informe Técnico, 21 pp.
- Baranov, F. 1914.** The capture of fish by gillnets. *Mater. Poznaniyu Russ. Rybolov.*, 3(6): 56-99.

- Baranov, F. 1918.** On the question of the biological basis of fisheries. *Nauchn. Issled. Ikhtiol. Inst. Izv.*, 1:81-128.
- Beamish, F. 1966.** Vertical migration by demersal fish in the Northwest Atlantic. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 23: 109-139.
- Bjordal, A. & A. Ferno. 1983.** Longline: Full scale trials with new hook designs and reduced size of bait. Council Meeting of the International Council for Exploration of the Sea, C.M. 1983/ B:32, 7 pp.
- Bjordal, A. & S. Lokkeborg. 1996.** Longlining. Fishing News Books, 156 p.
- Carr, W. & C. Derby. 1986.** Chemically stimulated feeding behavior in marine animals, *J. Chem. Ecol.*, 12, 989-1011.
- Casey, J. & J. Pereiro. 1995.** European hake (*M. merluccius*) in the North-east Atlantic. In: T.J. Pitcher and J. Alheit (Eds.), *Hake: Biology, fisheries and markets*. Chapman & Hall, London.
- Casey, J., J. Dann & D. Harding. 1986.** Stomach contents of cod and whiting caught during the English groundfish survey of the North Sea in 1982 and 1984. ICES CM 1986/G:14.
- Céspedes, R, C. Techeira, J. Blanco, V. Ojeda, H. Miranda, E. Almonacid & F. Cerna. 1996.** Identificación de áreas de reclutamiento de merluza del sur en la zona sur austral. Informe Final (FIP 93-20), IFOP: 145 p.
- Cochran, W. 1977.** Sampling techniques. New York, John Wiley and Sons, Inc., 428 pp. 3rd. ed.
- Engas, A. & S. Lokkeborg. 1994.** Abundance estimation using bottom gillnet and longline-the role of fish behaviour. In: A. Ferno y S. Olsen (Eds.), *Marine Fish Behaviour in Capture and Abundance Estimation*. Fishing News Books, London, pp. 134-165.
- Erzini, K., J. Gonçalves, L. Bentes, P. Lino & J. Cruz. 1996.** Species and size selectivity in a Portuguese multispecies artisanal long-line fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 811-819.
- Erzini, K., J.M.S. Gonçalves, L. Bentes & P.G. Pino. 1997.** Fish mouth dimensions and size selectivity in a Portuguese longline fishery. *Journal of Applied Ichthyology*, 13: 41-44.
- Erzini, K., L. Arregui, L. Bentes, M. Castro, J. Goncalves, P. Lino, J. Ribeiro, J. Santiago & F. Sousa. 2000.** Hake semi-pelagic longline selectivity and evaluation of selectivity models for hook and line gear. Ref. N°. 96/062. Commission of the european communities. DG XIV/C/1. 190 pp.
- Erzini, K., J.M.S. Gonçalves, L. Bentes, P.G. Pino & J. Ribeiro. 2001.** The hake deepwater semi-pelagic longline fishery in the Algarve (southern Portugal). *Fish. Res.* 51: 327-336.

- Ferno, A. & I. Huse. 1983.** The effect of experience on the behavior of cod (*Gadus morhua*) towards a baited hooks. *Fish. Res.*, 2: 19-28.
- Ferno, A., P. Soledmal & S. Tilseth. 1986.** Field Studies on the behaviour of whiting (*Gadus merlangus* L.) towards baited hooks. *FiskDir. Skr. Ser. HavUnders.*, 18, 83-95.
- Francis, R.C. 1974.** Relationship of fishing mortality to natural mortality at the level of maximum sustainable yield under the logistic stock production model. *J. Fish. Res. Board Can.*, 31:1539-1542.
- Fraser, J. 1955.** The smallmouth bass fishery of South Bay, Lake Huron. *J. Fish Res. Canada*. 12: 147-177.
- Fry, F. 1949.** Statistics of lake trout fishery. *Biometrics*. 5: 27-67.
- Godo, O., I. Huse & K. Michalsen. 1997.** Bait defence behaviour of wolffish and its impact on longline catch rates. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 273-275.
- Gulland, J.A. 1983.** Fish stock assessment. A manual of basic methods. FAO/Wiley series on food and agriculture. Vol. 1.
- Hart, P.J.B. 1986.** Foraging in teleost fishes. In: *The Behaviour of teleost Fishes* (ed. T.J. Pitcher), pp. 211-35. Crom Helm, London.
- He, P. 1996.** Bait loss from bottom-set longlines as determined by underwater observations and comparative fishing trials. *Fish. Res.*, 27: 29-36.
- Holt, S.H. 1963.** A method for determining gear selectivity and its application. *Int. Comm. Northwest Atlantic Fish. Spec. Bull.*, 5: 106 –115.
- Huse, I. & A. Ferno. 1990.** Fish behaviour studies as an aid to improved longline hook design. *Fish. Res.*, 9, 287-97.
- Johannessen, T. 1983.** Influence of hook and bait size on catch efficiency and length selection in longlining for cod and haddock. M.Sc. Thesis. University of Bergen, Norway. 109 pp.
- Johannessen, T., A. Ferno & S. Lokkeborg. 1993.** Behaviour of cod and haddock in relation to various sizes of longline bait. *ICES Mar. Sci. Symp.*, 196: 47-50.
- Johnstone, A. & A. Hawkins. 1981.** A method for testing the effectiveness of different fishing baits in the sea. *Scot. Fish. Inf. Pack*. 3, 7 pp.
- Jones, R. 1978.** Competition and co-existence with particular reference to gadoid fish species. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 172, 292-300.
- Kaimmer, S. 1998.** Direct observation on the hooking behaviour of Pacific halibut, *Hippoglossus stenolepis*. *Fish. Bull.* 97: 873-883.
- Kanda, K, A. Koike, S. Takeuchi & M. Ogura. 1978.** Selectivity of the hook mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn, pole fishing. *J. Tokyo Univ. Fish.* 64:115-123.

- Koike, A, S. Takeuchi, M. Ogura, K. Kanda & C. Arihara. 1968.** Selection curve of the hook of long line. J. Tokyo Univ. Fish. 55:77-82.
- Laurec, A. & J.C. LeGuen. 1981.** Dynamique des populations marines exploitées. Tome I. Concepts et Modèles. CNEXO *Rapports Scientifiques et Techniques* (45): 117 p.
- Lokkeborg, S. 1989.** Longline bait: fish behaviour and the influence of attractant release rate and bait appearance. Dr. Scient. Thesis, Univ. Bergen. Norway.
- Lokkeborg, S. 1990.** Reduced catch of undersized (*Gadus morhua*) in longlining by using artificial bait. Can. J. Fish. and Aquat. Sci., 47: 1112-1115.
- Lokkeborg, S & A. Bjordal. 1992.** Species and size selectivity in longline fishing: a review. Fisheries research, 13: 311-322.
- Lokkeborg, S. & A. Bjordal. 1995.** Size-selective effects of increasing bait size by using an inedible body on longline hooks. Fis. Res., 24: 273-279.
- Lokkeborg, S. & A. Bjordal. 1996.** Longlining. Fishing News Books, Oxford, London. 156 pp.
- Lokkeborg, S., A. Bjordal & A. Ferno. 1989.** Responses of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Malenogrammus aeglefinus*) to baited hooks in the natural environment. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 46: 1478-1483.
- Martos, A.R. & L.F. Peralta. 1995.** Biology and fisheries of North-west African hakes (*M. merluccius*, *M. senegalensis* and *M. polli*). In: T.J. Pitcher and J. Alheit (Eds.), Hake: Biology, fisheries and markets. Chapman & Hall, London.
- McCracken, F. 1963.** Selection of codend meshes and hooks on cod, haddock, flatfish and redfish. En: The selectivity of fishing gear. Spec. Publ. N° 5 Int. Comm. Northwest Atl. Fish., Dartmouth, N.S., Canadá. 131 - 155.
- Melo, T., C. Hurtado, D. Cerda, D. Queirolo & I. Montenegro. 2002.** Análisis del comportamiento de escape de ejemplares juveniles de merluza de cola a través de dispositivos de escape, mediante el uso de filmaciones submarinas. Estud. Doc. N° 15/2002. 45 pp.
- Millar, R. & R. Fryer. 1999.** Estimating the size-selection curves towed gears, traps, nets and hooks. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 9: 89-116.
- Millar, R.B. 1992.** Estimating the size-selectivity of fishing gear by conditioning on the total catch. J. Amer. Stat. Assoc. 87: 962-968.
- Muller, K. 1978.** Locomotor activity of fish and environmental oscillation. In: Rhythmic Activity of Fishes (ed. J.E. Thorpe), pp. 90-104. Academic Press, London.

- Oliver, P. & E. Massutí. 1995.** Biology and fisheries of the western Mediterranean hake (*M. merluccius*). In: T.J. Pitcher and J. Alheit (Eds.), Hake: Biology, fisheries and markets. Chapman & Hall, London.
- Otway, N.M. & J.R. Craig. 1993.** Effects of hook size on the catches of undersized snapper, *Pagrus auratus*. Marine Ecology Progress Series, 93: 9-15.
- Papaconstantinou, C. & K.I. Stergiou. 1995.** Biology and fisheries of eastern Mediterranean hake (*M. merluccius*). In: T.J. Pitcher and J. Alheit (Eds.), Hake: Biology, fisheries and markets. Chapman & Hall, London.
- Pavez, P., & M.E.F. Oyarzún. 1985.** Determinación de eficiencia relativa de espineles y parámetros de crecimiento de bacalao de Juan Fernández (*Polyprion oxygeneois*), en las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. In: P. Arana (Ed.) Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso. 323-340.
- Pitcher, P.J. & J. Alheit. 1995.** What makes a hake? A review of the critical biological features that sustain global hake fisheries. In: T.J. Pitcher and J. Alheit (Eds.), Hake: Biology, fisheries and markets. Chapman & Hall, London.
- Pope, J., A. Margetts, J. Hamley & E. Akyuz. 1975.** Manual of methods for fish stock assessment, Part III. Selectivity of fishing gear. FAO Fisheries Technical Paper N° 41, 46 p.
- Prager, M.H., E.D. Prince & D.W. Lee. 1995.** Empirical length and weight conversion equations for blue marlin, white marlin, and sailfish from the North Atlantic Ocean. Bulletin of Marine Science., 56(1): 201 – 210.
- Raltson, S. 1990.** Size selection of snapper(Lutjanidae) by hook and linear gear. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47: 696-700.
- Rubilar, P., R. Céspedes, C. Toledo, L. Adasme, H. Miranda & C. Techeira. 1997.** Análisis del esfuerzo pesquero artesanal aplicado a merluza del sur en aguas interiores de la X, XI y XII Regiones. FIP-IT / 97-13, 64 pp.
- Saetersdal, G. 1963.** Selectivity of long lines. En: The selectivity of fishing gear. Spec. Publ. N° 5 Int. Comm. Northwest Atl. Fish., Dartmouth, N.S., Canadá. 189-192.
- SERNAPESCA.** Anuarios estadísticos de pesca 1997-2001.
- Skeide, R., A. Bjordal & S. Lokkeborg. 1986.** Testing of a new hook design (E – Z – Baiter) through comparative longline fishing trials. ICES CM/ B:25, 12 pp.

- Sousa, F., E. Isidro & K. Erzini. 1999.** Semi-pelagic longline selectivity for two demersal species from the Azores: the black spot sea bream and the bluemouth rockfish. *Fish. Res.*, 41: 25-35.
- Sprugel, D. G. 1983.** Correcting for bias in log-transformed allometric equations. *Ecology* 64: 209-210.
- Thompson, W.F. & F.H. Bell. 1934.** Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep.Int.Fish. (Pacific Halibut) Comm.*, (8):49 p.
- Von Brandt, A. 1962.** Fish catching methods of the world. Fishing News Books. Londres. 191 p.
- Werner, E. 1974.** The fish size, prey size, handling time relation in several sunfishes and some implication. *J. Fish. Res. Bd. Can*, 31, 1531-6.
- Wileman, D.A., R.S.T Ferro, R. Fonteyne & R.B. Millar. 1996.** Manual of methods of measuring the selectivity of towed gears. ICES Cooperative Research Report. N° 215, Copenhagen. 126 pp.
- Whittaker, R. H. & P.L. Marks. 1975.** Methods of assessing primary productivity. Ch. 4. *In*: H. Leith and R.H. Whittaker (Eds.), Primary productivity of the biosphere. Springer-Verlag, New York.
- Willis, T.J. & R.B. Millar. 2001.** Modified hooks reduce incidental mortality of snapper (*Pagrus auratus*) in the New Zealand commercial longline fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 830-841.
- Woll, A.K., J. Boje, R. Holst & A.C. Gundersen. 1998.** Catch rates and hook and bait selectivity in longline fishery for Greenland halibut at East Greenland. ICES CM 1998/O:28.
- Woll, A.K., J. Boje, R. Holst & A.C. Gundersen. 2001.** Catch rates and hook and bait selectivity in longline fishery for Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) at East Greenland. *Fish. Res.* 51: 237-246.